

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΕΤΗΡΙΔΑ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

SCIENTIFIC ANNALS
OF THE DEPARTMENT OF FORESTRY AND MANAGEMENT OF
THE ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES

Τόμος - αφιέρωμα στη μνήμη
του Κωνσταντίνου Σίδερη,
Καθηγητή Δ.Π.Θ.
Dedicated to Konstantino Sideri,
Professor DUTH



TOMOS 1^{ος}
VOLUME 1st

Εκδότης-Επιμελητής Επιστημονικής Επετηρίδας
Editor of Scientific Annals

Ευστάθιος Παν. Τσαχαλίδης, Αν. Καθηγητής
Efstathios Pan. Tsachalidis, Assoc. Professor

ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ

Αδελφών Κυριακίδη α.ε.

Σελιδοποίηση: *Μιχάλης Νόττας*

Επιμέλεια ύλης: Γεώργιος Χ"Λαζάρου, Δασολόγος

Αριθμός Εκτύπωσης: 1252

ISBN σειράς 978-960-89345-3-5

ISBN 978-960-89345-4-2

© 2008

Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε.
Κων. Μελενίκου 5, Τ.Κ. 546 35, Θεσσαλονίκη
Τηλ. 2310.208.540, Fax 2310.245.541
Web: <http://www.kyriakidis.gr>

Αθήνα:

Κεντρικό Αρσάκειο Μέγαρο, Στοά του Βιβλίου,
Πεσμαζόγλου 5, Τ.Κ. 105 64
τηλέφωνο και fax: 210.32.11.097

Η πνευματική ιδιοκτησία αποκτάται χωρίς καμμία διατύπωση και χωρίς την ανάγκη ρήτρας απαγορευτικής των προσβολών της. Πάντως, κατά το Ν. 2121/1993 και τη διεθνή σύμβαση της Βέρνης (που έχει κυρωθεί με το Ν. 100/1975) απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου, με οποιονδήποτε τρόπο, (ηλεκτρονικό, μηχανικό, φωτοτυπικό, ηχογράφησης ή άλλο), τμηματικά ή περιληπτικά, στο πρωτότυπο ή σε μετάφραση ή άλλη διασκευή, χωρίς γραπτή άδεια εκδότη.

Ο πρώτος Τόμος της Επιστημονικής Επετηρίδας του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης αφιερώνεται στον αείμνηστο Κωνσταντίνο Κ. Σίδηρη, Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης.

Αποτελεί ύστατο φόρο τιμής στον διατελέσαντα επί εξαετία Πρόεδρο του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων.

Ο Τόμος είναι διεπιστημονικός, περιέχει τα Πρακτικά διεξαχθείσης Περιβαλλοντικής Διημερίδας και εργασίες, όσων συνεργάστηκαν και θέλησαν να τιμήσουν τον εκλιπόντα.

*Ευστάθιος Παν. Τσαχαλίδης
Αν. Καθηγητής
Εκδότης-Επιμελητής του Τόμου*

Εκδότης – Επιμελητής Επιστημονικής Επετηρίδας
Editor of Scientific Annals

Ευστάθιος Παν. Τσαχαλίδης, Αν. Καθηγητής
Efstathios Pan. Tsachalidis, Assoc. Professor

Επιστημονική Επιτροπή
Scientific Committee

- Αλιφραγκής Δημήτριος, αν. Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.*
- Άμπας Ζαφείρης, επ. Καθηγητής, Αγροτική Ανάπτυξη, Δ.Π.Θ.*
- Αραμπατζής Γαρ., επ. Καθηγητής, Δασολογία-Διαχείριση Περιβάλλοντος-Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
- Βουλγαρίδης Ηλίας, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.*
- Γκούντερ Βασίλειος, Καθηγητής, Βιολογία, Α.Π.Θ.*
- Γρηγορίου Αθανάσιος, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.*
- Δούκας Κοσμάς-Αριστοτέλης, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.*
- Δρόσος Β., επ. Καθηγητής, Δασολογία-Διαχείριση Περιβάλλοντος-Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
- Ηλιάδης Λάζ., αν.Καθηγητής, Δασολογία-Διαχείριση Περιβάλλοντος-Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
- Καραμέρης Αθανάσιος, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.*
- Καρανικόλα Παρ., επ.Καθηγήτρια, Δασολογία-Διαχείριση Περιβάλλοντος-Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
- Κιτικίδου Κυριακή, Λέκτορας, Δασολογία-Διαχείριση Περιβάλλοντος-Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
- Κοράκης Γεώργιος, Λέκτορας, Δασολογία-Διαχείριση Περιβάλλοντος-Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
- Κούκουρα Ζωή, Καθηγήτρια, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.*
- Κουτρομανίδης Θεόδωρος, αν. Καθηγητής, Αγροτική Ανάπτυξη, Δ.Π.Θ.*
- Κουτρούμπας Σπυρίδων, αν. Καθηγητής, Αγροτική Ανάπτυξη, Δ.Π.Θ.*
- Κωτσοβίνος Νικόλαος, Καθηγητής, Πολιτικών Μηχανικών, Δ.Π.Θ.*
- Μανωλάς Ευάγ., επ. Καθηγητής, Δασολογία-Διαχείριση Περιβάλλοντος-Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
- Μάρης Φώτης, επ. Καθηγητής, Δασολογία-Διαχείριση Περιβάλλοντος-Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
- Μαρκάλας Στέφανος, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.*
- Μήλιος Ηλίας, επ. Καθηγητής, Δασολογία-Διαχείριση Περιβάλλοντος-Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*

Μπεζιρτζόγλου Ευγενία, Καθηγήτρια, Αγροτική Ανάπτυξη, Δ.Π.Θ.

Παπαγεωργίου Αρ., επ. Καθηγητής, Δασολογία-Διαχείριση Περιβάλλοντος-Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.

Παπαγεωργίου Νικόλαος, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.

Σμύρης Παύλος, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.

Σφουγγάρης Αθανάσιος, επ. Καθηγητής, Γεωπονία Φυτικής Παραγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ταμπάκης Στ., επ. Καθηγητής, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.

Τσαντόπουλος Γ., Λέκτορας, Δασολογία-Διαχείριση Περιβάλλοντος-Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.

Τσαχαλίδης Ευστ., αν. Καθηγητής, Δασολογία -Διαχείριση Περιβάλλοντος - Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.

Τσιριπίδης Ιωάννης, Λέκτορας, Βιολογία, Α.Π.Θ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΤΟΥ 1^{ου} ΤΟΜΟΥ CONTENTS OF THE 1st VOLUME

Σύντομο Βιογραφικό Σημείωμα: Κωνσταντίνος Κ. Σίδερης Καθηγητής Δ.Π.Θ. 17

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΑΣΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- Π. Κωστοπούλου, Ζ. Κούκουρα και Ε. Αβραάμ.** Ικανότητα εγκατάστασης ψυχανθών ειδών σε εργασίες αποκατάστασης με χρήση διαφορετικών φυτοτεχνικών μεθόδων.
P. Kostopoulou, Z. Koukoura and E. Abraham. Establishment capability of legume species in rehabilitation works using different phytotechnic methods. 25
- Σ. Σοφιάς.** Η μακροχρόνια τάση των βροχοπτώσεων της Δυτικής Θεσσαλίας και η συμβολή τους στην ανάπτυξη της υπαίθρου.
S. Sofios. The long-term tendency of rainfalls of Western Thessaly and the contribution to countryside development. 37
- Π. Καρανικόλα, Α. Χ. Παπαγεωργίου και Κ. Μπακέας.** Έντομα και Φυτά: Σχέσεις επιβίωσης και εξέλιξης.
P. Karanikola, A. C. Papageorgiou and K. Bakeas. Insects and plants: Interactions of survival and evolution. 51
- Η. Μήλιος και Σ. Ακριτίδου.** Μυκόρριζα – Δασικά οικοσυστήματα – Δασική πράξη.
E. Milios and S. Akritidou. Mycorrhizae – Forest ecosystems – Forest practice. 67
- Georgios Korakis, Kalliopi Stara and Rigas Tsiakiris.** Nature conservation in traditional protected areas A floristic approach of sacred woods in Zagori (NW Greece). 95

BIOMETRIA-ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

- Ζ. Τσαναξίδου και Κ.Γ. Μάτης.** Κατάλληλο ύψος για μαζοπίνακες διπλής εισόδου.
Z. Tsanaxidou and K.G. Matis. Suitable height for double - entry Volume tables. 109

- B. Κ. Δρόσος, Δ. Ε. Φαρμάκης, Ι. Κοσμίδης και Κ. Α. Παπασταύρου.** Ο δενδρομετρητής II και η χρήση του στη δασική πράξη.
V. C. Drosos, D. E. Farmakis, I. Kosmidis and K. A. Papastavrou. Dendrometer II and its usefulness at the forest action. 123
- B. Κ. Δρόσος, Δ. Ε. Φαρμάκης και Ι. Κοσμίδης.** Σύγκριση υψόμετρων και άλλων οργάνων για τη μέτρηση του ύψους δένδρων.
V. C. Drosos, D. E. Farmakis and I. Kosmidis. Comparing hypsometers and other instruments for measuring height. 135
- Κ. Κιτικίδου, Γ. Χατζηλαζάρου και Ι. Γκουγκουρέλας.** Εφαρμογή των σειρών Fourier σε δασοβιομετρικά δεδομένα.
K. Kitikidou, G. Chatzilazarou and I. Gougourelas. Application of Fourier series in forestbiometrical data. 157
- Χ.-Θ. Φώης, Γ. Αραμπατζής, Σ. Τσιαντικούδης και Ε. Κουντούρη.** Βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη και υγράτοποι: Η περίπτωση της λίμνης του Δύστου στο Νομό Εύβοιας.
Ch. Th. Fois, G. Arabatzis, S. Tsiantikoudis and E. Kountouri. Sustainable tourism development and wetlands: the case of lake Distos in Evoia prefecture. 167
- Β. Ταμπάκης.** Σκιάθος, περιβάλλον και τουριστική ανάπτυξη.
V. Tampakis. Skiathos, environment and tourist development. 183
- Τ. Κουτρομανίδης, Ε. Ζαφειρίου και Γ. Αραμπατζής.** Time series analysis and forecasting of hake quantities of catch in Greece. 193

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΓΡΙΑ ΖΩΗ

- Ε.Π. Τσαχαλίδης.** Η διαχείριση της θήρας στην Ελλάδα.
E.P. Tsachalidis. The hunting in Greece. 207
- Ε. Μπεζιρτζόγλου.** Ενέργεια και Περιβάλλον. 221
- Ρ. Γιοβαννόπουλος και Σ.-Α. Γ. Λιάμπας.** Το βιοκαύσιμο ως μέσο για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και για την προστασία του περιβάλλοντος.
R. Giannopoulos and S.-A. G. Liampas. The biofuel as a means of improvement of quality of life and environmental protection. 227
- Ε. Π. Τσαχαλίδης, Κ. Γ. Πυθαρίδης, και Δ. Α. Κοντάκος.** Μελέτη της φαινοτυπικής διακύμανσης και του σεξουαλικού φυλετικού διμορφισμού στον κότσυφα {*Turdus merula aterrimus (Madarász, 1903)*}.
E. P. Tsachalidis, K. G. Pitharidis and D. A. Kontakos. (Pheno-

- typic variation and sexual size dimorphism in blackbird {Turdus merula aterrimus (Madarász, 1903)}.* 241
- Π. Μπίρτσας.** Η διαίτα του Νυχτοκόρακα (*Nycticorax nycticorax nycticorax* L., 1758) στη τεχνητή λίμνη Κερκίνη.
- P. Birtsas.** *Diet of the Black-crowned night-heron (Nycticorax nycticorax nycticorax (L., 1758) at the Kerkini reservoir, Macedonia, Hellas.* 253
- Κ. Ποϊραζίδης, Ε. Τσαχαλίδης, Π. Καρανικόλα και Κ. Μπακέας.** Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την ποσοτικοποίηση της δυνητικής ανθρώπινης όχλησης στους ζωϊκούς πληθυσμούς με βάση τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS).
- K. Poirazidis, E. Tsachalidis, P. Karanikola and K. Bakeas.** *Development of a GIS-based methodology to quantify the potential human disturbance on animal populations.* 263
- M.V. Arruga, E. Hadjisterkotis, L.V. Monteagudo and M.T. Tejedor.** Current genetic situation in Cypriot Chukar partridges (*Alectoris chukar cypriotes*) as determined by microsatellites analysis. 279
- Nikolaos Paralikidis, Anastasia Vosniakou and John Trigyrakis.** Investigation of behaviour of Roe Deer (*Capreolus capreolus*) during the pasturing. 285

ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ-ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ-ΔΑΣΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

- Σ. Τσιαντικούδης, Γ. Αραμπατζής και Γ. Χρηστάκης.** Ευρωπαϊκές πολιτικές και βιώσιμη ανάπτυξη του αγροτικού χώρου: Η εφαρμογή του κανονισμού 1257/99 στο νομό Έβρου.
- S. Tsiantikoudis, G. Arabatzis and G. Christakis.** *European policies and sustainable development of rural areas. Implementation of the EU 1257/99 regulation in the prefecture of Evros.* 293
- Ch. Bezirtzoglou and E. Bezirtzoglou.** Innovative Islands Communities. 305
- Zacharoula S. Andreopoulou.** Assessment of the digitalization in forest service data files. 323
- A. Ioannidou, St. Stoulos, M. Manolopoulou and C. Papastefanou.** Transfer of ¹³⁷Cs from Chernobyl fallout to vegetation. 341
- Anastassios C. Papastavrou.** Legal and institutional framework for the development of Greek Forests. 351

- Anastassios C. Papastavrou.** Principles and goals of a contemporary forest policy. 361

ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΑ ΕΡΓΑ

- B. I. Γιαννούλας, B. K. Δρόσος και Α.-Κ. Γ. Δούκας.** Αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την κατασκευή δασικών δρόμων.
V. J. Ciannoulas, V. C. Drosos and A.-K. G. Doukas. Evaluation of environmental impacts from the construction of forest roads. 373
- B. K. Δρόσος, Κ. Α. Παπασταύρου και Χ. Σταματίου.** Περιβαλλοντικός χωροταξικός σχεδιασμός και ανάπτυξη ορεινής δασικής περιοχής.
V. C. Drosos, K. A. Papastavrou and C. Stamatiou. Environmental zoning planning and development of mountainous forest area. 387
- B. Παπαθανασίου και Χ. Γκανάτσιος.** Χαρακτηριστικά του κινητού πυθμένα του χειμάρρου Ζηλιανά.
V. Papathanasiou and H. Ganatsios. Streambed characteristics of "Ziliana" torrent. 413
- Κ. Καραγιώργος, Στ. Αναστασιάδης & Φ. Μάρης.** Εκτίμηση στερεοπαροχής στην λεκάνη απορροής του φράγματος Σισανίου Ν. Κοζάνης με την χρήση συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας.
K. Karagiorgos, S. Anastasiadis & F. Maris. Soil loss evaluation in the watershed of Sisanio dam using Geographical Information Systems. 431
- Φ. Μάρης, Στ. Αναστασιάδης & Κ. Καραγιώργος.** Υδρολογική διερεύνηση της λεκάνης απορροής του φράγματος Σισανίου Ν. Κοζάνης.
F. Maris, S. Anastasiadis & K. Karagiorgos. Hydrologic investigation of the watershed of Sisanio dam. 443
- Στ. Αναστασιάδης, Κ. Καραγιώργος και Φ. Μάρης.** Εκτίμηση στερεοπαροχής στην λεκάνη απορροής του φράγματος Παπαδιά-Σκοπού με την παγκόσμια εξίσωση απώλειας εδάφους με χρήση συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας.
S. Anastasiadis, K. Karagiorgos and F. Maris. Soil loss evaluation in the watershed of Plasthra using Geographical Information Systems. 455

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

- Ε. Μανωλάς, Walter Leal Filho, Σ. Ταμπάκης και Π. Καρανικόλα.** Ποιος πρέπει να επωμιστεί το κόστος προστασίας του περιβάλλοντος; Η χρήση αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών ερευνών στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. 471
- E. Manolas, Walter Leal Filho, S. Tampakis and P. Karanikola.** *Who should bear the cost of environmental protection? The use of survey results in environmental education.*
- Σ. Ταμπάκης, Π. Καρανικόλα, Ε. Μανωλάς, Γ. Νίκου, Β. Ξανθόπουλος και Σ. Καρασταμάτης.** Ποιος ευθύνεται για την κατάσταση του περιβάλλοντος; Ποιος πρέπει να επωμιστεί το κόστος προστασίας του περιβάλλοντος; Οι απόψεις των φοιτητών του τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης. 481
- S. Tampakis, P. Karanikola, E. Manolas, G. Nikou, B. Xanthopoulos and S. Karastamatis.** *Who is responsible for the condition of the environment? Who should bear the cost of environmental protection? The views of forestry students in a Greek University.*
- Μ. Ν. Τσατήρης και Ε. Ι. Μανωλάς.** Συγκομιδή βιομάζας από υποαξιοποιούμενα Δάση για παράγωγη ενέργειας και βιοκαυσίμων: Μια μέθοδος εκπαίδευσης Δασεργατών. 497
- M. N. Tsatiris and E. I. Manolas.** *Biomass harvesting from under-exploited forests for the production of energy and biofuels: a training method for forest workers.*
- Ε. Παπαδημητρίου.** Οι Περιβαλλοντικές στάσεις των νέων: Η περίπτωση των μαθητών Λυκείων και ΤΕΕ του νομού Ροδόπης. 505
- E. Papadimitriou.** *Environmental attitudes of youths: The case of the Students of the Lyceum and Technical School of Rodopi.*
- Ι. Καλαϊτζίδης, Ζ. Αραμπατζή, Σ. Αρβανιτάκη και Γ. Αραμπατζής.** Γεωργική εκπαίδευση και αειφορική ανάπτυξη της υπαίθρου. 525
- I. Kalaitzidis, Z. Arabatzi, S. Arvanitaki, and G. Arabatzis.** *Agricultural education and sustainable development of countryside.*

ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

- Κ. Σίδερης και Κ. Κων. Σίδερης.** Εφαρμογές του Νόμου Ενυδατώσεως των Τσιμέντων.
K. Sideris and K. K. Sideris. *Application procedures of cement hydration equation.* 545
- Ν. Σ. Αναγνωστόπουλος, Κ. Κ. Σίδερης, Α. Σ. Γεωργιάδης.** Εφαρμογή του Νόμου Ενυδατώσεως των Τσιμέντων στη θλιπτική αντοχή αυτοσυμπυκνούμενων σκυροδεμάτων διαφορετικών κατηγοριών αντοχής.
N. S. Anagnostopoulos, K. K. Sideris and A. S. Georgiadis. *Development of Self-Compacting Concrete's compressive strength according to the cement hydration equation.* 565
- Π. Μανίτα.** Αιτίες φθοράς υλικών ιστορικών κτιρίων και μέθοδοι αποκατάστασης.
P. Manita. *Deterioration causes of historic structures building materials and restoration methods.* 579

ΥΓΙΕΙΝΗ-ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ-ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

- Α. Αλεξόπουλος και Ε. Μπεζιρτζόγλου.** Υγιεινή και ασφάλεια αγροτικών εργασιών.
A. Alexopoulos and E. Bezirtzoglou. *Health and safety in agriculture.* 595
- Σ. Πλέσσας, Μ. Κανελλάκη, Ε. Μπεζιρτζόγλου και Α. Κουτίνας.** Χρήση ακινητοποιημένων κυττάρων στην αρτοποιία.
S. Plessas, M. Kanellaki, E. Bezirtzoglou and A. Koutinas. *Use of immobilized cells in baking.* 603
- Μ. Λεοτσινίδης, Α. Αλεξόπουλος, Β. Σχοινάς, Θ. Μέντζος, Ε. Μπεζιρτζόγλου και Χ. Βοΐδαρου.** Εναλλακτικοί μέθοδοι επεξεργασίας πόσιμων υδάτων.
M. Leotsinidis, A. Alexopoulos, V. Schinas, Th. Mentzos, E. Bezirtzoglou and C. Voidarou. *Alternative methods in drinking water treatment.* 613
- Χ. Βοΐδαρου και Ε. Μπεζιρτζόγλου.** Επιβάρυνση της μικροβιολογικής ποιότητας του υδάτινου περιβάλλοντος.
X. Voidarou and E. Bezirtzoglou. *Microbial burden of aquatic environment.* 621

- Ε. Μπεζιρτζόγλου.** Υγιεινή και ασφάλεια εργασίας στη Γαλακτοβιομηχανία. 629
- Ι. Κουρκουτάς, Α. Μποσνέα, Σ. Πλέσσας, Ε. Μπεζιρτζόγλου και Μ. Κανελλάκη.** Παραγωγή προβιοτικού τυριού με χρήση ακινητοποιημένων κυττάρων *Lactobacillus casei* σε κομμάτια μήλου. 639

ΙΑΤΡΙΚΗ

- Δ. Βενιέρη, Γ. Κομνηνού και Ε. Μπεζιρτζόγλου.** Ιοί εντερικής προέλευσης στο υδάτινο περιβάλλον – Μέθοδοι απομόνωσης & μοριακής τυποποίησης.
- D. Venieri, G. Komninou and E. Bezirtzoglou.** *Enteric Viruses in aquatic environment – Methods of isolation and molecular typing.* 657
- C. Antonopoulou – Kaliouli, D. Driyiannakis, A. Alexopoulos, C. Voidarou and E. Bezirtzoglou.** Prevalence of Hepatitis C virus antibodies in Greek blood donors. 677
- L. Kavallierou, C. Voidarou, A. Alexopoulos and E. Bezirtzoglou.** Herpes Viruses Infections associated with blood transfusions in cancer patients. 681
- E. Bezirtzoglou.** Epidemiology and advances on Aids Virus. 685

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θεωρώ τον αείμνηστο Καθηγητή Κωνσταντίνο Σίδερη σημαντικό ακαδημαϊκό δάσκαλο και άνθρωπο. Σημαντικό στην σκέψη και το έργο του. Δεν πρωτοτυπώ βέβαια με την θεώρηση αυτή. Τη συμμερίζονται και πολλοί ακόμα, Έλληνες και ξένοι συνάδελφοι, ιδίως όσοι συγκρίνουν για να κρίνουν.

Ο αείμνηστος καθηγητής Κωνσταντίνος Σίδερης εκτός από όλες τις υπόλοιπες ακαδημαϊκές του ιδιότητες (Αντιπρύτανης, Πρόεδρος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών κ.α.) υπήρξε ο οραματιστής της ίδρυσης και ο πρώτος πρόεδρος του νεοσύστατου Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης από το 1999 έως και τον Αύγουστο του 2005, θέση από όπου πρόσφερε ανεκτίμητες και πολύτιμες υπηρεσίες τα πρώτα δύσκολα χρόνια της λειτουργίας του στο διοικητικό, εκπαιδευτικό και ερευνητικό έργο.

Εις ανάμνηση της μεγάλης αυτής συμβολής και προσφοράς, η Γενική Συνέλευση του Τμήματος και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων αποφάσισε ομόφωνα, ως ελάχιστη ένδειξη τιμής και ευγνωμοσύνης προς το πρόσωπο του την έκδοση του πρώτου τόμου της επιστημονικής επετηρίδας του Τμήματος εις μνήμη του Κωνσταντίνου Σίδερη.

Το Τμήμα, το Πανεπιστήμιό μας και εγώ προσωπικά εκφράζουμε την βαθειά μας ευγνωμοσύνη προς τον εκλιπόντα.

Είμαι σίγουρος ότι οι διδάσκοντες, το προσωπικό, οι φοιτητές και οι απόφοιτοι του Τμήματος θα γίνουν άξιοι συνεχιστές του έργου.

Καθηγητής
Αθανάσιος Καραμπίνης
Αντιπρύτανης Δ.Π.Θ.

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ
του
† ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Κ. ΣΙΔΕΡΗ
Καθηγητή του Δ.Π.Θ



Σύντομη ανάλυση του επιστημονικού έργου και της προσωπικότητάς του

Ο Κωνσταντίνος Σίδερης του Κοσμά, γεννήθηκε στο Κρανίδι Αργολίδος το 1938. Ολοκλήρωσε τις γυμνασιακές του σπουδές στο Κρανίδι. Φοίτησε στη Γερμανία, στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Πολυτεχνείου του Aachen, απ' όπου και έλαβε το Δίπλωμα του Πολιτικού Μηχανικού το 1966.

Υπήρξε μέλος του ΤΕΕ από το 1966 και αργότερα μέλος της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρίας Σκυροδέματος (ΕΠΕΣ).

Κατά το χρονικό διάστημα 1961-1966 υπήρξε επικουρικός επιστημονικός βοηθός στο Ινστιτούτο Οικονομικών Επιστημών του Πολυτεχνείου του Aachen.

Επέστρεψε στην Ελλάδα το 1966 και υπηρέτησε τη θητεία του ως επίκουρος Σημαιοφόρος στο Πολεμικό Ναυτικό. Κατά τη διάρκεια της θητείας του (1966-1968) ασχολήθηκε με τη μελέτη και επισκευή λιμενικών έργων.

Από το 1969 έως το 1972 διατήρησε τεχνικό γραφείο στην Αθήνα και ασχολήθηκε με τη μελέτη και κατασκευή πληθώρας οικοδομικών έργων.

Μετάβη εκ νέου στη Γερμανία το 1972. Από το 1972 έως το 1975 εργάστηκε ως βοηθός και μετέπειτα Επιμελητής στο Πολυτεχνείο του Aachen, Ινστιτούτο Χημείας Κεράμου, Υάλου και Τσιμέντου (Institut für Gesteinshuettenkunde). Το 1974 ολοκλήρωσε τη διδακτορική του διατριβή με τίτλο: *Θεωρία του μηχανισμού αντιδράσεως αλκαλίων-διοξειδίου του πυριτίου στο σκυρόδεμα*. Υπήρξε έτσι ο πρώτος Έλληνας μηχανικός που ασχολήθηκε εκτεταμένα με θέματα ανθεκτικότητας σκυροδέματος. Έκτοτε και μέχρι σήμερα η διατριβή του χρησιμοποιείται ως βασική βιβλιογραφική αναφορά στις περισσότερες Γερμανικές ερευνητικές εργασίες σχετικά με την αλκαλοπυριτική αντίδραση στο σκυρόδεμα.

Την ίδια χρονιά εξέδωσε το σύγγραμμα με τίτλο «Τσιμέντο-Ασβέστης-Γύψος-Διάβρωση Σκυροδέματος: 500 ερωτήσεις και απαντήσεις».

Επέστρεψε στην Ελλάδα το καλοκαίρι του 1975. Μέχρι το φθινόπωρο του 1976 εργάστηκε στη Διεύθυνση Ναυτικών Έργων του Αρχηγείου Πολεμικού Ναυτικού (ΓΕΝ) και ασχολήθηκε με τη μελέτη λιμενικών έργων ανά την ελληνική επικράτεια.

Το 1976 εξελέγη μόνιμος καθηγητής στη Σιβιτανίδειο Σχολή. Το 1977

εξελέγη καθηγητής στην έδρα των Δομικών Υλικών του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης. Έκτοτε και μέχρι της συνταξιοδοτήσεώς του (31-8-2005) διετέλεσε διευθυντής του εργαστηρίου των Δομικών Υλικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών.

Έχει συγγράψει βιβλία Δομικών Υλικών και έχει δημοσιεύσει μεγάλο αριθμό επιστημονικών δημοσιεύσεων σε διεθνή και ελληνικά συνέδρια και περιοδικά.

Το 1984 συνέγραψε το σύγγραμμά του «Τεχνολογία Δομικών Υλικών Τόμοι Α και Β». Στον Τόμο Β υπάρχει ξεχωριστό κεφάλαιο που αναφέρεται στη διάβρωση των δομικών έργων και γίνεται, για πρώτη φορά σε διδακτικό σύγγραμμα Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, εκτενής αναφορά στην ανθεκτικότητα των κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος.

Το 1991 εισάγει στο Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Δ.Π.Θ. το μάθημα «Διάβρωση σκυροδέματος και σιδηρού οπλισμού σκυροδέματος» και εκδίδει σύγγραμμα με αναφορές στους μηχανισμούς μείωσης της ανθεκτικότητας των κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος, συστάσεις για την κατασκευή ανθεκτικών στο χρόνο δομικών στοιχείων και αναφορά στους σχετικούς διεθνείς κανονισμούς. Ήδη στον Τόμο Β του βιβλίου του «Τεχνολογία Δομικών Υλικών» (1984) επισημαίνει τη σημασία της διάβρωσης των δομικών έργων και αφιερώνει ξεχωριστό κεφάλαιο στη διάβρωση και την ανθεκτικότητα κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος.

Το 1993 δημοσίευσε στη γερμανική και αγγλική γλώσσα τον νόμο Ενυδατώσεως των τσιμέντων.

Το 2003 εκδόθηκε η μονογραφία με τίτλο «Ten years Cement Hydration Equation and its Application to chemistry and physics of cement paste, mortar and concrete» (ISBN 960-343-722-0). Στη μονογραφία αυτή γίνεται εφαρμογή της εξίσωσης του Νόμου Ενυδατώσεως σε εξήντα ένα διαφορετικά κριτήρια ενυδατώσεως του τσιμέντου και του σκυροδέματος.

Επιστημονική Δραστηριότητα:

Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός Dipl.-Ing T.H. Aachen to 1966.

Μέλος του ΤΕΕ από το 1966

Εκπόνηση της διδακτορικής διατριβής στο Πολυτεχνείο του Aachen (Technische Hochschule Aachen) το 1974,

Από το 1969 έως το 1972 διατήρησε τεχνικό γραφείο στην Αθήνα και ασχολήθηκε με τη μελέτη και κατασκευή οικοδομικών έργων αξίας άνω των

10 δισεκατομμυρίων δραχμών.

Από το 1972 έως το 1975 εργάστηκε ως βοηθός στο Πολυτεχνείο του Aachen, Ινστιτούτο Χημείας Κεράμου, Υάλου και Τσιμέντου (Institut für Gesteinshuettenkunde).

Από το 1975 έως το 1977 εργάστηκε στο Γενικό Επιτελείο Ναυτικού και ασχολήθηκε με τη μελέτη Λιμενικών Έργων σε όλη την Ελληνική Επικράτεια.

Το 1977 εξελέγη καθηγητής στην έδρα Δομικών Υλικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής Ξάνθης του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ).

Διοικητική δραστηριότητα:

- Αντιπρόεδρος του Τεχνικού Συμβουλίου του Δ.Π.Θ., 1978-1982
- Πρόεδρος Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής Ξάνθης του Δ.Π.Θ., 1988-1992
- Μέλος της Επιτροπής Ερευνών του Δ.Π.Θ., 1988-1994
- Διευθυντής του Τομέα Σχεδιασμού και Κατασκευών Δομικών Έργων του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής Ξάνθης του Δ.Π.Θ., 1992-1994
- Αντιπρύτανης ΔΠΘ, 1994-1997.
- Διευθυντής του Τομέα Σχεδιασμού και Κατασκευών Δομικών Έργων του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής Ξάνθης του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης, 1998-1999.
- Από το 1999 μέχρι 2005: Διευθυντής του Τομέα Αρχιτ. Συνθέσεων, Οικοδομικής και Δομικών Υλικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Δ.Π.Θ.
- Από το 1977 μέχρι 2005: Διευθυντής του Εργαστηρίου Δομικών Υλικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Δ.Π.Θ.
- Από το 2000 μέχρι 2005: Πρόεδρος του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δ.Π.Θ.

Συγγραφικό έργο:

K. Sideris: Theorie des Mechanismus der Alkali - Kieselseurereaktion. Διδακτορική Διατριβή, Aachen 1974.

Έχει δημοσιεύσει μεγάλο αριθμό επιστημονικών δημοσιεύσεων σε διε-

θνή και ελληνικά συνέδρια και περιοδικά.

Ανακοινώσεις Εργαστηρίου:

Κ. Σίδερης: Περί του πορώδους των ελληνικών μαρμάρων. Ανακοίνωση Εργαστηρίου Δομικών Υλικών του Δ.Π.Θ., 1980.

Κ. Σίδερης: Μεταφορά και διάστρωση Σκυροδέματος. Ανακοίνωση Εργαστηρίου Δομικών Υλικών του Δ.Π.Θ., 1982.

Σημειώσεις - Διδακτικά συγγράμματα:

Προπτυχιακών μαθημάτων:

- Κ. Σίδερης: Τεχνολογία Δομικών Υλικών, Τόμοι Α και Β, Ξάνθη.
- Κ. Σίδερης: Σημειώσεις εργαστηρίων Δομικών Υλικών, Ξάνθη.
- Κ. Σίδερης, Α. Σάββα, Κ. Κ. Σίδερης: Ειδικά Θέματα Τεχνολογίας και Ανθεκτικότητας Σκυροδέματος.
- Κ. Σίδερης, Κ. Κ. Σίδερης: Νόμος ενυδατώσεως των τσιμέντων - εκτίμηση αντοχής σκυροδέματος στο έργο

Μεταπτυχιακών μαθημάτων:

Κ. Σίδερης, Κ. Κ. Σίδερης: Χημεία Τσιμέντου - Νόμος Ενυδατώσεως των τσιμέντων.

**ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΑΣΩΝ
ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Ικανότητα εγκατάστασης ψυχανθών ειδών σε εργασίες αποκατάστασης με χρήση διαφορετικών φυτοτεχνικών μεθόδων

Π. Κωστοπούλου*, Ζ. Κούκουρα και Ε. Αβραάμ

*Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος
Α.Π.Θ., Τ.Θ. 236, Τ.Κ. 54 124 Θεσσαλονίκη
e-mail: giotakos@for.auth.gr

Περίληψη

Η εξόρυξη μεταλλευμάτων προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, καθώς προϋποθέτει καταστροφή της υφιστάμενης βλάστησης, αφαίρεση του επιφανειακού στρώματος εδάφους και απόθεση αδρανών υλικών. Τα ψυχανθή είδη χρησιμοποιούνται ευρέως σε αποκαταστάσεις διαταραγμένων εδαφών, διότι διαθέτουν υψηλό αυξητικό δυναμικό σε υποστρώματα φτωχά σε άζωτο και συμβάλλουν στη βελτίωση των φυσικών συνθηκών του εδάφους. Για την προετοιμασία της επιφάνειας σποράς και τη βελτίωση των συνθηκών ανάπτυξης των φυτών είναι, επίσης, δυνατή η χρήση διαφόρων φυτοτεχνικών μεθόδων. Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στην περιοχή λατομείων του εργοστασίου «ΤΙΤΑΝ» της Νέας Ευκαρπίας Θεσσαλονίκης, όπου επιλέχθηκαν 4 πειραματικές επιφάνειες σε αποθέσεις αδρανών υλικών του λατομείου. Στις επιφάνειες αυτές πραγματοποιήθηκε ευρυσπορά τριών ειδών πολυετών ψυχανθών (*Trifolium pratense*, *Trifolium repens* και *Lotus corniculatus*) και τριών ποικιλιών του ετήσιου ψυχανθούς *Trifolium subterraneum* (*Trifolium subterraneum* v. Τρίκαλα, *Trifolium subterraneum* v. Baker και *Trifolium subterraneum* v. Woogenulles). Για την επικάλυψη των σπόρων εφαρμόστηκαν 4 φυτοτεχνικές μέθοδοι: α) καμία προσθήκη – μάρτυρας, β) προσθήκη μπετονίτη, γ) προσθήκη μπετονίτη και στρώματος άχυρου και δ) προσθήκη στρώματος άχυρου και διαβροχή του τελευταίου με ασφαλτικό γαλάκτωμα. Κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου μετρήθηκε η πυκνότητα (αριθμός ατόμων ανά m²) και στο τέλος της το ποσοστό κάλυψης των παραπάνω ειδών, ενώ υπολογίστηκε το ποσοστό επιβίωσης των ατόμων κάθε είδους. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι μεταξύ των εξεταζόμενων πολυετών ψυχανθών το *Lotus corniculatus* και το *Trifolium pratense* και μεταξύ των ετησίων το *Trifolium subterraneum* v. Baker θεωρούνται ως καταλληλότερα για εργασίες αποκατάστασης λατομείων, ενώ για την καλύτερη εγκατάσταση ψυχανθών ειδών προτείνεται η χρήση άχυρου και ασφαλτικού γαλακτώματος ή άχυρου και μπετονίτη.

Λέξεις κλειδιά: διαταραγμένες εκτάσεις, αποκατάσταση, ψυχανθή, φυτοτεχνι-

Εισαγωγή

Η εξόρυξη μεταλλευμάτων αποτελεί μία σημαντική οικονομική δραστηριότητα, η οποία, όμως, προκαλεί σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα στις περισσότερες χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας. Οι μεταλλευτικές εργασίες ασκούν αρνητική επίδραση στο τοπίο (μεταβολή της αρχικής μορφολογίας και βλάστησης της περιοχής, έλλειψη αρμονίας, μείωση της αισθητικής αξίας του), στους υδατικούς πόρους (αύξηση της επιφανειακής απορροής), στο έδαφος (απομάκρυνση επιφανειακού στρώματος εδάφους, μείωση της γονιμότητας, διάβρωση και υποβάθμιση), στη βλάστηση (καταστροφή του φυτοκαλύμματος, μείωση των δασικών ή λιβαδικών εκτάσεων), στην τοπογραφία και γενικά στην οικολογική ισορροπία του οικοσυστήματος της περιοχής (Martín Duque et al 1998, Sharma et al 2000). Η χαλαρή δομή των αποτιθέμενων αδρανών υλικών, η έλλειψη θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος και η πιθανή ύπαρξη τοξικών ιχνοστοιχείων, σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στις περιοχές αυτές, δημιουργούν ένα δυσμενές περιβάλλον για την ανάπτυξη φυσικής βλάστησης (Ye et al 2001, Yang et al 2003, Novák and Konvička 2006), η οποία αποτελεί συνήθως μία πολύ αργή διαδικασία (Whisenant et al, 1995), με αποτέλεσμα η διαταραγμένη έκταση να παραμένει γυμνή για πολλά χρόνια. Για αυτούς τους λόγους, μετά το τέλος των εργασιών εξόρυξης είναι απαραίτητη και υποχρεωτική η αποκατάσταση της περιοχής, ιδίως σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές, όπως είναι η Μεσογειακή ζώνη, όπου ο κίνδυνος των διαβρώσεων και της ερημοποίησης είναι υψηλός (Requena et al, 2001).

Ο όρος αποκατάσταση αναφέρεται στην επαναφορά σταθερών συνθηκών παραγωγικότητας σε διαταραγμένα περιβάλλοντα (Κούκουρα, 2001). Με την αποκατάσταση των διαταραγμένων εδαφών επιτυγχάνεται η επαναφορά της μορφολογίας και της υδρολογικής ισορροπίας της περιοχής, προωθείται η διαδικασία της εδαφογένεσης και εγκαθίσταται ένα αρχικό φυτοκάλυμμα, το οποίο θα δημιουργήσει ευνοϊκές συνθήκες για την εισβολή και εγκατάσταση αυτοφυών ειδών βλάστησης, συμβάλλοντας στην αύξηση της βιοποικιλότητας και οδηγώντας, τελικά, στη δημιουργία ενός σταθερού φυσικού οικοσυστήματος (Martín Duque et al, 1998). Γίνεται λοιπόν σαφές, ότι η εγκατάσταση τεχνητού φυτοκαλύμματος σε διαταραγμένες εκτάσεις αποτελεί επιτακτική ανάγκη.

Η εγκατάσταση βλάστησης κατά τον πρώτο χρόνο είναι πολύ σημαντική για τη σταθεροποίηση του εδάφους και την πρόληψη της διάβρωσης (Jusaitis and Pillman, 1997). Στις εργασίες αποκατάστασης, όταν η εγκατάσταση των φυτικών ειδών γίνεται με σπόρους, τα στάδια βλάστησης των σπόρων και επιβίωσης των αρτιφύτων κατά τη διάρκεια του πρώτου μετά τη σπορά έτους θεωρούνται κρίσιμα και καθοριστικά για τη δημιουργία ενός επιτυχημένου και σταθερού φυτοκαλύμματος. Καθώς, σε αποκαταστάσεις διαταραγμένων εδαφών διαπιστώνεται συχνά ότι η απλή ευρυσπορά δεν δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα (Brofas and Karetzos, 2002), έχουν προταθεί και εφαρμοστεί διάφορες φυτοτεχνικές μέθοδοι, οι οποίες επικεντρώνονται, κυρίως, στην χρήση συνδυασμών διαφόρων υλικών. Αυτή η προσθήκη υλικών στο έδαφος πριν τη σπορά φαίνεται ότι αποτελεί μία αποτελεσματική τακτική που διευκολύνει την επαναφορά των φυσικοχημικών και μικροβιολογικών ιδιοτήτων των υποβαθμισμένων εδαφών (Roldán et al 1994, Sharma et al 2001, Caravaca et al 2003), αποτρέπει τη διάβρωση (Sidle et al, 1993), μειώνει τις ακραίες θερμοκρασίες του εδάφους και συμβάλει στην αύξηση της εδαφικής υγρασίας (Schuman et al, 1998), ευνοώντας κατά αυτόν τον τρόπο την εγκατάσταση ενός σταθερού φυτοκαλύμματος (Roldán et al 1994, Caravaca et al. 2003).

Τα είδη της οικογένειας των ψυχανθών (*Fabaceae*) χρησιμοποιούνται ευρέως σε αποκαταστάσεις διαταραγμένων εδαφών, καθώς διαθέτουν υψηλό αυξητικό δυναμικό σε υποστρώματα φτωχά σε άζωτο και συμβάλλουν στη βελτίωση των φυσικών συνθηκών του εδάφους (Pugnaire et al 1996, Unkovich et al 1998, Zahran 1999). Επιπλέον, μεταξύ των μελών της οικογένειας αυτής απαντώνται είδη ανθεκτικά στην υδατική καταπόνηση (Rodríguez-Echeverría and Pérez-Fernández, 2005). Τέλος, σύμφωνα με τους Franco και De Faria (1997), Ye et al (2001) και Yang et al (2003) η χρήση τους σε εργασίες αποκατάστασης είναι δυνατό να μηδενίσει την ανάγκη χρήσης λιπασμάτων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η επιλογή των καταλληλότερων ειδών ψυχανθών για την αποκατάσταση λατομείων και η μελέτη της επίδρασης των διαφόρων φυτοτεχνικών μεθόδων στην ικανότητα εγκατάστασης των ειδών αυτών σε διαταραγμένα εδάφη.

Υλικά και Μέθοδοι

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στην περιοχή λατομείων του εργοστασίου «TITAN» της κοινότητας Νέας Ευκαρπίας Θεσσαλονίκης, που ανήκει στη

Σερβομακεδονική μάζα. Τα πετρώματα που απαντώνται στην περιοχή είναι ημιμεταμορφωμένα και ελάχιστα ιζηματογενή, με βασικό πέτρωμα τον ασβεστόλιθο. Το έδαφος είναι αργιλώδους υφής, αλκαλικής αντίδρασης. Όσον αφορά τις κλιματολογικές συνθήκες, η μέση ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται στα 477 mm, με ένα μέγιστο το Δεκέμβριο και ένα μέγιστο το Μάιο.

Η ξηρή περίοδος διαρκεί τρεις μήνες. Η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι 16°C, με μία ελάχιστη τιμή τον Ιανουάριο (5,9°C) και μία μέγιστη τον Αύγουστο (26,5°C). Η μέση ετήσια σχετική υγρασία είναι 68%. Η βλάστηση της περιοχής συντίθεται από θάμνους του είδους *Quercus coccifera* (πουρνάρι) και ποώδη φυτά, στα οποία κυριαρχούν τα είδη της οικογένειας των αγρωστωδών. Η εφαρμοζόμενη μέθοδος εκμετάλλευσης είναι των ορθών βαθμίδων.

Σε αποθέσεις αδρανών υλικών του λατομείου επιλέχθηκαν 4 πειραματικές επιφάνειες 100 m² η καθεμία διαμορφωμένες σε βαθμίδες, οι οποίες καλύφθηκαν με στρώμα εδάφους πάχους 10 cm από γειτονικές περιοχές μη λατομημένες. Σε επιφάνειες 1 m² πραγματοποιήθηκε ευρυσπορά με ποσότητα σπόρων 30 g τριών ειδών πολυετών ψυχανθών (*Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L. και *Lotus corniculatus* L.) και τριών ποικιλιών του ετήσιου ψυχανθούς *Trifolium subterraneum* L. και συγκεκριμένα του *Trifolium subterraneum* v. Τρίκαλα, του *Trifolium subterraneum* v. Baker και του *Trifolium subterraneum* v. Woogenulles. Οι επιφάνειες σποράς χωρίζονταν μεταξύ τους με διάδρομο 20 cm. Για την επικάλυψη των σπόρων εφαρμόστηκαν 4 φυτοτεχνικές μέθοδοι σε 3 επαναλήψεις: α) καμία προσθήκη υλικού – μάρτυρας (Μα), β) προσθήκη μπετονίτη σε μορφή σκόνης 20 g/m² (Μπ), γ) προσθήκη μπετονίτη σε μορφή σκόνης 20 g/m² και στρώματος άχυρου (Μπ+Α) και δ) προσθήκη στρώματος άχυρου και διαβροχή του τελευταίου με υδατοδιαλυτό ασφαλτικό γαλάκτωμα 200 l/στρ (Α+Α). Μετά τη σπορά ακολούθησε η άρδευση των επιφανειών όλων των χειρισμών και στη συνέχεια τα φυτάρια αφέθηκαν να αναπτυχθούν κάτω από φυσικές συνθήκες.

Στις επιφάνειες σποράς όλων των χειρισμών εγκαταστάθηκαν σταθεροί πάσσαλοι στους οποίους τοποθετούνταν πλαίσια για τη διευκόλυνση και συστηματοποίηση της λήψης των μετρήσεων.

Μετά τη σπορά και κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου (από το Μάρτιο έως τον Ιούνιο) μετριόταν η πυκνότητα των φυταρίων (αριθμός ατόμων ανά m²) μία φορά το μήνα, με τη βοήθεια πλαισίων 10x10 cm. Επίσης, στο τέλος της αυξητικής περιόδου μετρήθηκε το ποσοστό κάλυψης (%) με βλάστηση της επιφάνειας του κάθε είδους. Παράλληλα υπολογίστηκε το ποσοστό επιβίωσης του κάθε είδους σε κάθε χειρισμό.

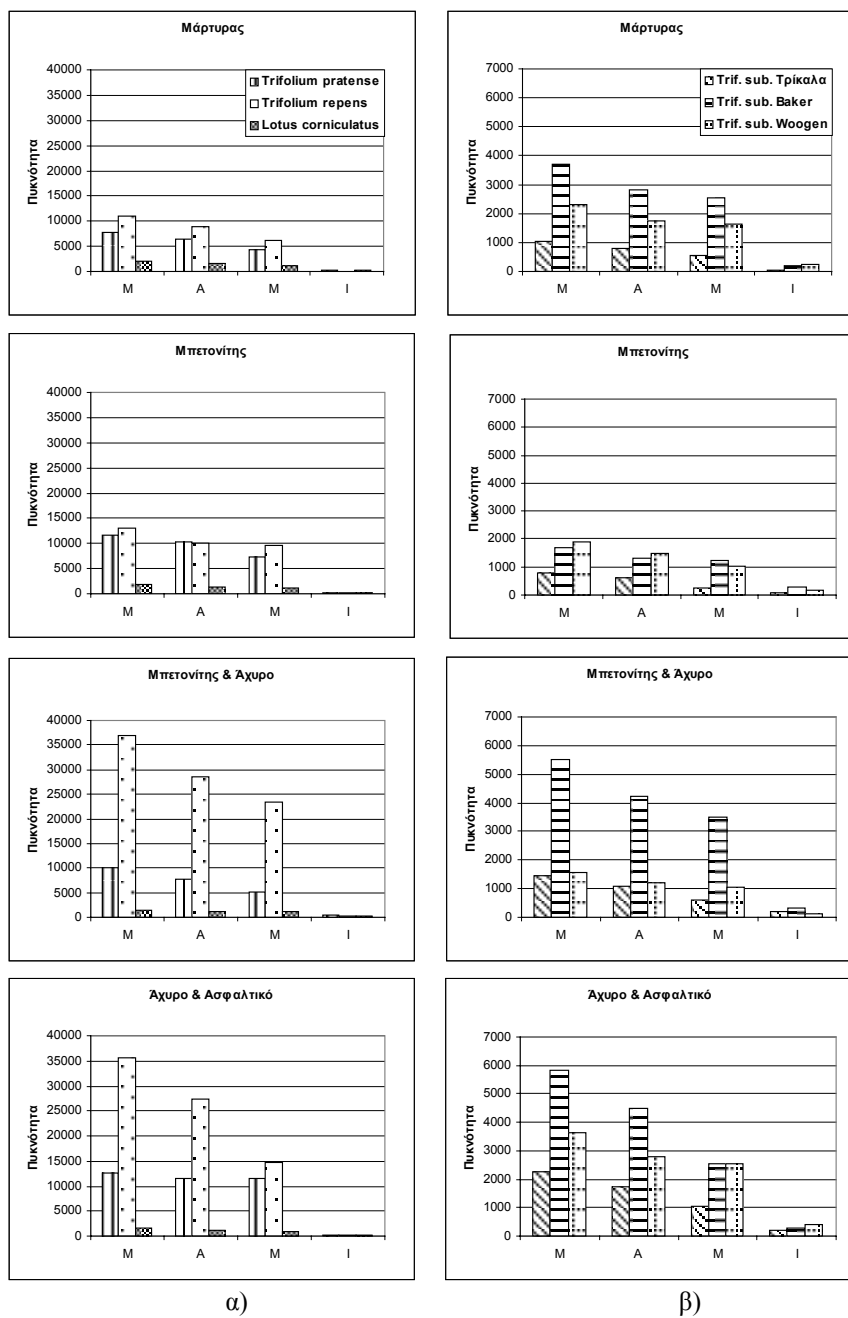
Ο σχεδιασμός του πειράματος ήταν πλήρως τυχαιοποιημένες ομάδες. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS (14.0 for Windows). Για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Σε εργασίες αποκατάστασης διαταραγμένων εδαφών εκείνο που βασικά επιδιώκεται είναι η δημιουργία ενός σταθερού φυτοκαλύμματος με ικανοποιητική κάλυψη του εδάφους με σκοπό αφενός την αποτροπή της επιφανειακής διάβρωσης και αφετέρου την δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για την εγκατάσταση και άλλων αυτοφυών ειδών. Τα πολυετή ψυχανθή φαίνεται ότι ανταποκρίνονται καλύτερα ως προς τη δημιουργία πυκνών συστάδων καθώς εμφάνισαν μεγαλύτερο αριθμό ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας σε σχέση με τα ετήσια είδη (Εικόνα 1). Τη μεγαλύτερη πυκνότητα εμφάνισε σε όλους τους χειρισμούς το *Trifolium repens*, ακολουθούμενο από το *Trifolium pratense* (Πίνακας 1). Παράλληλα, όμως, η πυκνότητα στο *Trifolium repens* παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση σε εποχιακή βάση (Εικόνα 1), ενώ, αντιθέτως, η παράμετρος αυτή στο *Trifolium pratense* χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη σταθερότητα κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου. Χαρακτηριστικό είναι, επίσης, το γεγονός ότι αν και η πυκνότητα του *Lotus corniculatus* εμφανίζει χαμηλότερες τιμές σε σχέση με τα άλλα δύο πολυετή είδη, αυτή δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την εφαρμοζόμενη φυτοτεχνική μέθοδο (Πίνακας 1) και διατηρείται εν πολλοίς σταθερή σε εποχιακή βάση (Εικόνα 1).

Μολονότι δεν παρατηρούνται στατιστικές σημαντικές διαφορές όσον αφορά την πυκνότητα των ετησίων ψυχανθών, με εξαίρεση την περίπτωση του χειρισμού Μπ+Α, ο παρατηρούμενος υψηλότερος αριθμός ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας του *Trifolium subterraneum* v. Baker (Πίνακας 1), θα ήταν δυνατό να σχετιστεί με την καταλληλότητά του για εργασίες αποκατάστασης.

Είναι γνωστό ότι το καλύτερο μικροπεριβάλλον για τη βλάστηση των σπόρων δεν είναι απαραίτητα και το άριστο για την επιβίωση των αρτιφύτων, λόγω του ανταγωνισμού που αναπτύσσεται μεταξύ των ατόμων για την εκμετάλλευση των κρίσιμων οικολογικών παραγόντων. Συνεπώς, απαραίτητη προϋπόθεση για την εγκατάσταση ενός είδους σε ένα περιβάλλον συνιστά η ύπαρξη υψηλού ποσοστού επιβίωσης των ατόμων του στο τέλος της βλαστικής περιόδου το πρώτο μετά τη σπορά έτος.



Εικόνα 1. Εποχική μεταβολή της πυκνότητας των φυταρίων (αριθμός ατόμων ανά m²) α) στα πολυετή ψυχανθή και β) στα ετήσια ψυχανθή.

Πίνακας 1. Πυκνότητα πολυετών και ετησίων ψυχανθών στους διάφορους χειρισμούς.

	Μα	Μπ	Μπ+Α	Α+Α
<i>Trif. pratense</i>	4724±1134 ^{Αα}	7362±2112 ^{ΑΒα}	5807±1111 ^{ΑΒα}	8987±1870 ^{Βα}
<i>Trif. repens</i>	6577±1809 ^{Αα}	8257±1555 ^{Αα}	22240±4398 ^{Ββ}	19444±4107 ^{Ββ}
<i>Lotus corn.</i>	1200±304 ^{Αβ}	1147±301 ^{Αβ}	951±153 ^{Αγ}	984±156 ^{Αγ}
<i>Trif. sub.</i> Τρίκ.	607±208 ^{Αβ}	428±141 ^{Αβ}	834±153 ^{ΑΒγ}	1314±311 ^{Βγδ}
<i>Trif. sub.</i> Baker	2310±408 ^{Αβ}	1125±281 ^{Ββ}	3394±620 ^{Αδ}	3280±831 ^{Αδ}
<i>Trif. sub.</i> Woogen.	1481±285 ^{Αβ}	1138±279 ^{Αβ}	981±208 ^{Αγ}	2355±428 ^{Βγδ}

Οι τιμές εκφράζουν μέσους όρους ± S.E. Διαφορετικά πεζά και κεφαλαία γράμματα φανερόνουν διαφορές ανά στήλη και γραμμή αντίστοιχα σε επίπεδο σημαντικότητας $p \leq 0,05$.

Η παραπάνω φαινομενική υπεροχή του *Trifolium repens* σε επίπεδο πυκνότητας αντιστρέφεται όταν ληφθεί υπόψη το ποσοστό επιβίωσης των ατόμων του (Πίνακας 2), το οποίο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές σε σχέση με το σύνολο των εξεταζομένων ειδών. Από την άλλη πλευρά, το *Trifolium pratense*, αν και έχει μικρότερη πυκνότητα από το *Trifolium repens*, ιδίως στους χειρισμούς Μπ+Α και Α+Α, παρουσιάζει μεγαλύτερο ποσοστό επιβίωσης από το τελευταίο είδος, χαρακτηριζόμενο από μία σταθερότητα μεταξύ των εφαρμοζόμενων φυτοτεχνικών μεθόδων (Πίνακας 2), που του προσδίδει ένα συγκριτικό πλεονέκτημα σε σχέση με το συγγενικό του είδος *Trifolium repens*. Η μικρή πυκνότητα του *Lotus corniculatus* αντισταθμίζεται από το υψηλό ποσοστό επιβίωσης των ατόμων του σε όλες τις εφαρμοζόμενες φυτοτεχνικές μεθόδους (Πίνακας 2), φανερώνοντας την ικανότητα εγκατάστασής του, χωρίς την ανάγκη προετοιμασίας της επιφάνειας σποράς. Επιπλέον, η παραπάνω διατυπωθείσα υπόθεση σχετικά με την καταλληλότητα του *Trifolium subterraneum* v. Baker φαίνεται να επιβεβαιώνεται όταν ληφθεί υπόψη η επιβίωση των ατόμων του, η οποία, ταυτόχρονα, διατηρείται σχετικά σταθερή μεταξύ των χειρισμών (Πίνακας 2).

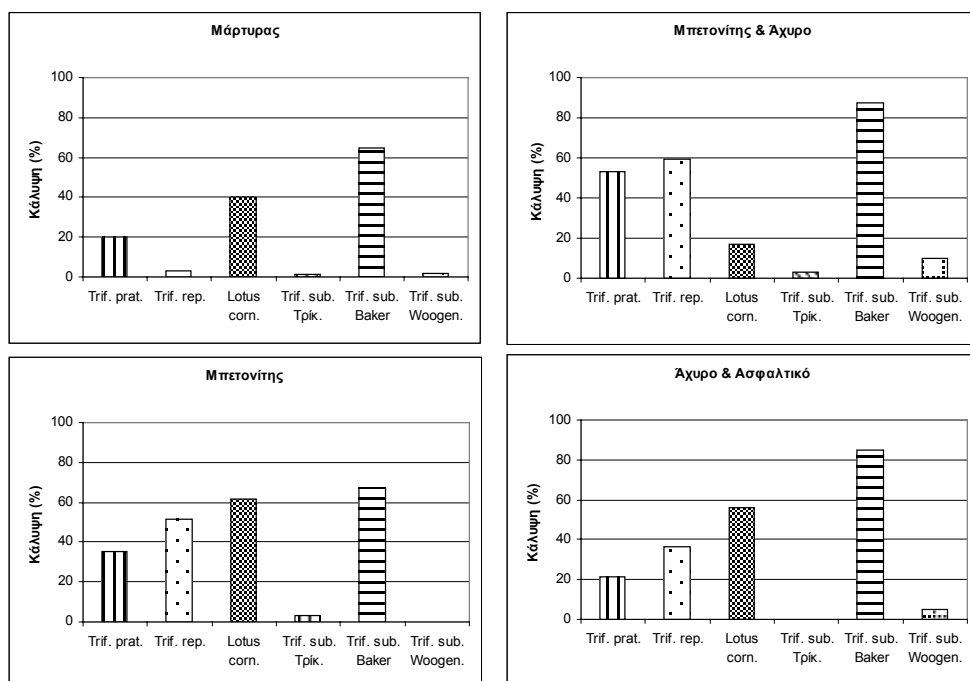
Οι υψηλές τιμές πυκνότητας των πολυετών, αλλά και των ετησίων ψυχανθών, στους χειρισμούς με προσθήκη μπετονίτη και άχυρου και άχυρου και ασφαλικού γαλακτώματος (Εικόνα 1, Πίνακας 1) φανερώνουν την καταλληλότητα των παραπάνω φυτοτεχνικών μεθόδων για εργασίες αποκατάστασης διαταραγμένων εδαφών με χρήση ψυχανθών ειδών. Το ίδιο εύρημα απαντάται και παλαιότερα στη βιβλιογραφία (Κούκουρα κ.α., 1993) και θα μπορούσε να αποδοθεί στις ευνοϊκές συνθήκες για τη βλάστηση και επιβίωση των αρτιφύτων που δημιουργεί η προσθήκη άχυρου στην επιφάνεια σποράς. Η προσθήκη άχυρου μειώνει σημαντικά τη διάβρωση του εδάφους

Πίνακας 2. Το ποσοστό επιβίωσης κάθε είδους στις εξεταζόμενες φυτοτεχνικές μεθόδους.

Είδος	Επιβίωση (%)			
	Μα	Μπ	Μπ+Α	Α+Α
<i>Trif. prat.</i>	6,39	5,44	5,77	5,40
<i>Trif. rep.</i>	1,18	2,05	0,50	0,89
<i>Lotus corn.</i>	16,63	22,19	19,87	22,35
<i>Trif. sub. Trík.</i>	7,78	8,33	9,31	13,21
<i>Trif. sub. Baker</i>	13,69	19,72	16,52	18,22
<i>Trif. sub. Woogen</i>	6,70	8,10	10,02	14,74

(Sidle et al, 1993), αποτρέπει τη δημιουργία υψηλών θερμοκρασιών στην επιφάνεια του εδάφους και βελτιώνει την περιεχόμενη εδαφική υγρασία (Schuman et al, 1998). Αυτά τα χαρακτηριστικά θεωρούνται ιδιαίτερα σημαντικά για τη βλάστηση και επιβίωση των αρτιφύτων σε διαταραγμένα εδάφη που προκύπτουν από εργασίες εξόρυξης, στα οποία η εδαφική υγρασία αποτελεί περιοριστικό οικολογικό παράγοντα (Brofas and Karetzos, 2002). Το άχυρο θεωρείται ότι αποτελεί ένα πολύ αποτελεσματικό υλικό (Wolf et al 1984, Brofas and Varelides 2000), αλλά επειδή ακριβώς έχει μικρό βάρος, είναι απαραίτητη η χρήση κάποιου μηχανικού ή χημικού μέσου συγκράτησής του στο έδαφος. Τα ασφατικά γαλακτώματα αποτελούν μία πολύ καλή λύση του παραπάνω προβλήματος, μολονότι έχουν αναφερθεί περιπτώσεις τοξικής δράσης τους στη βλάστηση των σπόρων (Brofas and Varelides, 2000). Παρ'όλα αυτά, από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν προκύπτει θέμα τοξικότητας του ασφατικού γαλακτώματος επί των σπόρων ή των αρτιφύτων.

Κρίσιμο και καθοριστικό στάδιο για τη μελλοντική διατήρηση ενός φυτοκαλύμματος που εγκαθίσταται με σπορά αποτελεί η δημιουργία μίας σταθερής συστάδας φυτών με ικανοποιητική κάλυψη κατά το πρώτο μετά τη σπορά έτος (Κούκουρα, 2001). Η προσθήκη βελτιωτικών στην επιφάνεια σποράς (μπετονίτης, μπετονίτης και άχυρο, άχυρο και ασφατικό) οδηγεί στην ύπαρξη ενός πυκνού φυτοκαλύμματος στο τέλος της αυξητικής περιόδου (Εικόνα 2), στο σύνολο των εξεταζομένων ειδών. Η διατήρηση της κάλυψης και της πυκνότητας των φυτών σε υψηλά επίπεδα στους χειρισμούς Μπ+Α και Α+Α εξασφαλίζει, επομένως, όχι μόνο την εγκατάσταση αλλά και την επιβίωση των ειδών. Σε όλες τις εφαρμοζόμενες φυτοτεχνικές μεθόδους το υψηλότερο ποσοστό κάλυψης εμφανίζει το είδος *Trifolium subter-*



Εικόνα 2. Ποσοστά κάλυψης των εξεταζομένων ψυχανθών σε κάθε φυτοτεχνική μέθοδο στο τέλος της αυξητικής περιόδου.

raneum v. Baker, ακολουθούμενο από το *Lotus corniculatus*. Σημαντικό είναι, επίσης, το γεγονός ότι στα δύο προαναφερθέντα είδη και, σε μικρότερο βαθμό στο *Trifolium pratense*, η κάλυψη παρουσιάζει ικανοποιητικές τιμές ακόμα και στην περίπτωση του μάρτυρα (Εικόνα 2).

Συνοψίζοντας, για την επιτυχή βλάστηση των σπόρων και την εγκατάσταση ενός σταθερού φυτοκαλύμματος ψυχανθών προτείνεται η προετοιμασία της επιφάνειας σποράς με την προσθήκη άχυρου σε συνδυασμό με μπετονίτη ή ασφαλικό γαλάκτωμα. Ως καταλληλότερα είδη θεωρούνται το *Lotus corniculatus* και το *Trifolium pratense* και από τα ετήσια ψυχανθή το *Trifolium subterraneum* v. Baker. Όσον αφορά το *Lotus corniculatus* τα ευρήματά μας δείχνουν την ικανότητα εγκατάστασής του σε διαταραγμένα εδάφη ακόμα και χωρίς την προετοιμασία της επιφάνειας σποράς.

Βιβλιογραφία

- Brofas, G. and C. Varelides. 2000. Hydro-seeding and mulching for establishing vegetation on mining spoils in Greece. *Land Degradation and Development* 11: 375-382.
- Brofas, G. and G. Karetsos. 2002. Revegetation of mining spoils by seeding of woody species on Ghiona mountain, central Greece. *Land Degradation and Development* 13: 461-467.
- Caravaca, F., M.M. Alguacil, D. Figueroa, J.M. Barea and A. Roldán. 2003. Re-establishment of *Retama sphaerocarpa* as a target species for reclamation of soil physical and biological properties in a semi-arid Mediterranean area. *Forest Ecology and Management* 182: 49-58.
- Franco, A.A. and S.M. De Faria. 1997. The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. *Soil Biol. Biochem.* 29: 897-903.
- Jusaitis, M. and A. Pillman. 1997. Revegetation of waste fly ash lagoons: plant selection and surface amelioration. *Waste Management and Research* 15: 307-321.
- Κούκουρα, Ζ. Ι. Ισπικούδης και Ι. Πολίτης. 1993. Αποκατάσταση διαταραγμένων εδαφών (στείρων μεταλλείων βωξίτου) σε μεγάλα υπόμετρα. Πρακτικά Πανελληνίου Εδαφολογικού Συνεδρίου, Έδαφος-Περιβάλλον. Θεσσαλονίκη. Τόμος Α. σελ. 531-550.
- Κούκουρα, Ζ. 2001. Δημιουργία φυτοκαλύμματος ποωδών φυτών σε υπόστρωμα αδρανών υλικών λατομείου. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας. Κοζάνη. σελ. 251-260.
- Martín Duque, J.F., J. Pedraza, A. Díez, M.A. Sanz and R.M. Carrasco. 1998. A geomorphological design for the rehabilitation of an abandoned sand quarry in central Spain. *Landscape and Urban Planning* 42: 1-14.
- Novák, J. and M. Konvička. 2006. Proximity of valuable habitats affects succession patterns in abandoned quarries. *Ecological Engineering* 26: 113-122.
- Pugnaire, F.I., P. Haase, J. Puigdefábregas, M. Cueto, S.C. Clark and L.D. Incoll. 1996. Facilitation and succession under the canopy of a leguminous shrub, *Retama sphaerocarpa*, in a semi-arid environment in south-east Spain. *Oikos* 76: 455-464.
- Requena, N., E. Pérez-Solis, C. Azcón-Aguilar, P. Jeffries and J.M. Barea.

2001. Management of indigenous plant-microbe symbioses aids restoration of desertified ecosystems. *Appl. Environ. Microb.* 67: 495-498.
- Rodríguez-Echeverría, S. and M.A. Pérez-Fernández. 2005. Potential use of Iberian shrubby legumes and rhizobia inoculation in revegetation projects under acidic soil conditions. *Applied Soil Ecology* 29: 203-208.
- Roldán, A., F. García-Orenes and A. Lax. 1994. An incubation experiment to determine factors involving aggregation changes in an arid soil receiving urban refuse. *Soil Biol. Biochem.* 26:1699-1707.
- Schuman, G.E. D.T. Booth and J.R. Cockrell. 1998. Cultural methods for establishing Wyoming big sagebrush on mined lands *Journal of Range Management* 51: 223-230.
- Sharma, K.D., S. Kumar and L.P. Gouch. 2000. Rehabilitation of lands mined for limestone in the Indian desert. *Land Degradation and Development* 11: 563-574.
- Sharma, K.D., S. Kumar and L.P. Gough. 2001. Rehabilitation of gypsum mined lands in the Indian Desert. *Arid Land Research and Management* 15: 61-76.
- Sidle, R.C., R.W. Brown and B.D. Williams. 1993. Erosion processes on arid minespoil slopes. *Soil Science Society of America Journal* 57: 1341-1347.
- Unkovich, M., P. Sanford, J. Pate and M. Hyder. 1998. Effects of grazing on plant and soil nitrogen relations of pasture-crop rotations. *Aust. J. Agric. Res.* 49: 475-485.
- Whisenant, S.G., T.L. Thurow and S.J. Maranz. 1995. Initiating autogenic restoration on shallow semiarid sites. *Society for Ecological Restoration* 3: 61-67.
- Wolf, D.D., R.E. Blaser, R.D. Morse and J.L. Neal. 1984. Hydro-application of seed and wood-fiber slurries to bind straw mulch. *Reclamation and Revegetation Research* 3: 101-107.
- Yang, B., W.S. Shu, Z.H. Ye, C.Y. Lan and M.H. Wong. 2003. Growth and metal accumulation in vetiver and two *Sesbania* species on lead/zinc mine tailings. *Chemosphere* 52: 1593-1600.
- Ye, Z.H., Z.Y. Yang, G.Y.S. Chan and M.H. Wong. 2001. Growth response of *Sesbania rostrata* and *S. cannabina* to sludge-amended lead/zinc mine tailings. A greenhouse study. *Environment International* 26: 449-455.

Zahran, H.H. 1999. Rhizobium–legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 63: 968-989.

Establishment capability of legume species in rehabilitation works using different phytotechnic methods

P. Kostopoulou, Z. Koukoura and E. Abraham

Abstract

Quarrying exerts negative effects to the environment, since it presupposes destruction of the natural vegetation, removal of surface soil and deposition of inactive material. Legumes are widely used in the rehabilitation of disturbed land due to their high growth potential in substrates poor in N and the improvement of the physical properties of soil. In addition, in order to induce and improve the seedling establishment several phytotechnical methods have been proposed. The present study was conducted in the quarry area of “TITAN” in Nea Eukarpia, Thessaloniki. Four experimental areas were chosen, on which seeds of three perennial legumes (*Trifolium pratense*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*) and three varieties of an annual legume species (*Trifolium subterraneum* v. Trikala, *Trifolium subterraneum* v. Baker και *Trifolium subterraneum* v. Woonulles) were broadcasted. Four phytotechnic methods were used for covering the seeds: a) seed broadcasting with no addition of any material – control, b) seed broadcasting and addition of bentonite, c) seed broadcasting and addition of bentonite and straw and d) seed broadcasting and addition of straw with asphalt emulsion. During the growing season (March to June) the plant species density (number of individuals per m²), the plant cover (%) and the survivorship (%) of each species at the end of the growing season were measured. The results show that among the perennials, *Lotus corniculatus* and *Trifolium pratense* and among the annual legumes studied *Trifolium subterraneum* v. Baker are considered more suitable for quarry rehabilitation. Advanced seedling establishment of legumes was achieved by using straw in combination with asphaltic emulsion or bentonite.

Key words: disturbed areas, rehabilitation, legumes, phytotechnic methods

Η μακροχρόνια τάση των βροχοπτώσεων της Δυτικής Θεσσαλίας και η συμβολή τους στην ανάπτυξη της υπαίθρου

Σ. Σοφίός

Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος,
Α.Π.Θ., email: ssofios2000@yahoo.gr

Περίληψη

Είναι γνωστό ότι όλη η κοινωνικοοικονομική δομή της Θεσσαλίας βασίζεται στην ύπαρξη επαρκούς σε ποιότητα και ποσότητα νερού των επιμέρους χρήσεων με έμφαση στην υδατική κάλυψη της αρδευτικής ζήτησης. Όμως η έλλειψη καθώς και η μη ορθή διαχείριση των υδατικών πόρων επέφεραν τη δημιουργία αρκετών προβλημάτων τα οποία εστιάζονται στην αντιμετώπιση του διαρκώς αυξανόμενου ελλείμματος του υδάτινου ισοζυγίου, τη δραματική πτώση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, την επιδείνωση της ποιότητας των νερών και της γονιμότητας των εδαφών που προκαλεί η γεωργική ρύπανση.

Η παρούσα εργασία έχει ως θέμα την πρόβλεψη για την εμφάνιση βροχερών ή ξηρών μηνών στο δυτικό τμήμα της Θεσσαλίας (πεδινό – ορεινό) με απώτερο σκοπό την ορθή διαχείριση των υδατικών πόρων της περιοχής έρευνας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας καθώς και τα διαθέσιμα δεδομένα, αναμένονται βροχεροί μήνες σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ότι ξηροί για τις λεκάνες απορροής της υπό εξέταση περιοχής.

Λέξεις κλειδιά: Αλυσίδες Markov, υδατικές ανάγκες, Δυτική Θεσσαλία, ανάπτυξη υπαίθρου

Εισαγωγή

Η περιφέρεια Θεσσαλίας είναι η πλέον καθαρά γεωργική περιοχή της χώρας. Συγκεκριμένα, στον πρωτογενή τομέα παράγεται το 35,5%, στον δευτερογενή το 22,4% και στον τριτογενή τομέα το 43,1% του περιφερειακού Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος. Τα αντίστοιχα ποσοστά για τη χώρα είναι 15% για τον πρωτογενή τομέα, 25% για τον δευτερογενή και 60% για τον τριτογενή (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2006). Επιπλέον, η περιφέρεια Θεσσαλίας διακρίνεται από διαφορές στους δείκτες ευημερίας, παραγωγικής διάρθρωσης και ανάπτυξης με αποτέλεσμα το ανατολικό της τμήμα που περιλαμβάνει τους Νομούς Λαρίσης και Μαγνησίας να υπερτερεί σε βάρος

του δυτικού της τμήματος που περιλαμβάνει τους νομούς Καρδίτσας και Τρικάλων.

Η Δυτική Θεσσαλία είναι μια κατεξοχήν αγροτική περιοχή. Έως τις αρχές της δεκαετίας του '80, το μεγαλύτερο μέρος του ενεργού πληθυσμού της περιοχής έρευνας απασχολούνταν στον πρωτογενή τομέα. Επιπλέον, το προϊόν του πρωτογενή τομέα παρουσίαζε την υψηλότερη συμμετοχή στο Ακαθάριστο Προϊόν της περιοχής έρευνας. Σήμερα όμως, ο πρωτογενής τομέας όσον αφορά την απασχόληση αλλά και παραγόμενο προϊόν συρρικνώνεται. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να συνδυαστεί με την τάση που υπάρχει τα τελευταία χρόνια δηλαδή τη στροφή της παραγωγικής δραστηριότητας στον τριτογενή τομέα τόσο σε περιφερειακό όσο και σε εθνικό επίπεδο (Σοφιός, 2003).

Επιπλέον, ο μεγάλος βαθμός εξάρτησης των γεωργικών εισοδημάτων από τις επιδοτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε. Ε.) διατήρησαν υψηλές τις αξίες της γης που με την σειρά τους απέτρεψαν τόσο την μεγέθυνση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων προς βιώσιμα μεγέθη, όσο την συσσώρευση πληθυσμού σε αστικά κέντρα. Όπως έχει σημειωθεί σε προηγούμενα σημεία του παρόντος, οι σημερινές τάσεις της (σε συνεχή αναθεώρηση) ΚΑΠ θα αποτελέσουν εμπόδιο στην περαιτέρω ανάπτυξη του προγενέστερου μοντέλου της θεσσαλικής γεωργίας (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2006).

Σε πρόσφατη έρευνα εξετάστηκαν μεταξύ άλλων και σενάρια αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών της περιοχής. Εξετάστηκε η αλλαγή του 50% της έκτασης του βαμβακιού σε σιτάρι καθώς και αλλαγή του 60% της έκτασης του βαμβακιού σε μίσχανθο (ενεργειακή καλλιέργεια για την οποία προβλέπεται επιχορήγηση), με ταυτόχρονη αγρανάπαυση του 10% των καλλιεργειών συνολικά, σύμφωνα και με την Ευρωπαϊκή Οδηγία. Επισημαίνεται ότι, και στις δύο περιπτώσεις υπολογίστηκε μείωση κατά 40% – 50% των γεωργικών υδατικών αναγκών, ανάλογα και με τα σενάρια βροχόπτωσης (υγρό – ξηρό έτος). Και μάλιστα η μείωση αυτή είναι διαχειριστικά ιδιαίτερα σημαντική μια και συμβαίνει στις περιοχές – λεκάνες με το μεγαλύτερο υδατικό έλλειμμα και κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Μυλόπουλος, 2005).

Παρατηρώντας διαχρονικά τις εξελίξεις στον αγροτικό τομέα στη Θεσσαλία διαπιστώνουμε ότι οι γεωργικές καλλιέργειες υπέστησαν μια ριζική αναδιάρθρωση και παρατηρήθηκε μια στροφή σε περισσότερο υδροβόρες καλλιέργειες. Αυτό είχε ως συνέπεια την αδυναμία κάλυψης των αναγκών σε νερό καθώς και την αύξηση της δαπάνης χρήσης του νερού. Ο κυριότερος εκμεταλλεύσιμος υδατικός πόρος της Θεσσαλίας είναι τα υπόγεια ύδατα. Δυστυχώς, όμως, οι ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες άρδευσης, συντε-

λούν στην υπερεκμετάλλευση των υδάτινων πόρων, με αποτέλεσμα τη συνεχή ζήτηση ύδατος σε επαρκείς ποσότητες αποτελώντας ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η χώρα μας.

Ο ελλαδικός χώρος χαρακτηρίζεται από ανισοκατανομή των βροχοπτώσεων καθιστώντας επιτακτική την ταμίευση νερού σε περιόδους βροχοπτώσεων ώστε να διατίθεται σε περιόδους παρατεταμένης ξηρασίας (Αραμπατζής, 2001). Η κατάσταση αυτή είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης φυσιογεωγραφικών παραγόντων της Ελλάδος. Πιο συγκεκριμένα, οι τρεις παράγοντες χειμαρικότητας, δηλαδή το κλίμα, το γεωλογικό υπόθεμα και η βλάστηση συνηγορούν στην εγκαθίδρυση της υπάρχουσας κατάστασης (Ζαφειρίου και Κουτρομανίδης, 2006).

Το μεγαλύτερο ποσοστό των χρησιμοποιούμενων υδατικών πόρων στην περιφέρεια Θεσσαλίας καταναλίσκεται για την άρδευση των γεωργικών καλλιεργειών (βαμβάκι, δημητριακά, κηπευτικά κ.λπ.). Από τις συνολικά αρδευόμενες υπολογίζεται ότι το 60% είναι καλλιέργειες βαμβακιού, καλλιέργεια που συγκαταλέγεται στις εξαιρετικά υδρόφιλες. Οι απαιτήσεις σε νερό δεν είναι διαχρονικά σταθερές, αλλά μεταβάλλονται ανάλογα με το είδος και τις εκτάσεις των καλλιεργειών. Συνεπώς, μια αναδιάρθρωση καλλιεργειών και η υιοθέτηση λιγότερο υδρόφιλων φυτών είναι δυνατόν στο μέλλον να μεταβάλλει και τις απαιτήσεις σε υδατικούς πόρους (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., 1995, 1998, Υπουργείο Ανάπτυξης, 2003).

Η υπερεκμετάλλευση του υπόγειου υδροφορέα, όπως εκδηλώνεται με την συνεχή πτώση της υδροστατικής στάθμης αφορά σχεδόν το σύνολο των γεωτρήσεων στο θεσσαλικό χώρο και οδηγεί σταδιακά στη μείωση της εκμεταλλεύσιμης παροχής (Πολύζος κ.α., 2006). Ακόμη, η συνεχής πτώση της πιεζομετρικής στάθμης κάτω από τον στρόβιλο των αντλιών ή μέχρι τον πυθμένα της γεώτρησης μειώνει ή μηδενίζει την παροχή του αντλούμενου ύδατος και επιβάλλει στους αγρότες την κατασκευή νέων βαθύτερων γεωτρήσεων. Συνήθως, προσθέτουν στις αντλίες τους νέα τμήματα (στελέχη) και ακολουθεί η κατασκευή νέας βαθύτερης γεώτρησης. Σύμφωνα με τις μετρήσεις των κατά τόπους ΤΟΕΒ υπολογίζεται ότι την τελευταία εικοσαετία στη θεσσαλική πεδιάδα υπήρξε αντικατάσταση ή αχρήστευση περίπου του 10% επί του συνόλου των γεωτρήσεων. Δηλαδή, αντικαταστάθηκαν ή αχρηστεύθηκαν περίπου 3.000 γεωτρήσεων, ενώ το κόστος της αντικατάστασης οι οποίες με σημερινούς υπολογισμούς σε 30-33.000 € / γεώτρηση (20.000 € / γεώτρηση + επιπλέον εξοπλισμός αντλίας + κόστος λειτουργίας). Κατά συνέπεια, η συνολική επιβάρυνση στο κόστος άρδευσης για αυτή τη χρονική περίοδο ήταν περίπου 100.000.000 €, η οποία είναι μεγαλύτερη

εάν υπολογίσουμε ότι το κόστος αχρήστευσης του κόστους αντικατάστασης (απώλεια επενδεδυμένου κεφαλαίου) (Γκούμας, 2006).

Συνεπώς, κάθε υπεράντληση όπως αυτή λαμβάνει χώρα υπερβαίνει με τα σημερινά δεδομένα επιδεινώνει την κατάσταση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, αλλά επιπρόσθετα μειώνει το αγροτικό εισόδημα με αποτέλεσμα την καθυστέρηση της αναπτυξιακής διαδικασίας της υπαίθρου. Επομένως, δημιουργείται ένας προβληματισμός όσον αφορά την επάρκεια και τη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων στην περιοχή μελέτης τόσο κατά τη χειμερινή όσο και κατά την θερινή περίοδο. Κρίνεται λοιπόν σκόπιμη η εφαρμογή μιας μεθοδολογίας, η οποία θα συμβάλει στην αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος.

Υλικά και μέθοδοι

Στην παρούσα εργασία για τον υπολογισμό της μακροχρόνιας τάσης των βροχοπτώσεων και την εκτίμηση των προβλέψεων όσον αφορά την πιθανότητα εμφάνισης ξηρών ή βροχερών μηνών χρησιμοποιήθηκαν οι αλυσίδες Markov, όπως αναλύονται στις επόμενες ενότητες.

Μαρκοβιανές αλυσίδες

Μια μήτρα M με στοιχεία μη αρνητικά και της οποίας το άθροισμα κάθε στήλης ή σειράς είναι μονάδα ονομάζεται μήτρα Markov ή στοχαστική μήτρα (Λουκάκης 1997). Μια πεπερασμένη μαρκοβιανή αλυσίδα, είναι ένα σύνολο αντικειμένων, ένα σύνολο από συνεχείς χρονικές περιόδους, και ένα πεπερασμένο σύνολο από διαφορετικές καταστάσεις, έτσι ώστε:

α) στη διάρκεια οποιασδήποτε δοσμένης περιόδου κάθε αντικείμενο βρίσκεται σε μία μόνο κατάσταση (αν και διαφορετικά αντικείμενα μπορούν να βρίσκονται σε διαφορετικές καταστάσεις)

β) η πιθανότητα ότι ένα αντικείμενο θα μετακινηθεί από μια κατάσταση σε μία άλλη (ή θα παραμείνει στην ίδια κατάσταση) σε μια χρονική περίοδο εξαρτάται μόνο από την αρχική και την τελική κατάσταση (Bronson, 1991).

Οι μαρκοβιανές αλυσίδες πήραν το όνομά τους από το Ρώσο μαθηματικό Andrei Markov (1856 – 1922).

Στην πιο απλή της μορφή μια μαρκοβιανή αλυσίδα παριστάνει μια διαδικασία μεταβολής, η οποία λαμβάνει χώρα σε ξεχωριστό χρόνο και αναφέρεται σε μια μεταβλητή κατάστασης όπως η πρόθεση ψήφου ή η επαγγελματική ταξινόμηση. Απλά περιγράφουν τις πιθανότητες σχετικά με τη μεταβολή από μια κατάσταση σε μια άλλη. Η μαρκοβιανή προσέγγιση περιορί-

ζεται από τη γενική της αδυναμία να διαχειριστεί λάθη μέτρησης. Εξαιρώντας τα σίγουρα μοντέλα (π.χ. άσπρο – μαύρο) τα απλά μοντέλα Markov υποθέτουν ότι κάθε παρατηρούμενη αλλαγή είναι μια αληθινή αλλαγή. Όταν όμως οι μεταβλητές που μας ενδιαφέρουν είναι αντικείμενο έρευνας ή εμπεριέχουν εσφαλμένες μετρήσεις η παρατηρούμενη αλλαγή σχεδόν βέβαια περιέχει κάποια αβεβαιότητα. Οι κοινωνικοί επιστήμονες, οι οποίοι χρησιμοποιούν μοντέλα Markov αντιμετωπίζουν συχνά αυτό το πρόβλημα. (Marcus, 1979).

Μια μαρκοβιανή αλυσίδα παριστάνεται από μια μήτρα $P = [p_{ij}]$ όπου το p_{ij} αντιπροσωπεύει την πιθανότητα το αντικείμενο να μετακινηθεί από την κατάσταση i στην κατάσταση j σε μια χρονική περίοδο. Μία τέτοια μήτρα λέγεται μήτρα μετάβασης. Επιπλέον, οι μαρκοβιανές αλυσίδες έχουν χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές προσομοίωσης – πρόβλεψης βροχής (Μιμίκου, 1990).

Υπολογισμός της μήτρας μετάβασης

Ο υπολογισμός της μήτρας μετάβασης, η οποία συνδέει δύο διανύσματα $[\alpha_0, \alpha_1]$ και $[b_0, b_1]$ με την εξίσωση $[\alpha_0, \alpha_1] P = [b_0, b_1]$ θα είναι της μορφής:

$$P = \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} \\ p_{10} & p_{11} \end{bmatrix} \text{ με την προϋπόθεση} \\ b_0 = \alpha_0 p_{00} + \alpha_1 p_{10} \text{ και } b_1 = \alpha_0 p_{01} + \alpha_1 p_{11}$$

Μακροχρόνια τάση

Η ασυμπτωτική συμπεριφορά των Μαρκοβιανών αλυσίδων όπως αναφέρουν οι Τσάντας και Βασιλείου (2000), αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα και έχει συγχρόνως θεωρητικό και πρακτικό ενδιαφέρον. Με τον όρο ασυμπτωτική συμπεριφορά αναφερόμαστε στην εύρεση του ορίου $\lim_{t \rightarrow \infty} p^t()$.

Για τον υπολογισμό της μακροχρόνιας τάσης θα πρέπει να βρεθεί το προαναφερθέν όριο.

$$\text{Γενικά για τη μήτρα } P = \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} \\ p_{10} & p_{11} \end{bmatrix} \text{ ισχύει ότι:}$$

$$P^v = \frac{1}{p_{01} + p_{10}} \begin{bmatrix} p_{10} & p_{01} \\ p_{10} & p_{01} \end{bmatrix} + \frac{(p_{11} - p_{01})^y}{p_{01} + p_{10}} \begin{bmatrix} p_{01} & -p_{01} \\ -p_{10} & p_{10} \end{bmatrix}$$

Υπολογισμός της μήτρας μετάβασης για την περιοχή έρευνας

Όσον αφορά τη Δυτική Θεσσαλία θεωρούμε ότι:

α) Στην ορεινή περιοχή βροχεροί μήνες είναι εκείνοι με βροχόπτωση πάνω από 50 mm και τους παριστάνουμε με 1, ενώ με 0 τους μήνες με βροχόπτωση λιγότερο από 50 mm.

β) Ομοίως, στην πεδινή περιοχή με 1 παριστάνουμε τους μήνες με βροχόπτωση πάνω από 25 mm ενώ με 0 τους μήνες με βροχόπτωση λιγότερο από 25 mm.

γ) α_0 : ο αριθμός των ξηρών μηνών, α_1 : ο αριθμός των βροχερών μηνών ενός έτους.

δ) β_0 : ο αριθμός των ξηρών μηνών, β_1 : ο αριθμός των βροχερών μηνών του έτους μετάβασης.

Αντικειμενικός σκοπός της παρούσας παραγράφου είναι ο υπολογισμός της μήτρας μετάβασης, η οποία συνδέει δύο διανύσματα $[\alpha_0, \alpha_1]$ και $[\beta_0, \beta_1]$ με την εξίσωση $[\alpha_0, \alpha_1] P = [\beta_0, \beta_1]$ και θα είναι της μορφής

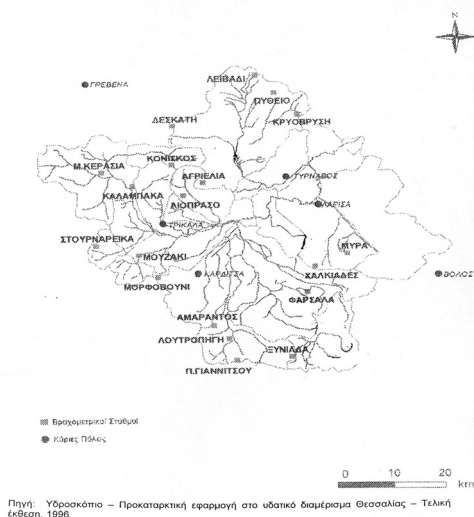
$$P = \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} \\ p_{10} & p_{11} \end{bmatrix} \text{ με την προϋπόθεση}$$

$$b_0 = \alpha_0 p_{00} + \alpha_1 p_{10} \text{ και } b_1 = \alpha_0 p_{01} + \alpha_1 p_{11}$$

Για το σκοπό της έρευνας, χρησιμοποιήθηκαν τα μηνιαία βροχομετρικά στοιχεία των σταθμών μέτρησης που παρουσιάζονται στον επόμενο χάρτη 1.

Όσον αφορά την ορεινή περιοχή της Δυτικής Θεσσαλίας, χρησιμοποιήθηκαν τα μηνιαία βροχομετρικά στοιχεία των ακόλουθων σταθμών μέτρησης, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Χάρτης 1. Θέσεις σταθμών μέτρησης



Πίνακας 1. Σταθμοί μέτρησης ορεινής περιοχής

Όνομα	Αριθμός μητρώου	Νομός	Γεωγραφικές συντεταγμένες			Έναρξη Λειτουργίας
			Μήκος (λ)	Πλάτος (φ)	Υψόμετρο (h)	
Αγριελιά	407	Τρικάλων	21° 56'	39° 43'	700	1972
Αμάραντος	403	Καρδίτσας	21° 52'	39° 13'	800	1972
Δεσκάτη		Γρεβενών	21° 48'	39° 56'	850	1972
Δομοκός		Φθιώτιδας			615	1970
Κονισκός	408	Τρικάλων	21° 48'	39° 56'	860	1972
Κρυόβρυση	398	Λάρισας	22° 20'	39° 59'	1030	1972
Λειβάδι	474	Λάρισας	22° 09'	40° 08'	1183	1973
Λιόπρασο	406	Τρικάλων	21° 51'	39° 40'	740	1972
Λουτροπηγή	477	Καρδίτσας	22° 03'	39° 07'	730	1973
Μεγάλη Κερασιά	478	Τρικάλων	21° 30'	39° 45'	560	1973
Μορφοβούνι	404	Καρδίτσας	21° 45'	39° 21'	780	1971
Μουζάκι	638	Καρδίτσας	21° 40'	39° 26'	226	1973
Μυρά	400	Καρδίτσας	22° 43'	39° 27'	320	1972
Ξυνιάδα	178	Φθιώτιδας	22° 19'	39° 03'	456	1968
Παλιά Γιαννιτσού	402	Φθιώτιδας	22° 05'	39° 02'	960	1972
Πύθιο	396	Λάρισας	22° 14'	40° 04'	750	1972
Στουρναρείκα	405	Τρικάλων	21° 29'	39° 28'	860	1971

Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης, 1996

Στην περίπτωση όπου δεν υπήρχε μέτρηση για κάποιο συγκεκριμένο μήνα χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος του προηγούμενου και του επόμενου μήνα

Έτσι, για την ορεινή περιοχή για τις πιθανότητες μετάβασης από την κατάσταση 0 στην κατάσταση 1 έχουμε:

1973	1994			
1	→	1	=	90
1	→	0	=	43
0	→	1	=	43
0	→	0	=	76

252

Οπότε για τα στοιχεία p_{ij} έχουμε:

$$P_{00} = 76 / (76 + 43) = 0,639$$

$$P_{01} = 43 / (43 + 76) = 0,361$$

$$P_{10} = 43 / (43 + 90) = 0,323$$

$$P_{11} = 90 / (90 + 43) = 0,677$$

Συνεπώς, η μήτρα μετάβασης αποκτά τη μορφή:

$$P = \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} \\ p_{10} & p_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,639 & 0,361 \\ 0,323 & 0,677 \end{bmatrix}$$

Για την πεδινή περιοχή χρησιμοποιήθηκαν τα μηνιαία βροχομετρικά στοιχεία των σταθμών μέτρησης που παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 2.

Πίνακας 2. Σταθμοί μέτρησης πεδινής περιοχής

Όνομα	Αριθμός μητρώου	Νομός	Γεωγραφικές συντεταγμένες			Έναρξη Λειτουργίας
			Μήκος (λ)	Πλάτος (φ)	Υψόμετρο (h)	
Καλαμπάκα	532	Τρικόλων	21° 38'	39° 42'	222	1981
Καρδίτσα		Καρδίτσας		39° 15'	103	1950
Τρίκαλα		Τρικόλων		39° 45'	110	1952
Φάρσαλα	636	Λάρισας	22° 23'	39° 18'	138	1951
Χαλκιάδες	399	Λάρισας	22° 55'	39° 24'	250	1972

Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης, 1996

Στην περίπτωση όπου δεν υπήρχε μέτρηση για κάποιο συγκεκριμένο

μήνα χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος του προηγούμενου και του επόμενου μήνα

Σχετικά με την πεδινή περιοχή για τις πιθανότητες μετάβασης από την κατάσταση 0 στην κατάσταση 1 έχουμε:

1952	1993			
1	→	1	=	250
1	→	0	=	79
0	→	1	=	81
0	→	0	=	82
492				

Οπότε για τα στοιχεία p_{ij} έχουμε:

$$P_{00} = 82 / (82 + 81) = 0,503$$

$$P_{01} = 81 / (81 + 82) = 0,497$$

$$P_{10} = 79 / (79 + 250) = 0,240$$

$$P_{11} = 250 / (250 + 79) = 0,760$$

Επομένως, η μήτρα μετάβασης αποκτά τη μορφή:

$$P = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} \\ P_{10} & P_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.476 & 0.524 \\ 0.290 & 0.710 \end{bmatrix}$$

Ο υπολογισμός της μήτρας P θα μας οδηγήσει στον υπολογισμό της μακροχρόνιας τάσης των βροχοπτώσεων όπως θα παρουσιαστεί στην ακόλουθη παράγραφο.

Αποτελέσματα

Για τον υπολογισμό της μακροχρόνιας τάσης τόσο για το ορεινό όσο και για το πεδινό τμήμα της περιοχής έρευνας βρέθηκε το όριο $\lim_{t \rightarrow \infty} P^t$.

Για το ορεινό τμήμα υπολογίζοντας διαδοχικά τις μήτρες P^2, \dots, P^7 παρατηρούμε ότι

$$P^7 = \begin{bmatrix} 0.472 & 0.528 \\ 0.472 & 0.528 \end{bmatrix}$$

Δηλαδή από την έβδομη περίοδο ισχύει ότι σε επίπεδο τριών δεκαδικών ψηφίων έχουμε προσδιορίσει την ασυμπτωτική κατανομή του συστήματος.

Η σχέση $p_{00} = 0.472$ σημαίνει ότι η πιθανότητα από ένα ξηρό μήνα να εμφανιστεί μελλοντικά πάλι ξηρός μήνας ισούται με 0.472. Η σχέση $p_{10} = 0.472$ σημαίνει ότι η πιθανότητα από ένα βροχερό μήνα να εμφανιστεί μελλοντικά ξηρός μήνας ισούται με 0.472. Η σχέση $p_{00} = 0.528$ σημαίνει ότι η πιθανότητα από ένα ξηρό μήνα να εμφανιστεί μελλοντικά βροχερός μήνας ισούται με 0.528. Η σχέση $p_{11} = 0.528$ σημαίνει ότι η πιθανότητα από ένα βροχερό μήνα να εμφανιστεί μελλοντικά πάλι βροχερός μήνας ισούται με 0.528.

Ομοίως, όπως και στην περίπτωση του ορεινού τμήματος, έτσι και για το πεδινό, υπολογίζοντας διαδοχικά τις μήτρες P^2, \dots, P^6 παρατηρούμε ότι:

$$P^6 = \begin{bmatrix} 0.326 & 0.674 \\ 0.326 & 0.674 \end{bmatrix}$$

Δηλαδή από την έκτη περίοδο ισχύει ότι σε επίπεδο τριών δεκαδικών ψηφίων έχουμε προσδιορίσει την ασυμπτωτική κατανομή του συστήματος.

Η σχέση $p_{00} = 0.326$ σημαίνει ότι η πιθανότητα από ένα ξηρό μήνα να εμφανιστεί μελλοντικά πάλι ξηρός μήνας ισούται με 0.326. Η σχέση $p_{10} = 0.326$ σημαίνει ότι η πιθανότητα από ένα βροχερό μήνα να εμφανιστεί μελλοντικά ξηρός μήνας ισούται με 0.326. Η σχέση $p_{00} = 0.674$ σημαίνει ότι η πιθανότητα από ένα ξηρό μήνα να εμφανιστεί μελλοντικά βροχερός μήνας ισούται με 0.674. Η σχέση $p_{11} = 0.674$ σημαίνει ότι η πιθανότητα από ένα βροχερό μήνα να εμφανιστεί μελλοντικά πάλι βροχερός μήνας ισούται με 0.674.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, δίνονται πληροφορίες για τις περιόδους βροχόπτωσης και ξηρασίας στην περιοχή έρευνας. Δηλαδή, μπορεί να γίνει πρόβλεψη για την εμφάνιση βροχερών ή ξηρών μηνών για τις λεκάνες απορροής της περιοχής έρευνας. Επομένως, είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί μια ορθή διαχείριση των υδατικών πόρων (π.χ. προγραμματισμός για την απόληψη ύδατος από ταμιευτήρες).

Συμπεράσματα – Προτάσεις

Είναι γνωστό ότι το σημαντικότερο ζήτημα που αντιμετωπίζει σήμερα η ανθρώπινη κοινωνία αποτελεί η ανεπάρκεια των υδατικών πόρων. Όλες οι δραστηριότητες του ανθρώπου, κυρίως οι αγροτικές εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ύπαρξη επαρκών ποσοτήτων ύδατος. Η διαθεσιμότητα των

υδατικών πόρων και η κάλυψη της ζήτησης νερού αποτελεί ένα πεδίο εκτεταμένης επιστημονικής έρευνας.

Επιπλέον, συνδεδεμένη με την ποιοτική διάσταση είναι η περιβαλλοντική διάσταση της διαχείρισης. Πολλές φορές η έλλειψη σαφών ποιοτικών και περιβαλλοντικών όρων προκαλούν τοπικές ή διαπεριφερειακές διαμάχες στη διαχείριση των υδατικών πόρων, οι οποίες δυσχεραίνουν την προώθηση των αναπτυξιακών έργων (Polyzos and Sofios, 2005a, Polyzos and Sofios 2005b).

Η δυνατότητα αξιόπιστης πρόβλεψης με μια αποδεκτή διακινδύνευση αστοχίας συντελεί στην παροχή πληροφοριών για τις βροχοπτώσεις σε μια περιοχή. Με βάση λοιπόν τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, αναμένονται βροχεροί μήνες σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό τι ξηροί για τις λεκάνες απορροής της περιοχής έρευνας, σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα.

Κατά συνέπεια, είναι δυνατός ο προγραμματισμός ενός ταμειυτήρα (δέσμευση ποσότητας ύδατος κατά τη διάρκεια της βροχερής περιόδου με σκοπό την κάλυψη αναγκών της ξηρής περιόδου). Η γνώση της παραπάνω πληροφορίας είναι σημαντική για τις ιδιαίτερα αυξημένες αρδευτικές ανάγκες της Δυτικής Θεσσαλίας, η οποία αποτελεί μια κατεξοχήν αγροτική περιοχή της Ελλάδας.

Στην παρούσα έρευνα έγινε ο υπολογισμός της μακροχρόνιας τάσης των βροχοπτώσεων για τη Δυτική Θεσσαλία. Η περιοχή έρευνας που επιλέχθηκε έχει ιδιαίτερα αυξημένες απαιτήσεις ύδατος κυρίως για αρδευτικές ανάγκες αλλά και για αστική και βιομηχανική χρήση.

Για την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων της υπό εξέταση περιοχής διατυπώνονται οι ακόλουθες προτάσεις:

α) Αποτίμηση των πραγματικών αναγκών σε νερό της περιοχής ώστε να γίνει ο κατάλληλος προγραμματισμός για την κάλυψη των αναγκών αυτών. Η δημιουργία σεναρίων τα οποία θα αφορούν μελλοντικές ανάγκες είναι επιβεβλημένη.

β) Παροχή κίνητρων για τη μείωση της αλόγιστης χρήσης των υδατικών πόρων και επιβολή ποινών για υπερβολική κατανάλωση νερού.

γ) Εκπαίδευση – επιμόρφωση με σκοπό την ευαισθητοποίηση του κοινού για την σημασία των υδατικών πόρων στην καθημερινή ζωή.

δ) Κατασκευή αρδευτικών δικτύων.

ε) Κατασκευή κατάλληλων αντιπλημμυρικών έργων.

στ) Παρεμβάσεις, οι οποίες θα δώσουν νέα πνοή ανάπτυξης στην περιοχή, όπως η τροφοδότηση με νερό των πεδινών περιοχών από τους ορεινούς όγκους των λεκανών απορροής τους.

Με την λήψη των κατάλληλων μέτρων και την άσκηση μιας αποτελεσματικής πολιτικής όσον αφορά τη διαχείριση των υδάτων, είναι δυνατή η ευημερία του κοινωνικού συνόλου και ειδικότερα η αύξηση του βιοτικού επιπέδου της Δυτικής Θεσσαλίας με σκοπό τη βιώσιμη ανάπτυξη της υπαίθρου.

Βιβλιογραφία

- Αραμπατζής, Γ. 2001. *Θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση και ανάπτυξη των υδατικών πόρων στην Ελλάδα*. Περιβάλλον και Δίκαιο, 2: 192 – 207.
- Bronson, R. 1991. *Matrix Methods. An Introduction Second Edition*. Academic Press. San Diego.
- Γκούμας, Κ. 2006. *Οι Αρδεύσεις στη Θεσσαλική Πεδιάδα: Επιπτώσεις στα Υπόγεια και Επιφανειακά νερά*. ΕΥΕ, Πρακτικά Ημερίδας με θέμα: "Υδατικοί Πόροι και Γεωργία". Θεσσαλονίκη. σελ. 39 – 53.
- Λουκάκης, Μ. 1997. *Μαθηματικά Οικονομικών Επιστημών. Τόμος Β*. Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη.
- Μαμάσης, Ν. και Δ. Κουτσογιάννης. 1996. *Υδροσκόπιο II - Προκαταρκτική εφαρμογή στο υδατικό διαμέρισμα Θεσσαλίας - Τελική Έκθεση, Υδροσκόπιο II - Δημιουργία Εθνικής Τράπεζας Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας*. Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Αθήνα.
- Markus, G. B. 1979. *Analyzing Panel Data*. Sage Publications. UK.
- Μιμίκου, Μ. 1990. *Τεχνολογία Υδατικών Πόρων*. Αθήνα.
- Μυλόπουλος, Ν. 2005. *Το έργο: «Οργάνωση Παρακολούθησης σε βάση δεδομένων των μετρήσεων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και της αξιολόγησης εγχειοβελτιωτικών έργων της Θεσσαλίας» και οι προοπτικές εξέλιξής του στο 4ο ΚΠΣ*. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.thessalia.gr>.
- Περιφέρεια Θεσσαλίας, Ε.Υ.Δ.Ε.Π. Θεσσαλίας. 2006. *Περιφερειακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Θεσσαλίας 2000 – 2006 (Αναθεώρηση έτους 2006)*. Λάρισα.
- Polyzos, S. and S. Sofios. 2005a. *Water Resources, Interregional Conflicts and Regional Development: The Case of Acheloos River*. Proceedings (in CD) of 9th International Conference on Environmental Science and Technology. Rhodes Island. Greece. pp. A1214 –

A1221.

- Polyzos, S. and S. Sofios. 2005b. *Interregional Conflicts for the Water Resources*. Proceedings of IWA International Conference on Water Economics, Statistics, and Finance, Rethymno. Greece. Book 1. pp. 463 – 470.
- Πολύζος, Σ., Σ. Σοφίος και Κ. Γκούμας. 2006. *Διαχρονικές Μεταβολές του Υπογείου Υδατικού Δυναμικού της Περιφέρειας Θεσσαλίας και οι Επιπτώσεις στην Ανάπτυξη της Περιφέρειας και το Περιβάλλον*. Πρακτικά σε CD, 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας Αγροτικής Οικονομίας, 2 – 4 Νοεμβρίου, Αθήνα.
- Σοφίος, Σ. 2003. *Αξιολόγηση του υδατικού δυναμικού στην περιφερειακή ανάπτυξη με ποσοτικές μεθόδους (Η περίπτωση της Δυτικής Θεσσαλίας)*. Διδακτορική Διατριβή που υποβλήθηκε στο Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ.
- Τσάντας, Ν. Δ. και Π. – Χ. Γ. Βασιλείου. 2000. *Εισαγωγή στην Επιχειρησιακή Έρευνα*. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη.
- Υπουργείο Ανάπτυξης, Διεύθυνση υδατικού δυναμικού και φυσικών πόρων. 1996. *Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας*. Αθήνα.
- Υπουργείο Ανάπτυξης. 2003. *Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης υδατικών πόρων*. Αθήνα.
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. 1995. *Εκτροπή ποταμού Αχελώου: Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων*. Αθήνα.
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. 1998. *Εκτροπή του ποταμού Αχελώου και ανάπτυξη της θεσσαλικής πεδιάδας*. Αθήνα.
- Ζαφειρίου, Ε. και Θ. Κουτρομανίδης. 2006. *Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων: Η Περίπτωση της Ελλάδας*. Πρακτικά σε CD, 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Εταιρίας Αγροτικής Οικονομίας. 2 – 4 Νοεμβρίου 2006. Αθήνα.

The long-term tendency of rainfalls of Western Thessaly and the contribution to countryside development

S. Sofios

Abstract

It is well known that all the socio-economic structure of Thessaly is based on the existence of sufficient in quality and quantity water resources. However the lack as well as the irrational management of water resources is involved in the creation of a lot of problems which is focused in the confrontation of permanently increasing deficit of water balance, the dramatic fall of underground water horizon, the deterioration of water quality and fertility of soil that causes the agricultural pollution.

The aim of this paper is the forecast of the appearance rainy or dry months in Western Thessaly (flat – mountainous) in order to achieve rational management of water resources and countryside development of the region under review. According to the results of the survey rainy months than dry are expected for the region under review.

Key words: Markov chain, water demand, Western Thessaly, development

Έντομα και Φυτά: Σχέσεις επιβίωσης και εξέλιξης

Π. Καρανικόλα, Α. Χ. Παπαγεωργίου
και Κ. Μπακέας

Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ορεστιάδα

Περίληψη

Τα έντομα υπάρχουν παντού όπου υπάρχουν φυτά και αποτελούν τους σημαντικότερους καταναλωτές τους, μειώνοντας κατά μέσο όρο 10% της φυτικής μάζας (παραγωγής) του πλανήτη μας ετησίως. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των φυτών που προσπαθούν να αποτρέψουν την κατανάλωση τους και των εντόμων που θέλουν να βελτιώσουν την εκμετάλλευση της τροφής τους, που είναι τα φυτά, παραμένουν κατά ένα μεγάλο μέρος άγνωστες. Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους οι αλληλεπιδράσεις εντόμων και φυτών είναι εξαιρετικής σπουδαιότητας. Το βασίλειο των φυτών και η κλάση των εντόμων αντιπροσωπεύουν δύο πολύ εκτενείς κατηγορίες ζωντανών οργανισμών τόσο σε αφθονία ειδών όσο και σε ποσότητα βιομάζας. Τα πράσινα φυτά αποτελούν μέχρι τώρα το μεγαλύτερο σε όγκο παράγοντα ζωντανής ύλης στον πλανήτη. Επιπλέον, τα έντομα κατέχουν την πρώτη θέση παγκοσμίως σε αριθμό ειδών, ενώ επίσης ο συνολικός όγκος τους είναι τεράστιος. Φυτοφάγα έντομα και φυτά χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά πολύπλοκες σχέσεις. Ο βιολογικός κύκλος των εντόμων, ως ετερότροφων οργανισμών, δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς τα φυτά που αποτελούν πρωταρχική πηγή ενέργειας. Από την άλλη, η μεγάλη ποικιλομορφία των φυτών οφείλεται σε μεγάλο βαθμό και στην παρουσία των ζώων. Τα έντομα με την ιδιαίτερα μεγάλη ποικιλία στη μορφή και το βιολογικό τους κύκλο πιθανότατα αποτελούν έναν από τους παράγοντες διαμόρφωσης του κόσμου των φυτών.

Λέξεις κλειδιά: φυτοφάγα έντομα, φυτά, αλληλεπιδράσεις, επιβίωση, συνεξέλιξη

Τι είναι η συνεξέλιξη

Ο όρος συνεξέλιξη (coevolution) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1964 για να περιγραφούν οι αλληλεπιδράσεις κατά την εξέλιξη των φυτών και των εντόμων (Ehrlich & Raven 1964) και έκτοτε έχει ευρέως χρησιμοποιηθεί, χωρίς όμως να υπάρχει συμφωνία σχετικά με το ακριβές νόημά του (Futuyama & Slatkin 1983). Γενικά περιγράφουμε ως συνεξέλιξη την ειδική

αυτή κατηγορία της εξέλιξης, όπου η προσαρμοστική τιμή του κάθε γενότυπου εξαρτάται από την πυκνότητα και τη γενετική σύσταση του είδους, καθώς και των ειδών με τα οποία αλληλεπιδρά (Roughgarden 1976). Άλλοι συγγραφείς προτείνουν μια πιο εξειδικευμένη ερμηνεία του όρου αυτού, θεωρώντας ότι δύο ή περισσότερα είδη συνεξελίσσονται όταν μια αλλαγή στη γενετική σύνθεση του ενός συνοδεύεται από γενετική αλλαγή του άλλου (Janzen 1980). Αυτό σημαίνει ότι ένα χαρακτηριστικό ενός είδους έχει διαμορφωθεί σαν ανταπόκριση της διαμόρφωσης ενός άλλου χαρακτηριστικού ενός άλλου είδους που το επηρεάζει άμεσα και αυτό με τη σειρά του έχει εξελιχθεί σαν ανταπόκριση στην εξέλιξη του πρώτου είδους. Στην περίπτωση ενός θηρευτή (έντομο) και ενός θηράματος (φυτό), τα είδη αυτά εξελίχθηκαν ειδικά το ένα για το άλλο. Η εξέλιξη του τύπου αυτού δημιουργεί το ερώτημα της τελικής της κατάληξης (Futuyama 1998): τα ανταγωνιζόμενα είδη θα συνεχίσουν έναν αέναο αγώνα δρόμου ή θα καταλήξουν σε μια μορφή ισορροπίας;

Στην περίπτωση των φυτοφάγων εντόμων και των φυτών, εμφανίζεται συχνά το φαινόμενο της ανάπτυξης μιας άμυνας από την πλευρά των φυτών που το προστατεύει από τις επιθέσεις των περισσότερων εντόμων. Τα φυτά αυτά και οι απόγονοί τους μπορούν στο μέλλον να αποτελέσουν την τροφή εξειδικευμένων νέων θηρευτών που απέκτησαν προσαρμογές με τις οποίες υπερφαλαγγίζουν την αρχική άμυνα των φυτών. Τέτοιοι θηρευτές μπορεί να είναι τελείως διαφορετικά είδη εντόμων από τα αρχικά πάνω στα οποία τα φυτά προσάρμοσαν την άμυνά τους. Αν και οι φυλογενετικές σχέσεις μεταξύ φυτοφάγων εντόμων σπάνια συμβαδίζουν με εκείνες των φυτών – ξενιστών τους (Futuyama 1983, Mitter & Brooks 1983), στενά συγγενικά είδη εντόμων συχνά εμφανίζουν ομοιότητες ως προς τους ξενιστές. Για παράδειγμα, πεταλούδες του νεοτροπικού είδους *Heliconius* τρέφονται όλες στο στάδιο της προνύμφης με είδη του γένους *Passiflora* και άλλα συγγενικά είδη της οικογένειας *Passifloraceae* (Benson et al. 1976, Turner 1981). Οι πεταλούδες αυτές έχουν αποκτήσει προσαρμογές στα αλκαλοειδή και στις άλλες δευτερογενείς ουσίες των φυτών αυτών και ταυτόχρονα τα φυτά τα ίδια σχηματίζουν διάφορους αμυντικούς μηχανισμούς που αφορούν μόνο έντομα *Heliconius*, όπως είναι η ανάπτυξη τριχών με άγγιστρα που ακινητοποιούν τις νεοεκκολαπτόμενες προνύμφες (Gilbert 1971), καθώς και μορφολογικούς σχηματισμούς που μιμούνται τα αυγά του *Heliconius* (Williams & Gilbert 1981).

Οι σημαντικότερες Τάξεις των φυτοφάγων εντόμων

Τα έντομα είναι η Κλάση με τα περισσότερα είδη οργανισμών πάνω στη γη (1.000.000), ενώ τα πράσινα φυτά αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας της. Σχεδόν τα μισά από τα υπάρχοντα είδη εντόμων τρέφονται με ζωντανά φυτά. Περισσότερα από 400.000 είδη εντόμων ζουν πάνω σε 300.000 είδη φυτών (Strong et al. 1984). Σύμφωνα με τις πρόσφατες καταγραφές ο συνολικός αριθμός των ειδών είναι πολύ μεγαλύτερος απ' ό τι είχε αρχικά εκτιμηθεί και μπορεί να φτάσει ή να ξεπεράσει τα 10 εκατομμύρια (May 1992, Pimm et al. 1995). Αναλογικά αυξάνεται και ο αριθμός των φυτοφάγων εντόμων.

Η φυτοφαγία όμως δεν εμφανίζεται σ' όλες τις ομάδες των εντόμων με την ίδια έκταση. Μερικές τάξεις εντόμων αποτελούνται αποκλειστικά από φυτοφάγα είδη, ενώ άλλες περιλαμβάνουν λίγα φυτοφάγα είδη ή και καθόλου. Τα περισσότερα φυτοφάγα είδη περιλαμβάνουν οι Τάξεις Lepidoptera, Hemiptera, Orthoptera και μερικές μικρότερες Τάξεις εντόμων όπως Thysanoptera και Plasmidae. Ένα μεγάλο μέρος των φυτοφάγων εντόμων ανήκουν σε τρεις εξαιρετικά πολυπληθείς Τάξεις που είναι Coleoptera, Hymenoptera και Diptera οι οποίες όμως περιλαμβάνουν ταυτόχρονα μεγάλο αριθμό ειδών με αρπακτικές και παρασιτικές συνήθειες (Smichoohoven et al. 1998).

Τα έντομα ως εξειδικευμένοι καταναλωτές των φυτών

Ένα από τα πιο εντυπωσιακά χαρακτηριστικά των σχέσεων εντόμων – φυτών είναι ότι στην πραγματικότητα τα έντομα είναι εξειδικευμένοι καταναλωτές των φυτών. Είναι χρήσιμο όμως να οριστεί ο βαθμός εξειδίκευσης ή γενίκευσης στη διατροφή που παρουσιάζουν τα φυτοφάγα έντομα.

Τα έντομα που στη φύση εμφανίζονται μόνο σε ένα ή σε μερικά συγγενή είδη φυτών καλούνται «μονοφάγα». Πολλά είδη προνυμφών Λεπιδόπτερον, Ημίπτερον και Κολεόπτερον ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Τα «ολιγόφαγα» έντομα τρέφονται με είδη φυτών τα οποία ανήκουν στην ίδια οικογένεια, ενώ τα «πολυφάγα» τρέφονται με φυτά που ανήκουν σε διαφορετικές οικογένειες. Η ταξινόμηση αυτή όμως, παρουσιάζει προβλήματα στη διαβάθμιση μεταξύ των ειδών που τρώνε ένα είδος φυτού και των ειδών που καταναλώνουν πολλά διαφορετικά είδη φυτών.

Εξάλλου, άτομα του ίδιου είδους μπορούν να παρουσιάσουν διαφορετικές προτιμήσεις στο είδος των φυτών που θα προσβάλλουν σε διαφορετι-

κές περιοχές της εξάπλωσής τους. Ακόμα άτομα που ανήκουν στον ίδιο πληθυσμό μπορεί να είναι περισσότερο περιορισμένα στις επιλογές τους απ' ό τι ο πληθυσμός στο σύνολο του (Fox and Morrow 1981, Pashley 1986, Karban and Myers 1989, Howard et al. 1994). Η εξειδίκευση στα φυτά ξενιστές αποτελεί μάλλον κανόνα παρά εξαίρεση. Σε ορισμένες ομάδες εντόμων η «μονοφαγία» αποτελεί κυρίαρχη συνήθεια όπως στους υπονομευτές των φύλλων και στα διάφορα είδη ακρίδων (Crawley 1985).

Έχει υπολογιστεί ότι λιγότερα από 10% των φυτοφάγων ειδών τρέφονται από φυτά που ανήκουν σε περισσότερες από τρεις διαφορετικές οικογένειες (Bernays and Graham 1988). Υπάρχουν όμως και κάποια «ολιγοφάγα» ή και «πολυφάγα» έντομα που ειδικεύονται να προσβάλλουν φυτά τα οποία περιέχουν μία συγκεκριμένη χημική ουσία (Klausnitzer 1983) η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή του φυτού – ξενιστή από το φυλλοφάγο έντομο. Είναι δηλαδή «μονοφάγα» στην ουσία αυτή.

Για πρακτικούς λόγους επιλέχθηκε η ταξινόμηση της εξειδίκευσης των φυτών ανάλογα με την έκταση της φυσικής εξάπλωσης του φυτού που προσβάλλεται από το έντομο. Το εύρος της έκτασης του κάθε φυτού ξενιστή επιδεικνύεται από ένα συγκεκριμένο είδος εντόμου. Αυτό είναι πιθανώς ένα από τα σημαντικότερα βιολογικά χαρακτηριστικά που όμως περιορίζεται από πολλούς μορφολογικούς, φυσιολογικούς και οικολογικούς παράγοντες. Για να αποκαλύψουμε αυτούς τους παράγοντες θα πρέπει να ψάξουμε για συσχετίσεις μεταξύ των φυτών και του διατροφικού εύρους των εντόμων ή κάποιων χαρακτηριστικών τους. Παράδειγμα τέτοιας συσχέτισης αποτελούν τα έντομα τα οποία ζουν σε ποώδη φυτά και παρουσιάζουν συχνά, υψηλότερο βαθμό εξειδίκευσης στα φυτά που επιλέγουν από τα έντομα των θάμνων και των δέντρων (Futuyama 1976, Cates 1980). Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το ότι στην πραγματικότητα τα ποώδη φυτά παρουσιάζουν μεγαλύτερη ποικιλομορφία τόσο στην χημική τους σύνθεση όσο και στο βιολογικό τους κύκλο σε σχέση με τα ξυλώδη φυτά.

Τα έντομα με υψηλό βαθμό εξειδίκευσης στα φυτά εκμεταλλεύονται καλύτερα τα φυτά ως τροφή, σε σχέση με αυτά που δεν παρουσιάζουν εξειδίκευση (πολυφάγα έντομα). Συσχέτιση υπάρχει επίσης μεταξύ του εύρους διατροφής των εντόμων και του μεγέθους του σώματος τους. Τα μικρότερα σε μέγεθος έντομα είναι γενικά περισσότερο εξειδικευμένα στο είδος των φυτών που προσβάλλουν σε σχέση με τα μεγαλύτερα είδη (Mooney 1972, Lindstrom et al. 1994).

Ίσως τα μεγαλύτερα είδη διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο μείωσης της τροφής τους και επομένως είναι λιγότερο εκλεκτικά. Φυτοφάγα έντομα που

προσβάλλουν φυτά με μικρή έκταση διασποράς συνήθως δείχνουν προτίμηση σε νεοεκπτυσσόμενα φύλλα ενώ οι προνύμφες πολυφάγων ειδών γενικά προτιμούν ώριμα φύλλα των φυτών. Τα νεαρά φύλλα είναι περισσότερο θρεπτικά (Slansky and Scriber 1985) και ταυτόχρονα περισσότερο τοξικά από τα ώριμα φύλλα (Cates 1980). Μερικά γένη παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα εξειδίκευσης σε σχέση με άλλα είδη εντόμων. Πιθανώς, η επιλογή κατά την εξέλιξη επηρεάζει τα είδη εάν θα γίνουν ειδικευμένα ή όχι, ενώ ταυτόχρονα, εξαρτάται από έναν πολύ μεγάλο αριθμό ετερογενών παραγόντων (Scriber 1995, Fiedler 1996).

Τα «πολυφάγα» είδη εντόμων μπορούν να τρέφονται με μεγάλη ποικιλία φυτικών ειδών αλλά βέβαια δεν προσβάλλουν αδιακρίτως όλα τα φυτά. Ακόμα και τα έντομα που είναι καθολικά «πολυφάγα» περιορίζονται σε μερικές εκατοντάδες είδη φυτών, ενώ τα υπόλοιπα δεν τα καταναλώνουν ακόμα και σε συνθήκες παντελούς έλλειψης των ειδών αυτών. Ακόμα και στα είδη των φυτών τα οποία προτιμούνται τόσο από τα «πολυφάγα» όσο και από τα «ολιγοφάγα» είδη εντόμων δείχνουν διαφορετικό βαθμό προτίμησης για κάθε είδος φυτού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ακρίδα της ερήμου *Schistocerca gregaria*, ένα αρχέγονο πολυφάγο είδος εντόμου. Το είδος αυτό που μπορεί να τραφεί με μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών που ανήκουν σε πολλές διαφορετικές οικογένειες, δείχνει έντονα τις προτιμήσεις του καταναλώνοντας μεγάλη ποσότητα φυτικών ιστών από συγκεκριμένα είδη και πολύ μικρότερες ποσότητες από κάποια άλλα είδη που είναι λιγότερο προτιμητέα γι' αυτό (Charman 1990).

Το φυτό ως μέρος απόθεσης των αυγών των εντόμων

Σε πολλά φυτοφάγα είδη εντόμων, το θηλυκό επιλέγει το φυτό πάνω στο οποίο θα αποθέσει τα αυγά του, για να τραφούν οι προνύμφες που θα εκκολαφθούν. Δημιουργείται όμως το ερώτημα εάν η επιλογή αυτή είναι όμοια με την επιλογή του εντόμου ως προνύμφη, αν δηλαδή η προνύμφη που θα αναπτυχθεί θα επέλεγε το ίδιο φυτό με αυτό που επέλεξε η μητέρα της. Όπως αναμένεται, υπάρχει στενή ομοιότητα ανάμεσα στις δύο συμπεριφορές. Στο θηλυκό έντομο η επιλογή του συγκεκριμένου φυτού για την εναπόθεση των αυγών, καθορίζεται από διαφορετική περιοχή του γονιδιώματος από αυτήν που αναμένεται να κωδικοποιεί τη συμπεριφορά επιλογής του φυτού ως τροφή από το έντομο στο στάδιο της προνύμφης. Γι' αυτό και το εύρος των φυτικών ειδών που επιλέγονται από τις προνύμφες είναι συχνά μεγαλύτερο από το εύρος των φυτικών ειδών που χρησιμοποιούνται από τα

ενήλικα θηλυκά για την εναπόθεση των αυγών τους (Wiklund 1975, Dalin 2004).

Προφανώς η φυσική επιλογή αποτρέπει μια μεγάλη απόκλιση μεταξύ των δύο αυτών συμπεριφορών που θα μπορούσε να οδηγήσει σε αφανισμό ένα είδος εντόμου. Υπάρχουν όμως παραδείγματα, όπου υπάρχει μια σχετική απόκλιση στην επιλογή του φυτού ανάμεσα στο στάδιο του ενήλικου θηλυκού και της προνύμφης (Morgan and Cobinah 1977, Thompson 1988, Horner et al. 1992). Οι ατελείς προσαρμογές οφείλονται κυρίως σε έλλειψη επαρκούς γενετικής ποικιλότητας στα αλληλόμορφα γονίδια τα οποία καθορίζουν την εναπόθεση των αυγών από τα θηλυκά έντομα (Via 1990).

Ειδίκευση των εντόμων στα μέρη του φυτού

Τα έντομα σπάνια αναπτύσσονται σε όλα τα μέρη του φυτού εξίσου καλά. Τα περισσότερα παρουσιάζουν εξειδίκευση όχι μόνο στο είδος του φυτού ξενιστή που προσβάλλουν αλλά και στα μέρη του φυτού με τα οποία θα τραφούν. Πολλά είδη Λεπιδόπτερων, Κολεόπτερων και Ορθόπτερων καταναλώνουν μεγάλα τμήματα φύλλων (Janz 2005). Κάποια μικρότερα έντομα όμως παρουσιάζουν ακόμα πιο εξειδικευμένες ανάγκες, όπως οι αφίδες, που απομυζούν θρεπτικά στοιχεία από τον φλοιό των βλαστών και οι υπονομευτές των φύλλων που ζουν και τρέφονται καθ' όλη την διάρκεια του προνυμφικού τους σταδίου ανάμεσα στο ανώτερο και κατώτερο στρώμα της επιδερμίδας καταναλώνοντας το παρέγχυμα (Neal 1993).

Διαφορετικά μέρη του φύλλου έχουν διαφορετική γεύση γι' αυτό τα φυλλοφάγα έντομα, όσο και οι υπονομευτές των φύλλων, παρουσιάζουν συχνά προτιμήσεις και στην περιοχή του φύλλου που προσβάλλουν (DeClerck and Shorthouse 1985, Kimmerer and Potter 1987, Gall 1987). Τους βλαστούς προσβάλλουν κυρίως προνύμφες Λεπιδόπτερων, Διπτέρων και Κολεοπτέρων, ενώ ο φλοιός των δέντρων προσβάλλεται κυρίως από Κολεόπτερα. Το ξύλο προσβάλλουν κυρίως προνύμφες Κολεόπτερων, Λεπιδόπτερων και Υμενόπτερων, ενώ στις ρίζες ζουν πολλά είδη εντόμων. Άλλα έντομα έχουν εξειδικευτεί να τρέφονται με άνθη, καρπούς και σπόρους ή να δημιουργούν όγκους πάνω σε κάποια μέρη του φυτού (Shorthouse and Rohfritsch 1992, Williams 1994).

Έχουμε λοιπόν, σε όλα τα μέρη του φυτού διαφορετικά είδη εντόμων, τα οποία επιλέγουν συγκεκριμένους φυτικούς ιστούς για να τραφούν και ως κατοικία, σε ατελειώτους συνδυασμούς, οι οποίοι εξαρτώνται κατά ένα μέρος τουλάχιστον από παράγοντες που σχετίζονται με τη διατροφή. Η δια-

τροφική αξία του φυτού ποικίλει τόσο μεταξύ των διαφόρων μερών του όσο και μεταξύ των φυτικών ιστών του. Σε ιστούς λοιπόν που παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό ετερογένειας, συναντούμε έντομα με μικρό μέγεθος σώματος (Bracken 1984). Η εξειδίκευση των φυτών ως ξενιστές των εντόμων, εμφανίζεται σε δύο διαστάσεις. Ως προς το είδος του φυτού και ως τα μέρη του φυτού. Μέσα από το συνδυασμό των δύο αυτών παραγόντων μπόρεσαν τα έντομα να εξελιχτούν και να έχουμε σήμερα αυτήν την αφθονία η οποία είναι η μεγαλύτερη σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες ομάδες ζώων.

Τα φυτοφάγα έντομα βοηθούν στην ταξινόμηση των φυτών

Ένα έντομο είναι ικανό να αναζητήσει και να αναγνωρίσει το δικό του εξειδικευμένο ξενιστή ακόμα και εάν το φυτό αυτό αναπτύσσεται στο κέντρο μιας περιοχής με βλάστηση πλούσια σε διαφορετικά είδη φυτών. Η εξειδίκευση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι τα θηλυκά έντομα διαθέτουν ένα εξελιγμένο «βοτανικό ένστικτο» που τα καθοδηγεί στην αναγνώριση των φυτών ξενιστών. Τα «ολιγοφάγα» έντομα μάλιστα, τα οποία προτιμούν να προσβάλλουν μόνο είδη φυτών που είναι συγγενικά μεταξύ τους, έχουν βοηθήσει σε κάποιες περιπτώσεις τους βοτανολόγους να ανακαλύψουν σφάλματα που υπήρχαν σε κάποιες προηγούμενες ταξινομήσεις φυτών (Schoonhoven 1991). Υπάρχουν αμέτρητα παραδείγματα σύμφωνα με τα οποία οι τροφικές συνήθειες των εντόμων παρέχουν πληροφορίες για τις ταξινομικές σχέσεις των διαφόρων φυτικών γενών, όπως π.χ. οι τροφικές συνήθειες των εντόμων Aphididae και Psyllidae που χρησιμοποιούνται με επιτυχία για να λύσουν προβλήματα που δημιουργήθηκε στην ταξινόμηση των ειδών του γένους *Populus* (Hille Ris Lambers 1979, Eastop 1979).

Η χρήση αναλύσεων που έχουν σχέση με τη συμπεριφορά των εντόμων μπορεί να μας οδηγήσει σε εγκυρότερα αποτελέσματα στο διαχωρισμό συγγενών φυτικών γενών μεταξύ τους, απ' ότι η μέτρηση μορφολογικών και χημικών χαρακτηριστικών των ίδιων των φυτών (Floate and Whitham 1995). Συμπερασματικά λοιπόν μπορούμε να πούμε ότι τα «μονοφάγα» και «ολιγοφάγα» έντομα υποβοηθούμενα από το «βοτανικό ένστικτο» τους είναι ικανά να αναγνωρίσουν με ασφάλεια τις ταξινομικές σχέσεις των φυτών μεταξύ τους. Η επιστήμη της βιοχημείας μπορεί κατά ένα μεγάλο μέρος να εξηγήσει την ικανότητα των εντόμων να αναγνωρίσουν τη συγγένεια μεταξύ των φυτών επειδή η ταξινομική αυτή συγγένεια, είναι σχεδόν πάντα συνώνυμη με την ύπαρξη βιοχημικής συγγένειας στα είδη αυτά.

Τα φυτά ως κατοικία των εντόμων

Το φυτό δεν είναι μόνο το μέρος όπου τρέφεται το έντομο αλλά και εκεί όπου ζει και κατοικεί. Τα έντομα, λοιπόν, στο φυτό που επιλέγουν να ζήσουν έρχονται αντιμέτωπα με πολλά άλλα είδη εντόμων που συγκατοικούν εκεί, είναι ανταγωνιστές ή φυσικοί εχθροί και δέχονται την επίδραση ενός συγκεκριμένου μικροκλίματος που προκαλείται από τα παθογόνα του φυτού. Τα έντομα μπορούν σε κάποιες περιπτώσεις να προτιμήσουν είδη φυτών τα οποία είναι λιγότερο θρεπτικά αλλά έρχονται σ' αυτά επειδή δεν τα επισκέπτονται μερικοί από τους φυσικούς τους εχθρούς. Έχουν έτσι στη διάθεση τους ένα πιο ελεύθερο πεδίο δράσης. Σε τέτοια φυτά, τα φυτοφάγα έντομα παρουσιάζουν συνολικά καλύτερους ρυθμούς επιβίωσης σε σχέση με πιο θρεπτικά φυτά όπου είναι πιο ευαίσθητα στον παρασιτισμό (Ohsaki and Sato 1994).

Ένα παράδειγμα όπου τα φυτά ως κατοικία των εντόμων έχουν επιπτώσεις στο ποσοστό θνησιμότητάς τους αποτελεί η μεγάλη ολισθηρότητα της επιδερμίδας των φύλλων σε κάποια είδη φυτών και το πρόβλημα των εντόμων να σταθεροποιηθούν πάνω σε αυτά (Southwood 1973, Eigenbrode and Espelie 1995). Για το σκοπό αυτό κάποια σκαθάρια της οικογένειας Chrysomelidae έχουν εξελιχθεί έτσι ώστε ένα μικρό εξάρτημα στον τارسό τους να εκκρίνει ένα συγκολλητικό υλικό (Waterhouse 1970), ενώ για τον ίδιο σκοπό οι προνύμφες των Λεπιδόπτερον παράγουν ένα νήμα σαν μετάξι με το οποίο μετακινούνται από το ένα φύλλο στο άλλο (Kennedy 1986). Μερικά φυτά αποτελούν κατοικία και τροφή μεγάλου αριθμού φυτοφάγων εντόμων όπως π.χ. περισσότερα από 423 είδη βρέθηκαν να προσβάλλουν δύο είδη *Quercus* (Davis 1983) ενώ αντίθετα μόνο έξι είδη στο *Taxus baccata* (Kennedy and Southwood 1984). Φυσικά υπάρχουν πολλά φυτοφάγα έντομα που επισκέπτονται τα φυτά χωρίς να μένουν μόνιμα σ' αυτά.

Τα έντομα προκαλούν ζημιές σε φυσικά και γεωργικά οικοσυστήματα

Στα περισσότερα φυτά των φυσικών οικοσυστημάτων κατοικούν και τρέφονται πλήθος φυτοφάγων εντόμων, παρά το γεγονός ότι τα φυτά παρουσιάζουν γενικά πολύ μικρές ζημιές οι οποίες δεν είναι συνήθως ορατές. Πλήρης αποφύλλωση μπορεί να συμβεί μόνο σποραδικά. Έχει υπολογιστεί ότι τα έντομα καταναλώνουν περίπου το 10% της φυτικής βιομάζας που παράγεται κάθε χρόνο (Coley et.al. 1985). Αυτό βέβαια ποικίλει ανάλογα με τον τύπο της βλάστησης και τις εναλλαγές στις κλιματικές συνθήκες των

διαφόρων ετών.

Στα τροπικά δάση για παράδειγμα έχει μετρηθεί ότι μόνο τα φυλλοφάγα μυρμήγκια καταναλώνουν 17% περίπου της συνολικής ετήσιας παραγωγής φύλλων (Cherrett et al. 1989). Περιστασιακά μπορεί να εμφανιστούν και φυλλοφάγα έντομα τα οποία να προκαλέσουν ακόμα και νέκρωση των δέντρων όπως για παράδειγμα στην Φιλανδία το 1972 είχαμε νέκρωση δάσους σημύδων από Λεπιδόπτερα των γενών *Oporinia* και *Oporophtera* (Tenow, 1972). Δέντρα φυτεμένα σε αστικό περιβάλλον δεν παρουσιάζουν μεγαλύτερες προσβολές από τα έντομα σε σχέση με αυτά σε φυσικά δάση (Nuckols et al. 1995).

Δημιουργείται το ερώτημα, εάν το ποσοστό των ζημιών (10%) που προκαλείται από τα έντομα πρέπει να το θεωρήσουμε αμελητέα απώλεια ενέργειας και αν αυτό έχει επιπτώσεις στην ζωτικότητα των φυτών. Έχει υπολογιστεί ότι η ετήσια καθαρή αφομοίωση που δαπανάται από τα φυτά για τη διαδικασία της αναπαραγωγής ανέρχεται σε 1-15% για τις πολυετείς πόες και 15-30% για τις μονοετείς πόες (Harper 1977). Γενικά μπορούμε να πούμε ότι το ποσοστό 10% ίσως καλύπτει την ποσότητα της φυτικής βιομάζας που ξοδεύεται στην αναπαραγωγή (Mooney 1972). Έτσι κάνοντας μια γενική προσέγγιση στο θέμα, οι απώλειες σε βιομάζα έχουν περίπου το ίδιο μέγεθος με την ενέργεια που καταναλώνουν τα φυτά για αναπαραγωγή. Λαμβάνοντας υπόψη τους αριθμούς, δυστυχώς, γίνεται φανερό ότι η ζημιά που προκαλούν τα έντομα, κατά βάθος, δεν είναι αμελητέα. Φυσικά η απώλεια του 10% της βιομάζας κατανέμεται ομοιόμορφα σ' όλες τις λειτουργίες του φυτού. Ο αριθμός αυτός όμως πιθανόν να υποτιμάει την πραγματική ζημιά που προκαλείται από τα έντομα επειδή πολλές μικρές πληγώσεις στα φύλλα μπορούν να έχουν πολύ μεγαλύτερη επίδραση από την πλήρη αφαίρεση μερικών φύλλων. Επίσης είναι γνωστό ότι οι πληγώσεις αυτές έχουν φυσιολογικές επιπτώσεις που μεταφέρονται και σε άλλα μέρη του φυτού. Είναι πολύ πιθανό ο αριθμός των περιοχών του φύλλου που έχουν πληγωθεί από τα έντομα να είναι σημαντικότερος από το συνολικό μέγεθος της προσβεβλημένης περιοχής.

Σε έρευνα στην οποία μετρήθηκαν τα φύλλα από 12 διαφορετικά είδη φυτών που είχαν κάποια σημάδια προσβολής από έντομα, βρέθηκε ότι 87% των φύλλων επηρεάστηκε και σε κάποιο από τα είδη αυτά, όλα τα φύλλα του ήταν προσβεβλημένα σε κάποια έκταση (Damman 1993). Άλλες μελέτες όμως δείχνουν ότι υπάρχουν και κάποιες φυτοκοινωνίες στις οποίες υπάρχουν μόνο σποραδικές προσβολές από έντομα. Μια ενδιαφέρουσα έρευνα στις δρυς έδειξε ότι ακόμα και μια μέτρια προσβολή από έντομα μπορεί

να οδηγήσει στην αύξηση της παραγωγής σπόρων. Στα δέντρα που έλαβαν μέρος στο πείραμα κανονικά, εφαρμόστηκαν εντομοκτόνα τα οποία κράτησαν το ποσοστό αποφύλλωσης κάτω από 5%, ενώ σε αυτά που ψεκάστηκαν μόνο με νερό το ποσοστό αυτό ήταν διπλάσιο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ενώ η ανάπτυξη του δέντρου από την μέτρηση των ετήσιων δακτυλίων δεν επηρεάστηκε, ο αριθμός των καρπών που παρήχθησαν σε κάθε βλαστό ήταν τουλάχιστον τετραπλάσιος στα δέντρα που ψεκάστηκαν με εντομοκτόνα σε σχέση με τα άλλα (Crawley 1985).

Τα έντομα προκαλούν πολύ μεγαλύτερες ζημιές στους αγρούς παρά στα φυσικά οικοσυστήματα. Παρά την εντατική χρήση εντομοκτόνων οι απώλειες που προκαλούν τα έντομα στην ετήσια φυτική παραγωγή υπερβαίνει το 15%. Περίπου 9.000 είδη εντόμων προσβάλλουν γεωργικά φυτά, από τα οποία μόνο 450 είδη θεωρούνται υπεύθυνα για σοβαρές επιδημίες (Pimentel 1991). Η διαφοροποίηση αυτή στην ένταση των προσβολών ανάμεσα στα φυσικά και στα καλλιεργούμενα οικοσυστήματα, οφείλεται πιθανόν στο ότι τα δεύτερα χαρακτηρίζονται από λίγα είδη με απλές οικολογικές σχέσεις μεταξύ τους, ενώ ταυτόχρονα τα φυτά που υπάρχουν εκεί έχουν στενή γενετική βάση.

Η παγκόσμια γεωργία στηρίζεται σε πολύ μικρό αριθμό φυτικών ειδών της Παγκόσμιας χλωρίδας η οποία περιλαμβάνει περισσότερα από 250.000 είδη φυτών. Τέσσερα από αυτά τα είδη (πατάτα, ρύζι, καλαμπόκι και σιτάρι) θεωρούνται τα σημαντικότερα και αποτελούν πάνω από το 50% της τροφής των ανθρώπων παγκοσμίως (Sattaur 1989). Αυτά τα καλλιεργούμενα φυτά καλύπτουν μεγάλες περιοχές της Γης για χιλιάδες χρόνια και προσφέρουν αφθονία τροφής σε πολυάριθμα έντομα με μεγάλο βαθμό προσαρμοστικότητας και εξειδίκευσης (Barbosa 1993).

Συμπεράσματα

Τα φυτοφάγα έντομα παρουσιάζουν γενικά υψηλό βαθμό εξειδίκευσης στην τροφή τους. Προκαλούν μικρές απώλειες, ελάχιστα ορατές στα φυσικά οικοσυστήματα σε αντίθεση με τον μεγάλο αριθμό των ειδών και την εκπληκτική αναπαραγωγική τους ικανότητα.

Ταυτόχρονα, η συνεχής παρουσία τους πάνω στα φυτά έχει βαθιά επιρροή στη δομή και τη λειτουργία των φυτών. Η αλληλεπίδραση μεταξύ εντόμων και φυτών αποτελεί τον μεγαλύτερο παράγοντα ποικιλομορφίας της σημερινής μορφής ζωής στον πλανήτη.

Τα φυτά προστατεύονται αρκετά καλά από την επίθεση των εντόμων.

Η εξήγηση των μηχανισμών προστασίας μπορεί να αποβεί χρήσιμη στην ανάπτυξη μεθόδων μείωσης των ζημιών που προκαλούνται από τα έντομα σε φυτά καλλιεργημένων εδαφών.

Οι αυξομειώσεις των πληθυσμών των εντόμων προκαλούν απώλειες στα δάση, στις γεωργικές καλλιέργειες και στα αποθηκευμένα προϊόντα, παρά τη λήψη μέτρων που κοστίζουν αρκετά και έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Αποτελεί επιτακτική ανάγκη να γίνουν καλύτερα κατανοητοί οι παράγοντες που διέπουν τη σχέση εντόμων και φυτών με σκοπό τη διευκρίνιση των αιτιών ανάπτυξης των επιδημιών και τη δημιουργία βιολογικά ασφαλών μεθόδων αντιμετώπισης των εντόμων.

Βιβλιογραφία

- Barbosa, P. 1993. *Lepidopteran foraging on plants in agroecosystems, constraints and consequences, in Caterpillars. Ecological and Evolutionary Constraints on Foraging*. Chapman and Hall. New York. pp. 523-566.
- Benson, W.W., K.S.Jr. Brown and L.E. Gilbert. 1976. Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies. *Evolution* 28: 659-680.
- Bernays, E. A. and M. Graham 1998. On the evolution of host specificity in phytophagous arthropods. *Ecology* 69: 886-892.
- Bracken, G. K. 1984. Within plant preferences of larva of *Mamestra configurata* (Lepidoptera, Noctuidae) feeding on oilseed rape. *Can. Entomol.* 116: 45-49.
- Cates, R. G. 1980. Feeding patterns of monophagous, oligophagous and polyphagous insect herbivores, the effect of resource abundance and plant chemistry. *Oecologia* 46: 22-31.
- Chapman, R. F. 1990. *Food selection, in biology of Grasshoppers*, (eds R.F. Chapman and A. Joern). John Wiley. New York. pp. 39-72.
- Cherrett, J. M., R. J. Powell and D. J. Stradling. 1989. *The mutualism between leaf-cutting ants and their fungus, in Insect-Fungus Interactions*. Academic Press. New York. pp. 93-120.
- Coley, P. D., J. P. Bryant and F. S. Chapin 1985. Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science* 230: 895-899.
- Crawley, M. J. 1985. Reduction of oak fecundity by low-density herbivore population. *Nature* 314: 163-164.
- Dalin, P. 2004. Food-web interactions and population variability of leaf

- beetles in managed and natural willow stands. *Acta Universitatis Agriculturae Suecicae, Silvestria* 303.
- Damman, H. 1993. *Patterns of interaction among herbivore species, in caterpillars. Ecological and Evolutionary Constraints on foraging.* Chapman and Hall, New York, pp. 131-169.
- Davis, B. N. 1983. *Insects on Nettles*, Cambridge, University Press.
- DeClerk, R. A. and J. D. Shorthouse 1985. Tissue preference and damage by *Fenusa pusilla* and *Mesa nana* (Hymenoptera, Tenthredinidae), leaf mining sawflies on white birch (*Betula papyrifera*). *Can. Entomol.* 117: 351-362.
- Eastop, V. 1979. Sternorrhyncha as angiosperm taxonomists. *Symb.Bot. Upsal.* 22(4): 120-134.
- Ehrlich, P. R. and P. H. Raven. 1964. Butterfliew and plants: a study in coevolution. *Evolution* 18: 586-608.
- Eigenbrode, S. D. and K. E. Espelie. 1995. Effects of plant epicuticular lipids on insect herbivores. *Annu. Rev. Entomol.* 40: 171-194.
- Fiedler, K. 1996. Host plant relationships of lycaenid butterflies, large-scale patterns, interactions with plant chemistry, and mutualism with ants. *Entomol. Exp. Appl.* 80: 259-267.
- Floate, K. D. and T. G. Whitham 1995. Insects as traits in plant systematics, their use indiscriminating between hybrid cottonwoods. *Can.J. Bot.* 73: 1-13.
- Fox, L. R. and P. A. Morrow 1981. Specialization, species property or local phenomenon? *Science* 211: 887-893.
- Futuyama, D. J. 1976. Food plant specialization and environmental predictability in Lepidoptera. *Am.Nat.* 110: 285-292.
- Futuyama, D. J. 1983. *Evolutionary interactions among herbivorous insects and plants.* In: Futuyama, D. J. and M. Slatkin. (eds) 1983. *Coevolution.* Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, pp. 207-231.
- Futuyama, D. J. 1998. *Evolutionary Biology.* 3rd edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Futuyama, D. J. and M. Slatkin. (eds) 1983. *Coevolution.* Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Gall, L. F. 1987. Leaflet position influences caterpillar feeding and development. *Oikos* 49: 172-176.
- Gilbert, L. E. 1971. Butterfly-plant coevolution: has *Passiflora adenopoda* won the selectional race with heliconiine butterflies? *Science* 172:

585-586.

- Harper, J. L. 1977. *Population Biology of Plants*, Academic Press, London.
- Hille Ris Lambers, D. 1979. Aphids as botanists? *Symb. Bot. Upsal.* 22(4): 114-119.
- Horner, J. D. and W. G. Abrahamson 1992. Influence on plant genotype and environmental on oviposition and offspring survival in gallmaking herbivores. *Oecologia*, 90: 323-332
- Howard, J. J., D. Raubenheimer and E. A. Bernays 1994. Population and individual polyphagy in the grasshopper *Taeniopoda eques* during natural foraging. *Entomol. Exp. Appl.* 71: 167-176.
- Janz, N. 2005. The relationship between habitat selection and preference for adult and larval food resources in the polyphagous butterfly *Vanessa cardui* (Lepidoptera: Nymphalidae) *Journal behavior* 18: 767-780.
- Janzen, D. H. 1980. When is it coevolution? *Evolution* 34: 611-612.
- Karban, R. and J. H. Myers 1989. Induced plant responses to herbivory. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 20: 331-348.
- Kennedy, C. E. 1986. Attachment may be a basis for specialization in oak aphids. *Ecol. Entomol.* 11: 291-300.
- Kennedy, C. E. and T. R. Southwood. 1984. The number of species of insects associated with British trees, a reanalysis. *J. Anim. Ecol.* 53: 455-478.
- Kimmerer T.W. and D. A. Potter. 1987. Nutrition quality of specific leaf tissues and selective feeding by a specialist leafminer. *Oecologia* 71: 548-551.
- Klausnitzer, B. 1983. Bemerkungen über die Ursachen und die Entstehung der Monophagie bei Insekten, in Verhandlungen des SIEEC X, Budapest, pp. 5-12.
- Lindstrom, J., L. Kaila and P. Niemela 1994. Polyphagy and adult body size in geometrid moths. *Oecologia* 78: 130-132.
- May, R. M. 1992. How many species inhabit the earth? *Sci. Amer.* 267(4): 18-24.
- Mitter, C. and D. R. Brooks 1983. *Phylogenetic aspects of coevolution*. In: Futuyama D.J. and Slatkin M. (eds) (1983). *Coevolution*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, pp. 65-98.
- Mooney, H. A. 1972. The carbon balance of plants. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 3: 315-346.
- Morgan, F. D. and J. R. Cobinah. 1977. Oviposition and establishment of *Urada lugens* (Walker) the gum leaf skeletoniser. *Aust. For.* 40:

44-55.

- Neal, J. J. 1993. Xylem transport interruption by *Anasa tristis* feeding causes *Cucurbita pepo* to wilt. *Entomol. Exper. Appl.* 69: 195-200.
- Nuckols, M. S. and E. F. Connor 1995. Do trees in urban or ornamental plantings receive more damage by insects than trees in natural forests? *Ecol. Entomol.* 20: 253-260.
- Ohsaki, N. and Y. Sato 1994. Food plant choice of *Pieris* butterflies as a trade-off between parasitoid avoidance and quality of plants. *Ecology* 75: 59-68.
- Pashley, D. P. 1986. Host - associated genetic differentiation in fall army-worm (Lepi doptera, Noctuidae), a sibling species complex? *Ann. Entomol. Soc. Am.* 79: 898-904.
- Pimentel, D. 1991. Diversification of biological control strategies in agriculture. *Crop Prot.* 10: 243-253.
- Pimm, S. L., G. J. Russell, J. L. Gittleman and T. M. Brooks. 1995. The future of biodiversity. *Science* 269: 347-350.
- Roughgarden, J. 1976. Resource partitioning among competing species – a coevolutionary approach. *Theor. Pop. Biol.* 9: 388-424.
- Sattaur, O. 1989. The shrinking gene pool. *N. Sci.* 1675: 37-41.
- Schoonhoven, L. M., T. Jermy and J. J. A. van Loon. 1998. *Insect-plant biology from physiology to evolution*. First edition. Chapman & Hall, London.
- Scriber, J. M. 1995. Overview of swallowtail butterflies, taxonomic and distributional latitude, in Swallowtail Butterflies. Their Ecology and Evolutionary Biology (eds J.M.Scriber Y. Tsubaki and R.C.Lederhouse), *Scientific Publications*, Gainesville FL, pp.3-8.
- Schoonhoven, L. M. 1991. Insects and host plants, 100 years of botanical instinct. *Symp. Biol. Hung.* 39: 3-14.
- Shorthouse, J. D. and O. Rohfritch 1992. *Biology of Insect-Induced Galls*, Oxford University Press, Oxford.
- Strong, D. R., J. H. Lawton and T. E. Southwood 1984. *Insects on Plants. Community Patterns and Mechanisms*. Blackwell, Oxford.
- Slansky, F. and J. M. Scriber 1985. Food consumption and utilization. In: *Comprehensive Insect Physiology, Roy. Entomol. Biochemistry and Pharmacology*, vol.4, Pergamon Press, Oxford, pp 87-163.
- Southwood, T. R. 1973. The insect plant relation ship, an evolutionary perspective. *Symp.Soc. Lond.* 6: 3-30.
- Tenow, O. 1972. The outbreaks of *Oporinia autumnata* Bkh. And *Operopht-*

- era spp. (Lep., Geometridae) in the Scandinavian mountain chain and northern Finland. 1862-1968. *Zool. Bidrag Uppsala* 2: 1-107.
- Thomson, J. N. 1988. Evolutionary ecology of the relationship between preference and performance of offspring in phytophagous insects. *Entomol. Exp. Appl.* 47: 3-14.
- Turner, J. R. G. 1981. Adaptation and evolution in Heliconius: a defense of NeoDarwinism. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 12: 99-121.
- Via, S. 1990. Ecological genetics and host adaptation in herbivorous insects, the experimental study of evolution in natural and agricultural systems. *Annu. Rev. Entomol.* 35: 421-446.
- Waterhouse, D. F. 1970. *The insects of Australia*, Melbourne University Press, Melbourne, Victoria.
- Wiklund, C. 1975. The evolutionary relationship between adult oviposition preferences and larval host plant range in *Papilio machaon* L. *Oecologia* 18: 186-197.
- Williams, K. S. and L. E. Gilbert 1981. Insects as selective agents in plant vegetative morphology: egg mimicry reduces egg laying by butterflies. *Science* 212: 467-469.
- Williams, M. A. J. 1994. *Plant Galls, Organisms, Interactions, Populations*, Clarendon Press, Oxford.

Insects and plants: Interactions of survival and evolution

**P. Karanikola, A. C. Papageorgiou
and K. Bakeas**

Abstract

Insects exist where plants are, as the most important consumers, reducing about 10% of annual plant production on our planet. The interactions between plants trying to avoid their consumption and insects wanting to optimise food exploitation are still largely unknown. There are many reasons that insect - plant relationships are of great importance. The plant kingdom and the class of insects represent two very extensive taxa of living organisms, both in abundance of species and in amount of biomass. Green plants represent the most voluminous sector of living matter on Earth, where insects are the leaders in species number. Herbivorous insects cannot exist in the absence of green plants, which serve as primary source of rich energy compounds and the great diversity developed in plants caused by the long-standing exposure to animal, especially to insects. Thus, in-

sects with their extraordinary variation in form and life history may have been one of the forces in shaping the kingdom of plants.

Key words: herbivorous plants, insects, interactions, survival, coevolution.

Μυκόρριζα – Δασικά οικοσυστήματα – Δασική πράξη

Η. Μήλιος* και Σ. Ακριτίδου

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας
και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων
e-mail: emilios@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Ο όρος μυκόρριζα προσδιορίζει τη συμβίωση ρίζας και μύκητα. Έχουν καταγραφεί διάφοροι τύποι μυκορριζών. Σε αυτή τη συμβίωση αναπτύσσεται μια σχέση αμοιβαιότητας. Ο μύκητας προμηθεύεται από τα φυτά σάκχαρα και άλλα οργανικά μόρια. Σε αντάλλαγμα, οι μυκόρριζες βελτιώνουν την ικανότητα των φυτών στην πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος. Επίσης προστατεύουν τα φυτά από παθογόνους μικροοργανισμούς και τοξικά βαρέα μέταλλα, αυξάνουν τη διάρκεια ζωής των λεπτών ριζών και, γενικότερα, καθιστούν δυνατή την επιβίωση των φυτών σε αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος. Η δημιουργία μυκόρριζας είναι ο κανόνας και όχι η εξαίρεση στη φύση. Η οικολογική φωλιά της μυκόρριζας έχει στενή σχέση τόσο με τη δέσμευση της ηλιακής ενέργειας όσο και με την ανακύκλωση της ύλης. Σε αυτά τα πλαίσια, η προσαρμογή της δασοκομικής προσέγγισης με επεμβάσεις που θα ενσωματώνουν τις αρχές προστασίας-διατήρησης-καλλιέργειας των πληθυσμών μυκόρριζας διαφοροποιώντας-συνδυάζοντας ήδη υπάρχουσες δασοκομικές μεθόδους ή και υιοθετώντας καινούργιες, δεν είναι τίποτε διαφορετικό από ένα βήμα στην προσπάθεια εξέλιξης μιας καθαρά εφαρμοσμένης επιστήμης.

Λέξεις Κλειδιά: Μυκόρριζα, οικοσύστημα, διαταράξεις, δασική πράξη.

Εισαγωγή

Η εφαρμοσμένη δασοκομία είναι η τέχνη και η επιστήμη του χειρισμού των συστάδων του δάσους με σκοπό την επίτευξη των επιδιώξεων του ανθρώπου, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής διάφορων ειδών αγαθών και υπηρεσιών (Frankling κ.α. 1997). Παράλληλα, προσπαθεί να εξασφαλίσει τη μακροχρόνια συνέχεια των ουσιωδών οικολογικών λειτουργιών και την υγεία και παραγωγικότητα των δασικών οικοσυστημάτων (Nyland 1996). Το μέγιστο, άμεσο ή έμμεσο, οικονομικό αποτέλεσμα θα πρέπει να επιτευχθεί μέσα στα πλαίσια μιας σταθερής βιοκοινοτικής και, γενικότερα, οικολογικής ισορροπίας και σταθερότητας (Ντάφης, 1986,1989).

Η δασοκομία όμως είναι μια επιστήμη εφαρμοσμένης οικολογίας η οποία δεδομένης της έλλειψης ολοκληρωμένης και πλήρους γνώσης καλείται να λειτουργήσει κάτω από το πρίσμα της λελογισμένης και περιεσκεμμένης κρίσης του δασοκομούντα δασολόγου (Smith κ.α. 1997). Η αποδοχή ότι οι αλληλεξαρτήσεις των ειδών μέσα σε ένα οικοσύστημα συνδέονται με τη λειτουργία του οικοσυστήματος (Perry 1994), σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η έρευνα της δασικής οικολογίας, χωρίς να μας παρέχει την απόλυτη γνώση, δίνει όλο και περισσότερες πληροφορίες γύρω από τη σύνθεση και την οικολογική θέση στη λειτουργία του οικοσυστήματος διάφορων πληθυσμών του δάσους καθώς και τις συνέπειες των διάφορων ειδών διαταράξεων πάνω στη δομή και τη δυναμική τους, οδηγούν στην εμφάνιση νέων δασοκομικών προσεγγίσεων, με επακόλουθο την αντίστοιχη εξέλιξη των διάφορων επεμβάσεων και μεθόδων.

Σε αυτά τα πλαίσια, η προσαρμογή της δασοκομικής προσέγγισης με επεμβάσεις που θα ενσωματώνουν τις αρχές προστασίας–διατήρησης–καλλιέργειας των πληθυσμών μυκόρριζας διαφοροποιώντας–συνδυάζοντας ήδη υπάρχουσες δασοκομικές μεθόδους ή και υιοθετώντας καινούργιες, δεν είναι τίποτε διαφορετικό από ένα βήμα στην προσπάθεια εξέλιξης μιας καθαρά εφαρμοσμένης επιστήμης.

Μυκόρριζα

Ο όρος μυκόρριζα προσδιορίζει τη συμβίωση ρίζας και μύκητα. Σε αυτή τη συμβίωση αναπτύσσεται μια σχέση αμοιβαιότητας. Ο μύκητας προμηθεύεται από τα φυτά σάκχαρα και άλλα οργανικά μόρια (Perry 1994), απαραίτητα για την επιβίωσή του, ως αποτέλεσμα της έλλειψης ικανότητας–δυνατότητας να φωτοσυνθέσει. Σε αντάλλαγμα, μέσω των δομών που δημιουργούνται στις μυκόρριζες βελτιώνεται η ικανότητα των φυτών στην πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, ιδιαίτερα στοιχείων όπως ο φώσφορος, του οποίου η παρουσία στο εδαφικό διάλυμα, σε μορφές που μπορούν να προσληφθούν από φυτά δίχως μυκόρριζα, είναι μικρή (Perry 1994, Gehring και Whitham 1991). Επίσης οι μυκόρριζες προστατεύουν τα φυτά από παθογόνους μικροοργανισμούς και τοξικά βαρέα μέταλλα (Marx, 1972, Perry κ.α. 1992, Dodd, 2000, Borowicz, 2001), αυξάνουν τη διάρκεια ζωής των λεπτών ριζών και, γενικότερα, καθιστούν δυνατή την επιβίωση των φυτών σε αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος, όπως σε ξηρά και φτωχά σε θρεπτικά στοιχεία εδάφη (Alexopoulos κ.ά., 1996, Dodd, 2000).

Η συμβίωση αυτή είναι ο κανόνας και όχι η εξαίρεση στη φύση (Schenck 1984), καθώς όλα τα κωνοφόρα και η συντριπτική πλειονότητα των αγγειόσπερμων σχηματίζουν υποχρεωτικά μυκόρριζα και μόνο ένας σχετικά μικρός αριθμός των τελευταίων εμφανίζονται να είναι προαιρετικοί φορείς της μυκόρριζας.

Πολλές από τις μυκόρριζες που δημιουργούνται δεν παρέχουν στα φυτά τα πλεονεκτήματα που προαναφέρθηκαν στον ίδιο βαθμό. Κάποιες έχουν μεγαλύτερη δυνατότητα πρόσληψης νερού, άλλες είναι πιο αποτελεσματικές στην προστασία από παθογόνα, μερικές λειτουργούν κυρίως σε οργανικά στρώματα του εδάφους και άλλες στο ορυκτό έδαφος (Perry 1994).

Σε όλους τους τύπους της μυκόρριζας ο μύκητας δημιουργεί ένα εξωτερικό δίκτυο υφών, από τη μυκόρριζα στο περιβάλλον έδαφος, αυξάνοντας την ικανότητα πρόσληψης νερού και θρεπτικών στοιχείων από το φυτό (Perry 1994).

Οι μυκόρριζες διαιρούνται σε τύπους με βάση διάφορα μορφολογικά δομικά χαρακτηριστικά που εμφανίζουν, ανάλογα με το αν οι υφές που δημιουργούνται διαπερνούν τα κύτταρα του φυτού ή περιβάλλουν-περικλείουν τα κύτταρα της ρίζας (Harley και Smith, 1983). Οι πιο σημαντικοί τύποι είναι αυτοί της εκτομυκόρριζας (EM), της κυστοειδούς-δενδροειδούς (Vesicular-arbuscular) μυκόρριζας (VAM ή AM) και της μυκόρριζας τύπου Erica (Ericoid mycorrhizae). Η κατάταξη σε περαιτέρω τύπους συνδέεται κυρίως με το γένος των φυτών που δημιουργούν μυκόρριζα και λιγότερο με μορφολογικά – δομικά χαρακτηριστικά της συμβίωσης.

Οι υφές της εκτομυκόρριζας (EM) περικλείουν τις επιφάνειες των ριζών, δημιουργώντας τον ονομαζόμενο «μανδύα», ο οποίος δίνει στα ακρορίζια μια αποστρογγυλωμένη εμφάνιση (Perry 1994). Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό της είναι ότι οι μυκηλιακές υφές δεν εισέρχονται στα κύτταρα της ρίζας των φυτών, αλλά απλώς διαπερνούν τους χώρους ανάμεσα στα κύτταρα τα οποία περικλείουν, δημιουργώντας ένα σύστημα υφών το οποίο ονομάζεται δίκτυο «Harting» (Perry 1994). Επίσης χαρακτηρίζεται από ένα εκτεταμένο εξωτερικό δίκτυο υφών. Σε κάποιες περιπτώσεις, και συγκεκριμένα σε κάποια είδη φυτών, οι υφές εισχωρούν στα κύτταρα της ρίζας δημιουργώντας ένα είδος μυκόρριζας το οποίο ονομάζεται εκτοενδομυκόρριζα.

Η EM δημιουργείται κυρίως σε πολυετή ξυλώδη φυτά. Πολλά είδη φυτών που εμφανίζονται τόσο στα δάση των υποτροπικών και εύκρατων περιοχών όσο και στα δάση των ψυχρόβιων κωνοφόρων δημιουργούν εκτομυκόρριζες, όπως π.χ. πολλά γένη των οικογενειών: Pinaceae, Fagaceae,

Myrtaceae και Betulaceae (Harley και Smith, 1983). Επίσης EM δημιουργούν πολλά ευρέως διαδεδομένα δενδρώδη είδη των τροπικών περιοχών (Perry 1994).

Το είδος αυτό της μυκόρριζας δημιουργείται από χιλιάδες είδη μυκητών, οι οποίοι στη μεγάλη πλειονότητά τους είναι βασιδιομύκητες και ασκομύκητες (Perry κ.α. 1992). Τα καρποσώματα των πρώτων είναι τα γνωστά μας μανιτάρια, ενώ οι δεύτεροι δημιουργούν διάφορων ειδών καρποσώματα. Επίσης, οι γνωστές μας, ιδιαίτερα εύγευστες, (υπόγειες) τρούφες είναι καρποσώματα που δημιουργούνται τόσο από βασιδιομύκητες όσο και από ασκομύκητες (Perry 1994).

Η κυστοειδής-δενδροειδής μυκόρριζα (VAM ή, όπως προτιμάται σήμερα, AM) ανήκει στη μεγάλη κατηγορία των ενδομυκόρριζών. Στις συμβιώσεις αυτές ο μύκητας ζει μέσα στα κύτταρα (Wilcox 1991) και κύρια χαρακτηριστικά τους είναι ο μη εμφανής μανδύας του μυκηλίου γύρω από τις ρίζες και η διείσδυση των μυκηλιακών υφών στα κύτταρα του φλοιού, σε αντίθεση με την εκτομυκόρριζα που φθάνει μέχρι την ενδοδερμίδα.

Η VAM σχηματίζει μέσα στα κύτταρα της ρίζας ή μεταξύ αυτών, διχοτομικώς διακλαδισμένους μυζητήρες (arbuscular) και κυστοειδείς διογκώσεις των υφών (vesicles) (Ζάχος κ.ά. 1984). Οι ρίζες που σχηματίζουν τέτοιου είδους μυκόρριζα συχνά δε διαφέρουν εξωτερικά από τις μη «προσβεβλημένες» ρίζες, με αποτέλεσμα η συμβίωση να μην είναι ορατή με γυμνό μάτι (Molina and Trappe 1984). Τα σπόρια σε αυτή την περίπτωση παράγονται πάντα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

Οι μύκητες που δημιουργούν VAM είναι από την οικογένεια Endogonaceae (υποδιαίρεση Zygomycotina, τάξη Mucorales) και όλοι ανήκουν στα τέσσερα γένη: Glomus, Acaulospora, Gigaspora και Sclerocystis (Isaac 1992). Η μεγάλη πλειονότητα των φυτών δημιουργούν VAM, περιλαμβανομένων των περισσότερων ειδών των υγρών τροπικών δασών, αλλά και πολλών φυλλοβόλων ειδών που συναντώνται στις εύκρατες περιοχές και αρκετών κωνοφόρων (Perry 1994).

Στη μυκόρριζα του τύπου Erica, η οποία είναι μια ενδομυκόρριζα, η αποίκηση του ξενιστή από το μύκητα παρατηρείται στα φλοιώδη κύτταρα και οι μυκηλιακές υφές δε διεισδύουν μέσα στον κεντρικό κύλινδρο (Isaac 1992). Εμφανίζεται στα φυτά των υποοικογενειών Ericoideae, Rhododendroideae, Vaccinioideae και σε φυτά των οικογενειών Ephachridaceae και Empetraceae (Isaac 1992). Οι μύκητες που σχηματίζουν αυτήν τη μυκόρριζα είναι κυρίως ασκομύκητες. Σύμφωνα με το Read (1991), οι μύκητες που δημιουργούν τη μυκόρριζα του τύπου Erica έχουν προσαρμοστεί στην α-

ποικοδόμηση της οργανικής ουσίας.

Εν κατακλείδι είναι δυνατόν να ισχυρισθούμε ότι στα δάση κωνοφόρων των ορεινών και εύκρατων περιοχών, όπως και στα δάση ψυχρόβιων κωνοφόρων κυριαρχούν τα είδη που δημιουργούν εκτομυκόρριζα. Η ίδια εικόνα εμφανίζεται στα μικτά δάση κωνοφόρων – πλατύφυλλων σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα, όπου τόσο τα κωνοφόρα όσο και τα πλατύφυλλα δημιουργούν κυρίως εκτομυκόρριζες. Στα μικτά δάση όμως των εύκρατων περιοχών με βροχές το καλοκαίρι παρουσιάζεται μια ομοιόμορφη εμφάνιση της EM και της VAM (Perry κ.α. 1992). Όπως προαναφέρθηκε, η VAM μυκόρριζα κυριαρχεί στα υγρά τροπικά δάση, χωρίς απαραίτητα να λείπουν οι EM. Χαρακτηριστικό όμως είναι το γεγονός ότι σε δάση των τροπικών περιοχών που αναπτύσσονται στα φτωχά σε φώσφορο εδάφη κυριαρχούν δέντρα που δημιουργούν εκτομυκόρριζα (Ashton 1988, Newbery κ.ά. 1988). Η απάντηση μπορεί να κρύβεται στην ικανότητα των EM να αποθηκεύουν θρεπτικά στοιχεία στο μυκηλιακό «μανδύα» από υφές που δημιουργούνται στις ρίζες των φυτών (Hogberg 1986), γεγονός που τους δίνει ένα συγκριτικό πλεονέκτημα στα άγονα εδάφη περιοχών με χαρακτηριστικές διαφορετικές εποχές, όπως υγρές-ξηρές εποχές σε τροπικές περιοχές (Harley και Smith, 1983). Σύμφωνα με άλλους ερευνητές (Ashton 1988, Janos 1980), η υπεροχή της EM οφείλεται στην ικανότητά της (τουλάχιστον κάποιων μορφών της) να δημιουργεί τα λεγόμενα ριζόμορφα, τα οποία είναι ομάδες, εξωτερικών της ρίζας, υφών του μύκητα, οι οποίες με τα συμπλέγματα που δημιουργούν έχουν τη μορφή σχοινού.

Η συμβίωση ρίζας-μύκητα στη φύση δεν είναι μια αποκλειστική σχέση ανάμεσα στις ρίζες ενός είδους φυτού και σε ένα συγκεκριμένο μύκητα, πάντα τον ίδιο ή (μόνο έναν) διαφορετικό κάθε φορά και για όλη τη διάρκεια ζωής των φυτών. Οι Cullings κ.ά. (2000) δεν παρατήρησαν ιδιαίτερη εξειδίκευση ανάμεσα σε συγκεκριμένα είδη δέντρων και συγκεκριμένων μυκητών στη δημιουργία μυκόρριζας σε ένα μικτό δάσος *Picea engelmannii* – *Pinus contorta* στο Εθνικό Πάρκο Yellowstone των Η.Π.Α. Αντίθετα, ένα συγκεκριμένο δέντρο σε μια χρονική στιγμή της ζωής του είναι δυνατόν να εμφανίζει περισσότερες από 10 EM στο ριζικό του σύστημα, ενώ στη συνολική διάρκεια της ζωής του ο αριθμός αυτός μπορεί να είναι κατά πολύ μεγαλύτερος. Επίσης, όλα τα είδη, γένη ή οικογένειες φυτών δεν είναι συνδεδεμένα αποκλειστικά με συγκεκριμένου τύπου μυκόρριζα, καθώς υπάρχουν αρκετά γένη τα οποία δημιουργούν τόσο EM και όσο VAM (Perry 1994). Κάποια μάλιστα είδη της οικογένειας Pinaceae που μέχρι σχετικά πρόσφατα θεωρούνταν ότι δημιουργούσαν αποκλειστικά EM αποδείχτηκε ότι δη-

μιουργούν και VAM (Cazares και Smith 1992). Οι Arveby και Granhall (1998) παρατήρησαν μια διαδοχή VAM – EM στο ριζικό σύστημα του *Alnus incana* σε σχέση με την ηλικία των φυτών.

Οι διαφορετικές σταθμικές συνθήκες είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε μια μεταβολή της σύνθεσης της βιοκοινότητας των μυκητών που δημιουργούν μυκόρριζα. Οι Lilleskon κ.ά. (2002) αναφέρουν ότι η αύξηση πιθανώς του διαθέσιμου N (λόγω ανθρωπογενών διαταράξεων) συνοδεύεται από μια αντίστοιχη μετάβαση στην κοινότητα των μυκητών, από είδη που δημιουργούν EM εξειδικευμένα στην πρόσληψη N προς άλλα που είναι προσαρμοσμένα σε συνθήκες υψηλής διαθεσιμότητας N.

Η ποικιλία μυκορριζών που δημιουργεί στο ριζικό του σύστημα ένα φυτό είναι δυνατόν να αυξάνει την ικανότητά του να καταλαμβάνει διαφορετικές οικολογικές φωλιές, κάτω από το έδαφος, με αποτέλεσμα να εκμεταλλεύεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το βιοτικό και αβιοτικό υπεδάφιο περιβάλλον, διευρύνοντας κατ' αυτό τον τρόπο τον αυξητικό του χώρο (Perry κ.α. 1992). Όμως δεν πρέπει να υποθέσουμε ότι η ποικιλότητα των μυκορριζών που δημιουργούνται στο ριζικό σύστημα ενός φυτού συνδέεται πάντα γραμμικά με την παραγωγικότητα του φυτού. Οι Jonsson κ.ά. (2001) αναφέρουν ότι η επίδραση της ποικιλότητας των μυκητών που δημιουργούν EM στην παραγωγικότητα των αρτιφύτρων *Pinus sylvestris* και *Betula pendula* είχε σχέση με το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών και είναι δυνατόν να είναι θετική, αρνητική ή και ουδέτερη. Το υπόστρωμα όπου αναπτύσσεται η συμβίωση είναι δυνατόν να έχει καθοριστική επίδραση πάνω της. Οι Gutierrez κ.ά. (2003) αναφέρουν ότι είναι δυνατόν ο τύπος της μυκόρριζας που σχηματίζεται να εξαρτάται από τις συνθήκες ανάπτυξης της μυκόρριζας και όχι από το είδος του μύκητα που την δημιουργεί.

Σε σχέση με τις παραπάνω παρατηρήσεις και αναφορές, θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι τα φυτά δεν είναι σε καμία περίπτωση υποχρεωτικά συνδεδεμένα με συγκεκριμένες μυκόρριζες. Ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος όπου αναπτύσσονται (π.χ. διαθεσιμότητα ή όχι θρεπτικών στοιχείων) προσαρμόζουν και τον αριθμό, την ποικιλότητα και τους τύπους μυκόρριζας που δημιουργούν (Perry κ.α. 1992). Αυτή είναι και η απάντηση στους ισχυρισμούς που έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς (Fitter 1991), ότι μια μυκόρριζα είναι δυνατόν να αποδειχθεί επιζήμια για το φυτό (λόγω κατανάλωσης προϊόντων φωτοσύνθεσης) σε γόνιμους σταθμούς, στην περίπτωση που η αναλογία κόστους-οφέλους διατήρησης της συμβίωσης μειώνει την ανταγωνιστική ικανότητα του φυτού.

Η Οικολογική θέση της Μυκόρριζας

Σύμφωνα με τον Perry (1994) κανένας οργανισμός δεν έχει άμεσα τη δυνατότητα να δεσμεύει ηλιακή ενέργεια και ταυτόχρονα να ανακυκλώνει την ύλη. Η οικολογική φωλιά της μυκόρριζας έχει στενή σχέση και με τις δύο θεμελιώδεις λειτουργίες του οικοσυστήματος.

Η αυξημένη δυνατότητα πρόσληψης νερού και κυρίως θρεπτικών στοιχείων που παρέχεται μέσω της μυκόρριζας στα φυτά, αποτελεί μian ιδιαίτερα σημαντική συνεισφορά της συμβίωσης στην ανακύκλωση των ανόργανων στοιχείων του οικοσυστήματος, ιδιαίτερα μάλιστα στις περιπτώσεις όπου γίνεται δυνατή η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από νεκρή οργανική ουσία. Η καλύτερη πρόσβαση του φυτού σε θρεπτικά στοιχεία και νερό, ιδιαίτερα σε μη γόνιμους σταθμούς, οφείλεται στη μεγαλύτερη προσροφητική επιφάνεια του ριζικού συστήματος, στη δημιουργία από τις μυκόρριζες χημικών ενώσεων που διευκολύνουν την προσρόφηση ανόργανων και οργανικών θρεπτικών στοιχείων-ουσιών, στην ικανότητα των υφών να εισχωρούν σε τριχοειδείς πόρους, όπου ούτε τα ριζικά τριχίδια έχουν δυνατότητα πρόσβασης, όπως και στην ικανότητα του ριζικού συστήματος να εκμεταλλεύεται μεγαλύτερο όγκο εδάφους μέσω των εκτεταμένων εξωτερικών υφών (Perry 1994, Sylvia 1998).

Εκτός όμως των παραπάνω, η ύπαρξη μυκορριζών, σε πολλές περιπτώσεις, επηρεάζει και το ρυθμό και την ταχύτητα αποσύνθεσης της νεκρής οργανικής ύλης. Οι Entry κ.ά. (1991) αναφέρουν ότι σε ένα δάσος από *Pseudotsuga menziesii* ο μύκητας *Hysterangium setchelli* δημιουργεί ένα βελτιωμένο μικροπεριβάλλον για την αποσύνθεση της νεκρής οργανικής ύλης, με αποτέλεσμα μια πιο ταχεία απελευθέρωση των N, P, K, και Mg, καθώς και μια πιο αποτελεσματική προσρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από το εδαφικό διάλυμα. Οι Perez Moreno και Read (2001α), μετά από πείραμά τους με φυτά *Betula pendula*, που είτε εμφάνιζαν μυκόρριζα είτε όχι, ισχυρίζονται ότι η μυκόρριζα ανακυκλώνει τα θρεπτικά στοιχεία που περιέχονται στη νεκρομάζα των νηματοειδών πολύ πιο αποτελεσματικά από ό,τι η σαπροτροφική τροφική αλυσίδα. Οι ίδιοι ερευνητές (2001β), χρησιμοποιώντας το ίδιο δασοπονικό είδος, αναφέρουν ότι η μυκόρριζα που δημιουργεί με το μύκητα *Paxillus involutus* επαναπροσλαμβάνει μια σημαντική ποσότητα P και N που περιέχονται στη γύρη που παράγεται, επιδρώντας καταλυτικά στην αναπαραγωγική ικανότητα του είδους, αλλά και των δασών των ψυχρόβιων κωνοφόρων γενικότερα.

Έστω και αν ανάμεσα στους μύκητες που δημιουργούν μυκόρριζα συναντάμε τόσο αυτούς οι οποίοι επιβιώνουν υποχρεωτικά μέσω των συμβιώ-

σεων χρησιμοποιώντας τον άνθρακα που προσλαμβάνουν από το φυτό ξενιστή όσο και αυτούς που έχουν τη δυνατότητα να διατηρηθούν ανοργανοποιώντας οργανικό άνθρακα από νεκρή οργανική ύλη, λειτουργώντας σαπροφυτικά (Sylvia 1998), η συμμετοχή της μυκόρριζας στη δέσμευση και μεταφορά ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντική. Η δυνατότητα που δίνεται στα φυτά να επιβιώνουν, να αναπτύσσονται και να διαιωνίζονται, ουσιαστικά να δεσμεύουν ενέργεια μέσω της δημιουργίας μυκόρριζας, είναι μια έμμεση, αλλά ιδιαίτερος ουσιαστική, συνεισφορά της συμβίωσης στη βιοκοινότητα των αυτότροφων φυτών σε αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος, όπως, σε ξηρά και φτωχά σε θρεπτικά στοιχεία εδάφη. Εκτός αυτών, όμως, η ροή άνθρακα από τα φυτά προς το έδαφος μέσω των μυκορριζών και κυρίως των εξωτερικών υφών τους αποτελεί την πηγή ενέργειας για τη δημιουργία μιας μοναδικής μικροβιακής κοινότητας της μυκορριζόσφαιρας, πολλά είδη της οποίας ευνοούν την αύξηση των φυτών μέσα από μηχανισμούς θετικών αναδράσεων (Perry 1994, Sylvia 1998). Οι οργανισμοί της βιοκοινότητας αυτής τρέφονται από εκκρίσεις των λεπτών ριζών και των μυκορριζών. Το σύνολο των ριζών, μυκορριζών και των οργανισμών της μυκορριζόσφαιρας αποτελούν κρίκους της «ζωντανής» υπεδάφιας τροφικής αλυσίδας, η οποία στηρίζεται σε ζωντανά φυτικά υλικά (εκκρίσεις κ.τ.λ.) (Perry 1994). Οι επιστήμονες της εδαφολογίας τα τελευταία χρόνια κατανοούν όλο και περισσότερο την ιδιαίτερη σημασία που έχει η ροή αυτή του άνθρακα στη δημιουργία εδαφικών συσσωματωμάτων και στη διατήρηση ενός υγιούς συστήματος φυτών-εδάφους (Sylvia 1998).

Σε πλήθος περιπτώσεων έχει αποδειχθεί ότι μέσω δικτύου κοινών μυκηλιακών υφών άτομα του ίδιου είδους, όπως και άτομα διαφορετικών ειδών, ακόμη και άτομα του ανωρόφου και υπορόφου (ή και θάμνοι), μοιράζονται την ίδια μυκόρριζα, ανταλλάσσοντας μέσω αυτής τόσο θρεπτικά στοιχεία όσο και άνθρακα (Perry κ.ά. 1992, Perry 1994, Wilkinson 1998, Onguene και Kuypers 2002, Kennedy κ.ά. 2003). Αν και η οικολογική σημαντικότητα του φαινομένου αυτού δεν είναι ξεκάθαρη, το γεγονός ότι έχει αποδειχθεί, σε κάποιες περιπτώσεις, η μεταφορά ορισμένης ποσότητας υδατανθράκων από άτομα που έχουν άμεση πρόσβαση στο φως σε άτομα που αναπτύσσονται στη σκιά (Perry 1994), σε συνδυασμό με την ύπαρξη σύνδεσης με κοινή μυκόρριζα μεταξύ ατόμων που ανήκουν σε θεωρητικά ανταγωνιστικά είδη (Horton και Bruns 1998), υποδηλώνουν τη σχετικότητα του είδους των σχέσεων που αναπτύσσονται ανάμεσα στα φυτά, οι οποίες είναι δυνατόν να κινούνται από τον ανταγωνισμό έως την αμοιβαία ευνόηση.

Η μυκόρριζα συνδέεται με σχέσεις αλληλεπίδρασης τόσο με οργανισμούς που συμμετέχουν στις υπεδάφινες τροφικές αλυσίδες όσο και με αυτούς που συνεισφέρουν στη ροή ενέργειας πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Εξάλλου, τα τελευταία χρόνια αυξάνεται διαρκώς η κατανόηση των στενών δεσμών που υπάρχουν ανάμεσα σε αυτές τις διαφορετικές τροφικές αλυσίδες (Gange και Brown 2002).

Είναι γνωστή η ιδιαίτερα θετική επίδραση συγκεκριμένων ειδών βακτηρίων στη δημιουργία μυκόρριζας σε διάφορα δενδρώδη είδη (Duronnois και Garbaye 1991α, Garbaye 1994, Founoune κ.ά 2002). Τα βακτήρια αυτά έχουν ονομαστεί ως mycorrhization helper bacteria (βοηθητικά στη δημιουργία μυκόρριζας βακτήρια). Επιδρούν με διάφορους τρόπους, όπως ο ερεθισμός της σαπροφυτικής αύξησης του μύκητα και η παραγωγή φαινολικών ενώσεων που αυξάνει την επιθετικότητα του μύκητα που δημιουργεί μυκόρριζα κ.α. (Duronnois και Plenchette 2003). Η επίδραση αυτή είναι τόσο ξεκάθαρη, ώστε πολλές φορές τα βακτήρια αυτά χρησιμοποιούνται στην παραγωγή φυτών με μυκόρριζα σε φυτώρια (Duronnois και Garbaye 1991β). Σε κάποιες συγκεκριμένες περιπτώσεις μάλιστα η χρήση τέτοιων βακτηρίων απομακρύνει την ανάγκη της απολύμανσης των εδαφών στα φυτώρια (Garbaye 1994).

Μια ιδιαίτερα γνωστή αλληλεπίδραση είναι αυτή ανάμεσα στις μυκόρριζες και στις άζωτοδεσμευτικές συμβιώσεις ρίζας-μικροοργανισμών, λόγω του ότι η δέσμευση του N_2 είναι σχετικά απαιτητική σε P. Στην περίπτωση αυτή, η σχέση ανάμεσα στις δύο αυτές συμβιώσεις είναι η συνεργασία, η οποία οδηγεί σε μια μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άζωτο και φώσφορο από ό,τι θα υπήρχε, αν υφίστατο μόνο η μία συμβίωση στα ψυχανθή (Sylvia 1998). Ακόμη και το ότι οι μυκόρριζες προστατεύουν τα φυτά από παθογόνους μικροοργανισμούς είναι αποτέλεσμα μιας έμμεσης ή άμεσης αλληλεπίδρασης ανάμεσα στις μυκόρριζες και τους οργανισμούς αυτούς (Sylvia 1998, Borowicz 2001).

Οι μυκόρριζες (και οι μύκητες που συμμετέχουν σε αυτές) δημιουργούν αλληλεπιδράσεις και με οργανισμούς οι οποίοι δραστηριοποιούνται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, είτε μέσω του ξενιστή είτε χωρίς την παρεμβολή του. Όσον αφορά την πρώτη περίπτωση, οι Gange κ.ά. (2002) αναφέρουν ότι οι AM μύκητες (με τις μυκόρριζες που δημιουργούν) είναι δυνατόν να επηρεάσουν την εξειδίκευση (τροφική) των φυτοφάγων εντόμων, μέσω χημικών μεταβολών στο φύλλωμα των φυτών που φέρουν την αντίστοιχη μυκόρριζα. Η κατανάλωση των υπέργειων (μανιτάρια) ή και υπόγειων καρποσωμάτων (τρούφες) των μυκητών, που δημιουργούν μυκόρ-

ριζες, από ζώα (Perry 1994) και η μεταφορά των σπορίων τους σε μακρινές αποστάσεις, με αποτέλεσμα τη διάδοσή τους, αποτελεί παράδειγμα της δεύτερης περίπτωσης.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι πολλές από τις λειτουργικές επιδράσεις των μυκητών οι οποίοι δημιουργούν μυκόρριζες (όπως π.χ. η υπόγεια σύνδεση και μεταφορά θρεπτικών ουσιών ανάμεσα σε φυτά) έχουν τεκμηριωθεί σε ελεγχόμενα πειράματα και η σημαντικότητά τους στη φύση δεν είναι πλήρως κατανοητή, αν και η μελέτη αυτών των επιδράσεων, σε φυσικά οικοσυστήματα, είναι ιδιαίτερα δύσκολη. Γενικότερα, σύμφωνα με τους VanderHeijden κ.ά. (1998), η ποικιλότητα των μυκητών που δημιουργούν μυκόρριζα (συγκεκριμένα AM) καθορίζει την ποικιλότητα των φυτών καθώς και τη μεταβλητότητα και παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων.

Διαταράξεις και Μυκόρριζα

Σύμφωνα με τους White και Pickett (1985), ‘μια διατάραξη είναι κάθε συγκεκριμένο γεγονός το οποίο αναστατώνει, αποδιοργανώνει ένα οικοσύστημα, μια κοινότητα ή μια πληθυσμιακή δομή και μεταβάλλει τους πόρους, τη διαθεσιμότητα υποστρωμάτων ή το φυσικό περιβάλλον’.

Η σχέση των διαταράξεων με τη συμβίωση της μυκόρριζας είναι δυνατόν να αναλυθεί ακολουθώντας δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη προσέγγιση αναφέρεται στην επίδραση των διάφορων ειδών διαταράξεων πάνω στις κοινότητες και στην ποικιλία των μυκορριζών και των μυκητών που δημιουργούν μυκόρριζες, ενώ η δεύτερη στο ρόλο που διαδραματίζουν οι μυκόρριζες στην «επαναφορά» του οικοσυστήματος στην προηγούμενη των διαταράξεων ισορροπία ή στη μετάβασή του σε μια νέα ισορροπία.

Η λίπανση των δασικών οικοσυστημάτων είναι δυνατόν, σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό, να χαρακτηριστεί ως διατάραξη. Έρευνες σε κοινότητες εκτομυκορριζών οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η λίπανση επέφερε μια μεταβολή στη σύνθεση της κοινότητας των μυκορριζών και των μυκητών που δημιουργούν μυκόρριζα (Fransson κ.ά. 2000, Pampolina κ.ά. 2002). Όπως είναι αναμενόμενο, η επίδρασή της λίπανσης στην κοινότητα των μυκορριζών εξαρτάται από το είδος της, τη συχνότητά της κ.τ.λ., αλλά και από τα είδη των μυκητών που δημιουργούν μυκόρριζες. Μια συναφής, ως ένα βαθμό, με τη λίπανση διατάραξη είναι η ρύπανση – μόλυνση του περιβάλλοντος από διάφορου είδους ρυπαντές. Όλες οι μορφές των ρυπαντών μεταβάλλουν τις υπεδάφειες κοινότητες των μυκητών που δημιουργούν μυκόρριζες, αλλά το κατά πόσο οι αλλαγές αυτές θα έχουν μακροχρόνια διάρκεια δεν είναι ξεκάθαρο σήμερα (Jansen 1991, Cairney και Meharg 1999).

Ωστόσο, οι επιδράσεις της ρύπανσης στις μυκόρριζες δεν είναι σαφείς, αφού υπάρχουν αντικρουόμενα αποτελέσματα (Dighton και Jansen 1991). Σύμφωνα με τους Cairney και Meharg (1999), το μεγαλύτερο πρόβλημα στην πρόγνωση των συνεπειών της ρύπανσης σε σχέση με τις κοινότητες μυκητών που δημιουργούν μυκόρριζες είναι η περιορισμένη κατανόηση της λειτουργικής σημαντικότητας που εμφανίζει η ποικιλότητα των προαναφερθέντων μυκητών. Επί του πρακτέου, σε πάρα πολλές περιπτώσεις η παρατηρούμενη μείωση της ποικιλότητας των εκτομυκορριζών, των μυκητών που τις δημιουργούν και η μείωση της παραγωγής σποροκαρπίων που παρατηρείται σε διάφορες περιοχές της Ευρώπης είναι αποτέλεσμα διάφορων παραγόντων διατάραξης, αλλά και μεταβολών, όπως η ρύπανση (π.χ. αύξηση του διαθέσιμου αζώτου), η διαδοχή που παρατηρείται στα δασικά οικοσυστήματα, ο τρόπος διαχείρισης, η συλλογή εδώδιμων καρποσωμάτων κτλ. Η αλληλεπίδραση των παραπάνω παραγόντων είναι δυνατόν να έχει διαφορετικά αποτελέσματα σε διαφορετικές περιοχές (Arnolds 1991).

Ένας άλλος παράγοντας διατάραξης είναι οι πυρκαγιές. Η επίδρασή τους στις διάφορες κοινότητες των μυκορριζών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ένταση της πυρκαγιάς. Τα αποτελέσματα των διαφορετικής έντασης πυρκαγιών είναι πιο ξεκάθαρα σε δάση κωνοφόρων όπου απουσιάζει η παραβλαστική ικανότητα των ειδών. Στα δάση κωνοφόρων των εύκρατων περιοχών, όπου συχνά οι πυρκαγιές είναι μεγάλης έντασης, καταστρέφοντας το μεγαλύτερο μέρος της συστάδας και της οργανικής ουσίας του εδάφους, η κοινότητα των μυκητών που δημιουργούν EM, που υπήρχε πριν από την πυρκαγιά, εξολοθρεύεται, ενώ, αμέσως μετά, ξεκινά μια διαδοχή των μυκητών αυτών (Grogan κ.ά. 2000, Dahlberg 2002). Αντίθετα, στα δάση των ψυχρόβιων κωνοφόρων των βόρειων περιοχών, όπου οι πυρκαγιές εμφανίζονται με μικρή ένταση, δεν παρατηρείται διαδοχή των EM μυκητών και των μυκορριζών που δημιουργούν ούτε ιδιαίτερη μεταβολή της ποικιλότητάς τους. Το σημαντικό στοιχείο σε αυτήν την περίπτωση είναι η επιβίωση των ξενιστών δέντρων μετά τις μικρής έντασης πυρκαγιές, με αποτέλεσμα την επιβίωση των αντίστοιχων μυκητών και μυκορριζών (Jonsson κ.ά. 1999α, Dahlberg 2002).

Τι συμβαίνει όμως με την επίδραση των ανθρωπογενών διαταράξεων, όπως είναι η καλλιέργεια του δάσους ή η εφαρμογή διάφορων δασοκομικών συστημάτων ή πρακτικών. Αν και η διεθνής βιβλιογραφία είναι δυνατόν να χαρακτηριστεί «φτωχή» σε απαντήσεις γύρω από το συγκεκριμένο ερώτημα και αναφέρεται κυρίως στις EM, διαφαίνεται ότι, όσο αυξάνεται η ένταση των υλοτομιών, τόσο αυξάνεται ο κίνδυνος μεταβολής της κοινότητας των

μυκορριζών σε ένα δάσος. Σε επεμβάσεις ή δασοκομικά συστήματα, όπου απομακρύνεται, επιλεκτικά και σταδιακά, ένας αριθμός δέντρων, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σχετικά μικρά διάκενα, η δομή της κοινότητας των μυκορριζών των φυταρίων που αναπτύσσονται στα διάκενα αυτά δεν επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό ούτε μεταβάλλονται σημαντικά οι κοινότητες μανιταριών (καρποσώματα EM) (Kranabetter και Kroeger 2001, DeBellis κ.ά. 2002). Όταν το μέγεθος των διακένων αυξάνεται (ουσιαστικά η απουσία ξενιστών εμφανίζεται σε μεγαλύτερη έκταση και οι συνθήκες του περιβάλλοντος αλλάζουν), τότε μεταβάλλεται η κοινότητα των EM με παράλληλη (σε πολλές περιπτώσεις) μείωση της ποικιλότητας των μυκητών που δημιουργούν EM σε σχέση με το δασογενές περιβάλλον (Kranabetter και Wylie 1998, Kranabetter και Friesen 2002). Όταν οι επεμβάσεις παίρνουν τη μορφή αποψιλωτικών υλοτομιών και ιδιαίτερα στις περιπτώσεις ειδών που δεν παραβλαστώνουν, τότε σε πάρα πολλές περιπτώσεις εμφανίζεται μείωση της αποίκησης των ριζών των νεαρών φυταρίων με EM (Harvey κ.ά. 1980, 1983, Perry κ.ά. 1992, Parke κ.ά. 1984), χωρίς όμως αυτές οι παρατηρήσεις να αποτελούν απαραίτητα τον κανόνα, αφού σε άλλες περιπτώσεις η αποίκηση των ριζών δεν επηρεάστηκε ή και αυξήθηκε η ποικιλότητα των EM (Parke κ.ά. 1983, Piilz και Perry 1984). Η εξήγηση της διαφορετικής αυτής συμπεριφοράς των συμβιώσεων της μυκόρριζας πιθανώς βρίσκεται στο συνδυασμό της πραγματικότητας ότι τα φυτά ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος που αναπτύσσονται προσαρμόζουν και το αριθμό, την ποικιλότητα και τους τύπους μυκόρριζας που δημιουργούν (Perry κ.α. 1992) με την απουσία, μετά την αποψίλωση, δέντρων των οποίων η υφιστάμενη μυκόρριζα θα μπορούσε (μέσω των εξωτερικών μυκηλιακών υφών της) να εμβολιάσει το ριζικό σύστημα των νεαρών φυταρίων που αναπτύσσονται μετά την αποψίλωση. Οι Jonsson κ.ά. (1999β) υποστηρίζουν ότι οι μυκόρριζες που δημιουργούνται στα φυτάρια της φυσικής αναγέννησης των δασών είναι οι ίδιες με αυτές που υπάρχουν στα ριζικά συστήματα των δέντρων που τα περιβάλλουν. Ο Kranabetter (1999) αναφέρει ότι τα δέντρα που επιβιώνουν από έντονες διαταράξεις λειτουργούν ως καταφύγιο για την κοινότητα των μυκορριζών που υπήρχε πριν από τη διατάραξη, λειτουργώντας παράλληλα ως μέσο για την επαναδιασπορά τους στο ριζικό σύστημα των φυτών που θα αναπτυχθούν μετά τη διατάραξη στην περιοχή. Προτείνει μάλιστα τη χρήση αυτών των δέντρων «καταφυγίων» κατά τη διαχείριση των δασών, τα οποία θα λειτουργούν ως μέσο εμβολιασμού των οικοσυστημάτων κατά τη διάρκεια της διαδοχής, με μυκόρριζες που ανήκουν σε διάφορα και κυρίως προχωρημένα στάδια διαδοχής.

Εκτός από τη διατάραξη που προκαλεί αυτή καθ' αυτή η υλοτομία των δέντρων, επιλογική ή αποψιλωτική, ποικίλες άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες επιδρούν στις μυκόρριζες. Η συμπίεση του εδάφους που προκαλείται π.χ. από δραστηριότητες αναψυχής σε πάρκα και δάση έχουν αρνητικές συνέπειες στις μυκόρριζες. Οι Waltert κ.ά. (2002) αναφέρουν ότι η συμπίεση του εδάφους από δραστηριότητες αναψυχής σε δάσος οξιάς προκάλεσαν σημαντικές ζημιές στις λεπτές ρίζες των φυταρίων οξιάς που εμφάνιζαν μυκόρριζα, ενώ τα ώριμα δέντρα αποδείχτηκαν πολύ πιο ανθεκτικά. Αντίστοιχες είναι οι παρατηρήσεις των Hogberg και Wester (1998), οι οποίοι αναφέρουν ότι στους τρακτεροδρόμους που δημιουργήθηκαν για τη συγκομιδή του ξύλου μετά την υλοτομία σε ένα τροπικό δάσος του είδους *Acacia mangium* η δημιουργία μυκόρριζας στις λεπτές ρίζες μειώθηκε σε σχέση με το υπόλοιπο δάσος. Εκτός όμως από τη συμπίεση και η διάβρωση του εδάφους δημιουργεί μεγάλα προβλήματα στις μυκόρριζες, κυρίως λόγω της απώλειας μαζί με το επιφανειακό έδαφος και πολλαπλασιαστικών μέσων της συμβίωσης, όπως σπόρια, τμήματα εξωτερικών υπόγειων υφών κ.τ.λ. (Perry 1994). Οι μύκητες που δημιουργούν VAM και, κατά συνέπεια, οι VAM εμφανίζονται ως πιο ευάλωτες στη διάβρωση (*Amaranthus* και Trappe 1993, Habte 1989), ενώ οι EM εμφανίζονται πιο ανθεκτικές ίσως λόγω του ότι τα πολλαπλασιαστικά τους μέσα κατανέμονται πιο βαθιά στο προφίλ του εδάφους. Όταν όμως διαβρωθεί μεγάλη ποσότητα εδάφους, και αυτές αντιμετωπίζουν πρόβλημα (Perry 1994).

Εκτός των προαναφερθέντων, πλήθος φυσικών, χημικών και βιολογικών παραγόντων είναι δυνατόν να μεταβάλλουν την ικανότητα των φυτών να δημιουργήσουν μυκόρριζα, έστω κι αν υπάρχει δυνατότητα εμβολιασμού της (με κάποιο πολλαπλασιαστικό μέσο) (Perry 1994). Ουσιαστικά, οποιαδήποτε διατάραξη μεταβάλλει τη σύνθεση της εδαφικής μικροβιακής κοινότητας είναι δυνατόν να διαφοροποιήσει την ικανότητα των δέντρων να δημιουργήσουν μυκόρριζα (Perry 1994). Οπότε ο συνδυασμός της έντασης υλοτομίας, του τρόπου συγκομιδής των δασικών προϊόντων και της προετοιμασίας της συστάδας για αναγέννηση συνολικά επηρεάζουν τις μυκόρριζες σε ένα δάσος. Οι Dahlberg κ.ά. (2001) αναφέρουν ότι στα σουηδικά δάση ψυχρόβιων κωνοφόρων η αφθονία των μυκορριζών και η ποικιλότητα των EM μυκητών μειώνονται όσο αυξάνεται η ένταση της υλοτομίας αλλά και όσο αυξάνεται η ένταση (ουσιαστικά το βάθος καύσης στο έδαφος) της ελεγχόμενης καύσης των υπολειμμάτων υλοτομίας. Τέλος, ο Marshall (2000) αναφέρει ότι οι επιπτώσεις της συγκομιδής των δασικών προϊόντων γίνονται επαχθέστερες για τις βιολογικές διαδικασίες στα δασικά εδάφη των βό-

ρειων περιοχών, καθώς μεταβαίνουμε από δασοκομικά συστήματα που χρησιμοποιούν μεγάλους περίτροπους χρόνους σε αυτά που χρησιμοποιούν υπόσκιες υλοτομίες για την αναγέννηση των συστάδων (με μικρότερους, από την προηγούμενη περίπτωση, περίτροπους χρόνους), ενώ οι μεγαλύτερες αρνητικές επιπτώσεις εμφανίζονται στα συστήματα που χρησιμοποιούν αποψιλωτικές υλοτομίες. Αντίστοιχα είναι και τα σχόλια του Ντάφη (1989).

Ποιος όμως είναι ο ρόλος που διαδραματίζουν οι μυκόρριζες στην «επαναφορά» του οικοσυστήματος στην προηγούμενη των διαταράξεων ισορροπία ή στην μετάβασή του σε μια νέα ισορροπία; Έπειτα από μια ιδιαίτερα έντονη διατάραξη, όπου θανατώνονται όλα τα φυτά, πόσο χρόνο είναι δυνατόν να επιβιώσουν οι μύκητες, που δημιουργούν μυκόρριζα, δίχως ξενιστή; Η επανεγκατάσταση των φυτών είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη διατήρηση των πληθυσμών των μυκητών που δημιουργούν μυκόρριζα και επιβιώνουν μόνο μέσω αυτής. Αν αυτή καθυστερήσει, τότε οι πληθυσμοί των μυκητών αυτών θα αρχίσουν να μειώνονται. Οι EM μύκητες που δημιουργούν επιφανειακά καρποσώματα (μανιτάρια) θα διατηρήσουν την παρουσία τους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, μέσω των αερομεταφερόμενων σπορίων τους. Αντίθετα, η επιβίωση των μυκητών που δημιουργούν υπόγεια καρποσώματα είναι πολύ πιο στενά συνδεδεμένη με την ύπαρξη φυτών ξενιστών (Perry 1994). Σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα είναι δυνατόν, σε εκτάσεις όπου απουσιάζει η βλάστηση, να αναπτυχθούν παθογόνοι για τα φυτά και τις μυκόρριζες πληθυσμοί μικροβίων (Perry 1994). Τέτοιοι πληθυσμοί έχουν θεωρηθεί ότι ευθύνονται ως ένα βαθμό για τις αποτυχίες αναδάσωσης στις βορειοδυτικές ακτές των Η.Π.Α. (Friedeman κ.ά. 1989).

Για τους παραπάνω λόγους, σε συνδυασμό με τα ιδιαίτερα πλεονεκτήματα που προσφέρει η μυκόρριζα στα φυτά, τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί έρευνες και τεχνικές γύρω από τη χρήση της μυκόρριζας στην ανόρθωση υποβαθμισμένων περιοχών. Γι αυτό το σκοπό παράγονται στα φυτάρια φυτάρια με τις κατάλληλες μυκόρριζες, που θα χρησιμοποιηθούν σε αναδασώσεις, και χρησιμοποιείται έδαφος από μη διαταραγμένες περιοχές, ως εμβόλιο μυκόρριζας ακόμη και στην αναχλόαση – αναδάσωση εκτάσεων από εγκαταλελειμμένα ορυχεία ή άλλες μεταλλευτικές δραστηριότητες, όπου η δημιουργία μυκόρριζών και κυρίως AM θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικό βήμα στην ανόρθωση του οικοσυστήματος (Helm και Carling 1993 α,β, Garcia κ.ά. 2000, Ακριτίδου 2001, Rincon κ.ά. 2001, Rao και Tak 2002). Η σπουδαιότητα της AM στην ανόρθωση υποβαθμισμένων, μεσογειακών και υποτροπικών κυρίως, οικοσυστημάτων είναι τόσο σημαντική, ώστε πολλοί ερευνητές θεωρούν ότι ο υπολογισμός του υπάρχοντος δυνα-

μικού της και η επαναφορά της αποτελεί έναν από τους κυρίαρχους παράγοντες σχεδιασμού της ανόρθωσης ενός οικοσυστήματος (Cuenca κ.ά 1998, Barni και Siniscalco 2000, Azcon κ.ά 2003).

Στις διαταράξεις όπου δεν καταστρέφεται πλήρως η βλάστηση ο ρόλος της μυκόρριζας στην επαναφορά του οικοσυστήματος είναι το ίδιο, ίσως και περισσότερο, σημαντικός. Τα μεμονωμένα δέντρα, οι θάμνοι, οι νησίδες βλάστησης που επιβίωσαν της διατάραξης, ακόμη και το ριζικό σύστημα των πλατύφυλλων ειδών τα οποία παραβλαστώνουν αργότερα, αποτελούν καταφύγιο για πάρα πολλούς οργανισμούς που ζουν στη ριζόσφαιρα των φυτών (Perry 1994). Ανάμεσα σε αυτούς είναι και οι μύκητες που δημιουργούν μυκόρριζα και οι ίδιες οι μυκόρριζες. Ακόμη και κάποια υπολείμματα νεκρών δέντρων, π.χ. τμήματα κορμών με τις ιδιαίτερες μικροκλιματικές συνθήκες που δημιουργούν με την παρουσία τους (π.χ. σκίαση), αποτελούν ένα είδος καταφυγίου για πολλούς μικροοργανισμούς, όπως και μύκητες που δημιουργούν μυκόρριζες. Οι μυκόρριζες αυτές αργότερα θα αποτελέσουν το εμβόλιο με το οποίο θα εμβολιαστεί η βλάστηση η οποία θα εγκατασταθεί μετά τη διατάραξη στην περιοχή (Perry 1994). Οι Perry κ.ά. (1992) αναφέρουν ότι σε ένα μικτό δάσος στο νότιο Όρεγκον των Η.Π.Α. τα πλατύφυλλα που παραβλάστησαν ύστερα από μια διατάραξη διατήρησαν στο ριζικό τους σύστημα τη μυκόρριζα την οποία χρειαζόνταν τα κωνοφόρα για την επανεγκατάστασή τους (αφού τη μοιραζόταν πριν από τη διατάραξη με αυτά). Η συμπεριφορά αυτής της μυκόρριζας δηλαδή η σύνδεση με κοινές υφές διαφορετικών ειδών ακόμη και δέντρων με θάμνους αποδίδεται από πολλούς ερευνητές, εκτός των άλλων, και σε μια προσαρμογή για τη διατήρηση των κοινοτήτων της στο χρόνο και το χώρο (Perry κ.ά. 1992, Perry 1994, Jonsson κ.ά. 1999β).

Σύμφωνα με τον Perry (1994), τα φυτά, τα είδη δέντρων και οι θάμνοι που δημιουργούν κοινές μυκόρριζες μαζί με τα ζώα που τρέφονται με τα καρποσώματα των μυκητών που δημιουργούν αυτές τις μυκόρριζες ανήκουν σε μια ομάδα οργανισμών (ή ομάδες οργανισμών γενικότερα) οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με σχέσεις αλληλεξάρτησης και αμοιβαίας ευνόησης. Η επιβίωση κάποιων οργανισμών από μια διατάραξη ευνοεί την αποίκηση οργανισμών που ανήκουν στην ίδια ομάδα αμοιβαίας ευνόησης με αυτούς, εμποδίζοντας, πιθανώς, την εμφάνιση οργανισμών που ανήκουν σε άλλη ομάδα, καθορίζοντας ως ένα βαθμό την πορεία διαδοχής στην περιοχή.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι, όπως είναι κατανοητό από τα προαναφερθέντα, τόσο ο τύπος των μυκορριζών όσο και το είδος μυκητών που

τις δημιουργούν μεταβάλλονται στην πορεία της διαδοχής σε μια περιοχή, διαφοροποιώντας και μεταβάλλοντας διαδικασίες, όπως η ανάπτυξη και η συγκέντρωση της οργανικής ουσίας, η ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων ακόμη και η σύνθεση των ειδών των φυτών που συνθέτουν τη βιοκοινότητα (Johnson κ.ά. 1991, Allen 1993). Εκτός όμως από τη μεταβολή των μυκητών που δημιουργούν μυκόρριζα στα πλαίσια των διαφορετικών σταδίων διαδοχής σε μια περιοχή, μεταβολή στη σύνθεση των μυκητών είναι δυνατόν να έχουμε στα πλαίσια εξέλιξης ενός δασικού οικοσυστήματος σε συνάρτηση με την ηλικία του (Smith κ.ά 2002)

Μυκόρριζα και Δασική πράξη – Προτάσεις

A) Η δασική έρευνα θα πρέπει να περιγράψει-καταγράψει και να καταχωρίσει σε μια βάση δεδομένων τις κοινότητες των μυκορριζών και τα είδη των μυκητών που δημιουργούν μυκόρριζες στα δασικά οικοσυστήματα των κυριότερων δασοπονικών ειδών της Ελλάδας. Στη συνέχεια η δασική πράξη, χρησιμοποιώντας τα στοιχεία αυτά, θα πρέπει να παράγει στα φυτώρια φυτάρια των ειδών αυτών τα οποία θα είναι εφοδιασμένα με τις κατάλληλες μυκόρριζες, ώστε να αντιμετωπίσουν τις δυσμενείς συνθήκες που ενδεχόμενα θα συναντήσουν κατά την εγκατάστασή τους στις περιοχές της αναδάσωσης. Εκτός από το δασοπονικό είδος, σημαντικός παράγοντας στην επιλογή των μυκητών που θα χρησιμοποιηθούν είναι το υψόμετρο, η περιοχή της χώρας, το τοποκλίμα, το πέτρωμα κ.τ.λ. της υπό αναδάσωση περιοχής. Μια άλλη προσέγγιση, εκτός από τη χρήση φυτών με μυκόρριζα, είναι ο εμβολιασμός των διαταραγμένων, υπό αναδάσωση, περιοχών με τους κατάλληλους μύκητες που δημιουργούν μυκόρριζα, είτε με την τοποθέτηση εδάφους από αδιατάρακτες (όπου εμφανίζονται οι κατάλληλες μυκόρριζες) περιοχές, στους λάκκους όπου θα φυτευτούν τα φυτά είτε με τη μεταφορά και χρησιμοποίηση μεγαλύτερων ποσοτήτων εδάφους στις περιπτώσεις ανάπλασης-αναχλόασης εγκαταλελειμμένων λατομείων, χώρων απόθεσης στείρων υλικών από ορυχεία κ.τ.λ.

Στη χώρα μας, δυστυχώς, εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις δεν υπάρχει ερευνητική δραστηριότητα γύρω από την εφαρμογή των μυκορριζών στα φυτώρια και στις αναδασώσεις.

B) Έπειτα από έντονες διαταράξεις, αφού περάσει ένα χρονικό διάστημα αναμονής της αντίδρασης του οικοσυστήματος, θα πρέπει να επέμβουμε προς την κατεύθυνση ανόρθωσης της διαταραγμένης περιοχής,

ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου ως συνέπεια της διατάραξης δεν επιβίωσαν φυτά ούτε με τη μορφή σπόρων, ριζών ή πρέμων με δυνατότητα παραβλάστησης. Αν η περιοχή παραμείνει δίχως ξενιστές (φυτά), η κοινότητα των, πριν από τη διατάραξη, μυκορριζών θα υποκύψει και πιθανότατα θα αυξηθεί το μέγεθος των παθογόνων μικροβιακών πληθυσμών. Στις περιπτώσεις όπου μετά τη διατάραξη έχουν επιβιώσει τμήματα – υπολείμματα της προηγούμενης φυτοκοινότητας, π.χ. θάμνοι ριζικά συστήματα τα οποία έχουν τη δυνατότητα παραβλάστησης κ.ά., αυτά θα πρέπει να μην απομακρύνονται στην προσπάθειά μας να αναδασώσουμε – ανορθώσουμε την περιοχή, αφού πιθανότατα αποτελούν πηγές εμβολιασμού με μυκόρριζα για τα είδη που θα εγκατασταθούν αργότερα με φυσικό ή τεχνητό τρόπο. Η ίδια προσέγγιση θα πρέπει να ακολουθείται και στις περιπτώσεις αναγωγής με φυτεύσεις υποβαθμισμένων δασικών οικοσυστημάτων. Κατά τον ίδιο τρόπο δε θα πρέπει να απομακρύνουμε όλα τα πρέμνα ή τμήματα κορμών ή τα νεκρά οργανικά υπολείμματα της προηγούμενης, της διατάραξης, φυτοκοινότητας. Τέλος, στην προσπάθεια ανόρθωσης υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων θα πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί στη χρήση λιπασμάτων, αφού κατά πάσα πιθανότητα θα διαταράξουμε την όποια κοινότητα μυκορριζών υπάρχει στην περιοχή. Η ίδια επιφύλαξη, σε πιο έντονο βαθμό, ισχύει για τα ζιζανιοκτόνα ή οποιεσδήποτε φυτοκτόνες ουσίες.

Γ) Εκ των πραγμάτων η όποια δασοκομική επέμβασή μας στην οποία εμπεριέχεται υλοτομία δρα ως διατάραξη, αφού μεταβάλλει τον αυξητικό χώρο των δέντρων παράλληλα με τη μεταβολή των συνθηκών του δασικού «σταθμού» (π.χ. μικροκλίμα, εδαφικές συνθήκες κ.τ.λ.). Ιδιαίτερη σημασία έχει η διατήρηση της ποικιλότητας των μυκορριζών και των μυκητών που τις δημιουργούν ή ακόμη και η δυνατότητα της σχετικά ταχείας επαναφοράς της ποικιλότητας αυτής έπειτα από κάθε επέμβαση. Σε αυτά τα πλαίσια οι κηπεύσεις, ως επεμβάσεις, και το κηπευτό δάσος (κυρίως το κατά άτομο κηπευτό) ως δομή δάσους ικανοποιούν πλήρως τα προαναφερθέντα, αφού ούτε η διατάραξη του σταθμού είναι μεγάλη, ενώ η αναγέννηση εγκαθίσταται σε ενδοδασογενές συνήθως περιβάλλον, ανάμεσα σε άτομα με διαφορετικές διαστάσεις και ηλικίες, με αποτέλεσμα το ριζικό σύστημα των φυταρίων να δημιουργεί μυκόρριζα ίδιου τύπου και με τους ίδιους μύκητες με τα δέντρα που τα περιβάλλουν (μέσω κυρίως του εμβολιασμού τους από τις υπόγειες εξωτερικές υφές των ήδη υπαρχόντων μυκορριζών). Αμέσως μετά ακολουθεί το υποκηπευτό δάσος, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που χρησιμο-

ποιούνται μεγάλοι χρόνοι αναγέννησης και υπόσκιες, κυρίως, αναγεννητικές υλοτομίες ή οι όποιες αποψιλωτικές υλοτομίες καταλαμβάνουν πολύ μικρή έκταση. Ευνοϊκές επίσης συνθήκες δημιουργούνται και στην περίπτωση των ομήλικων δασών τα οποία αναγεννιούνται με υπόσκιες υλοτομίες σε μεγάλη επιφάνεια. Και στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις υπάρχει επίδραση της προηγούμενης συστάδας στην καινούργια, αφού τα αρτίφυτρα αναπτύσσονται κάτω από τη σκιά ή σε σχετικά κοντινές αποστάσεις από τα ώριμα δέντρα. Παράλληλα, η ένταση της διατάραξης του σταθμού δεν είναι μεγάλη ή, αν είναι έντονη (αποψιλωτικές υλοτομίες), περιορίζεται σε πολύ μικρές επιφάνειες. Ιδιαίτερα αρνητικές συνθήκες δημιουργούνται έπειτα από αποψιλωτικές υλοτομίες σε μεγάλη έκταση. Τα δέντρα φορείς των μυκορριζών υλοτομούνται, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η δυνατότητα εμβολιασμού της αναγέννησης, ενώ, παράλληλα, το μεταδασογενές περιβάλλον που δημιουργείται ευνοεί τη μετέπειτα εμφάνιση μυκορριζών που ανήκουν σε διαφορετικό, σε σχέση με την προηγούμενη συστάδα, στάδιο διαδοχής. Αν η αποψιλωτική υλοτομία συνοδεύεται με εργασίες προπαρασκευής για αναγέννηση, όπως ελεγχόμενη καύση, οι επιπτώσεις είναι ακόμη πιο δυσμενείς.

Ακόμη όμως και στις περιπτώσεις του υποκηπευτού δάσους ή του ομήλικου δάσους που δημιουργείται με υπόσκιες αναγεννητικές υλοτομίες υπάρχει πιθανότητα να μειωθεί η ποικιλότητα των μυκητών που δημιουργούν μυκόρριζα και να μεταβληθεί η κοινότητα των μυκορριζών, αφού σπανίως επιτυγχάνεται η φάση του γηρασμού στα διαχειριζόμενα δάση. Ως συνέπεια, οι κοινότητες των μυκορριζών που αναπτύσσονται σε αυτή την φάση εκλείπουν. Μια λύση είναι να παρακρατηθούν κάποια αντιπροσωπευτικά τμήματα των συστάδων, ώστε να φτάσουν στο στάδιο εξέλιξης αυτό και να διατηρηθούν τόσο χρόνο, όσο χρειάζεται να πλησιάσουν τμήματα της νέα συστάδας που θα προκύψει (μετά την αναγέννηση) στη φάση του γηρασμού. Επιπλέον, μια αύξηση του περίτροπου χρόνου των συστάδων θα αυξήσει την αναλογία των σταδίων ωριμότητας και γηρασμού στην ευρύτερη περιοχή ενός δάσους, ενώ, παράλληλα, θα αυξήσει τους ενδιάμεσους, που σχετίζονται με τις διαταράξεις των αναγεννητικών υλοτομιών, χρόνους. Επίσης, η ύπαρξη τέτοιων εκτάσεων που παρακρατούνται σε πολλές περιπτώσεις εξασφαλίζουν την ύπαρξη κάποιων δευτερευόντων ειδών (θάμνοι κ.τ.λ.), τα οποία πολλές φορές δύσκολα διατηρούν την παρουσία τους στη νέα συστάδα. Η ύπαρξη ποικιλίας τέτοιων ειδών συνεισφέρει στη διατήρηση της ποικιλότητας τόσο των διάφορων τύπων μυκόρριζας όσο και των μυκητών που δημιουργούν μυκόρριζα (Frankling κ.α. 1997). Η παρακράτη-

ση δέντρων ή και τμημάτων συστάδων πέραν του περίτροπου χρόνου συζητείται τα τελευταία χρόνια έντονα στους διεθνείς δασοκομικούς κύκλους (Ντάφης 1989, Frankling κ.α. 1997). Φυσικά το αν θα υπάρξει παρακράτηση, ποιο θα είναι το μέγεθος των εκτάσεων που θα παρακρατηθούν, η κατανομή τους στο χώρο και άλλες λεπτομέρειες εφαρμογής εξαρτώνται από τις συγκεκριμένες συνθήκες που αντιμετωπίζει ο δασολόγος της πράξης σε κάθε περίπτωση και εξαρτώνται από παράγοντες όπως: η μορφολογική-φυσιολογική-οικολογική ιδιοσυστασία του δασοπονικού είδους, το πόσο ανεμόπληκτη είναι μια περιοχή, τι πιθανούς κινδύνους από έντομα ή ασθένειες αντιμετωπίζουμε, την ένταση και τους σκοπούς και στόχους της διαχείρισης, τη χλωριδική και ηλικιακή σύνθεση των δασών της ευρύτερης περιοχής, το σταθμό γενικότερα κ.ά.

Δ) Στις εργασίες συγκομιδής των δασικών προϊόντων θα πρέπει να αποφεύγουμε τη χρήση μέσων τα οποία θα οδηγούν στην αύξηση της διάβρωσης ή συμπίεσης του εδάφους και όπου χρησιμοποιούνται μηχανοκίνητα μέσα συγκομιδής δόκιμο θα ήταν οι τρακτερόδρομοι να επιστρώνονται με παχύ στρώμα οργανικών υπολειμμάτων, ώστε η συμπίεση των επιφανειακών στρωμάτων του εδάφους να είναι κατά το δυνατόν μικρότερη (Marshall 2000).

Ε) Στα πλαίσια σχεδιασμού της διαχείρισης μιας ευρύτερης περιοχής, θα πρέπει να διατηρούνται, αν είναι δυνατόν, και κάποια ενδιάμεσα στάδια διαδοχής για την περιοχή, ώστε να συντηρούνται και οι αντίστοιχες κοινότητες μυκορριζών που τα συνοδεύουν. Φυσικά αυτή η κατανομή των σταδίων διαδοχής θα πρέπει να είναι ορθολογική, ώστε να μη διακόπτεται η συνέχεια του δάσους κατακερματίζοντάς το και δημιουργώντας ανταγωνισμό με τους κύριους σκοπούς και στόχους της διαχείρισης.

Βιβλιογραφία

- Ακριτίδου, Σ. 2001. *Έρευνα της μυκόρριζας σε in vitro συνθήκες και στο φυτόριο σε φυτάρια τραχείας πέυκης*. Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims and M. Blackwell. 1996. *Introductory Mycology*. John Wiley & Sons, Inc USA.
- Allen, M. F. 1993. *The ecology of mycorrhizae*. Cambridge University Press.

- Amarantus, M. P. and J. M. Trappe. 1993. Effects of erosion on ect- and VA- mycorrhizal inoculum potential of soil following forest fire in southwest Oregon. *Plant Soil* 150: 41-49.
- Arnolds, E. (1991). Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. *Agriculture Ecosystems and Environment* 35 (2-3): 209-244.
- Arveby, A. S. and U. Granhall. 1998. Occurrence and succession of mycorrhizas in *Alnus incana*. *Swedish Journal of Agricultural Research* 28 (3): 117-127.
- Ashton, P. S. 1988. Dipterocarp biology as window to the understanding of tropical forest structure. *Annual Review of Ecology and Systematic* 19: 347-370.
- Azcon-Aguilar, C., J. Palenzuela, A. Roldan., S. Bautista, R. Vallejo and J. M. Barea. 2003. Analysis of the mycorrhizal potential in the rhizosphere of representative plant species from desertification-threatened Mediterranean shrublands. *Applied Soil Ecology* 22 (1): 29-37.
- Barni, E. and C. Siniscalco. 2000. Vegetation dynamics and arbuscular mycorrhiza in old-field successions of the western Italian Alps. *Mycorrhiza* 10 (2): 63-72.
- Borowicz, V. A. 2001. Do arbuscular mycorrhizal fungi alter plant-pathogen relations? *Ecology* 82 (11): 3057-3068
- Cairney, J. W. G. and A. A. Meharg. 1999. Influences of anthropogenic pollution on mycorrhizal fungal communities. *Environmental Pollution* 106: 169-182.
- Cazares, E. and J. E. Smith. 1992. Occurrence of vesicular-arbuscular on Douglas-fir and western hemlock seedlings. Pp. 370-374 in: Mycorrhizas in ecosystems. Read D. J., Lewis A. H., Fitter A. H. and Alexander I. J.. C.A.B. International, Wallingford.
- Cuenca, G., Z. DeAndrade and G. Escalante. 1998. Arbuscular mycorrhizae in the rehabilitation of fragile degraded tropical lands. *Biology and Fertility of Soils* 26 (2): 107-111.
- Cullings, K. W., D. R. Vogler, V. T. Parker and S. K. Finley. 2000. Ectomycorrhizal specificity patterns in a mixed *Pinus contorta* and *Picea engelmannii* forest in Yellowstone National Park. *Applied Environmental Microbiology* 66 (11): 4988-4991.
- Dahlberg, A. 2002. Effects of fire on ectomycorrhizal fungi in fennoscandian boreal forests. *Silva Fennica* 36 (1): 69-80.
- Dahlberg, A., J. Schimmel, A. F. S. Taylor and H. Johannesson. 2001. Post-

- fire legacy of ectomycorrhizal fungal communities in the Swedish boreal forests in relation to fire severity and logging intensity. *Biological Conservation* 100 (2): 151-161.
- DeBellis, T., P. Widden and C. Messier. 2002. Effects of selective cuts on the mycorrhizae of regenerating *Betula alleghaniensis* and *Acer saccharum* seedlings in two Quebec mixed deciduous forests. *Canadian Journal of Forest Research- Revue Canadienne de Recherche Forestiere* 32 (6): 1094 -1102.
- Dighton, J. and A. E. Jansen. 1991. Atmospheric pollutants and ectomycorrhizae-more questions than answers. *Environmental Pollution* 73 (3-4): 179-204.
- Dodd, J. C. 2000. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in agro-and natural ecosystems. *Outlook on Agriculture* 29 (1): 55-62.
- Duponnois, R. and J. Garbaye. 1991 α . Mycorrhization Helper Bacteria associated with the Douglas fir *Laccaria laccata* symbiosis-effects in aseptic and in glasshouse conditions. *Annales des sciences forestieres* 48 (3): 239-251.
- Duponnois, R. and J. Garbaye. 1991 β . Effect of dual inoculation of Douglas fir with the ectomycorrhizal fungus *Laccaria laccata* and mycorrhization helper bacteria (MHB) in 2 bare-root forest nurseries. *Plant and Soil* 138 (2): 169-176.
- Duponnois, R. and C. Plenchette. 2003. A mycorrhiza helper bacterium enhances ectomycorrhizal and endomycorrhizal symbiosis of Australian Acacia species. *Mycorrhiza* 13 (2): 85-91.
- Entry, J. A., C. L. Rose and K. Cromack. 1991. Litter decomposition and nutrient release in ectomycorrhizal mat soils of a Douglas-Fir ecosystem. *Soil Biology and Biochemistry* 23 (3): 285-290.
- Fitter, A. H. 1991. Characteristics and functions of root systems.: 3-25 in: Plant Roots. The Hidden Half, edited by Yoav Waisel, Amram Eshel, Uzi Kafkafi.
- Founoune, H., R. Duponnois, A. M. Ba, S. Sall, I. Branget, J. Lorquin, M. Neyra and J.L. Chotte. 2002. Mycorrhiza Helper Bacteria stimulated ectomycorrhizal symbiosis of *Acacia holosericea* with *Pisolithus alba*. *New Phytologist* 153 (1): 81-89.
- Franklin, J. F., D. R. Berg, D. A. Thornburgh and J. C. Tappeiner. 1997. Alternative silvicultural approaches to timber harvesting: Variable Retention Harvest Systems. in: Kathryn A. Kohm and Jerry F. Franklin (eds.). Creating a Forestry for the 21st Century. The Sci-

- ence of Ecosystem Management. Island Press. pp. 111-139
- Fransson, P. M. A., A. F. S. Taylor and R. D. Finley. 2000. Effects of continuous optimal fertilization on belowground ectomycorrhizal community structure in a Norway spruce forest. *Tree Physiology* 20 (9): 599-606.
- Friedman, J., A. Hutchins, C. Y. Li and D. A. Perry. 1989. Actinomycetes inducing phytotoxic or fungistatic activity in a Douglas-fir forest in an adjacent area of repeated regeneration failure in southwestern Oregon. *Biologia Plantarum* (Praha) 31: 487-495.
- Gange, A. C. and V. K. Brown. 2002. Soil food web components affect plant community structure during early succession. *Ecological Research* 17 (2): 217-227.
- Gange, A. C., P.G. Stagg and L. K. Ward. 2002. Arbuscular mycorrhizal fungi affect phytophagous insect specialism. *Ecology Letters* 5 (1): 11-15.
- Garbaye, J. 1994. Mycorrhization helper bacteria-a new dimension to the mycorrhizal symbiosis. *Acta Botanica Gallica* 141: 517-521.
- Garcia, C., T. Hernandez, A. Roldan, J. Albaladejo and V. Castillo. 2000. Organic amendment and mycorrhizal inoculation as a practice in afforestation of soils with *Pinus halepensis* Miller: affect on their microbial activity. *Soil Biology and Biochemistry* 32 (8-9): 1173-1181.
- Gehring, C. A. and T. G. Whitham. 1991. Herbivore-driven mycorrhizal mutualism in insect-susceptible pinyon pine. *Nature* 353: 556-557.
- Grogan, P., J. Baar and T. D. Bruns. 2000. Below-ground ectomycorrhizal community structure in a recently burned bishop pine forest. *Journal of Ecology* 88 (6): 1051-1062.
- Gutierrez, A., A. Morte and M. Honrubia. 2003. Morphological characterization of the mycorrhiza formed by *Helianthemum almeriense* Pau with *Terfezia claveryi* Chatin and *Picoa lefebvrei* (Pat.) Maire. *Mycorrhiza* 13 (6): 299-307.
- Habte, M. 1989. Impact of simulated erosion on the abundance and activity of indigenous vesicular-arbuscular mycorrhizal endorphytes in an oxisol. *Biology and Fertility of Soils* 7: 164-167.
- Harley, J. L. and S. E. Smith. 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, London.
- Harvey, A. E., M. F. Jurgensen and M. J. Larsen. 1983. Effect of soil organic matter on regeneration in northern Rocky Mountain forests.:

- 239-242 in: Ballard, R., Gessel S. P. (Eds), IUFRO Symp. On Forest Site and Continuous Productivity. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-163.
- Harvey, A. E., M. J. Larsen and M. F. Jurgensen. 1980. Clearcut harvesting and ectomycorrhizae: survival of activity on residual roots and influence on a bordering forest stand in western Montana. *Canadian Journal of Forest Research* 10: 300-303.
- Helm, D. J. and D. E. Carling. 1993 α . Use of soil transfer for reforestation on abandoned mine lands in Alaska. I. Effects of soil transfer and phosphorus on growth and mycorrhizal formation by *Populus balsamifera*. *Mycorrhiza* 3: 97-106.
- Helm, D. J. and D. E. Carling. 1993 β . Use of soil transfer for reforestation on abandoned mine lands in Alaska. II. Effects of soil transfers from different successional stages on growth and mycorrhizal formation by *Populus balsamifera* and *Alnus crispa*. *Mycorrhiza* 3: 107-114.
- Hogberg, P. 1986. Nitrogen-fixation and nutrient relations in savanna woodland trees (Tanzania). *Journal of Applied Ecology* 23: 675-688.
- Hogberg, P. and J. Wester. 1998. Root biomass and symbioses in *Acacia mangium* replacing tropical forest after logging. *Forest Ecology and Management* 102 (2-3): 333-338.
- Horton, T. R. and T. D. Bruns. 1998. Multiple-host fungi are the most frequent and abundant ectomycorrhizal types in a mixed stand of Douglas fir (*Pseudotsoga menziesii*) and bishop pine (*Pinus muricata*). *New Phytologist* 139 (2): 331-339.
- Isaac, S. 1992. *Fungal - Plant Interactions*. Chapman and Hall.
- Janos, D. P. 1980. Mycorrhizae influence tropical succession. *Biotropica* 12 suppl: 56-64.
- Jansen, A. E. 1991. The mycorrhizal status of Douglas-fir in the Netherlands-Its relation with stand age, regional factors, atmospheric pollutants and tree vitality. *Agriculture Ecosystems and Environment* 35 (2-3): 191-208.
- Johnson, N. C., D. R. Zak, D. Tilman and F. L. Pflieger. 1991. Dynamics of vesicular-arbuscular mycorrhizae during old field succession. *Oecologia* 86 (3): 349-358.
- Jonsson, L., A. Dahlberg, M. C. Nilsson, O. Zackrisson and O. Karen. 1999 α . Ectomycorrhizal fungal communities in late-successional

- Swedish boreal forests and their composition following wildfire. *Molecular Ecology* 8 (2): 205-215.
- Jonsson, L., A. Dahlberg, M. C. Nilsson, O. Karen and O. Zackrisson. 1999. Continuity of ectomycorrhizal fungi in self-regenerating boreal *Pinus sylvestris* forests studied by comparing mycobiont diversity on seedlings and mature trees. *New Phytologist* 142 (1): 151-162.
- Jonsson, L. M., M. C. Nilsson, D. A. Wardle and O. Zackrisson. 2001. Context dependent effects of ectomycorrhizal species on tree seedling productivity. *Oikos* 93 (3): 353-364.
- Kennedy, P. G., A. D. Izzo and T. D. Bruns. 2003. There is high potential for the formation of common mycorrhizal networks between understorey and canopy trees in a mixed evergreen forest. *Journal of Ecology* 91 (6): 1071-1080.
- Kranabetter, J. M. 1999. The effect of refuge trees on a paper birch ectomycorrhizal community. *Canadian Journal of Botany.- Revue Canadienne de Botanique* 77 (10): 1523-1528.
- Kranabetter, J. M. and J. Friesen. 2002. Ectomycorrhizal community structure on western hemlock (*Tsuga heterophylla*) seedlings transplanted from forests into openings. *Canadian Journal of Botany.- Revue Canadienne de Botanique* 80 (8): 861-868.
- Kranabetter, J. M. and P. Kroeger. 2001. Ectomycorrhizal mushroom response to partial cutting in a western hemlock – western redcedar forest. *Canadian Journal of Forest Research.- Revue Canadienne de Recherche Forestiere* 31 (6): 978-987.
- Kranabetter, J. M. and T. Wylie. 1998. Ectomycorrhizal community structure across forest openings on naturally regenerated western hemlock seedlings. *Canadian Journal of Botany.- Revue Canadienne de Botanique* 76: 189-196.
- Lilleskov, E. A., T. J. Fahey, T. R. Horton and G. M. Lovett. 2002. Below-ground ectomycorrhizal fungal community change over a nitrogen deposition gradient in Alaska. *Ecology* 83 (1): 104-115.
- Marshall, V. G. 2000. Impacts of forest harvesting on biological processes in northern forest soils. *Forest Ecology and Management* 133 (1-2): 43-60.
- Marx, D. H. 1972. Ectomycorrhizae as biological deterrents to pathogenic root infections. *Annual Review of Phytopathology* 10: 429-453.
- Molina, R. and J. M. Trappe. 1984. Mycorrhiza Management in Bareroot Nurseries.: 211-222 in: Forest Nursery Manual: Production of Bar-

- eroot Seedlings (M .L. Duryea and T. D. Landis, eds.
- Newbery, D. M., I. J. Alexander, D. W. Thomas and J. S. Gartlan. 1988. Ectomycorrhizal rain-forest legumes and soil phosphorus in Korup National Park, Cameroon. *New Phytologist* 109: 433-450.
- Ντάφης, Σ. 1986. *Δασική οικολογία*. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Ντάφης, Σ. 1989. *Εφηρμοσμένη Δασοκομική*. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Nyland, R. D. 1996. *Silviculture. Concepts and Applications*. McGraw-Hill New York.
- Onguene, N. A. and T. W. Kuyper 2002. Importance of the ectomycorrhizal network for seedling survival and ectomycorrhiza formation in rain forests of south Cameroon. *Mycorrhiza* 12 (1): 13-17.
- Pampolina, N. M., B. Dell and N. Malajczuk. 2002. Dynamics of ectomycorrhizal fungi in an Eucalyptus globules plantation: effect of phosphorus fertilization. *Forest Ecology and Management* 158 (1-3): 291-304.
- Parke, J. L., R. G. Linderman and J. M. Trappe. 1983. Effect of root zone temperature on ectomycorrhizal and vesicular-arbuscular mycorrhiza formation in disturbed and undisturbed forest soils of southwestern Oregon. *Canadian Journal of Forest Research* 13: 657-665.
- Parke, J. L., R. G. Linderman and J. M. Trappe. 1984. Inoculum potential of ectomycorrhizal fungi in forest soil from southwest Oregon and northern California. *Forest Science* 30: 300-304.
- Perez-Moreno, J. and D. J. Read. 2001a. Nutrient transfer from soil nematodes to plants: a direct pathway provided by the mycorrhizal mycelial network. *Plant Cell and Environment* 24 (11): 1219-1226.
- Perez-Moreno, J. and D. J. Read. 2001b. Exploitation of pollen by mycorrhizal mycelial systems with special reference to nutrient recycling in boreal forests. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 268 (1474): 1329-1335.
- Perry, D. A. 1994. *Forest Ecosystems*. The Johns Hopkins University.
- Perry, D. A., T. Bell and M. P. Amaranthus. 1992. Mycorrhizal fungi in mixed-species forests and other tales of positive feedback, redundancy and stability. Pp 151-179 in: Cannell M. G. R., Malcolm C. D. and Robertson P. A. (eds.). *The Ecology of Mixed-Species Stands of Trees*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

- Pilz, D. P. and D. A. Perry. 1984. Impact of clearcutting and slash burning on ectomycorrhizal associations of Douglas-fir. *Canadian Journal of Forest Research* 14: 94-100.
- Rao, A. V. and R. Tak. 2002. Growth of different tree species and their nutrient uptake in limestone mine spoil as influenced by arbuscular mycorrhizal (AM)-fungi in Indian arid zone. *Journal of Arid Environments* 51 (1): 113-119.
- Read, D. J. 1991. Mycorrhizas in ecosystems. *Experientia* 47: 376-391.
- Rincon, A., I. F. Alvarez and J. Pera. 2001. Inoculation of containerized *Pinus pinea* L. seedlings with seven ectomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 11 (6): 265-271.
- Smith, D. M., B. C. Larson, M. J. Kelty, P. Ashton and S. Mark. 1997. *The practice of silviculture. Applied Forest Ecology*. John Willey & Sons, Inc. New York.
- Smith, J. E., R. Molina, M. M. P. Huso, D. L. Luoma, D. McKay, M. A. Castellano, T. Lebel and Y. Valachovic. 2002. Species richness, abundance and composition of hypogeous and epigeous ectomycorrhizal fungal sporocarps in young, rotation-age and old-growth stands of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) in the Cascade Range of Oregon, USA. *Canadian Journal of Botany – Revue Canadienne de Botanique* 80 (2) 186-204.
- Snhenck, N. C. 1984. Introduction in *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. The American Phytopathological Society.
- Sylvia, D. M. 1998. Mycorrhizal symbioses. in *Principles and Applications of Soil Microbiology*. D.M. Sylvia et al (ed.) Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. pp. 408-426.
- VanderHeijden, M. G. A., J. N. Klironomos, M. Ursic, P. Moutoglis, R. StreitwolfEngel, T. Boller, A. Wiemken and I. R. Sanders. 1998. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature* 396 (6706): 69-72.
- Waltert, B., V. Wiemken, H. P. Rusterholz, T. Boller and B. Baur. 2002. Disturbance of forest by trampling: Effects on mycorrhizal roots of seedlings and mature trees of *Fagus sylvatica*. *Plant and Soil* 243 (2): 143-154.
- White, P. S. and S. T. A. Pickett. 1985. Natural disturbance and patch dynamics: An introduction.: 3-13 in: Pickett, S.T.A. and White P.S. (eds). *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, Inc.

- Wilkinson, D. M. 1998. The evolutionary ecology of mycorrhizal networks. *Oikos* 82 (2): 407-410.
- Wilcox, H. E. 1991. Mycorrhizae. Pp. 731-765 in: Plant Roots. The Hidden Half, edited by Yoav Waisel, Amram Eshel, Uzi Kafkafi.
- Ζάχος, Δ. Γ., Χ. Γ. Παναγόπουλος, Κ. Κ. Θανασουλόπουλος, Δ. Α. Μπίρης και Π. Η. Κυριακοπούλου. 1984. *Λεξικό Φυτοπαθολογικών Όρων*. Ελληνική Φυτοπαθολογική.

Mycorrhizae – Forest ecosystems – Forest practice

E. Milios and S. Akritidou

Summary

The term Mycorrhizae determines the symbiosis between a plant root and a fungus. Various types of Mycorrhizae have been recorded. Mycorrhizae is a symbiotic mutualism between a plant root and a fungus. The fungi receive from plants sugars and other organic molecules. In return, Mycorrhizas enhance water and nutrient uptake. Also they protect the plants from pathogenic micro-organisms and toxic heavy metals, they increase the duration of life of thin roots and more generally, they increase the ability of plants to survive in unfavourable environmental conditions. The formation of Mycorrhizae is the rule and not the exception in nature. The niche of Mycorrhizae is closely related to the capturing of solar energy and to the cycling of matter. In this framework, the adoption of a silvicultural approach which will incorporate the principles of protection–preservation–tending of Mycorrhizae populations by differentiating–combining existing silvicultural methods or by adopting new ones is a step forward towards the evolution of a clearly applied science.

Key-words: Mycorrhizae, ecosystem, disturbances, forest practice.

Nature conservation in traditional protected areas A floristic approach of sacred woods in Zagori (NW Greece)

G. Korakis*, K. Stara and R. Tsiakiris

***Democritus University of Thrace, Department of Forestry and Management
of the Environment and Natural Resources, Nea Orestiada, Greece
e-mail: gkorakis@fmeur.duth.gr**

Abstract

The promotion of conservation targets through religion has been a common and effective practice for nature protection worldwide. By interviewing people and by studying historical data in the area of Zagori in Vikos-Aoos National Park, many sacred woods and groves have been identified. Results from the inventory of nine such woods and a discussion on the composition and the structure of their vegetation are presented in this paper. These woods consist, nowadays, relic types of the natural sub-Mediterranean vegetation of the area. Although pause of logging for an extended period of time has been a parameter of major significance for their present structure and their fauna diversity, their floristic composition does not exhibit any differentiation compared with the managed or otherwise human affected ones.

Key words: Diagnostic taxa, syntaxonomy, sub-Mediterranean vegetation, biodiversity conservation.

Introduction

Ancient forests constitute nowadays one of the most rare ecosystems of our planet, since such undisturbed types of vegetation have been replaced by more “open type environments” that provide a more suitable habitat for humans and human needs. However, single old trees, thickets and forests have been in several cases maintained via traditional locally adapted systems of conservation, such as prohibitions imposed for religious reasons.

The relation of plants with divine and consequently religion is very common through the world, as trees have been always regarded as the first temples of the gods and sacred groves as the first places of worship (Baumann 1993; Chadran and Hughes 2000). Examples of such trees are e.g. oaks and terebinth in the ancient Near East as both were associated with

Abraham (Blondel and Aronson 1999). In the ancient Greek mythology, where the goddess commissioned with the protection of vegetation was named “Chloris” (meaning flora), old trees and especially oaks were under the protection of dryads, the nymphs of the trees, and they were sacred to all-powerful Zeus. In addition, woods and forests in total were sometimes considered as sanctuaries (named “Alsi”) and were dedicated to the gods (Baumann 1993).

Nowadays these woods vary in size, from several trees or groups of trees in church and chapel yards or monasteries to extensive areas of hundreds of hectares. These woods have received several names, such as ‘ekklissiastiko’, ‘vakuf’ or ‘kuri’.

Apart from their religious and cultural importance, these monumental forms of vegetation are important for the maintenance of biodiversity, particularly in the Mediterranean, where the climate and the soil in combination with the long-lasting human presence and use of land do not favour the maintenance of mature forests. The significance of traditionally protected trees, woods and forests around villages and settlements for the conservation of the Mediterranean landscape and biodiversity is nowadays becoming a research object internationally and will soon constitute a distinctive objective in ecology and the protection of nature.

Trees and stands that are characterized as sacred can function as gene reserves for the *in situ* maintenance of plant taxa (Sharma *et al.* 1999). They can also provide shelter for threatened animal species that are exclusively adaptive to over-mature trees plant types in general that are threatened by overexploitation (Chandran and Hughes 2000). Furthermore, they constitute irreplaceable samples of the productive dynamic of the site and provide useful information about the local climate history through the study of the annual growth rings of over-mature trees. Additionally, they maintain species that require a particular type of biotope. In several cases, a unique ancient tree may become more important for the maintenance of biodiversity than hectares of single-aged young trees (Grove and Rackham 2001). Finally, such woods contain arborescent forms of species that rarely appear in this form, since overgrazing and slow growing rates has kept them in shrubby form.

The aim of the present study is to create an inventory and study such traditional systems for the protection of nature, in order to use them as case studies of past sustainable management practices. For this purpose the inventory results of the most significant groves and woods related to religion

and sacredness in Vikos - Aaos National Park are presented. The localities together with abiotic site parameters and primary biological characteristics such as structure, composition and classification of vegetation are provided.

Methods and Study Area

The study took place in Zagori, an area constituting a geographical unit completely defined by mountains which are part of the massive Pindos Mountain Range. Part of the area has been designated as the Vikos-Aaos National Park (Fig. 1) and it is unique in Greece for its landscape, its biodiversity richness and for the history and prosperity of its settlements during the past centuries (Nitsiakos 1998).



Fig. 1. Location of the study area

The research was carried out in 2 phases. The first phase constituted the anthropologic research including the collection of data for the existence of forests from local people, as well as their opinion for their significance, while the second phase included the inventory of forests aiming basically in the description of their vegetation.

Anthropological research was implemented in 14 villages (Vitsa,

Monodendri, Vradeto, Aristi, Elafotopos, Ano Pedina, Kato Pedina, Mikro Papigo, Megalo Papigo, Vikos, Kleidonia, Mesovouni, Kapesovo, Agios Minas). The location of the woods and the villages in the study area are presented in Figure 2 (villages are marked with dark spots).

Twenty-four people, mainly elder men and women, who are very knowledgeable about land and whom could be characterized as key informants were interviewed in order to provide all information needed. All open-ended interviews were recorded in a microcassette recorder and the results were verified by historical evidence and by aerial photographs of the year 1945. Aerial photographs were also used for the calculation of the extend of the stands.

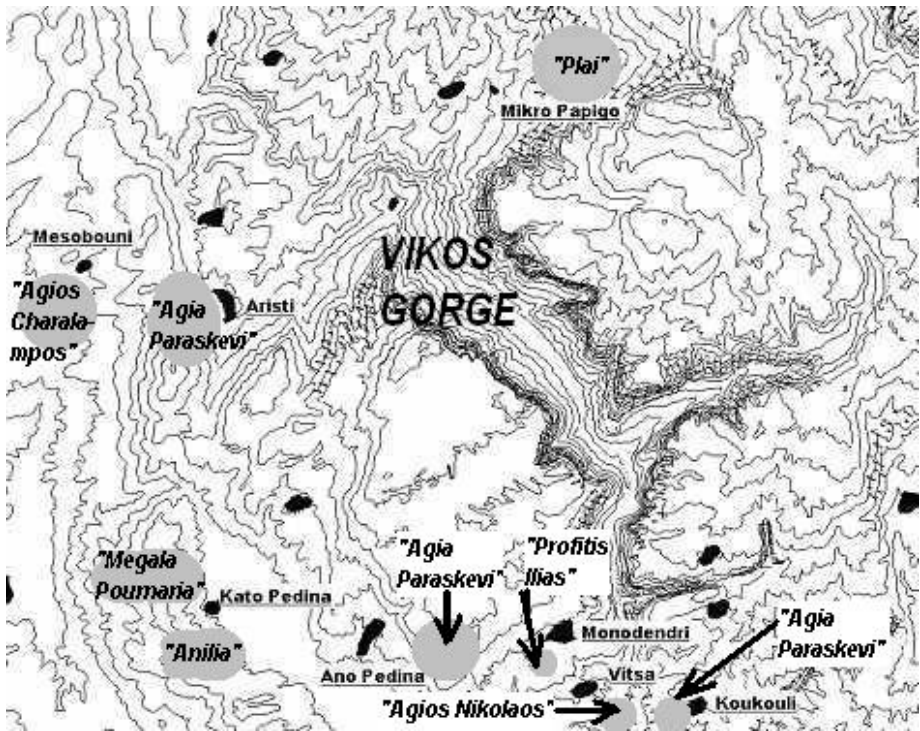


Fig. 2. Location of the 9 studied sacred woods

The second phase included a field biological survey based on the results of the anthropological research. For each site, elevation, aspect, relief, slope inclination and type of substrate (calcareous or siliceous) were recorded.

Plant specimens were identified using mainly the “Flora Europaea” (Tutin *et al.* 1964-1991) and publications of Strid (1989), Strid and Tan (1991, 1997), Pignatti (1982) and Rothmaler (1995). The nomenclature of taxa follows the basic floras for the area (Tutin *et al.* 1968-1980; Tutin *et al.* 1993; Strid 1986; Strid and Tan 1991; Strid and Tan 1997). Syntaxonomy of high rank phytosociological units follows Bergmeier (1990) and Mucina (1997). The use of terms “zone” and “subzone” follows Dafis (1973) and Athanasiadis (1986). A classification in natural habitat types according to the European Union system of taxonomy was undertaken. The classification of the habitats followed the methodology and the criteria set by the E.U. based on the 92/43 Directive and the corresponding manuals and handbooks (European Communities 1991, Devillers and Devillers 1996, Dafis *et al.* 1999, 2001).

Results and Discussion

The outcome of the interviews was that ancient woods and groves related to churches and temples in the vicinity of the villages, ‘excommunicated’ in order to avert use, existed in all villages where our study took place.

Local people in the area believe that sacred groves above the villages restrain soil and water erosion and thus protect them from natural disasters, quiet common phenomenon in mountain regions (Nitsiakos 1998; Hewitt 1997), they perceive them as a good that belongs to the community (Nitsiakos 1992) and they associate them with esthetic and symbolic values. Moreover many of these groves host local festivals and thus they have an important role to play in the social life of villagers (Kyriacidou – Nestoros 1989). Although cutting trees to these sites was meant to be restricted, infringement occurred and exceptions might be allowed in times of need and often the rule changed easily when the reasons were purely religious, as seen in other societies (Chandran and Hughes 2000).

Our results in the phase of field research showed that the size of the woods varies greatly, from expanded areas to isolated trees. Results of the inventory of nine out of 55 more expanded woods of this kind are presented in Tables 1 and 2. In Table 1 the basic abiotic characteristics of the biotope are presented. In Table 2 the results on vegetation classification and the dominant/diagnostic flora of each site are presented.

The research sites consist relic forest vegetation that has evolved without any serious logging disturbances through several decades or even centu-

ries and often includes mature and over-mature trees. Therefore, the effect in vegetation structure is profound, mainly due to the height and diameter of the individuals. This is an apparent fact when compared with the present-day vegetation of the surrounding area and also the rest of mountainous Greece, where the clear-cutting of broadleaves for fuel resulted in a more or less uniform woodland composing of low to medium-age, single-species coppice forests. The majority of woods occur in the submediterranean vegetation zone (=Quercetalia pubescentis, Quercetea pubescentis), where settlements are also located in the study area.

The collected data reveal that sacred woods do not seem to vary in floristic composition in comparison with the surrounding economically managed forests. Thus, they cannot be qualified as particular “floristic biodiversity islands” in contrast with the important and varied fauna they host because of their vegetation structure (presence of larger tree diameters, over-aged trees, snags and stumps). In the research stands, several species flourish and grow in their natural tree shape (e.g. *Quercus coccifera*, *Acer* spp.), while the same species are usually found in a depressed and shrubby form when managed under coppice exploitation.

The dominant species composition depends mainly on the geological substrate, which seems to be the decisive parameter for the occurrence of the two alliances in Quercetalia pubescentis zone (Quercion frainetto subzone, Ostryo-Carpinion subzone) (Bergmeier 1990, Korakis, 2003). The physiography of the site (aspect, relief, altitude) seems to be less important.

On calcareous substrate, which is the most common in the study area, thermophilous deciduous species such as *Carpinus orientalis*, *Ostrya carpinifolia*, *Acer monspessulanum* and deciduous, semi-evergreen or evergreen oaks, such as *Quercus pubescens*, *Q. trojana*, *Q. coccifera* dominate. The above-mentioned species together with affiliated characteristic flora form the Ostryo-Carpinion subzone (Table 2). Environmental variation and the difference in utilization pressure, basically grazing that was never prohibited, are the main factors leading to the designation of several inferior syntaxa that can be assigned starting with the former “Cocciferetum” “Coccifero-Carpinetum”, “Carpinetum orientalis” and transitional varieties amongst them. The presence of thermophilous evergreen floristic elements in the most warm and dry sites indicates transition to communities related to pseudomaquis or results to vegetation with mediterranean affinities. On siliceous substrate, which is rather uncommon in the study area, deciduous oaks, such as *Quercus frainetto* and *Quercus cerris*, predominate forming

the typical submediterranean Quercion confertae subzone (Table 2). Several characteristic species of the alliance occur on the herb layer in this case.

On higher altitudes and steeper slopes of southern and western exposition, on fragmented dolomite, sparse formations of *Juniperus foetidissima* and *J. excelsa* occur. This type of submontane and montane vegetation that stretches over the village Mikro Papigo composing a kind of protective woodbelt, is synsystematically assigned in Stipo-Morinion alliance (Daphno-Festucetalia, Daphno-Festucetea) (Table 2).

The vegetation types that were identified and described in the study area correspond to five EU habitat types (Table 2). All of them belong to the Mediterranean biogeographical region. One of them is a priority habitat type for the EU. The names of the habitat types together with the Natura 2000 codes are given below. The asterisk (*) indicates the priority habitat.

- 924A Balcanic thermophilous oakwoods
- 925A Hop hornbeam, oriental hornbeam and mixed thermophilous forests
- 9250 Macedonian oak woodland
- 934A Greek kermes oak forests
- 9563* Forests with stinking juniper

Conclusions

The systems of local adapted ‘conservation’ practices have been declining, especially after the Second World War, while knowledge of the land is disappearing along with traditional land-uses and practices and cultural landscapes around villages are being transformed into a monotonous closed scrubland vulnerable to fire. Under these circumstances, sacred woods and groves, surviving refugia of ancient trees, so rare in the highly disturbed cultural landscape of Mediterranean, increase the structural and consequently the biological diversity of forest ecosystems. These reserves are of high cultural and biological priority for conservation. They must be protected as traditional management systems in community and landscape levels (Bhagwat *et al.* 2005) that can inspire more participatory and locally grounded alternatives for nature protection.

Table 1. *Site parameters of the studied woods*

SITE NAME	Agios Nikolaos	Profitis Ilias	Agia Paraskevi	Agios Charalampos	Plai	Agia Paraskevi	Anilia	Megala Pournaria	Agia Paraskevi
VILLAGE	Vitsa	Monodentri	Koukouli	Mesovouni	Mikro Papigo	Ano Pedina	Kato Pedina	Kato Pedina	Aristi
<i>AREA</i> (in hectares)	10	40	15	25	400	3	40	20	80
<i>ALTITUDE</i>	900-950	1150	1030	600	1350-1650	1000-1100	950-1000	1000	850
<i>ASPECT</i>	ESE-SE	NE	NE-ESE-SSW	SW	S-SW	WSW	NW	ESE	N-NE
<i>INCLINATION</i>	70-80%	65-80%	40-70%	0-10%	65-85%	70%	50-80%	30-50%	50-90%
<i>RELIEF</i>	Undulate	Plane	Undulate Convex	Plane	Convex Plane	Plane	Plane	Plane Concave	Convex Plane
<i>SUBSTRATE</i>	Si	Ca	Ca	Ca/Si	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca

Table 2. *Vegetation types and dominant flora of the studied sacred woods.*

SITE NAME	VILLAGE	EU HABITAT	SYNTAXON	DOMINANT & DIAGNOSTIC SPECIES
Agios Nikolaos	Vitsa	924A	Quercion confertae	<i>Quercus frainetto</i> <i>Quercus cerris</i> <i>Hedera helix</i> ssp. <i>helix</i> <i>Thymus longicaulis</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Geum urbanum</i> <i>Veronica chamaedrys</i> <i>Carex flacca</i> ssp. <i>serrulata</i> <i>Silene viridiflora</i> <i>Symphytum bulbosum</i> <i>Galium aparine</i> <i>Campanula spatulata</i> ssp. <i>spruneriana</i>
Profitis Ilias	Monodendri	925A	Ostryo – Carpinion	<i>Ostrya carpinifolia</i> <i>Quercus pubescens</i> <i>Acer obtusatum</i> <i>Acer monspessulanum</i> <i>Carpinus orientalis</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Rosa canina</i> <i>Fraxinus ornus</i> <i>Cornus mas</i> <i>Alliaria petiolata</i> <i>Geranium robertianum</i>
Agia Paraskevi	Koukouli	925A	Ostryo – Carpinion	<i>Quercus pubescens</i> <i>Quercus cerris</i> <i>Acer monspessulanum</i> <i>Phlomis fruticosa</i> <i>Pistacia terebinthus</i> <i>Ruscus aculeatus</i> <i>Carex flacca</i> ssp. <i>serrulata</i>
Agios Charalampous	Mesovouni	9250	Ostryo – Carpinion	<i>Quercus trojana</i> ssp. <i>trojana</i> <i>Quercus pubescens</i> <i>Acer monspessulanum</i> <i>Ruscus aculeatus</i> <i>Phlomis fruticosa</i> <i>Asparagus acutifolius</i> <i>Dactylis glomerata</i>
Plai	Mikro Papingo	9563*	Stipo-Morinion	<i>Juniperus foetidissima</i> <i>Juniperus excelsa</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> ssp. <i>oxycedrus</i> <i>Juniperus communis</i> <i>Abies borisii-regis</i>
Agia Paraskevi	Ano Pedina	925A	Ostryo – Carpinion	<i>Quercus pubescens</i> <i>Quercus coccifera</i> <i>Acer monspessulanum</i> <i>Clematis flammula</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Fraxinus ornus</i> <i>Carpinus orientalis</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> ssp. <i>oxycedrus</i>
Anilia	Kato Pedina	934A	Ostryo – Carpinion	<i>Quercus coccifera</i> <i>Acer monspessulanum</i> <i>Carpinus orientalis</i> <i>Helleborus cyclophyllus</i> <i>Geranium lucidum</i> <i>Urtica dioica</i>
Megala Pournaria	Kato Pedina	934A	Ostryo – Carpinion	<i>Quercus coccifera</i> <i>Helleborus cyclophyllus</i> <i>Geranium lucidum</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Digitalis</i> sp. <i>Dactylis glomerata</i> <i>Carex flacca</i> ssp. <i>serrulata</i>
Agia Paraskevi	Aristi	925A	Ostryo - Carpinion	<i>Quercus trojana</i> ssp. <i>trojana</i> <i>Quercus coccifera</i> <i>Quercus pubescens</i> <i>Ostrya carpinifolia</i> <i>Hippocrepis emerus</i> ssp. <i>emeroides</i> <i>Phillyrea latifolia</i> <i>Phlomis fruticosa</i> <i>Carpinus orientalis</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> ssp. <i>oxycedrus</i> <i>Rosa canina</i> <i>Silene italica</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Anthoxanthum odoratum</i>

In the future, the management of these ecosystems must be based on their rarity and the need of their conservation as religious and natural sanctuaries. Measures contributing to the management and the conservation of these woods may include:

1. The recording and their delimitation by the related municipalities and bishoprics.
2. The promotion of a legislative protection in the whole country with strict prohibition of their change of use.
3. The prohibition of harvesting operations and forest products collection.
4. The reception of measures against fire in the surrounding area.
5. Their protection from any other interventions that cause degradation of their character, such as road construction.

Acknowledgments

The authors wish to thank the Arcturos society, that carried out the Environmental Protection and Sustainable Development Project (ETERPS) "Survey on sacred woods and groves in Vikos-Aoos National Park" (funded by the Ministry of Environment, Physical Planning and Public Works). Moreover we wish to thank all local people who participated in the anthropological research, without whose participation this study would have never been completed.

References

- Athanasiadis, N. 1986. *Forest Phytosociology*, Giachoudi – Giapouli, Thessaloniki, 119 pp. (In Greek).
- Baumann, H. 1993. *Greek Wild Flowers and Plant Lore in Ancient Greece*, The Herbert Press Ltd., 249 pp.
- Bergmeier, E. 1990. *Wälder und Gebüsche des Niederen Olymp. (Kato Olympos, NO Thessalien). Ein Beitrag zur systematischen und orographischen Vegetationsgliederung Griechenlands*, *Phytocoenologia* 18: 161-342.
- Bhagwat, S., C. Kushalappa, P. Williams and N. Brown. 2005. A landscape approach to biodiversity conservation of sacred groves in the Western Ghats of India. *Conservation Biology* Vol. 19: 1853-1862.
- Blondel, J. and J. Aronson. 1999. *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*, Oxford University Press, Oxford.

- Chandran, M.D.S. and J. D. Hughes. 2000. *Sacred Groves and Conservation: The comparative History of Traditional Reserves in the Mediterranean Area and in South India*. Environmental and History 6: 169-186.
- Dafis, S. 1973. *Classification of the Forest Vegetation of Greece*, Sci. Ann. Dep. Forest. and Nat. Env. Thessaloniki, 115 (2): 75-91. (In Greek)
- Dafis, S., E. Papastergiadou and E. Lazaridou. 1999. *Technical Manual of Identification, Description and Mapping of Greek Habitat Types*, Greek Biotope-Wetland Center. (EKBY), 180 pp.
- Dafis, S., E. Papastergiadou, E. Lazaridou and M. Tsiafouli. 2001. *Technical Manual of Identification, Description and Mapping of Greek Habitat Types*. Greek Biotope-Wetland Center, (EKBY), pp. 393.
- Devillers, P. and J. Devillers. 1996. *A classification of Palearctic Habitats*, Nature and Environment 78, Council of Europe, Strasbourg.
- European Communities 1991. *CORINE Biotopes Manual. Habitats of the European Community*, Office for Official Publications of the EC, Luxemburg, 300 pp.
- Grove, A. T. and O. Racham. 2001. *The Nature of Mediterranean Europe. An Ecological History*, Yale University Press, New Haven and London.
- Hewitt, K. 1997. *Risk and disasters in mountain lands*. In: Messerli, B., Ives, J.D., (editors). *Mountains of the World. A Global Priority*, The Parthenon Publishing Group Ltd.
- Korakis, G. 2003. *Forest Vegetation Units of Mount Paiko. Evaluation from a Reforestation Viewpoint*, Ph.D. thesis, Aristotle University of Thessaloniki, Greece, 270 pagg. + Appendix. (In Greek)
- Kyriacidou – Nestoros, A. 1989. *Folklore studies*, Volume I, Society of Greek Literary and Historical Registry, Athens (In Greek)
- Mucina, L. 1997. *Conspectus of classes of European vegetation*, Folia Geob. Phytotax. 32: 117-172.
- Nitsiakos, V. 1992. *Tradition and Ecology*, Nea Oikologia 91: 40 (In Greek).
- Nitsiakos, V. 1998. *Department of Ioannina: Contemporary Cultural Geography*, Prefectural Government of Ioannina (In Greek)
- Pignatti, S. 1982. *Flora d' Italia*, Vols. 1-3. Bologna.
- Rothmaler, W. 1995. *Exkursionsflora von Deutschland*, Gustav Fischer Verlag Jena, pp. 754.

- Sharma S., H.C. Rikhari and L.M.S. Palni. 1999. *Conservation of Natural Resources Through Religion: A Case Study from Central Himalaya*. *Society & Natural Resources* 12 (6): 599-612.
- Strid, A. 1986. *Mountain Flora of Greece*, Vol. 1, Cambridge University Press, pp. 822.
- Strid, A. and K. Tan. 1991. *Mountain Flora of Greece*, Vol. 2, Edinburg University Press, pp. 974.
- Strid, A. And K. Tan. 1997. *Flora Hellenica*, Vol. 1. Koeltz Scientific Books. Konigstein, pp. 547.
- Tutin, T.G., N.A. Burges, A.O. Chater, J.R. Edmonson, V.H. Heywood, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters and D.A. Webb, (eds.) 1968-1980: *Flora Europaea*, Vols. 2-5, Cambridge University Press, Cambridge.
- Tutin, T.G., V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters and D.A. Webb. (eds.) 1993. *Flora Europaea*, ed. 2, vol. 1, Cambridge University Press, Cambridge.

ΒΙΟΜΕΤΡΙΑ - ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Κατάλληλο ύψος για μαζοπίνακες διπλής εισόδου

Z. Τσαναξίδου και K. Μάτης

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και
Φυσικού Περιβάλλοντος, E-mail: ztsanaxi@for.auth.gr

Περίληψη

Σε αυτή την εργασία γίνεται προσπάθεια να βρεθεί το ύψος σε εξισώσεις συνολικού όγκου και διαμέτρου - ύψους που αποδίδει καλύτερα τη σχέση αυτή. Για την εκτίμηση του συνολικού όγκου χρησιμοποιήθηκε δείγμα 100 ιστάμενων δέντρων οξιάς, το οποίο συλλέχθηκε από το δάσος «Λειβαδίτσι – Τοβαρίτσι» Έδεσσας με τη μέθοδο της απλής τυχαίας δειγματοληψίας. Η εύρεση μοντέλων παλινδρόμησης στα οποία θα γίνει η σύγκριση και θα εκτιμούν το συνολικό όγκο γίνεται χρησιμοποιώντας και προσαρμόζοντας ένα σύνολο γραμμικών και μη γραμμικών εξισώσεων που έχουν χρησιμοποιηθεί από διάφορους ερευνητές στο παρελθόν για να αποδώσουν τη μεταβλητή αυτή. Όπως προέκυψε από τη σύγκριση αυτή και στις γραμμικές και στις μη γραμμικές εξισώσεις ο συνολικός όγκος εκτιμάται με μεγαλύτερη ακρίβεια όταν χρησιμοποιείται σαν ανεξάρτητη μεταβλητή η σθηθιαία διάμετρος και το συνολικό ύψος από αυτές που χρησιμοποιούν τη σθηθιαία διάμετρο και το εμπορεύσιμο ή το ύψος ξυλείας προς πρίση. **Λέξεις κλειδιά :** Όγκος, Μαζοπίνακες, Συνολικό Ύψος, Παλινδρόμηση.

Εισαγωγή – τοποθέτηση του θέματος

Ένας από τους κυριότερους τομείς οικονομικής εκμετάλλευσης του δάσους είναι ο παραγόμενος ξυλώδης όγκος των δέντρων. Για την ορθολογική διαχείριση του δάσους και την αιφορική κάρπωση από αυτό προϊόντων απαραίτητη είναι η μέτρηση του ξυλώδους κεφαλαίου αυτού. Ο υπολογισμός του όγκου των δέντρων μπορεί να γίνει μέσω γνωστών τύπων που υπάρχουν όπως του Huber, του Smalian, της μέσης διαμέτρου κλπ. (Μάτης, 2004α), οι οποίοι όμως απαιτούν δαπανηρές και χρονοβόρες μετρήσεις. Για το λόγο αυτό, με συλλογή δείγματος από τον πληθυσμό του δάσους καταρτίζονται εξισώσεις παλινδρόμησης με τις οποίες μπορούν να εκτιμηθούν με μεγαλύτερη ευκολία διάφορες παράμετροι αυτού, όπως ο συνολικός όγκος και κατ' επέκταση το ξυλαπόθεμα του δάσους. Έτσι για την εκτίμηση του όγκου καταρτίζονται μαζοπίνακες απλής, διπλής εισό-

δου ή κλάσεως μορφής που μπορεί να έχουν σα μεταβλητές τη στηθιαία διάμετρο, το συνολικό ύψος, το εμπορεύσιμο ύψος, το ύψος ξυλείας προς πρίση κλπ. Οι μαζοπίνακες αυτοί αφορούν το δασοπονικό είδος και την περιοχή για την οποία καταρτίζονται.

Τέτοιες εξισώσεις έχουν καταρτιστεί από τους Spruitt (1952), Husch (1963), Loetsch, Zohrer και Haller (1973), Giourgiou (1979), Διαμαντοπούλου (1996), Διαμαντοπούλου και Μάτης (1999).

Εκτός από το συνολικό ύψος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το εμπορεύσιμο ή βιομηχανικό ύψος (merchantable height, h_m), το οποίο είναι η απόσταση μεταξύ του εδάφους και του σημείου εκείνου που ορίζει το τελευταίο χρήσιμο μέρος του κορμού. Σχέση μεταξύ του συνολικού και του εμπορεύσιμου ύψους έχει βρεθεί από τους Αστέρη, Μάτη και Νεοφύτου (1978). Ο καθορισμός του σημείου αυτού είναι υποκειμενικός και ορίζεται ως μια ελάχιστη διάμετρος κορυφής. Για την Ελλάδα το όριο αυτό σήμερα είναι τα 5cm (Μάτης, 2004α). Όπως επίσης και το ύψος ξυλείας προς πρίση (sawtimber height, h_s) που είναι η απόσταση, κατά μήκος του άξονα του κορμού, μεταξύ του εδάφους και του σημείου εκείνου που η ελάχιστη διάμετρος κορυφής είναι 20 εκατοστά ή η χρησιμοποίηση της ξυλείας για πρίση περιορίζεται από σφάλματα, διακλαδώσεις, καμπυλώσεις ή στρεβλώσεις (Μάτης, 2004α).

Σκοπός της εργασίας είναι η κατάρτιση μαζοπινάκων διπλής εισόδου χρησιμοποιώντας το κατάλληλο ύψος του δέντρου ώστε να έχουμε το μικρότερο δυνατό σφάλμα εκτίμησης, για το δασοπονικό είδος της οξιάς του Δημοσίου Δάσους «Λειβαδίτσι – Τοβαρίτσι» Έδεσσας.

Μεθοδολογία

Περιοχή έρευνας σε αυτή την εργασία αποτελεί το δημόσιο δάσος «Λειβαδίτσι – Τοβαρίτσι», το οποίο βρίσκεται δυτικά της πόλης Έδεσσα σε οδική απόσταση 25Km και έχει δασοσκεπή έκταση 1637,1433ha (Τσαλακανίδης, 1999). Από τα 1637ha δασοσκεπούς έκτασης επιλέχθηκαν, με απλή τυχαία δειγματοληψία, που είναι η πιο απλή, η πιο βασική και η περισσότερο χρησιμοποιούμενη μέθοδος δειγματοληψίας (Μάτης, 2004β), 100 ιστάμενα δέντρα, ως εξής: Χρησιμοποιήθηκε προσανατολιστικός χάρτης του δάσους, ο οποίος προσαρμόστηκε μέσω του σχεδιαστικού προγράμματος AutoCAD 2004 στις πραγματικές του διαστάσεις. Στη συνέχεια, μέσω ενός προγράμματος εξαγωγής τυχαίων αριθμών, πήραμε ένα δείγμα τυχαίων σημείων (x,y) που αντιστοιχούν σε πραγματικές συντεταγμένες και τοποθετή-

θηκαν στο χάρτη. Η προσέγγιση στα σημεία αυτά έγινε με τη βοήθεια G.P.S.(Global Positioning System) και μετρήθηκαν τα πλησιέστερα δέντρα στα σημεία αυτά. Στο τυχαίο δείγμα των 100 δέντρων μετρήθηκαν : η διάμετρος στο έδαφος (d_g), η στηθαία διάμετρος (d) και οι διάμετροι κατά μήκος του κορμού κάθε δυο μέτρα, ξεκινώντας από το στηθαίο ύψος, δηλαδή στα ύψη 3,3m, 5,3m, 7,3m, 9,3m, 11,3m, 13,3m, 15,3m, 17,3m, 19,3m και 21,3m από το έδαφος, το ύψος ξυλείας προς πρίση (h_s), το εμπορεύσιμο ύψος (h_m) και το συνολικό ύψος (h).

Ο συνολικός όγκος υπολογίστηκε, με τη μέθοδο της τμηματικής ογκομέτρησης με τον τύπο του Smalian (Μάτης, 2004α):

$$V = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_g^2 + d^2}{2} \right) \cdot 1,3 + \dots + \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_{(k-1)}^2 + d_k^2}{2} \right) \cdot 1 + \frac{\pi}{12} d_k^2 l_k, \text{ όπου } V \text{ είναι ο συνολικός ό-$$

γκος, $d_{1, \dots, k}$ είναι οι διάμετροι κατά μήκος του κορμού κάθε 2 μέτρα ξεκινώντας από το στηθαίο ύψος, σε μέτρα, 1 είναι το μήκος του κορμοτεμαχίου, σε μέτρα και l_k είναι το μήκος του κορυφοτεμαχίου, σε μέτρα.

Στα δεδομένα του δείγματος δοκιμάστηκε η προσαρμογή πολλών εξισώσεων απλής γραμμικής, πολλαπλής γραμμικής και μη γραμμικής παλινδρόμησης που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς από διάφορους ερευνητές. Η επεξεργασία έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS (Norusis, 2002) και με την εφαρμογή της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων και ο αλγόριθμος του Leveberg-Marquardt (Marquardt 1963, Gallant 1987). Με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων η εξίσωση υπολογίζεται αντικειμενικά και όχι υποκειμενικά, όπως γίνεται στις γραφικές μεθόδους (Μάτης, 2004α) και ελαχιστοποιείται το άθροισμα των τετραγώνων των καθέτων αποκλίσεων των n παρατηρήσεων του δείγματος από τη γραμμή της παλινδρόμησης (Μάτης, 1999).

Από τις εξισώσεις αυτές επιλέχθηκαν οι εξής γραμμικές :

$$V = b_1 d^2 h \quad (1\alpha)$$

$$V = b_1 d^2 h_m \quad (1\beta)$$

$$V = b_1 d^2 h_s \quad (1\gamma)$$

$$V = b_0 + b_1 d^2 h \quad (2\alpha)$$

$$V = b_0 + b_1 d^2 h_m \quad (2\beta)$$

$$V = b_0 + b_1 d^2 h_s \quad (2\gamma)$$

$$V = b_1 d^2 + b_2 h \quad (3\alpha)$$

$$V = b_1 d^2 + b_2 h_m \quad (3\beta)$$

$$V = b_1 d^2 + b_2 h_s \quad (3\gamma)$$

$$V = b_1 d^2 h + b_2 d^4 h^2 \quad (4\alpha)$$

$$V = b_1 d^2 h_m + b_2 d^4 h_m^2 \quad (4\beta)$$

$$V = b_1 d^2 h_s + b_2 d^4 h_s^2 \quad (4\gamma)$$

και οι παρακάτω μη γραμμικές :

$$V = \left(\frac{\theta_1}{1 + e^{(\theta_2 + \theta_3 d^2 h)}} \right) \quad (5\alpha)$$

$$V = \left(\frac{\theta_1}{1 + e^{(\theta_2 + \theta_3 d^2 h_m)}} \right) \quad (5\beta)$$

$$V = \left(\frac{\theta_1}{1 + e^{(\theta_2 + \theta_3 d^2 h_s)}} \right) \quad (5\gamma)$$

$$V = \theta_1 (dh)^{\theta_2} \quad (6\alpha)$$

$$V = \theta_1 (dh_m)^{\theta_2} \quad (6\beta)$$

$$V = \theta_1 (dh_s)^{\theta_2} \quad (6\gamma)$$

$$V = \theta_1 (d^2 h)^{\theta_2} \quad (7\alpha)$$

$$V = \theta_1 (d^2 h_m)^{\theta_2} \quad (7\beta)$$

$$V = \theta_1 (d^2 h_s)^{\theta_2} \quad (7\gamma)$$

όπου :

V : ο συνολικός όγκος σε m^3 ,

d : η στηθιαία διάμετρος σε m ,

h : το συνολικό ύψος σε m ,

h_m : το εμπορεύσιμο ύψος σε m ,

h_s : το ύψος ξυλείας προς πρίση σε m ,

b_0 : ο σταθερός όρος της γραμμικής παλινδρόμησης,

b_i : οι συντελεστές της γραμμικής παλινδρόμησης, όπου $i = 1, 2$,

$\theta_{1,2}$: παράμετροι μη γραμμικής παλινδρόμησης.

Οι συντελεστές προσδιορισμού (coefficients of determination, R^2) είναι από τα πιο χρησιμοποιούμενα κριτήρια σύγκρισης εξισώσεων. Σχετικά με τους συντελεστές προσδιορισμού, έχουν προταθεί διάφοροι τύποι υπολογισμού τους, ενώ έχει συζητηθεί πολύ και η καταλληλότητά τους, ως κριτηρίων σύγκρισης εξισώσεων. Όσο πιο κοντά στη μονάδα είναι η τιμή τους, τόσο πιο καλά προσαρμόζεται το μοντέλο παλινδρόμησης στα δεδομένα. Γενικά, σε ένα μη γραμμικό μοντέλο ο συντελεστής προσδιορισμού δε φαίνεται να έχει φανερή σημασία (Draper και Smith 1997). Ένα άλλο κριτήριο σύγκρισης εξισώσεων είναι το τυπικό σφάλμα εκτίμησης των θεωρητικών τιμών (standard error, se). Όσο πιο μικρή τιμή έχει, τόσο πιο καλά προσαρμόζεται το μοντέλο στα δεδομένα.

Για τις γραμμικές εξισώσεις που επιλέχθηκαν, δίνονται οι τιμές της σημαντικότητας του F κριτηρίου (Σημ. F) στις αναλύσεις διακύμανσης (όταν Σημ. $F \leq 0,05$ το αντίστοιχο γραμμικό μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό, για πιθανότητα 5%) καθώς και οι τιμές της σημαντικότητας του t κριτηρίου (Σημ. t), για κάθε συντελεστή παλινδρόμησης (όταν Σημ. $t \leq 0,05$ ο αντίστοιχος συντελεστής διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το μηδέν, για πιθανότητα 5%). Σχετικά με τα διαστήματα εμπιστοσύνης, αν κάποιο διάστημα περιέχει την τιμή μηδέν, ο αντίστοιχος συντελεστής παλινδρόμησης δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το μηδέν. Στη συνέχεια γίνεται ανάλυση υπολοίπων (residual analysis) με έλεγχο του μέσου όρου των υπολοίπων, έλεγχο κανονικότητας με τον έλεγχο Kolmogorov – Smirnov και έλεγχο ομοιογένειας της διακύμανσης. Οι βασικές υποθέσεις που πρέπει να ισχύουν, για να εφαρμόσουμε ανάλυση παλινδρόμησης με τη μέθοδο των ελάχιστων τετραγώνων, είναι πως τα υπόλοιπα θα πρέπει να έχουν μηδενικό μέσο όρο, να κατανέμονται κανονικά και να έχουν ομοιογενή διακύμανση. Η παραβίαση αυτών των υποθέσεων οδηγεί σε μη έγκυρα διαστήματα εμπιστοσύνης και ελέγχους σημαντικότητας (Neter κ.ά. 1990, Μάττης 1999, Μάττης 2003).

Στον έλεγχο κανονικότητας Kolmogorov-Smirnov, αν (Σημ. Z) $\leq 0,05$ τότε η κατανομή των υπολοίπων απέχει πολύ από την κανονική, ενώ αν (Σημ. Z) $> 0,05$ η κατανομή των υπολοίπων προσεγγίζει την κανονική, για πιθανότητα 5%. Για να εξετάσουμε την ομοιογένεια της διακύμανσης των υπολοίπων, βλέπουμε το διάγραμμα διασποράς ανάμεσα στα υπόλοιπα και τις εκτιμηθείσες τιμές. Όταν τα σημεία του γραφικού τείνουν να συγκεντρώνονται μέσα σε μια στενή λωρίδα γύρω από το μηδέν, χωρίς να ακολουθούν κάποιο σχέδιο, τότε η διακύμανση των υπολοίπων είναι ικανοποιητικά σταθερή (Draper και Smith 1997).

Αποτελέσματα

Οι τιμές της σθηθιαίας διαμέτρου των 100 δέντρων κυμαίνονται από 0,15 ως 0,65m, του συνολικού ύψους από 11 ως 28m, του εμπορεύσιμου ύψους από 7 ως 26m και του ύψους ξυλείας προς πρίση από 3,5 ως 18,5m (πίνακας 1).

Πίνακας 1. Περιληπτικά στατιστικά των μεταβλητών

	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Αριθμητικός μέσος	Τυπική απόκλιση
Σθηθιαία διάμετρος	0,15	0,65	0,307987	0,0982096
Συνολικό ύψος	11,00	28,00	19,757	4,217
Εμπορεύσιμο ύψος	7,00	26,00	14,9890	3,84539
Ύψος ξυλείας προς πρίση	3,50	18,50	7,7261	4,2998
Συνολικός όγκος	0,1269	3,3613	0,7441	0,5629

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 2, το 3^ο γραμμικό μοντέλο είχε καλύτερη τιμή από τα υπόλοιπα για το συντελεστή προσδιορισμού.

Πίνακας 2. Τιμές του συντελεστή προσδιορισμού για τα γραμμικά μοντέλα.

Μοντέλο	Συντελεστής προσδιορισμού R^2
(1α)	0,985
(1β)	0,979
(1γ)	0,932
(2α)	0,977
(2β)	0,971
(2γ)	0,971
(3α)	0,993
(3β)	0,993
(3γ)	0,992
(4α)	0,987
(4β)	0,982
(4γ)	0,963

Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε πως πράγματι τα γραμμικά μοντέλα είναι σημαντικά, για πιθανότητα 5% (Σημ. $F < 0,05$) (πίνακας 3). Ο υπολογισμός του τυπικού σφάλματος εκτίμησης έδειξε πως το μικρότερο τυπικό

σφάλμα, στο σύνολο των 7 γραμμικών και μη γραμμικών μοντέλων, έχει το μοντέλο 3α.

Πίνακας 3. Αναλύσεις διακύμανσης

Μοντέλο	Πηγή διακύμανσης	Αθροίσματα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	<i>F</i>	Σημ. <i>F</i>	Ρίζα Μέσου Τετραγώνου (τοπικό σφάλμα εκτίμησης <i>se</i>)
1α	Παλινδρόμηση	85,409	1	85,409	6354,015	,000	
	Σφάλμα	1,331	99	0,013			0,1159
	Σύνολο	86,740	100				
1β	Παλινδρόμηση	84,887	1	84,887	4534,736	,000	
	Σφάλμα	1,853	99	0,019			0,1368
	Σύνολο	86,740	100				
1γ	Παλινδρόμηση	80,853	1	80,853	1359,678	,000	
	Σφάλμα	5,887	99	0,059			0,2439
	Σύνολο	86,740	100				
2α	Παλινδρόμηση	30,639	1	30,639	4110,138	,000	
	Σφάλμα	0,731	98	0,007			0,0863
	Σύνολο	31,369	99				
2β	Παλινδρόμηση	30,457	2	30,457	3274,107	,000	
	Σφάλμα	0,912	98	0,009			0,0964
	Σύνολο	31,369	100				
2γ	Παλινδρόμηση	30,457	1	30,457	3272,982	0,000	
	Σφάλμα	0,912	98	0,009			0,0965
	Σύνολο	31,369	99				
3α	Παλινδρόμηση	86,154	2	43,077	7207,427	0,000	
	Σφάλμα	0,586	98	0,006			0,0773
	Σύνολο	86,740	100				
3β	Παλινδρόμηση	86,147	2	43,073	7114,732	0,000	
	Σφάλμα	0,593	98	0,006			0,0778
	Σύνολο	86,740	100				
3γ	Παλινδρόμηση	86,074	2	43,037	6330,643	0,000	0,0825
	Σφάλμα	0,666	98	0,007			
	Σύνολο	86,740	100				
4α	Παλινδρόμηση	85,640	2	42,820	3815,004	0,000	
	Σφάλμα	1,100	98	0,011			0,1059
	Σύνολο	86,740	100				
4β	Παλινδρόμηση	85,210	2	42,605	2729,339	0,000	
	Σφάλμα	1,530	98	0,016			0,1249
	Σύνολο	86,740	100				
4γ	Παλινδρόμηση	83,515	2	41,758	1269,019	0,000	

	Σφάλμα	3,225	98	0,033			0,1814
	Σύνολο	86,740	100				
5α	Παλινδρόμηση	85,478	3	28,493			
	Σφάλμα	1,262	97	0,013			0,1140
	Σύνολο	86,740	100				
5β	Παλινδρόμηση	85,187	3	28,396			
	Σφάλμα	1,553	97	0,016			0,1265
	Σύνολο	86,740	100				
5γ	Παλινδρόμηση	85,023	3	28,341			
	Σφάλμα	1,717	97	0,018			0,1342
	Σύνολο	86,740	100				
6α	Παλινδρόμηση	84,494	2	42,247			
	Σφάλμα	2,246	98	0,023			0,1517
	Σύνολο	86,740	100				
6β	Παλινδρόμηση	83,762	2	41,881			
	Σφάλμα	2,978	98	0,030			0,1732
	Σύνολο	86,740	100				
6γ	Παλινδρόμηση	83,790	2	41,895			
	Σφάλμα	2,950	98	0,030			0,1732
	Σύνολο	86,740	100				
7α	Παλινδρόμηση	85,856	2	42,928			
	Σφάλμα	0,884	98	0,009			0,0945
	Σύνολο	86,740	100				
7β	Παλινδρόμηση	85,586	2	42,793			
	Σφάλμα	1,154	98	0,012			0,1095
	Σύνολο	86,740	100				
7γ	Παλινδρόμηση	85,056	2	42,528			
	Σφάλμα	1,683	98	0,017			0,1304
	Σύνολο	86,740	100				

Ο έλεγχος υποθέσεων για τους συντελεστές παλινδρόμησης με το t κριτήριο, για τα γραμμικά μοντέλα, έδειξε πως όλοι οι συντελεστές διαφέρουν σημαντικά από το μηδέν, για πιθανότητα 5% (Σημ. $t < 0,05$), εκτός από το συντελεστή b_2 για το μοντέλο (3γ) το οποίο και απορρίπτεται. Για τα μη γραμμικά μοντέλα, τα διαστήματα εμπιστοσύνης των συντελεστών όλων των μοντέλων δεν περιέχουν το μηδέν, άρα αυτοί οι συντελεστές παλινδρόμησης διαφέρουν σημαντικά από το μηδέν (πίνακας 4).

Πίνακας 4. Έλεγχος σημαντικότητας των συντελεστών παλινδρόμησης.

Μοντέλο		Συντελεστές παλινδρόμησης		t	Σημ. t	95% διάστημα εμπιστοσύνης για τους συντελεστές	
		b_i	Τυπικό σφάλμα			Κάτω όριο	Πάνω όριο
1α	b_1	0,307	0,004	79,712	0,000	0,299	0,314
1β	b_1	0,387	0,006	67,340	0,000	0,376	0,399
1γ	b_1	0,542	0,015	36,874	0,000	0,513	0,571
2α	b_0	0,117	0,013	8,973	0,000	0,091	0,143
	b_1	0,278	0,004	64,110	0,000	0,269	0,286
2β	b_0	0,143	0,014	10,061	0,000	0,115	0,172
	b_1	0,343	0,006	57,220	0,000	0,331	0,355
2γ	b_0	0,289	0,013	23,122	0,000	0,264	0,314
	b_1	0,431	0,008	57,210	0,000	0,416	0,446
3α	b_1	7,776	0,130	59,863	0,000	7,519	8,034
	b_2	-0,003	0,001	-3,961	0,000	-0,005	-0,002
3β	b_1	7,784	0,137	56,805	0,000	7,512	8,056
	b_2	-0,004	0,001	-3,774	0,000	-0,006	-0,002
3γ	b_1	7,581	0,197	38,577	0,000	7,191	7,971
	b_2	-0,004	0,003	-0,037	0,165	-0,010	0,002
4α	b_1	0,336	0,007	45,413	0,000	0,322	0,351
	b_2	-0,005	0,001	-4,534	0,000	-0,007	-0,003
4β	b_1	0,433	0,011	38,045	0,000	0,411	0,456
	b_2	-0,009	0,002	-4,552	0,000	-0,013	-0,005
4γ	b_1	0,738	0,024	30,215	0,000	0,690	0,787
	b_2	-0,046	0,005	-8,995	0,000	-0,056	-0,035
5α	θ_1	3,253	0,111			3,034	3,473
	θ_2	2,316	0,045			2,226	2,406
	θ_3	-0,444	0,020			-0,484	-0,404
5β	θ_1	3,359	0,157			3,048	3,670
	θ_2	2,256	0,048			2,160	2,352
	θ_3	-0,514	0,028			-0,569	-0,458
5γ	θ_1	3,062	0,106			2,852	3,272
	θ_2	1,979	0,048			1,883	2,075
	θ_3	-0,734	0,039			-0,812	-0,657
6α	θ_1	0,044	0,004			0,035	0,052
	θ_2	1,477	0,041			1,397	1,558
6β	θ_1	0,077	0,007			0,062	0,092
	θ_2	1,371	0,045			1,282	1,461
6γ	θ_1	0,257	0,015			0,226	0,287
	θ_2	1,001	0,033			0,935	1,067
7α	θ_1	0,366	0,009			0,348	0,384
	θ_2	0,891	0,015			0,862	0,920

7β	θ_1	0,469	0,012			0,446	0,492
	θ_2	0,862	0,017			0,829	0,896
7γ	θ_1	0,772	0,016			0,740	0,804
	θ_2	0,700	0,017			0,667	0,773

Σε όλες τις παραπάνω εξισώσεις παρατηρείται ότι στις εξισώσεις που χρησιμοποιείται σαν ανεξάρτητη μεταβλητή η στηθαία διάμετρος και το συνολικό ύψος για την εκτίμηση του συνολικού όγκου έχουμε μικρότερο τυπικό σφάλμα εκτίμησης σε σύγκριση με αυτές όπου ο όγκος εκτιμάται συναρτήσει της στηθαίας διαμέτρου και του εμπορεύσιμου ύψους ή του ύψους ξυλείας προς πρίση.

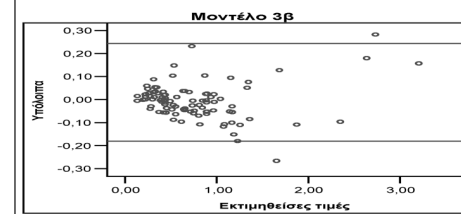
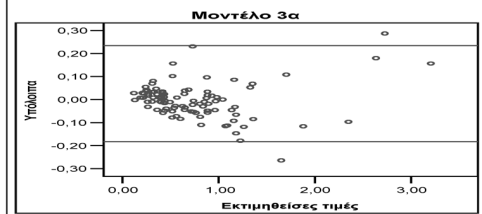
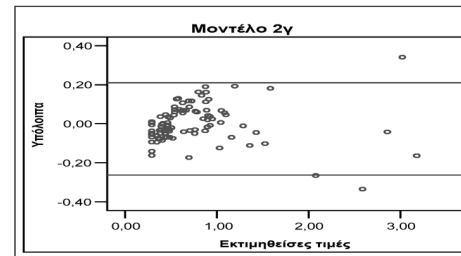
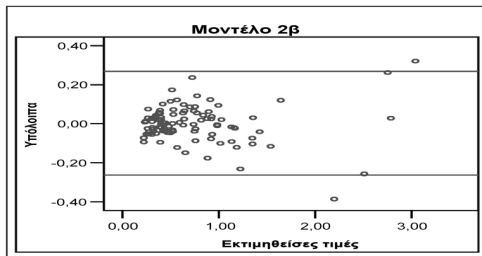
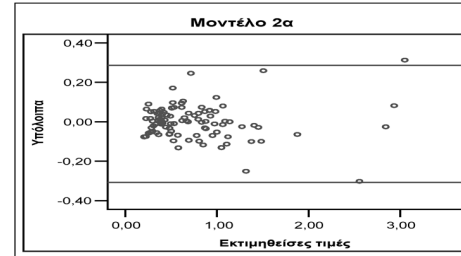
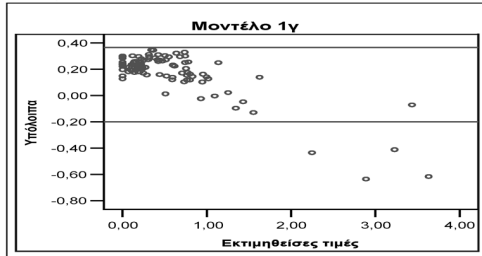
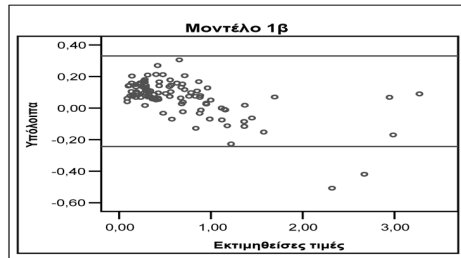
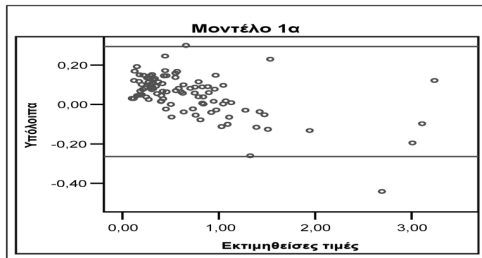
Τα στατιστικά των υπολοίπων για τα μοντέλα παλινδρόμησης δίνονται στον πίνακα 5. Παρατηρούμε πως ο μέσος όρος των υπολοίπων των εξισώσεων πλησιάζουν στο μηδέν. Ο έλεγχος κανονικότητας με τον έλεγχο Kolmogorov-Smirnov έδειξε πως τα υπόλοιπα των εξισώσεων προσεγγίζουν την κανονική κατανομή, για πιθανότητα 5% ($\text{Σημ.}Z > 0,05$) (πίνακας 5).

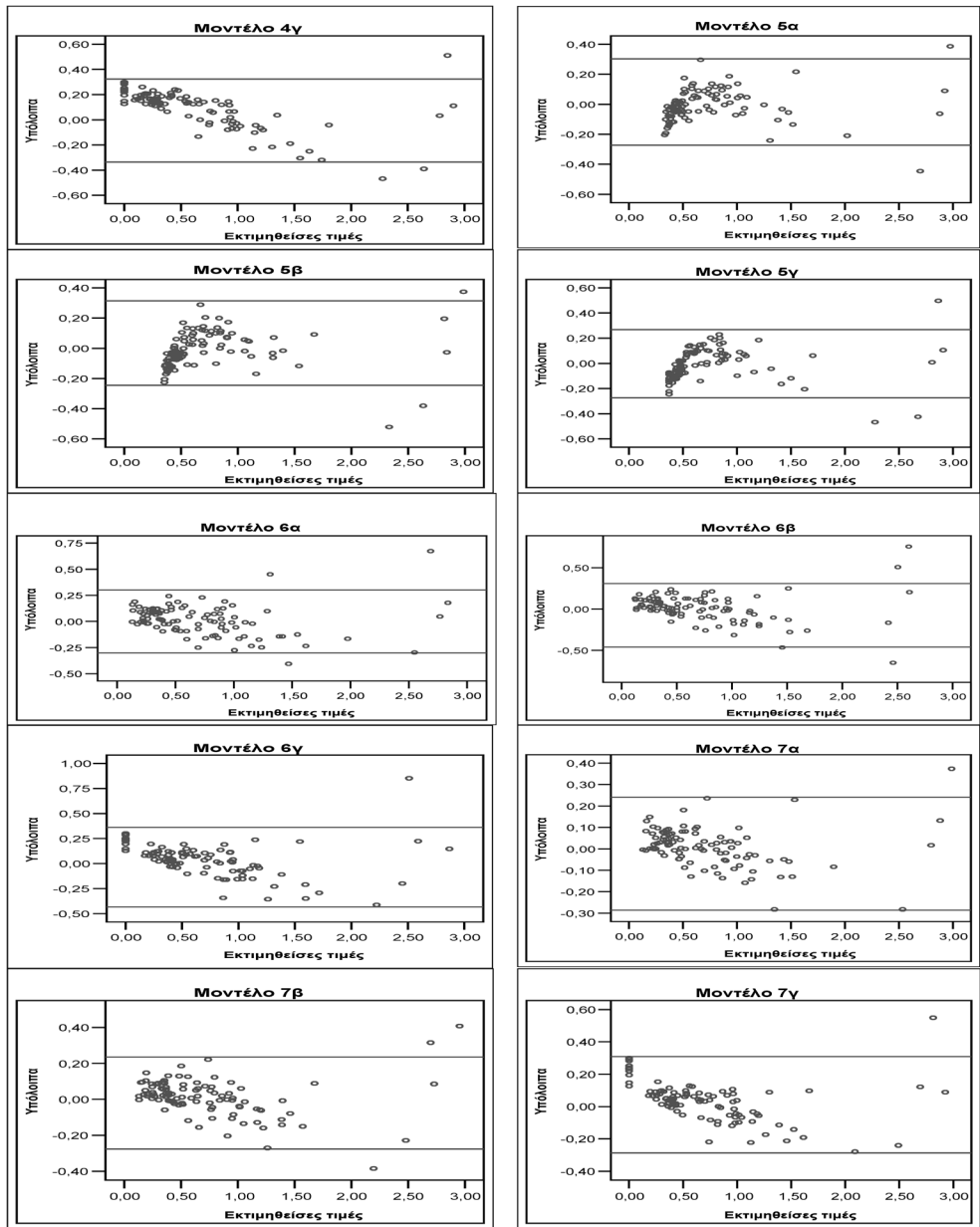
Πίνακας 5. Στατιστικά και έλεγχος κανονικότητας των υπολοίπων των εξισώσεων παλινδρόμησης.

Μοντέλο	1α	1β	1γ	2α	2β
Αριθμητικός μέσος	0,0512	0,0656	0,0172	0,0000	0,0000
Τυπική απόκλιση	0,1039	0,1199	0,1719	0,0859	0,0960
Kolmogorov-Smirnov Z	1,105	1,785	2,344	0,878	1,121
Ασυμπτωτική σημ. Z (δί-πλευρη)	0,174	0,003	0,000	0,424	0,162
Μοντέλο	2γ	3α	3β	4α	4β
Αριθμητικός μέσος	0,0000	0,0040	0,0051	0,0275	0,0373
Τυπική απόκλιση	0,0960	0,0768	0,0772	0,1017	0,1185
Kolmogorov-Smirnov Z	0,884	1,209	1,300	1,166	1,516
Ασυμπτωτική σημ. Z (δί-πλευρη)	0,416	0,107	0,068	0,132	0,0208
Μοντέλο	4γ	5α	5β	5γ	6α
Αριθμητικός μέσος	0,0810	0,0067	0,0077	0,0088	0,0145
Τυπική απόκλιση	0,1562	0,1127	0,125	0,1314	0,01499
Kolmogorov-Smirnov Z	2,030	0,709	0,735	0,671	0,917
Ασυμπτωτική σημ. Z (δί-πλευρη)	0,001	0,697	0,652	0,759	0,369
Μοντέλο	6β	6γ	7α	7β	7γ
Αριθμητικός μέσος	0,0156	0,0386	0,0099	0,0124	0,0360

Τυπική απόκλιση	0,1727	0,5861	0,09395	0,1072	0,1253
Kolmogorov-Smirnov Z	1,115	1,272	0,859	1,235	1,288
Ασυμπτωτική σημ. Z (δί-πλευρη)	0,166	0,079	0,452	0,095	0,072

Τέλος, το σχήμα 1 δείχνει πως τα υπόλοιπα των εξισώσεων έχουν ομοιογενή διακύμανση (τα σημεία των γραφικών συγκεντρώνονται σε μια στενή λωρίδα γύρω από το μηδέν, χωρίς να ακολουθούν κάποιο σχήδιο).





Σχήμα 1. Έλεγχος ομοιογένειας των υπολοίπων των μοντέλων παλινδρόμησης

Συζήτηση

Στην εργασία αυτή εξετάστηκαν και συγκρίθηκαν εξισώσεις που εκφράζουν το συνολικό όγκο χρησιμοποιώντας σαν ανεξάρτητες μεταβλητές τη στηθαία διάμετρο και το συνολικό, το εμπορεύσιμο και το ύψος ξυλείας προς πρίση. Έπειτα από την προσαρμογή ενός μεγάλου αριθμού γραμμικών και μη γραμμικών εξισώσεων παλινδρόμησης παρατηρήθηκε ότι στις περιπτώσεις που έχουμε το συνολικό ύψος σαν μεταβλητή αντί του εμπορεύσιμου ή του ύψους ξυλείας προς πρίση, να έχουμε καλύτερη εκτίμηση του συνολικού όγκου με βάση το τυπικό σφάλμα εκτίμησης.

Βιβλιογραφία

- Αστέρης, Κ. Ι., Κ. Γ. Μάτης και Χ. Ν. Νεοφύτου. 1978. *Σχέση του εμπορεύσιμου και ολικού ύψους του κορμού δέντρων ελάτης του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου*. Γεωτεχνικά 4:14-18.
- Διαμαντοπούλου, Μ. Ι. 1996. Δασοβιομετρικά μοντέλα για την ελάτη του Πανεπιστημιακού δάσους του Περτουλίου. Διδακτορική διατριβή. Α.Π.Θ. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Θεσσαλονίκη.
- Διαμαντοπούλου, Μ. Ι. και Κ. Γ. Μάτης. 1999. Εξισώσεις έμφλοιου κορμικού όγκου για την κατάρτιση μαζοπινάκων απλής και διπλής εισόδου οξιάς Αριδαίας. Περιοδικό: Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα 10/II(2): 151-159.
- Drazer, N. και H. Smith. 1997. Εφαρμοσμένη ανάλυση παλινδρόμησης. Εκδόσεις Παπαζήση. Αθήνα. 835 σελ.
- Gallant, R. A. 1987. *Nonlinear Statistical Models*. Wiley & Sons, Inc. Canada.
- Giurgiu, V. 1979. *Dendrometrie. Si Auxologie Forestiera*. Editura Ceres
- Hush, B. 1963. *Forest mensuration and statistics*. The Ronald Press Co. New York. p. 474.
- Loetsch, F., F. Zohrer and K. Haller. 1973. *Forest inventory. Volume II*. Munchen. BLV Verlagsgesellschaft. 469 p.
- Marquardt, D. W. 1963. An Algorithm for Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters. *Jour. Soc. Ind. App. Math.* 11: 431-441.
- Μάτης, Κ. Γ. 1999. *Εισαγωγή στην παλινδρόμηση Ι. Απλή γραμμική παλινδρόμηση*. Εκδόσεις Δεδούση. Θεσσαλονίκη.
- Μάτης, Κ. Γ. 2003. *Δασική Βιομετρία Ι. Στατιστική*. Εκδόσεις Πήγασος

2000. Θεσσαλονίκη. 598 σελ.
- Μάτης, Κ. Γ. 2004α. *Δασική Βιομετρία II. Δεντρομετρία*. Εκδόσεις Πήγασος 2000. Θεσσαλονίκη. 674 σελ.
- Μάτης, Κ. Γ. 2004β. *Δειγματοληψία Φυσικών Πόρων*. Εκδόσεις Πήγασος 2000. Θεσσαλονίκη. 525 σελ.
- Neter, J., W. Wasserman and M. Kutner. 1990. Applied linear statistical models. 3rd edition. Richard D. Irwin, Inc. Homewood, Illinois. 1181 p.
- Norusis, M. 2002. *SPSS 11.0 guide to data analysis*. Chicago. Illinois. U.S.A. 637 p.
- Spurr, S.H. 1952. *Forest Inventory*. The Ronald Press Co. New York.
- Τσαλακανίδης, Θ. 1997. *Διαχειριστική μελέτη του Δημοσίου δάσους «Λειβαδίτσι – Τοβαρίτσι» Δασαρχείου Έδεσσας για τη διαχειριστική περίοδο 1999 – 2008*. σελ 31.

Suitable height for double - entry Volume tables

Z. Tsanaxidou and K.G. Matis

Abstract

In this paper, becomes an effort to find the height in equations of total volume and diameter - height that attributes better this relation. For the estimate of total volume was used sample of 100 standing beech trees, from the forest “Levaditsi – Tovaritsi” near the town Edessa, using as a sampling method simple random sampling. Linear and non-linear regression equations that have been used in the past by various researchers to predict total tree volume were adapted and compared, in order to find the suitable independent variable. As a result from this compare in both linear and non-linear regression equations total tree volume is estimated with bigger precision when used as independent variables breast height diameter and total height instead off breast height diameter and merchantable or saw-timber height.

Key words: Volume, Volume tables, Total Height, Regression.

Ο δενδρομετρητής II και η χρήση του στη δασική πράξη

Β. Κ. Δρόσος *, **Δ. Ε. Φαρμάκης**, **Ι. Κοσμίδης** και **Κ. Α. Παπασταύρου**

* Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Ορεστιάδα,
e-mail: vdrosos@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Ο δενδρομετρητής II (επονομαζόμενος και ανοιχτήρι μπουκαλιών, λόγω του σχήματός του) είναι ένα φθινό όργανο για τη μέτρηση του ύψους δέντρων, τον υπολογισμό της κυκλικής δοκιμαστικής επιφάνειας χρησιμοποιώντας τους συντελεστές κυκλικής επιφάνειας 1, 2 ή 4, την εκτίμηση του ποσοστού μάζας μεμονωμένων δένδρων και την εκτίμηση όγκου συστάδας με τη συνδρομή του υψομορφάρθρου. Λόγω των δυσκολιών από την κατακορύφωση του δέντρου και στην εξασφάλιση ότι το όργανο είναι στη σωστή απόσταση και γωνία, η ακρίβεια είναι σχετικά μικρή. Δεν πρέπει να αναμένεται ακρίβεια καλύτερη από περίπου ± 1 m για ένα δέντρο ύψους 20 m (δηλ. περίπου 5%). Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η αναζήτηση και σύγκριση της ακρίβειας και αποδοτικότητας του δενδρομετρητή II με τον πιο εξελιγμένο laser δενδρομετρητή, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το κόστος του, για την εκτίμηση όλων των προαναφερθέντων παραμέτρων δένδρων ή συστάδας σε δασικές συνθήκες. Ως περιοχή έρευνας επιλέχθηκε η περιοχή «Δαμασκηινιάς λιβάδι» στα δυτικά του δασοαρχείου στο Πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη – Βραστάμων της Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Η περιοχή έχει ήπιες σχετικά κλίσεις και χαμηλό υψόμετρο. Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη των στόχων της έρευνας ήταν εκτός του δενδρομετρητή II, το Criterion™ RD 1000 της Laser Technology. Κάθε μέτρηση επαναλήφθηκε 3 φορές και βρέθηκε ο μέσος όρος τους που στη συνέχεια συγκρίθηκε με τις τιμές που προήλθαν από την μέτρηση των ιδίων παραμέτρων με το Criterion™ RD 1000. Τα στοιχεία που προέκυψαν επεξεργάστηκαν υπό το πρίσμα της ισοβαρούς παρατήρησης. Για τον έλεγχο του σφάλματος των μετρήσεων ως «αληθείς τιμές» θεωρήθηκαν οι τιμές του Criterion™ RD 1000. Ο δενδρομετρητής II ικανοποιεί σε ακρίβεια τις ανάγκες στη δασική διαχειριστική, πλην όμως σε σχέση με τις νέες τεχνολογίες πλεονεκτεί μόνο στο μικρότερο κόστος. Τελικά προτείνεται η εξοικείωση και οργάνωση των δασικών εργασιών με βάση τις νέες τεχνολογίες.

Λέξεις κλειδιά: Δενδρομετρητής, ύψος, ακρίβεια, αποδοτικότητα, λείζερ δενδρομετρητής.

Εισαγωγή – Τοποθέτηση του θέματος

Ο δενδρομετρητής Π (επονομαζόμενος και ανοιχτήρι μπουκαλιών, λόγω του σχήματός του) είναι ένα φθινό όργανο για τη μέτρηση του ύψους δέντρων, τον υπολογισμό της κυκλικής δοκιμαστικής επιφάνειας χρησιμοποιώντας τους συντελεστές κυκλικής δοκιμαστικής επιφάνειας 1, 2 ή 4, την εκτίμηση του ποσοστού μάζας μεμονωμένων δένδρων και την εκτίμηση όγκου συστάδας με τη συνδρομή του υψομορφάριθμου. Παρακάτω θα αναφερθούμε εν συντομία στον τρόπο μέτρησης κάθε παραμέτρου του δένδρου ή της συστάδας που αναφέρονται παραπάνω με το δενδρομετρητή Π*:

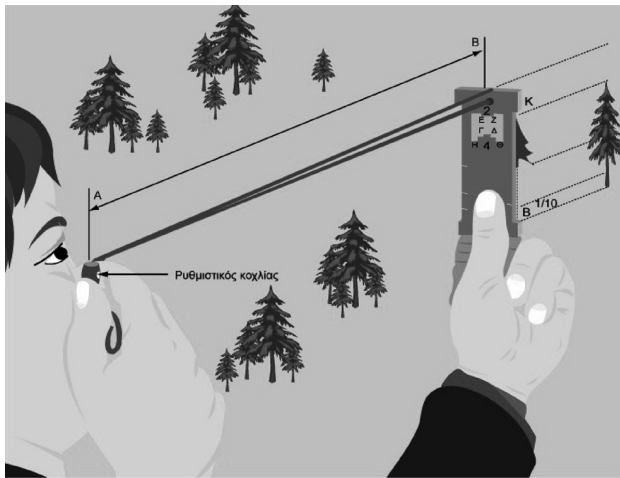
- Εκτίμηση ύψους δένδρου (Kramer und Akca 1987).

Για τη μέτρηση του ύψους χρησιμοποιείται μια εγκοπή που διατρέχει σχεδόν ολόκληρο το μήκος της αριστερής πλευράς του οργάνου (Σχήμα 1). Ενδιάμεσα σε αυτήν την εγκοπή, υπάρχει μια αποκομμένη (αποκοπτόμενη) εγκοπή ακριβώς 10% επάνω από τη βάση. Για τη μέτρηση του ύψους ενός δέντρου, κρατιέται ο δενδρομετρητής σταθερά από το κορδόνι μπροστά από το μάτι σε οποιαδήποτε απόσταση από αυτό και σκοπεύετε το δένδρο με την ίδια γωνία κλίσης. Είτε πλησιάζουμε είτε απομακρυνόμαστε από / προς το δένδρο είτε μετακινούμε το όργανο κοντά / μακριά από το μάτι έως ότου αντιστοιχεί η βάση του δέντρου στη βάση της εγκοπής και η κορυφή του δέντρου στην κορυφή της εγκοπής. Παρατηρούμε σε ποιο σημείο πάνω στο δένδρο πέφτει η εγκοπή του 10% (ένας βοηθός μαρκάρει αυτό το σημείο πάνω στο δένδρο). Μετρίεται το πραγματικό ύψος από τη βάση στο σημείο που αντιστοιχεί στο 10% του δέντρου. Αυτό είναι το 10% του συνολικού ύψους του δέντρου. Πολλαπλασιάζοντας αυτή τη μέτρηση με το 10 έχουμε κατ' εκτίμηση το συνολικό ύψος του δένδρου.

- Υπολογισμός της κυκλικής δοκιμαστικής επιφάνειας (Αρχή της δοκιμής γωνιών κατά Bitterlich) (Bitterlich 1952):

Αν σκοπεύσει κάποιος από ένα σταθερό σημείο, διατηρώντας μία ορισμένη οριζόντια γωνία, τη στηθιαία διάμετρο όλων των δένδρων στο γνωστό ύψος ($d_{1,3} = 1,3 \text{ m}$) σε περιγεγραμμένο κύκλο, τότε η δοκιμαστική επιφάνεια της συστάδας είναι μία συνάρτηση του ανοίγματος της γωνίας και του αριθμού των μετρούμενων δένδρων, που δείχνουν να έχουν μεγαλύτερο πλάτος από το άνοιγμα της γωνίας.

*Ο δενδρομετρητής Π αναφέρεται απλά και ως δενδρομετρητής.



Σχήμα 1. Μέτρηση ύψους δένδρου με το δενδρομετρητή II.

Τοποθετείται ο δενδρομετρητής σε απόσταση 50 cm κάθετα εμπρός από τα μάτια (η απόσταση ΑΒ αντιστοιχεί στο μήκος του κορδονιού από την κόρη των ματιών στο πλακίδιο). Πάνω στο πλακίδιο στη μία πλευρά κάτω και πάνω από την οπή υπάρχουν χαραγμένα τρία νούμερα το 1, 2 και 4, που ονομάζονται παράμετροι πλάτους και αντιστοιχούν σε πλάτη που καθορίζουν το άνοιγμα της γωνίας σκόπευσης των δένδρων, έτσι ώστε κάθε μετρούμενο δένδρο να αναλογεί σε μία επιφάνεια της συστάδας. Π.χ. το πλάτος ΓΔ που αντιστοιχεί στην παράμετρο 1, έχει άνοιγμα γωνίας τέτοιο, ώστε κάθε μετρούμενο δένδρο να αναλογεί σε δοκιμαστική επιφάνεια συστάδας $1 \text{ m}^2/\text{ha}$. Όσον αφορά τα δένδρα που σκοπεύονται από τα πλάτη ΕΖ και ΗΘ χρησιμοποιούνται οι παράμετροι 2 και 4 αντίστοιχα. Για τον υπολογισμό της κυκλικής δοκιμαστικής επιφάνειας της συστάδας ανά ha πρέπει η υπολογισμένη επιφάνεια να πολλαπλασιαστεί με την αντίστοιχη παράμετρο 2 ή 4.

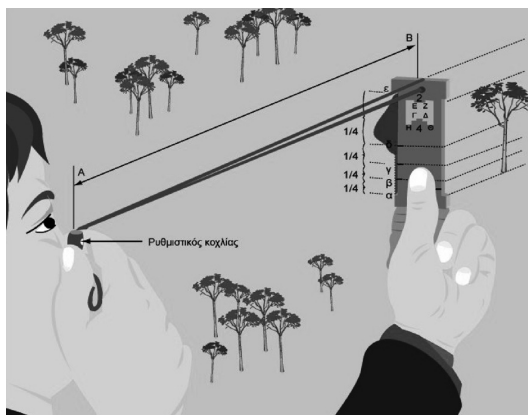
Σε επικλινή εδάφη για να υπολογισθεί η δοκιμαστική επιφάνεια ανά ha πρέπει να πολλαπλασιαστεί με το διορθωτικό παράγοντα k όπου $k = 1/\text{συνα}$, για την εκάστοτε μέγιστη κλίση πλαγιάς. Οι τιμές του διορθωτικού παράγοντα k βρίσκονται σε πίνακα πάνω στο δενδρομετρητή.

Επειδή το κορδόνι είναι υπό την επήρεια εξωτερικών παραγόντων, όπως η υγρασία κ. ά., καλό θα είναι ανά τακτά χρονικά διαστήματα να ελέγχεται το μήκος του και να διορθώνεται εφόσον χρειάζεται με μετατόπιση του ρυθμιστικού κοχλίου.

Μεγάλη προσοχή χρειάζεται στο αν πρέπει να συμπεριληφθούν στη μέτρηση τα οριακά δένδρα.

- Εκτίμηση ποσοστού μάζας μεμονωμένων δένδρων (Speidel 1955, Speidel 1957, Kramer 1982).

Για τη μέτρηση του ποσοστού μάζας χρησιμοποιείται μια εγκοπή που διατρέχει σχεδόν ολόκληρο το μήκος της δεξιάς πλευράς του οργάνου. Ενδιάμεσα σε αυτήν την εγκοπή, υπάρχουν ευδιάκριτες τρεις εγκοπές. Έτσι το δένδρο που προσαρμόζεται μεταξύ των εγκοπών χωρίζεται σε 4 περιοχές ίσης μάζας με τις αποκομμένες (αποκοπτόμενες) εγκοπές α, β, γ, δ και ε. Ο παρατηρητής κρατάει το δενδρομετρητή κατακόρυφα και πλησιάζει ή απομακρύνεται τόσο από το δένδρο ώσπου να προσαρμοσθεί η βάση του δέντρου στη βάση της εγκοπής και η κορυφή του δέντρου στην κορυφή της εγκοπής (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Εκτίμηση ποσοστού μάζας μεμονωμένων δένδρων με το δενδρομετρητή II.

- Εκτίμηση όγκου συστάδας με τη συνδρομή του υπομορφάριθμου (Laer und Speidel 1959).

Υπολογίζεται το μέσο ύψος των δένδρων της συστάδας, με τη μέτρηση ενός δείγματος των δένδρων της συστάδας, ανεξάρτητα από το μέγεθός τους ή τη σχετική θέση τους στη συστάδα (Husch et al. 1982). Τότε από πίνακα που υπάρχει πάνω στο δενδρομετρητή παίρνεται ο αντίστοιχος υπομορφάριθμος για τα τέσσερα κύρια δασοπονικά είδη (E_i = δρυς, B_u = δασική οξιά, F_i = ερυθρελάτη και K_i = πεύκη). Με τη βοήθεια του τύπου V

$= G \times F \times H$, όπου $V = \text{o όγκος σε } m^3$, $G = \text{η κυκλική επιφάνεια της συστάδας σε } m^2/ha$, $F = \text{η κλάση μορφής της συστάδας και } H = \text{το μέσο ύψος της συστάδας σε } m$, υπολογίζεται ο όγκος των δένδρων της συστάδας με το φλοιό σε m^3 / ha .

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η αναζήτηση και σύγκριση της ακρίβειας και αποδοτικότητας του δενδρομετρητή με το CriterionTM RD 1000, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το κόστος του, για την εκτίμηση όλων των προαναφερθέντων παραμέτρων δένδρων ή συστάδας σε δασικές συνθήκες.

Υλικά - Μέθοδος

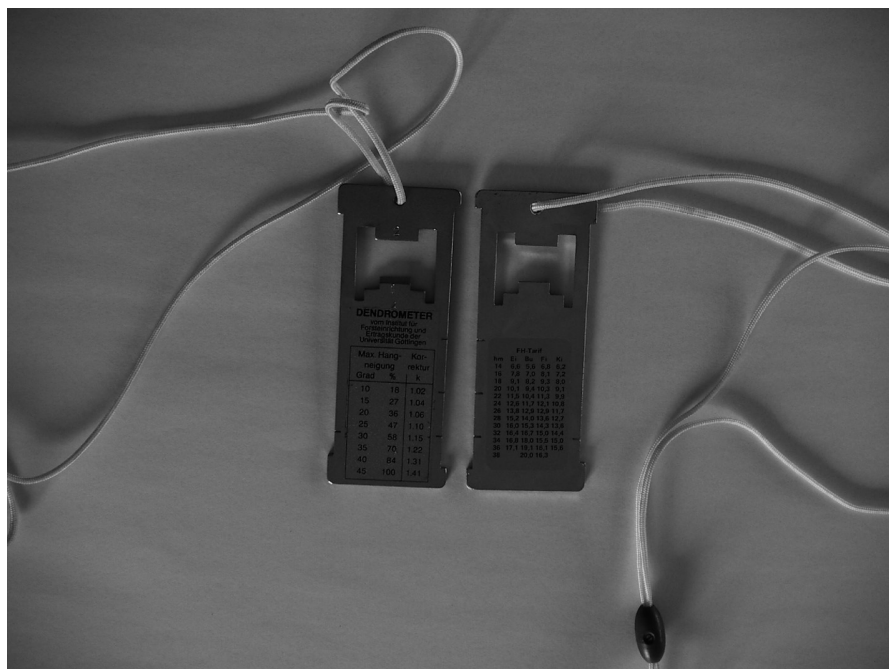
Περιοχή έρευνας

Ως περιοχή έρευνας επιλέχθηκε η περιοχή «Δαμασκηλιάς Λιβάδι» στα δυτικά του δασαρχείου στο Πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη – Βραστάμων της Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Η περιοχή έχει ήπιες σχετικά κλίσεις και χαμηλό υψόμετρο.

Όργανα

Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη των στόχων της έρευνας ήταν ο δενδρομετρητής και το CriterionTM RD 1000 της Laser Technology, ένας δενδρομετρητής λέιζερ.

Ο οπτικός δενδρομετρητής Π αποτελείται από ένα μεταλλικό πλακίδιο με μία μεγάλη οπή πάνω (Σχήμα 3). Πάνω στο πλακίδιο στη μία πλευρά, κάτω και πάνω από την οπή, υπάρχουν χαραγμένα τρία νούμερα το 1, 2 και 4, που ονομάζονται παράμετροι πλάτους ή συντελεστές κυκλικής επιφάνειας και αντιστοιχούν σε πλάτη που καθορίζουν το άνοιγμα γωνίας σκόπευσης των δένδρων, έτσι ώστε κάθε μετρούμενο δένδρο να αναλογεί σε μία επιφάνεια της συστάδας. Και στις δύο πλευρές του πλακιδίου υπάρχουν πίνακες. Στη μία πλευρά υπάρχει οι τιμές του διορθωτικού παράγοντα k όπου $k = 1/\text{συνα}$, για την εκάστοτε μέγιστη κλίση πλαγιάς. Στην άλλη πλευρά υπάρχει πίνακας όπου υπολογίζεται ο υψομορφάριθμος για τα τέσσερα κύρια δασοπονικά είδη ($Ei = \text{δρυς}$, $Bu = \text{δασική οξιά}$, $Fi = \text{ερυθρελάτη και } Ki = \text{πεύκη}$) μέσω του μέσου ύψους των δένδρων της συστάδας (hm). Επίσης υπάρχει κορδόνι από σχοινί με ρυθμιστικό κοχλία για τη διόρθωση του μήκους του.



Σχήμα 3. Ο δενδρομετρητής II.

Οι τεχνικές προδιαγραφές του δενδρόμετρου Criterion™ RD 1000 είναι οι παρακάτω (Σχήμα 4):

- Διαστάσεις: 7cm × 5cm × 16,5cm.
- Βάρος: 500 gr.
- Μετάδοση στοιχείων: σειριακό RS232 για εισαγωγή/εξαγωγή δεδομένων.
- Δύναμη: 3,0 volt (2) AA ή (1) CRV3.
- Περιβαλλοντικά: ανθεκτικό στο νερό και τη σκόνη.
- Θερμοκρασία λειτουργίας: από -30°C έως + 60°C.
- Οπτική: κανονικό 1X μεγέθυνση 2,4X.
- Μονάδες: διεθνές και μετρικό σύστημα.
- Τοποθέτηση: τοποθετείται σε μονόποδο (στυλεός) και τρίποδο.

Εύρος μέτρησης:

- Διάμετρο: 5 cm έως 254 cm
- Βασικός παράγοντας περιοχής: 0,2 έως 29,1 m²/ha.
- Κλίση: ± 90 βαθμοί.

Ακρίβεια:

- Διάμετρο: 6mm μέχρι 24m μακριά.
- Κλίση: $\pm 0,1^\circ$.

Τρόποι/χαρακτηριστικά γνωρίσματα μέτρησης:

- Δοκιμαστική επιφάνεια συστάδας: Υπολογίζεται οπτικά εάν τα δέντρα πέφτουν μέσα ή έξω από μια δεδομένη περιοχή σε σχέση με το διευκρινισμένο συντελεστή κυκλικής περιοχής.
- Μέσα/Έξω: καθορίζει την περιοριστική απόσταση για την οποία εάν ένα «αμφισβητήσιμο» ή «οριακό» δέντρο θα επιλεγεί.
- Διάμετρος: καθορίζει τη διάμετρο ενός δέντρου σε οποιοδήποτε δεδομένο ύψος.
- Ύψος/διάμετρος: παρέχει τη δυνατότητα να καθοριστεί το ύψος στο οποίο εμφανίζεται μια συγκεκριμένη διάμετρος.
- Κλίση: η κλίση μετριέται ως ποσοστό κλίσης.

Το πρόβλημα των οριακών δέντρων επιλύεται εύκολα με τη διαβίβαση μιας απόστασης από ένα LTI αποστασιόμετρο στον RD 1000.



Σχήμα 4. Το CriterionTM RD 1000.

Μεθοδολογία

Κάθε μέτρηση που έγινε με το δενδρομετρητή Π επαναλήφθηκε 3 φορές και βρέθηκε ο μέσος όρος τους που στη συνέχεια συγκρίθηκε με τις τιμές που προήλθαν από τη μέτρηση των ιδίων παραμέτρων με το CriterionTM RD 1000.

Για την εξακρίβωση των μετρητικών αποκλίσεων των δύο οργάνων, του δενδρομετρητή Π και του δενδρόμετρου CriterionTM RD 1000, έγινε σύγκριση των τιμών των αντίστοιχων παραμέτρων, στη δασική περιοχή «Δαμασκηλιάς Λιβιάδι».

Τα στοιχεία που προέκυψαν επεξεργάστηκαν υπό το πρίσμα της ισοβαρούς παρατήρησης. Για τον έλεγχο του σφάλματος των μετρήσεων ως «αληθείς τιμές» θεωρήθηκαν οι τιμές του CriterionTM RD 1000 λείζερ δενδρόμετρου.

Το σφάλμα είναι κριτήριο εκτίμησης του βαθμού ακρίβειας μίας σειράς μετρήσεων, δηλαδή αν μία σειρά μετρήσεων είναι ακριβέστερη της άλλης. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθούν τα εξής κριτήρια:

α. Το κριτήριο του μέσου αριθμητικού σφάλματος μ_a :

Το πλήθος του αθροίσματος των απόλυτων τιμών των αποκλίσεων των μετρήσεων με τον αριθμό των μετρήσεων, που δίνεται από τον τύπο:

$$\mu_a = \pm \frac{\sum_{j=1}^n |v_j - vm_j|}{n}$$

όπου:

μ_a = μέσο αριθμητικό σφάλμα.

$\sum_{j=1}^n |v_j - vm_j|$ = το άθροισμα των απολύτων τιμών των διαφορών (σφαλμά-

των).

v_j = είναι μία από τις συντεταγμένες E και N του σημείου j.

vm_j = είναι η αληθής τιμή της v_j .

n = το πλήθος των παρατηρήσεων.

β. Το κριτήριο του μέσου τετραγωνικού σφάλματος των μετρήσεων (μ_t) που δίνεται από τον τύπο:

$$\mu_t = \pm \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (v_j - vm_j)^2}{n}}$$

όπου:

μ_t = μέσο τετραγωνικό σφάλμα.

$$(v_j - vm_j)^2 = (E_\Delta - E_C)^2.$$

E_Δ = η τιμή από το δενδρομετρητή II.

E_C = η αληθής τιμή που μετρήθηκε με CriterionTM RD 1000.

n = ο αριθμός των μετρήσεων.

γ. Το κριτήριο του μέσου τετραγωνικού σφάλματος του μέσου όρου (μ_M):

Τα προηγούμενα σφάλματα καθόριζαν το σφάλμα κάθε μίας μέτρησης της σειράς και όχι της πιθανής τιμής (μέσου όρου). Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μέσου όρου δίνεται από τον τύπο:

$$\mu_M = \pm \mu_\tau / (n)^{0,5}$$

όπου:

μ_M = το μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μέσου όρου.

μ_τ = μέσο τετραγωνικό σφάλμα.

n = ο αριθμός των μετρήσεων.

δηλαδή η αληθής τιμή X βρίσκεται μεταξύ των αριθμών (L + μ_M), (L - μ_M),

όπου:

L = ο μέσος όρος της αληθούς τιμής X.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της μελέτης περιλαμβάνονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Ακρίβεια έρευνας.

Μετρούμενη παράμετρος στην περιοχή έρευνας	Μέσο αριθμητικό σφάλμα μ_a m	Μέσο τετραγωνικό σφάλμα μ_τ m	Μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μέσου ορού μ_M m
Ύψος	0,829	1,255	0,516
Κυκλική επιφάνεια	1,436	1,292	0,626
Ποσοστό μάζας	0,5212	0,6327	0,0976
Όγκος συστάδας	2,317	2,805	0,950

Συμπεράσματα - Συζήτηση

Όσον αφορά τις δυνατότητες μέτρησης και την ακρίβεια:

- Λόγω των δυσκολιών από την κατακορύφωση του δέντρου και στην εξασφάλιση ότι το όργανο είναι στη σωστή απόσταση και γωνία, η ακρίβεια είναι σχετικά μικρή. Δεν πρέπει να αναμένεται ακρίβεια καλύτερη από

περίπου ± 1 m για ένα δέντρο ύψους 20 m (δηλ. περίπου 5%).

- Το laser είναι ακριβέστερο όργανο του απλού για οποιαδήποτε απόσταση σκόπευσης και σχετικά πιο ευκολόχρηστο όργανο.

- Το μέγιστο σφάλμα στο laser ανέρχεται σε $\pm 0,1$ m, ενώ με το δενδρομετρητή από το ± 1 m έως το $\pm 2,805$ m.

- Ο δενδρομετρητής laser έχει μεγάλες δυνατότητες μέτρησης όπως τη διάμετρο από 5 cm έως 254 cm, τον κυκλικό συντελεστή περιοχής από 0,2 έως 29,1 m²/ha και την κλίση ± 90 βαθμούς. Ενώ για τον δενδρομετρητή II οι αντίστοιχες δυνατότητες μέτρησης είναι πολύ περιορισμένες.

- Ο δενδρομετρητής laser καθορίζει την περιοριστική απόσταση για την οποία εάν ένα «αμφισβητήσιμο» ή «οριακό» δέντρο θα επιλεγεί, λύνοντας έτσι το πρόβλημα των οριακών δέντρων εύκολα με τη διαβίβαση μιας απόστασης από ένα LTI αποστασιόμετρο στον RD 1000. Με το δενδρομετρητή II αυτό το πρόβλημα υπόκειται σε εντελώς υποκειμενική λύση.

Όσον αφορά την απόδοση:

- Ο δενδρομετρητής II δεν χρειάζεται καμία ρύθμιση ενώ ο δενδρομετρητής laser πριν από τις μετρήσεις χρειάζεται ρύθμιση θερμοκρασίας και υγρασίας.

- Ο καθαρός χρόνος μέτρησης με το δενδρομετρητή II είναι μεγαλύτερος από το δενδρομετρητή laser.

- Ο δενδρομετρητής II μετριάξει το σφάλμα, όταν το 1 / 10 μετρηθεί κάθετα και όχι κατά μήκος του κεκλιμένου κορμού.

Γενικές παρατηρήσεις:

- Με τη laser τεχνολογία μπορούμε να αποθηκεύσουμε και να μεταφέρουμε στοιχεία στον υπολογιστή για παραπέρα επεξεργασία, δημιουργώντας έτσι νέες δυνατότητες εφόσον η όλη εργασία οργανωθεί κατάλληλα.

- Η τεχνολογία laser είναι αυτή που θα επικρατήσει στο μέλλον και στις δασομετρικές εργασίες, εφόσον οι τιμές όπως συνήθως συμβαίνει με την ηλεκτρονική τεχνολογία είναι πτωτικές.

- Τόσο με το δενδρομετρητή II όσο και με τον laser η όλη εργασία γίνεται από ένα μόνο άτομο.

- Με το δενδρομετρητή laser μπορούμε να εργαστούμε κάτω από συνθήκες χαμηλού φωτισμού ενώ με το δενδρομετρητή II καθίσταται από δυσχερές έως αδύνατη η χρήση του.

- Η ακρίβεια του δενδρομετρητή laser μειώνεται όταν σκοπεύουμε στον κορμό και η laser ακτίνα αντανακλάται στα πλάγια και όχι κεντρικά του κορμού. Έτσι μπορεί να προκύψει σφάλμα μέχρι 10 cm. Ακόμη παίζει ρόλο

στην επιστροφή της ακτίνας η τραχύτητα και το χρώμα του κορμού, όπως ακόμη και εάν υπάρχουν εμπόδια από κλαδιά ή θάμνους και άλλα παρόμοια αντικείμενα.

- Η ακρίβεια που επιτυγχάνεται με το δενδρομετρητής II οφείλεται αποκλειστικά στην εμπειρία, εξοικείωση με αυτόν. Ικανοποιητική εν μέρη η ακρίβεια για τις ανάγκες στη δασική διαχειριστική, πλην όμως σε σχέση με τις νέες τεχνολογίες πλεονεκτεί μόνο στο μικρότερο κόστος.

Για τους παραπάνω λόγους προτείνεται στις δασικές εργασίες όπου κριτήρια είναι η ακρίβεια και η απόδοση η οργάνωση τους με βάση τη νέα τεχνολογία laser.

Βιβλιογραφία

- Bitterlich, W. 1952. Die Winkelzählprobe. Forstwissenschaftliches Centralblatt 71 (7-8): 215 - 225.
- Husch, B., C. I. Miller and T. W. Beers. 1982. Forest Mensuration. New York. John Wiley and Sons. Pp. 402.
- Kramer, H. und A. Akca. 1987. Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur. Frankfurt am Main, J. D. Sauerländer's Verlag, 2. Auflage. Pp. 249.
- Kramer, H. 1982. Nutzungsplanung in der Forsteinrichtung. Frankfurt am Main. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- Laer, M. von und G. Speidel. 1959. Forsteinrichtung, Leitsätze und Zahlungsgrundlagen in Grundlagen der Forstwirtschaft. Hannover. Herausgeber: R. Müller. S. 57.
- Speidel, G. 1955. Die Wertklasse als Gütemaßstab in der Forsteinrichtung. Forstarchiv 26 (10): 217 – 224.
- Speidel, G. 1957. Die Rechnerischen Grundlagen der Leistungskontrolle und ihre Praktische Durchführung in der Forsteinrichtung. Schriftenr. Forstl. Fak., Universität Göttingen, Deutschland.

Dendrometer II and its usefulness at the forest action

V. C. Drosos, D. E. Farmakis, I. Kosmidis and K. A. Papastavrou

Abstract

The dendrometer II (so-called bottle opener, due to its shape) is a cheap instrument for the measurement of the trees height, the estimation of the basal area, using of the basal area factor 1, 2, or 4, the estimation of the percentage of individual trees mass, and the estimation of the stand volume with the contribution of the height form-factor. Because of the difficulties due to the tree's plumbing, and supposed that the instrument is placed on the right distance and angle, the accuracy is relatively small. We cannot expect accuracy of less than ± 1 m approximately, for a tree with height of 20 m high (i.e. 5% approximately). The aim of the present work is the search and comparison of the accuracy and effectiveness of the dendrometer II with the most advanced laser dendrometer, without taking into consideration its cost, for the evaluation of all the above parameters of trees or stand under forest conditions. The area "Damaskinias livadi" was selected as the research area, westwards to the forest office in the Taxiarchis-Vrastama University forest of the School of Forestry and Natural Environment of the Aristotle University of Thessaloniki. The area is characterized with relatively mild inclinations and low altitude. The instruments that were used for the achievement of the research targets were the CriterionTM RD 1000 of Laser Technology, as well as the dendrometer II. Each measurement has been repeated 3 times, and the measurements average was found, that thereupon was compared to the values derived from the measurement of the same parameters with the CriterionTM RD 1000. The derived data were elaborated in the light of the isobaric observation. For the error inspection, the values of the CriterionTM RD 1000 were considered as "true values". The dendrometer II satisfies, as for accuracy, the requirements of the forest management, but as regards to the advanced technologies, it only has the advantage of lower cost. In the end, the familiarization and organization of the forest works based on advanced technologies is suggested.

Keywords: Accuracy, dendrometer II, effectiveness, height, laser dendrometer.

Σύγκριση υψόμετρων και άλλων οργάνων για τη μέτρηση του ύψους δένδρων

Β. Κ. Δρόσος*, Δ. Ε. Φαρμάκης και Ι. Κοσμίδης

* Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Ορεστιάδα
e-mail: vdrosos@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Το ύψος είναι μια μεταβλητή θεμελιώδους σπουδαιότητας κατά τη μέτρηση ή την περιγραφή ενός δέντρου ή ενός δάσους. Κατά τη διαδικασία επιλογής του πιο κατάλληλου για τη διεξαγωγή της εκάστοτε εργασίας οργάνου πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη τα διαθέσιμα στην αγορά όργανα, η μέθοδος που θα ακολουθήσουμε κατά την εκπόνηση της εργασίας, το κόστος αγοράς του οργάνου και η μικροτοπογραφία του εδάφους. Οι μετρήσεις έγιναν από δύο άτομα (μετρητής και βοηθός), που εναλλάσσονταν, στο Πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχης – Βραστάμων στη Χαλκιδική, για μια πιο ρεαλιστική αξιολόγηση των οργάνων. Η απαιτούμενη ακρίβεια ποικίλει ανάλογα με το αντικείμενο της εργασίας. Ως ύψος του δένδρου ορίζεται η κάθετη απόσταση της κορυφής του από το έδαφος. Το ύψος ενός δένδρου μπορεί να μετρηθεί άμεσα ή έμμεσα. Η άμεση μέθοδος μέτρησης μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο σε κατακείμενα δένδρα ή στα μικρά δέντρα. Τα πιο ψηλά, ιστάμενα δένδρα μετριούνται κανονικά έμμεσα χρησιμοποιώντας ένα όργανο, το υψόμετρο. Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: το κλισίμετρο Meridian που βασίζεται στην τριγωνομετρική μέθοδο, το κλισίμετρο Suunto που βασίζεται στην τριγωνομετρική μέθοδο, το κλισίμετρο Abney που βασίζεται στην τριγωνομετρική μέθοδο, το Criterion™ RD 1000 που βασίζεται στον προσδιορισμό του ύψους με ακτίνα laser και το Vertex Forester που βασίζεται στον προσδιορισμό του ύψους με ηχητικό παλμό. Από τον υπολογισμό του ύψους με τη χρήση των πέντε οργάνων προέκυψαν τα αποτελέσματα που περιλαμβάνονται στον πίνακα 2, ενώ στον πίνακα 3 φαίνεται η τελική αξιολόγηση των οργάνων. Τελικά εξήχθηκαν τα σχετικά συμπεράσματα και έγιναν οι σχετικές προτάσεις.

Λέξεις κλειδιά: Αξιολόγηση, ηχητικός παλμός, λέιζερ, τριγωνομετρική μέθοδος, υψόμετρο.

Εισαγωγή – Τοποθέτηση του θέματος

Το ύψος είναι μια μεταβλητή θεμελιώδους σπουδαιότητας για τη μέτρηση ή την περιγραφή ενός δέντρου ή ενός δάσους. Φυτά δεν μπορούν να οριστούν ως δέντρα εκτός αν έχουν τη δυνατότητα να φθάσουν σε ένα ελάχιστο καθορισμένο ύψος (π.χ. ο Specht (1970), καθορίζει ως δέντρο ένα ξυλώδες φυτό αν είναι ψηλότερο από 5 m, συνήθως με έναν ενιαίο μίσχο, μονό στέλεχος), ενώ τα δάση μπορούν να διακριθούν από τις δασικές εκτάσεις από τον αριθμό και το πιθανό ή πραγματικό ύψος των δέντρων (π.χ. ο Specht (1981) καθορίζει τις δασικές εκτάσεις και τα δάση καθώς και τα δύο έχουν δέντρα, αλλά με την προβολική κάλυψη κόμης (συγκόμωση) των δασών που είναι μεγαλύτερη από 30%).

Στη δασική βιομετρία, το ύψος χρησιμοποιείται για την κατασκευή των καμπυλών ύψους, για να περιγράψει την ποσότητα και την ποιότητα του δέντρου και την αύξηση της συστάδας, προσφέροντας έτσι πολύτιμες υπηρεσίες στην ορθολογική διαχείριση του δάσους:

- ποσότητα: το ύψος είναι μια μεταβλητή στους πίνακες όγκου δέντρων και συστάδων ή σε εξισώσεις που χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν τον όγκο.

- ποιότητα: το ύψος σε μια δεδομένη ηλικία είναι η βάση της ταξινόμησης, δείκτης περιοχών, χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ποιότητας τόπου, δηλ. απεικονίζει τη γονιμότητα της περιοχής.

Ο όρος «ύψος δένδρου» χρησιμοποιείται γενικά για να δηλώσει την απόσταση, κατά μήκος του άξονα του δένδρου, κάποιου σημείου από ένα σημείο αναφοράς που συνήθως, αν όχι πάντοτε, είναι το επίπεδο του εδάφους. Ανάλογα με το σημείο που χρησιμοποιείται υπάρχουν διάφορες εκφράσεις του ύψους δέντρου, οι εξής: το συνολικό ύψος (total height, h), το εμπορεύσιμο ύψος (merchantable height, h_m), το ύψος κορμού (bole height, h_b) και το κατευθυντήριο ύψος του Pressler (Pressler's height, R) (Husch et al. 1982, Μάτης 1989).

Οι τεχνικές για τη μέτρηση του ύψους μπορούν επίσης να ποικίλουν ανάλογα με εάν το δέντρο είναι κατακόρυφο ή επικλινές και εάν βρίσκεται σε επίπεδο ή κεκλιμένο έδαφος.

Είναι γνωστό ότι το ύψος ενός ιστάμενου δέντρου (συνολικό ύψος, h) ορίζεται ως «η κάθετη απόσταση από το επίπεδο του εδάφους στο ανώτατο σημείο του» (Empire Forestry Association 1953). Εντούτοις, στις περιπτώσεις όπου το δέντρο είναι κεκλιμένο, είναι συνετό να υιοθετηθεί ως ορισμός του ύψους, «το μήκος του κορμού δέντρων (= κύριος άξονας) από τη βάση

στην κορυφή» - ειδάλλως, θα οδηγηθούμε σε υποεκτίμηση του ιστάμενου όγκου ή σε σφάλματα εκτίμησης άλλων παραμέτρων. Η καταγραφή του ύψους γίνεται ανάλογα με τη χρήση των στοιχείων και την ακρίβεια του οργάνου μέτρησης.

Το συνολικό ύψος διαφέρει από το εμπορεύσιμο ύψος (h_m) που ορίζεται ως «η απόσταση από το επίπεδο του εδάφους στο οποίο ένα δέντρο είναι εμπορεύσιμο» (Ford - Robertson 1971), δηλ. στο υψηλότερο σημείο στον κορμό όπου η διάμετρος είναι μεγαλύτερη από κάποια καθορισμένη τιμή, π.χ. 10 εκατ., ή όπου η χρησιμοποίηση του κορμού περιορίζεται από τη διακλάδωση ή την ατέλεια. Το εμπορεύσιμο ύψος είναι επομένως μια μεταβλητή ποσότητα που εξαρτάται από τις προδιαγραφές για το εμπορεύσιμο προϊόν.

Ως ύψος κορμού μπορεί να ορισθεί η απόσταση από τη βάση του δένδρου στη βάση του πρώτου ζωντανού κλαδιού που αποτελεί κομμάτι της κόμης. Το ύψος κορμού είναι ένας συμβιβασμός μεταξύ της αντικειμενικής μέτρησης του συνολικού ύψους και της υποκειμενικής μέτρησης του εμπορικού ύψους. Μία πιο αντικειμενική μέτρηση μπορεί να επιτευχθεί με τη επανάληψη της μέτρησης από διαφορετικούς μετρητές και πολλές φορές. Τέτοιες επαναλήψεις προσφέρουν πιο ακριβείς μετρήσεις.

Το κατευθυντήριο ύψος του Pressler ορίζεται ως το ύψος από τη βάση του δένδρου μέχρι το σημείο που η διάμετρος είναι το μισό της στηθιαίας.

Βασικό στοιχείο για τον ορισμό του ύψους αποτελεί η κορυφή του δένδρου γι' αυτό παρακάτω θα ασχοληθούμε με τον καθορισμό της.

Τα δέντρα με κωνική κόμη έχουν μια καλά καθορισμένη κορυφή. Οπότε κάποιος μπορεί να μετρήσει το συνολικό ύψος ακριβέστερα στα είδη αυτά. Τα περισσότερα κωνοφόρα και νεαρά είδη ανήκουν σε αυτήν την ομάδα.

Τα δέντρα με καμπυλοειδή κόμη δεν έχουν μια σαφώς καθορισμένη κορυφή. Τα ύψη των δέντρων της καμπυλοειδούς κόμης (δηλ. σκιερά είδη) είναι δυσκολότερο να μετρηθούν ακριβώς, δεν είναι ευθυτενή και παρουσιάζουν δυσκολίες στην παρατήρηση της κορυφής.

Εάν η κορυφή ενός επικλινούς δέντρου είναι ορατή από ένα σημείο από το έδαφος περίπου κάτω από αυτή, εντοπίζεται η προβολή της στο έδαφος ευκολότερα χρησιμοποιώντας ένα όργανο που προβάλλει μια κάθετη οπτική γραμμή (Weir 1959, Khan 1971, Tihonov 1971, Jackson and Petty 1973). Για τα περισσότερα δέντρα εντούτοις, η άκρη κρύβεται από το φύλλωμα και η προβολή πρέπει να γίνει έμμεσα. Η διαδικασία μπορεί να διεκπεραιωθεί με δύο ή και τρεις ανθρώπους.

Οι τεχνικές μέτρησης ύψους δέντρων μπορούν να είναι άμεσες ή έμμεσες και εξαρτώνται ουσιαστικά από τη θέση ή την κατεύθυνση του δέντρου:

- κατακείμενα δέντρα: όταν είναι το δέντρο στο έδαφος, η μέτρηση της απόστασης από τη βάση στην κορυφή ή στο εμπορεύσιμο όριο γίνεται άμεσα με τη μετροταινία ή ένα βαθμολογημένο ακόντιο.

- ιστάμενα δέντρα: το ύψος μπορεί να μετρηθεί είτε με άμεσες είτε με έμμεσες μεθόδους. Οι έμμεσες μέθοδοι είναι οι πιο κοινές επειδή η κορυφή είναι συχνά απρόσιτη.

Άμεσες μέθοδοι για το υπολογισμό του ύψους ενός ιστάμενου δέντρου είναι:

- Αναρρίχηση και μέτρηση με μετροταινία ή ένα βαθμολογημένο ακόντιο. Μια ακριβής προσέγγιση, αλλά εφαρμόσιμη μόνο σε μερικά είδη υπό ορισμένους όρους. Αυτή η τεχνική είναι δαπανηρή και επικίνδυνη και περιορίζεται σε πειραματικά προγράμματα μόνο.

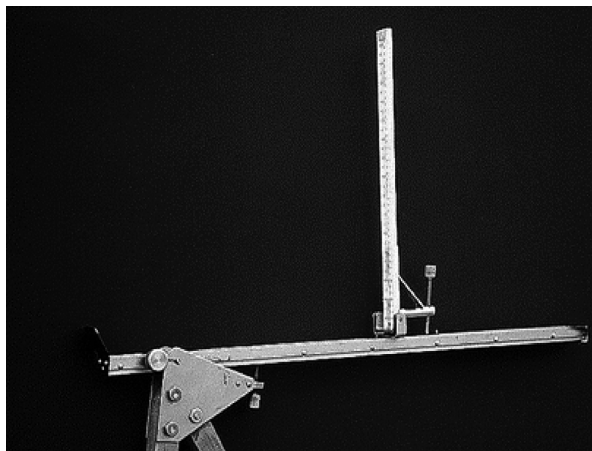
- Ραβδιά ή ράβδοι ύψους. Μια αξιόπιστη μέθοδος, με λάθος εκτίμησης μικρότερο του 1%. Εντούτοις αυτή η μέθοδος μπορεί επίσης να είναι ακριβή και για δέντρα με ύψος μεγαλύτερο των 20 m (Σχήμα 1).

Οι έμμεσες μέθοδοι για το ύψος των ιστάμενων δέντρων περιλαμβάνουν τη χρήση ενός οργάνου του υψόμετρου. Τα υψόμετρα και κατ' επέκταση οι έμμεσοι μέθοδοι, που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του ύψους των ιστάμενων δέντρων, διακρίνονται σε δύο βασικές ομάδες, ανάλογα με πού στηρίζεται η λειτουργία τους:

- Σε γεωμετρικές σχέσεις και πιο συγκεκριμένα σε όμοια τρίγωνα. Ένα από τα πιο ακριβέστερα γεωμετρικά υψόμετρα θεωρείται το υψόμετρο JAL (Lovengreen 1952, Anonymous 1954, Olsen 1968, Schmid et al. 1971, Loetsch et al. 1973) (Σχήμα 2). Από μια βαθμολογημένη σταδία που τοποθετείται στη βάση του στόχου, το JAL δεν παρεμβαίνει στη μέτρηση της οριζόντιας απόστασης από το στόχο. Είναι ένα τυπικό όργανο σε μερικές ευρωπαϊκές χώρες όπου θεωρείται αρκετά αξιόπιστο π.χ. στη Δανία. Ο δενδρομετρητής Π, είναι ένα όργανο που βασίζεται επίσης στις γεωμετρικές αρχές και χρησιμοποιείται για τη γρήγορη αλλά κατά προσέγγιση μέτρηση του ύψους δέντρων.



Σχήμα 1. Ραβδιά ύψους.



Σχήμα 2. Υψόμετρο JAL.

- Σε τριγωνομετρικές σχέσεις και ειδικότερα σε εφαπτόμενες γωνιών. Αυτές είναι οι πιο κοινές μέθοδοι και χρησιμοποιούνται ευρέως και στηρίζονται στην τριγωνομετρία (δηλ. μετρώντας τις γωνίες στη βάση και την κορυφή του δένδρου) και χρησιμοποιώντας μια ανεξάρτητη εκτίμηση της οριζόντιας απόστασης.

Κατά γενικό κανόνα, η μέτρηση του ύψους δένδρων, που χρησιμοποιεί όργανα που στηρίζονται σε τριγωνομετρικές αρχές, πρέπει να γίνεται από ένα σημείο στο έδαφος έτσι ώστε η γωνία της παρατήρησης στην άκρη του δέντρου να βρίσκεται μεταξύ 30 και 45 βαθμούς, δηλ. ο παρατηρητής πρέπει να σταθεί μεταξύ 1 και περίπου 1,5 φορές το ύψος του δένδρου μακριά από αυτό.

Στην πραγματικότητα μόνο λίγα δέντρα είναι αληθινά κατακόρυφα, δηλ. η άκρη του δέντρου είναι κάθετη επάνω από το γεωμετρικό κέντρο της βάσης της, και έτσι ενδιαφερόμαστε συχνά για τη μέτρηση του ύψους ενός κεκλιμένου (επικλινούς) δέντρου.

Υπάρχουν δύο γενικές μέθοδοι για τον υπολογισμό του ύψους των κεκλιμένων δέντρων, άμεσες και έμμεσες. Οι άμεσες μέθοδοι είναι οι ίδιες όπως για ένα ιστάμενο δέντρο (δηλ. αναρρίχηση ή χρησιμοποιώντας τα ραβδιά ύψους), ενώ οι έμμεσες μέθοδοι ακολουθούν τα εξής βήματα:

1. Καθορισμός της προβολής της κορυφής στο επίπεδο του εδάφους από δύο κατευθύνσεις κάθετες η μια στην άλλη, κατά προτίμηση στο επίπεδο της κλίσης και κάθετα σε αυτό το επίπεδο.

2. Μέτρηση της απόστασης από το χειριστή στο σημείο προβολής της κορυφής και όχι από το χειριστή στη βάση του δέντρου.

3. Μέτρηση του ύψους της κάθετου που ορίζεται από την κορυφή και την προβολή της στο έδαφος και η οριζόντια απόσταση από τα σημεία στάσης στο προβαλλόμενο σημείο.

4. Εφαρμογή των βημάτων 2 και 3 για κάθε μια από δύο κατάλληλες θέσεις για το δέντρο. Τα μετρημένα ύψη πρέπει να συμφωνήσουν μέσα στα όρια λάθους του οργάνου (περίπου $\pm 2,5\%$ για πολλά υψόμετρα).

5. Υπολογισμός του γραμμικού ή το κεκλιμένου ύψους από το κάθετο ύψος με τη βοήθεια του Πυθαγορείου θεωρήματος.

Οι προφυλάξεις είναι απαραίτητες με τις έμμεσες μεθόδους για να ελαχιστοποιηθεί το λάθος. Το πιο πιθανό λάθος που γίνεται είναι να εμφανιστεί όταν στέκεται ο χειριστής στο επίπεδο της κλίσης (δηλ. το δέντρο κλίνει άμεσα προς ή μακριά από το χειριστή) και δε χρησιμοποιείται η κατάλληλη μέθοδος. Ανάλογα με το πού στέκεται ο παρατηρητής στο επίπεδο της κλίσης, το λάθος θα ποικίλει από το μέγιστο θετικό στο μέγιστο αρνητικό (Πίνακας 1).

Ένας άλλος έμμεσος τρόπος να υπολογιστεί το ύψος δέντρων είναι με το μάτι (οπτική εκτίμηση). Με πολύ πρακτική εξάσκηση μπορεί να υπολογισθεί το ύψος με λογική ακρίβεια και ορθότητα. Η οπτική εκτίμηση χρησιμοποιείται στη νότια Αυστραλία στην αξιολόγηση της ποιότητας τόπου περιοχών με φυτείες *Pinus radiata* κατά λωρίδες ηλικίας 9-10 έτη (ύψη μέχρι περίπου 18 m) (Lewis et al. 1976) και είναι ένα σημαντικό συστατικό του δευτέρου επιπέδου κατά τη διαδικασία της δειγματοληψίας σημείου- 3P (P3P) και της δειγματοληψίας που βασίζεται στο σημείο-μοντέλο (PMB) (Wood and Schreuder 1986).

Πίνακας 1. Πίνακας λαθών (Carron, 1968).

ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ	Η γωνία παρατήρησης της κορυφής του δέντρου					
	60°		45°		30°	
	προς	μακριά	προς	μακριά	προς	μακριά
βαθμοί	(Λάθος % του αληθινού ύψους)					
5	+15	-15	+8	-9	+5	-5
10	+29	-32	+16	-19	+8	-12
15	+41	-48	+22	-29	+11	-19
20	+53	-65	+28	-40	+13	-26

Η οπτική εκτίμηση του μήκους του κορμού και του ύψους των ατελειών είναι συνήθως ικανοποιητική έως το ύψος των 25 m, αλλά πέρα από αυτό, μπορεί να εισαχθεί σημαντικό λάθος και τα αποτελέσματα είναι αναξιόπιστα (Deadman and Goulding 1979). Κατά τον υπολογισμό του ύψους ενός δέντρου με το μάτι, τοποθετείται πάντα κάθετα στη βάση του δέντρου ένα «βαθμολογημένο» ακόντιο γνωστού ύψους (π.χ. 2 ή 3 μέτρων).

Αναφορικά με τον Baustian et al. (2001) η εφαρμοσιμότητα (χρησιμότητα) ενός οργάνου εξαρτάται ή καλύτερα καθορίζεται από το χρόνο που απαιτείται για τη μέτρηση υψών.

Αυτή η εργασία επικεντρώνεται στη μέτρηση του ύψους δένδρου με διάφορα όργανα από τα πιο απλά (Suunto, Abney και Meridian) μέχρι τα πιο σύγχρονα (Vertex Forester και το CriterionTM RD 1000) εξετάζοντας τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς (τα όρια των δυνατοτήτων τους).

Υλικά - Μέθοδος

Περιοχή έρευνας

Οι μετρήσεις έγιναν στο Π. Δ. Ταξιάρχη – Βραστάμων του Ν. Χαλκιδικής. Συμπεριλήφθηκαν ποικίλες συνθήκες περιοχών (κλίση εδάφους, ανηφορική ή κατηφορική κλίση, πυκνότητα συστάδων και κάλυψη από θάμνους). Όλες οι κατηγορίες διαμέτρων αντιπροσωπεύθηκαν ομοιόμορφα. Το δείγμα αποτελέστηκε από 42 δέντρα.

Τα όργανα

Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: το κλισίμετρο Meridian που βασίζεται στην τριγωνομετρική μέθοδο, το κλισίμετρο Suunto που βασίζεται στην τριγωνομετρική μέθοδο, το κλισίμετρο Abney που βασίζεται στην τριγωνομετρική μέθοδο, το CriterionTM RD 1000 που βασίζεται στον προσδιορισμό του ύψους με ακτίνα Laser και το Vertex Forester που βασίζεται στον προσδιορισμό του ύψους με ηχητικό τηλέμετρο.

Τα δενδρόμετρα λέιζερ διατέθηκαν για πρώτη φορά στο εμπόριο το 1991 (Jasumback και Carr 1991, Carr 1993), αλλά κέρδισαν γρήγορα την αποδοχή και τώρα υπάρχουν μερικές εκατοντάδες οργάνων στην αγορά. Δύο κατασκευαστές, η Laser Technology Inc. (Ντένβερ, ΗΠΑ) και Jenoptik (Jena, Γερμανία), εξουσιάζουν προς το παρόν την αγορά, υπάρχουν και άλλα υψόμετρα λέιζερ διαθέσιμα στην αγορά από άλλους προμηθευτές (π.χ. Easy Ranger, Νότια Αφρική). Εδώ ενδιαφερόμαστε για τα δενδρόμετρα λέιζερ, αλλά και άλλα ηλεκτρονικά όργανα είναι επίσης διαθέσιμα (π.χ. υψό-

μετρο υπερήχων από τη Forestor Instrument AE, Täby, Σουηδία) (Jonsson et al. 1992).

Εξετάσαμε ένα δενδρόμετρο λέιζερ και ένα υψόμετρο υπερήχων, της Laser Technology το Criterion™ RD 1000 και το Vertex Forester της Forestor Instrument AE αντίστοιχα, σε αντιπαραβολή με τρία αναλογικά υψόμετρα. Τα δύο όργανα, λέιζερ και ηχητικό, έχουν σχετικά όμοιες προδιαγραφές, αλλά διαφέρουν στην τεχνοτροπία, αισθητική, σχεδίαση. Το αμερικανικό Criterion σχεδιάστηκε με τηλεσκοπική όραση, ενώ το Vertex Forester σχεδιάστηκε όπως οι δέκτες οθονών. Και τα δύο όργανα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με και χωρίς τρίποδο.

Η διαδικασία υψομέτρησης με «κλασικά» υψόμετρα (Haga, Blume Leiss, Spiegel relaskop, Suunto, Abney and Meridian) μπορεί να χωριστεί σε διάφορες φάσεις, όπως: προσέγγιση στη ζώνη μέτρησης, καθορισμός της οριζόντιας απόστασης, μέτρηση και ανάγνωση του ύψους και καταγραφή του ύψους.

Παρακάτω κρίθηκε σκόπιμο να αναφερθούν λίγα λόγια για κάθε όργανο που χρησιμοποιήθηκε.

Το κλισίμετρο Abney (Abney Level) (Gurley 1893, Jones 1921): είναι ένα όργανο που χρησιμοποιείται για να καθορίσει το ύψος και την κλίση. Είναι σχετικά ακριβό και μέσου μεγέθους και βάρους. Αν και το κλισίμετρο Abney είναι σχετικά γερό, η σωληνωτή αεροστάμη μπορεί να χτυπηθεί κατά τη διάρκεια της οριζοντίωσης λόγω απροσεξίας (Σχήμα 3).

Το κλισίμετρο Suunto (Suunto clinometer): είναι ένα όργανο υπολογισμού της κλίσης και του ύψους αντικειμένων όπως δένδρα κ. ά., υψηλής ακρίβειας για Τοπογράφους Μηχανικούς, Αρχιτέκτονες, Γεωλόγους, Δασολόγους, Χαρτογράφους, Εξερευνητές κ. ά. Δεν υπάρχουν κοχλίες για περιστροφή, ούτε αεροστάθμες για κέντρωση και τίποτε για προσαρμογή. Χειρίζεται με το ένα χέρι. Έχει ακρίβεια γύρω στο 1/5 του 1 %. Είναι ένα εργαλείο μικρού μεγέθους και βάρους. Είναι γερό και φθινό. Το Suunto χρησιμοποιείται ευρέως επειδή στηρίζεται στην τριγωνομετρία (δηλ. μετράει τις γωνίες στη βάση και την κορυφή του στόχου) χρησιμοποιώντας μια ανεξάρτητη εκτίμηση της οριζόντιας απόστασης. Το Suunto (μοντέλο PM 5/360PC, που χρησιμοποιεί την κλίμακα ποσοστού) είναι φορητό (Σχήμα 4).

Το κλισίμετρο MERIDIAN (Meridian clinometer) (Στεργιάδης 1984) (Σχήμα 5): είναι ένα ευκολόχρηστο όργανο και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται σε ολόκληρο τον κόσμο. Είναι κατάλληλο για όλες τις τοπογραφικές μετρήσεις, μελέτες δρόμων και σιδηροδρομικών γραμμών, υψομέτρηση

κ. ά.

To Criterion™ RD 1000 της Laser Technology A.E.: είναι ένα δυνατό όργανο μέτρησης που υπολογίζει τη δοκιμαστική επιφάνεια χρησιμοποιώντας τους συντελεστές δοκιμαστικής επιφάνειας, το ύψος δέντρων, τη διάμετρο σε οποιοδήποτε ορατό σημείο επάνω το δέντρο, καθώς επίσης και τοπογραφικές πληροφορίες (αζιμούθιο, απόσταση και υψόμετρο). Είναι σχετικά ακριβό και ελαφρύ. Όταν χρησιμοποιείται σωστά, το Criterion™ RD 1000 έχει μια ακρίβεια καλύτερη από 1% για το ύψος και τη διάμετρο (Σχήμα 6).

To Vertex Forester: είναι ένα ψηφιακό όργανο που αποτελείται από δύο μονάδες, τον αναμεταδότη και το υψόμετρο. Η μέθοδος υπολογισμού του ύψους είναι βασισμένη στη χρησιμοποίηση των δύο γωνιών (δηλ. στην κορυφή του δέντρου και στον αναμεταδότη) και της απόστασης από τον αναμεταδότη. Το Vertex χρησιμοποιεί τους υπερηχητικούς παλμούς για να καθορίσει την απόσταση από το υψόμετρο στον αναμεταδότη. Το όργανο πρέπει να βαθμονομείται καθημερινά καθώς η ταχύτητα του ήχου στον αέρα εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η ατμοσφαιρική πίεση. Μόλις βαθμονομηθεί, το υψόμετρο έχει έναν ενσωματωμένο αισθητήρα θερμοκρασίας που αντισταθμίζει τις αλλαγές στη θερμοκρασία. Είναι πολύ σημαντικό να δοθεί στο όργανο αρκετός χρόνος να σταθεροποιηθεί στην περιβαλλοντική θερμοκρασία του αέρα πριν από τη βαθμονόμηση. Μεσαίου μεγέθους και ελαφρύ. Είναι γερό και σχετικά ακριβό (Σχήμα 7).

Μεθοδολογία

Οι μετρήσεις έγιναν από δύο άτομα (μετρητής και βοηθός) που εναλλάσσονταν στο Πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη – Βραστάμων στο Ν. Χαλκιδικής, για μια πιο ρεαλιστική αξιολόγηση των οργάνων. Οι μετρήσεις στο δάσος έγιναν τόσο σε κατακόρυφα δένδρα όσο και σε κεκλιμένα.

Ο αριθμός παρατηρητών και επαναλήψεων ήταν ο ίδιος (δύο παρατηρητές και τρεις επαναλήψεις), έτσι είναι εύκολο να παρασχεθεί μια αντικειμενική ανάλυση της ακρίβειας.

Για τη στατιστική ανάλυση ως αληθείς τιμές ύψους των δένδρων θεωρήθηκαν οι τιμές που προέκυψαν με γεωδαιτικό σταθμό, γιατί είναι ανεξάρτητες από το σφάλμα της μέτρησης της απόστασης από την προβολή της κορυφής, όταν το δένδρο δεν είναι κατακόρυφο. Ο βοηθός τοποθετεί τον αναμεταδότη κατά τη χρήση του Vertex Forester και καταγράφει τις μετρήσεις.

Προκειμένου να αποφευχθεί οποιαδήποτε πιθανή προκατάληψη που ο

παρατηρητής θα πρέπει να είχε λόγω της μεγαλύτερης εμπειρίας με ένα όργανο, οι παρατηρητές μοιράστηκαν την ίδια εμπειρία με κάθε όργανο. Πριν εκτελέσουν τις πραγματικές μετρήσεις, οι παρατηρητές είχαν πρόσθετη πρακτική εξάσκηση στη χρησιμοποίηση κάθε οργάνου σε ένα ανεξάρτητο δείγμα. Το ύψος δέντρων μετρήθηκε αρχικά με ένα όργανο, έπειτα με άλλο, έπειτα με άλλο κ.λπ.

Όλα τα υψόμετρα έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η σημασία που δίνουμε σε κάθε πλεονέκτημα ή σε κάθε μειονέκτημα εξαρτάται από το περιβάλλον, το σκοπό και τη χρήση του οργάνου. Οι παρατηρητές βαθμολόγησαν τα όργανα με βάση δεκάβαθμη κλίμακα, δηλαδή βαθμολόγησαν κάθε όργανο μετά το τέλος των μετρήσεων σε συνθήκες υπαίθρου.

Έγινε προσπάθεια να ταξινομηθούν τα υψόμετρα από πλευράς ευκολίας, αποτελεσματικότητας και κόστους. Αυτό επιτεύχθηκε με τη βοήθεια 7 παραγόντων: 1) της ακρίβειας (precision), 2) της ευκολίας χρήσης (ease of use), 3) της ταχύτητας χρήσης (speed of use), 4) της τιμής (price), 5) της ευκολίας σκόπευσης (ease of sighting), 6) την ευρωστία, αντοχή (robustness) και 7) την πολυπλοκότητα (complex).

Αποτελέσματα

Όλοι οι παραπάνω παράγοντες είναι σταθμισμένοι εξίσου, για να είναι δυνατή μια σύγκριση των οργάνων και για να επιλεγεί το καλύτερο. Αξιολογήθηκαν από τους δύο παρατηρητές με βάση τη δεκάβαθμη κλίμακα και τα πέντε όργανα, αφού πρώτα διεξήχθησαν οι μετρήσεις.

Όσον αφορά την ακρίβεια η σειρά κατάταξης από το λιγότερο στο πιο ακριβές είναι η ακόλουθη: Abney, Meridian and Suunto έχουν ίδια ακρίβεια περίπου 2,5%, ενώ το Vertex Forester και το Criterion™ RD 1000 έχουν ακρίβεια λιγότερη του 1%.

Όσον αφορά την ευκολία χρήσης: Το Vertex Forester είναι ευκολότερο να κρατηθεί σταθερά από τα Abney, Meridian και Suunto. Το Criterion™ RD 1000 είναι σχετικά βαρύ και είναι δύσκολο να κρατηθεί για μεγάλη χρονική περίοδο. Το Suunto και το Meridian προκαλούν κούραση στο μάτι (eyestrain) σε μερικούς ανθρώπους λόγω της μεθόδου προβολής της γραμμής σκόπευσης.

Όσον αφορά την ταχύτητα χρήσης: Ταξινομημένα από το γρηγορότερο στο πιο αργό: Criterion™ RD 1000, Vertex Forester, Meridian, Suunto και Abney.

Όσον αφορά την τιμή: Ταξινομημένα από το ακριβότερο στο πιο φθη-

νό: Criterion™ RD 1000, Vertex Forester, Abney. Το Suunto με το Meridian είναι τα φτηνότερα όργανα.

Όσον αφορά την ευκολία σκόπευσης: Η σκόπευση με το Abney, γίνεται μέσω ενός σωλήνα στενής διάστασης. Αυτό το περιορισμένο οπτικό πεδίο με το Abney είναι σημαντικό υπό κακές συνθήκες φωτός. Ενώ κατά τη σκόπευση με τα Meridian και Suunto προβάλλεται η γραμμή σκόπευσης του οργάνου. Το Criterion™ RD 1000 σκοπεύει μέσα από το όργανο. Στο Vertex Forester ο ηχητικός παλμός μεταδίδεται από το όργανο στον αναμεταδότη.

Όσον αφορά την αντοχή: Ταξινομημένα από το καλύτερο στο πιο χειρότερο: Suunto, Meridian, Criterion™ RD 1000, Vertex Forester, και Abney.

Όσον αφορά την πολυπλοκότητα: Ταξινομημένα από το πιο απλό στο πιο λιγότερο: Suunto, Meridian, Criterion™ RD 1000, Vertex Forester και Abney.

Από αυτήν την απλή σύγκριση, το Criterion™ RD 1000 εμφανίζεται να είναι μια καλή επιλογή. Μια αλλαγή στη στάθμιση αυτών των παραγόντων μπορεί εντούτοις να αλλάξει τη βέλτιστη επιλογή. Παραδείγματος χάριν, εάν η τιμή, η αντοχή και η πολυπλοκότητα θεωρούνται οι κυρίαρχοι παράγοντες, τότε το Meridian ή το Suunto γίνονται τα καλύτερα όργανα για τη μέτρηση του ύψους.

Πίνακας 2. Αξιολόγηση των πέντε οργάνων υψομέτρησης.

Κριτήρια	Όργανα				
	Abney	Meridian	Suunto	Vertex Forester	Criterion™ RD 1000
Ακρίβεια	5	5	5	9	10*
Ευκολία χρήσης	7	8	8	8	10
Ταχύτητα χρήσης	6	3	3	8	10
Τιμή	9	8	10	6	5
Ευκολία σκόπευσης	3	4	5	10	10
Ευρωστία ή αντοχή	5	10	9	7	8
Πολυπλοκότητα	5	10	10	7	8
Σύνολο βαθμών	40	48	50	55	61

* Το 10 υποδηλώνει το καλύτερο.

Στον πίνακα 3 φαίνεται η αξιολόγηση και ταξινόμηση των οργάνων ως προς την ευκολία, την αποτελεσματικότητα και το κόστος.



Σχήμα 3. Το κλισίμετρο Abney.



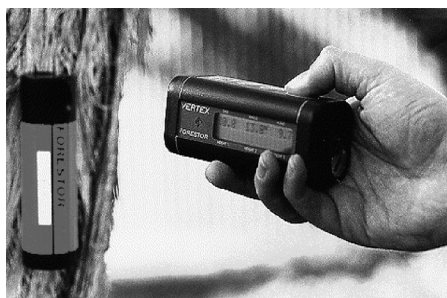
Σχήμα 4. Το κλισίμετρο Suunto.



Σχήμα 5. Το κλισίμετρο MERIDIAN.



Σχήμα 6. Το Criterion™ RD 1000.



Σχήμα 7. Το Vertex Forester.

Πίνακας 3. Αξιολόγηση και ταξινόμηση των οργάνων ως προς την ευκολία, την αποτελεσματικότητα και το κόστος.

Κριτήριο αξιολόγησης	Κλισίμετρο MERIDIAN	Κλισίμετρο SUUNTO	Κλισίμετρο Abney	Vertex Forester	Criterion TM 1000
Ευκολία					
1. Διαστάσεις (Μ x Π x Υ)	13 × 3 × 1,1 cm	7,5 × 5,2 × 1,5 cm	12,7 – 18,1 ^α × 5,7 × 3,2 cm	8 × 5 × 3 cm,	16,5 × 7 × 5 cm
2. Βάρος	285 gr	120 gr	179 gr	260 ^β gr + 180 ^γ gr	500 gr
3. Δυνατότητα αποθήκευσης των στοιχείων και σύνδεσης με Η/Υ	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι
4. Άτομα συνεργείου	2	2	2	1-2	1
Αποτελεσματικότητα					
1. Ακρίβεια μέτρησης					
1.1. Σε κατακόρυφα δένδρα	μ _t = 0,281	μ _t = 0,312	μ _t = 0,253	μ _t = 0,1305	μ _t = 0,059
1.2. Σε κεκλιμένα δένδρα	μ _t = 2,543	μ _t = 2,371	μ _t = 1,475	μ _t = 0,174	μ _t = 0,086
2. Διάρκεια υψομέτρησης	1 – 1,5'	1 – 1,5'	1 – 1,5'	10 – 14''	13 – 15''
3. Χρόνος ρύθμισης	Δεν υφίσταται	Δεν υφίσταται	Δεν υφίσταται	15' - 20'	20''
4. Μέγιστη κλίση σκόπευσης	≤ ± 45°	± 45°	0 – ± 90°	0 – ± 90°	± 90°
5. Άλλες δυνατότητες					
5.1. Μέτρηση απόστασης	Ναι	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι
5.2. Μέτρηση της διαμέτρου του κορμού δένδρου	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι
5.3. Μέτρηση της δοκιμαστικής επιφάνειας	Όχι	Όχι	Όχι	Εμμεσα	Ναι
5.4. Μέτρηση αξιμουθίου	Ναι όταν έχει ενσωματωμένη πυξίδα	Ναι όταν έχει ενσωματωμένη πυξίδα	Όχι	Όχι	Ναι
Κόστος	220,00 €	74,82 €	179,65 €	1.636,25 €	1.800,00 €
1. Τιμή αγοράς					

^α Τηλεσκοπικός φακός για μεγαλύτερη ακρίβεια (precision).

^β Βάρος οργάνου μαζί με τις μπαταρίες.

^γ Βάρος αναμεταδότη μαζί με τις μπαταρίες.

Συζήτηση – Συμπεράσματα - Προτάσεις

Στην εργασία αυτή αξιολογούμε δύο δενδρόμετρα ένα λείζερ και ένα ηχητικό καθώς και τρία αναλογικά υψόμετρα για να εξετάσουμε την καταλληλότητά τους για χρήση σε πρακτικές δασικές εφαρμογές. Τόσο το ηχητικά όσο και το λείζερ είναι όργανα ακριβιά έναντι των παραδοσιακών αναλογικών υψομέτρων, προσφέρουν όμως την ιδιαίτερη δυνατότητα της βελτίωσης της αποδοτικότητας των δασικών ερευνών. Και τα δύο όργανα έχουν ψηφιακή οθόνη ικανή να παρουσιάσει πολλά ψηφία, που δίνουν την εντύπωση της μεγάλης ακρίβειας. Και τα δύο έχουν καλή ακρίβεια και διαφορετικοί χειριστές μπορούν να επιτύχουν παρόμοια αποτελέσματα υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Εντούτοις, είναι επικίνδυνο να υποθεθεί ότι η ακρίβεια υπονοεί την ορθότητα (ακρίβεια), και η αξιολόγησή μας ενδιαφέρθηκε κατά ένα μεγάλο μέρος για την ανίχνευση οποιασδήποτε πιθανής προκατάληψης με αυτά τα όργανα.

Παρά μερικές αδυναμίες στην αξιολόγησή μας, εκθέτουμε την εμπειρία μας έτσι ώστε αυτή σε συνδυασμό και με άλλες αξιολογήσεις (Carr 1993, Liu et al. 1993, Duran 1994, Fairweather 1994, Williams et al. 1994, Liu 1995) να βοηθήσουν άλλους να επιλέξουν το σωστό όργανο ή να ρυθμίσουν αποτελεσματικά τις διαδικασίες μέτρησης.

Η μέτρηση του ύψους των δέντρων είναι χρονοβόρα και επιρρεπή σε λάθη. Η εμπειρία έχει δείξει ότι όταν χρησιμοποιούνται οι έμμεσες μέθοδοι για τη μέτρηση του ύψους, η μέτρηση από δύο ανεξάρτητες θέσεις είναι ουσιαστική και απαραίτητη. Οι αναγνώσεις από τις δύο θέσεις πρέπει να συμφωνήσουν μέσα στα όρια του λάθους του οργάνου - αυτός είναι ένας απόλυτος έλεγχος για το λάθος οργάνων και χειριστών (που διακρίνεται για να διορθώσει την άκρη κ.λπ.). Κατά συνέπεια, οι διαφορές μέχρι 1 m στις αναγνώσεις για ένα δέντρο 40 m είναι αποδεκτές, άλλωστε η ακρίβεια των οργάνων σε δασικές συνθήκες δεν είναι καλύτερη από αυτό. Τα πιο κοινά λάθη που μπορούν να γίνουν είναι:

1. Μέτρηση του επικλινούς δέντρου σα να είναι κάθετο, δηλ. απόσταση που μετριέται στη βάση δέντρων αντί στο σημείο άμεσα κάτω από την κορυφή. Το νήμα της στάθμης είναι μια ουσιαστική προσθήκη στο όργανο μέτρησης ύψους (για να καθορίσει το σημείο κάτω από την κορυφή).

2. Λάθος οργάνων. Όλα τα όργανα πρέπει να ελεγχθούν περιοδικά σε σχέση με κάποιο τυποποιημένο ή γνωστό ύψος και να ρυθμιστούν ανάλογα με τις ανάγκες.

3. Λάθος χειριστών και καταγραφής. Το προσωπικό λάθος είναι πάντα

πιθανό, π.χ.:

1. ανακριβής καθορισμός της απόστασης ή καταγραφή των γωνιών και των αποστάσεων, ανακριβής ανάγνωση,
2. ξεχνώντας να προσθέσει το τμήμα του δέντρου κάτω από το επίπεδο ματιών ή ξεχνώντας να σκοπεύσει (sight) στη βάση του δέντρου,
3. μετρώντας σε λάθος κορυφή - τράνταγμα του δέντρου μπορεί να βοηθήσει και
4. διαφορά άποψης μεταξύ των παρατηρητών στον προσδιορισμό της κορυφής μιας σκιερής κώμης.

4. Αποτελέσματα της ταλάντευσης του αέρα. Ακριβείς αναγνώσεις είναι αδύνατες όταν φυσούν υψηλοί άνεμοι. Κατά προτίμηση σκόπευση στην κορυφή σε ένα επίπεδο κάθετα στην κατεύθυνση αέρα.

Η μέτρηση στο πεδίο παρείχε μια σημαντική δοκιμή της αποδοχής των χρηστών, ακόμα κι αν η αξιολόγηση γίνεται με έναν υποκειμενικό τρόπο.

Τα δύο δενδρόμετρα (λείζερ και ηχητικό) προσφέρουν τη δυνατότητα να επιταχυνθεί η μέτρηση ύψους, να μειωθούν τα άτομα μέτρησης πεδίου, και να φορτωθούν (ή να μεταφερθούν) οι μετρήσεις ύψους άμεσα στα ηλεκτρονικά συστήματα καταγραφής στοιχείων πεδίου (που μειώνουν τους κινδύνους λαθών μεταγραφής κ.λπ.). Δυστυχώς, είναι και τα δύο βαρύτερα, σχετικά ογκωδέστερα και ακριβότερα από τα παραδοσιακά υψόμετρα. Υπάρχει σαφώς περιθώριο για βελτίωση και στα δύο αυτά τα όργανα, αλλά καθένα θα μπορούσε να βελτιώσει την αποδοτικότητα της μέτρησης πεδίου.

Το Suunto υποεκτίμησε το ύψος (σε αντίθεση με τον Eriksson (1970) ο οποίος εξέθεσε μια τάση υπερεκτίμησης με το Suunto). Για πραγματικά ανεξάρτητες επαναλήψεις απαιτούνται πέντε μετρήσεις του στόχου. Οι Skovsgaard et al. (1995) έχουν δείξει ότι με υψόμετρο «Suunto» όσο αυξάνονται οι αποστάσεις από το δέντρο παρουσίασαν παράλληλα μια τάση για ελαφρώς αυξανόμενα λάθη. Ο κανόνας είναι η μέτρηση να γίνεται σε απόσταση από το δέντρο περίπου όσο το ύψος του δέντρου που μετρείται.

Το CriterionTM RD 1000 φαίνεται να είναι καλύτερο από τα άλλα όργανα, αλλά παρουσιάζει επίσης μια προκατάληψη εκτός εάν χρησιμοποιείται σε μια απόσταση 15 m από το στόχο. Όλες οι εκτιμήσεις ύψους που έγιναν με το CriterionTM RD 1000 ήταν μέσα σε λογικά πλαίσια ακρίβειας, δηλαδή ± 15 cm.

Πώς λαμβάνεται η απόφαση πιο όργανο είναι αυτό που ανταποκρίνεται καλύτερα στις απαιτήσεις μας κάθε φορά εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Εάν χρειάζεται να μετρηθούν μικρές αποστάσεις (<30m) και / ή ύψη δέντρων για χαμηλά δέντρα από απόσταση περίπου 40m μπορεί να χρησι-

μποηθεί το υψόμετρο Vertex Forester. Είναι φτηνό, ελαφρύ, εύχρηστο και αρκετά αξιόπιστο. Εάν χρειάζεται υψηλή ακρίβεια ή / και υπάρχουν ψηλά δέντρα το Criterion™ RD 1000 είναι καλύτερο αλλά εδώ υπεισέρχεται η διαφορά κόστους. Εάν πρέπει να χρησιμοποιηθεί το όργανο για πλοήγηση, υπολογισμό ύψους δέντρων και κορμών ανώτερων διαμέτρων τότε το Criterion™ RD 1000 είναι πραγματικά το μόνο όργανο, παρά την τιμή και τις άλλες δυσκολίες.

Γενικές παρατηρήσεις κατά την πρακτική εφαρμογή:

- Με τα αναλογικά κλισίμετρα και την τριγωνομετρική μέθοδο, σε κατακόρυφο δένδρο, όσο αυξάνει η απόσταση, τόσο αυξάνει το σφάλμα.
 - Η σκόπευση από απόσταση ίση 1 έως 1,5 φορά το ύψος του δένδρου επιτυγχάνονται ακριβέστερα αποτελέσματα.
 - Το laser και το ηχητικό δενδρόμετρο είναι ακριβέστερα των άλλων (Πίνακας 2).
 - Ο χειριστής στο κλισίμετρο Abney πρέπει να αφαιρέσει το όργανο από το μάτι, και να διαβάσει την κατακόρυφη γωνία πράγμα που δεν συμβαίνει με τα άλλα αναλογικά υψόμετρα παρά μόνο με το Criterion™ RD 1000 και το Vertex Forester.
 - Το Criterion™ RD 1000 είναι σχετικά ευκολόχρηστο όργανο και απαιτεί ένα άτομο για χειρισμό. Ενώ το Vertex Forester είναι πιο δύσχρηστο και απαιτεί δύο άτομα για χειρισμό.
 - Το μέγιστο σφάλμα στο Laser ανέρχεται σε 0,50 m, ενώ με το κλισίμετρο 0,80 μέτρα.
 - Με τα αναλογικά κλισίμετρα οι μετρήσεις του ύψους των δένδρων είναι ανακριβείς για απόσταση μεγαλύτερη των 20 μέτρων, γιατί το σφάλμα στη γωνία κλίσης α πολλαπλασιάζεται με το μέγεθος της απόστασης L .
 - Η ακρίβεια της υψομέτρησης δένδρου επηρεάζεται από τη στρεβλότητα, τη δυνατότητα παρατήρησης της κορυφής και το ανάγλυφο του εδάφους.
- Ακόμη εάν το σχήμα του κορμού προσεγγίζει τον κόλouro κώνο, εισάγει μικρά σχετικά σφάλματα στη μέτρηση της απόστασης και επομένως στον υπολογισμό του ύψους. Εάν όμως έχει ομπρελοειδή κόμη τότε κατά τον προσδιορισμό της κορυφής εισάγονται χονδροειδή σφάλματα.
- Το laser πλεονεκτεί στη μέτρηση πλάγιων δένδρων όταν μετράμε με τη μέθοδο της απόστασης από τρία σημεία, διότι μπορεί να μετριάσει το σφάλμα με σκόπευση στο καταλληλότερο ύψος στον κορμό π.χ. όταν η κορυφή του δένδρου έχει κλίση προς τον παρατηρητή, όσο πιο ψηλά στον κορμό μετράμε την απόσταση από το δένδρο, τόσο πιο λιγότερο σφάλμα γίνεται.
 - Με τη laser τεχνολογία (Criterion™ RD 1000) μπορούμε να παχυμετρή-

σουμε δένδρα, να μετρήσουμε κατακόρυφες γωνίες, αζιμούθια, να αποθηκεύσουμε και να μεταφέρουμε στοιχεία στον υπολογιστή για παραπέρα επεξεργασία, πράγμα που δημιουργεί νέες δυνατότητες εφόσον η όλη εργασία οργανωθεί κατάλληλα.

- Με το laser απασχολείται μόνο 1 άτομο, δεν απαιτείται δυνατός φωτισμός επηρεάζεται από την τραχύτητα και το χρώμα του κορμού στην αποστασιομέτρηση, εμποδίζεται όμως από κλαδιά και άλλα αντικείμενα και χρειάζονται πριν από τις μετρήσεις ρύθμιση λόγω υγρασίας και θερμοκρασίας.

- Τα οπτικομηχανικά όργανα ικανοποιούν σε ακρίβεια τις ανάγκες της δασικής οδοποιίας και δασικής διαχειριστικής, γιατί έχουν σχετική ακρίβεια και είναι εύκολα στη χρήση και μεταφορά και δεν χρειάζονται ρύθμιση, πλην όμως σε σχέση με τις νέες τεχνολογίες πλεονεκτούν μόνο στο κόστος.

Αν και ο αριθμός δέντρων που μετριέται πρέπει να θεωρηθεί ως μικρό δείγμα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το υψόμετρο Vertex είναι ένα αξιόπιστο όργανο για το σκοπό που χρησιμοποιείται γενικά, δηλ. για να μετρήσει 20 έως 30 δέντρα ανά κυκλική επιφάνεια για να καθορίσει το ύψος του κατ'εκτίμηση μέσου δέντρου κυκλικής επιφάνειας. Στην περίπτωση του Vertex οι αναγνώσεις είναι ψηφιακές (στο 10ο του εκατοστού) και φαίνονται στην οθόνη, αποφεύγοντας την ερμηνεία για το πιο πρέπει να είναι το αποτέλεσμα.

- Το κατάλληλο μέγεθος και το βάρος των δύο μονάδων του Vertex Forester είναι τέτοιο που κάποιος μπορεί να τα φέρει στις τσέπες του. Μια κατάλληλη θήκη (κάτι σαν την περίπτωση των φωτογραφικών μηχανών), που δυστυχώς δεν παρέχεται με το όργανο, θα ήταν καλύτερη λύση.

- Οι κατασκευαστές υποστηρίζουν ότι είναι αρκετά γερό (robust) για τη χρήση σε μετρήσεις πεδίου. Θα ήταν ενδεδειγμένο να αντιμετωπιστεί με την απαραίτητη προσοχή.

- Ο χειριστής δεν είναι απαραίτητο να σταθεί σε μια προκαθορισμένη απόσταση μακριά από το δέντρο, άρα δεν υπάρχει κατανάλωση χρόνου. Η απόσταση μακριά από το δέντρο (δηλ. από τον αναμεταδότη) καθορίζεται από το υψόμετρο που είναι αρκετά γρήγορο να ολοκληρώσει, ειδικά εάν η ομάδα μέτρησης ύψους αποτελείται από δύο ανθρώπους. Χρησιμοποιώντας Vertex σε αντιδιαστολή με άλλα κλισίμετρα, ο Brenner (1996) παρατήρησε γύρω στο 60 % οικονομία χρόνου στις μετρήσεις ύψους στις νέες φυτείες πεύκων ύψους μέχρι 21 μέτρα και περίπου 35 % σε μεγαλύτερα πεύκα με ύψος μέχρι 40 μέτρα.

- Χρησιμοποιώντας το Vertex Forester ο χειριστής δεν χρειάζεται να προσθέσει ή να αφαιρέσει τις δύο μετρήσεις, δηλ. στην άκρη του δέντρου και

στο κατώτατο σημείο που είναι μια ικανότητα που απαιτείται με «Suunto», «Meridian» και «Abney». Το μόνο που απαιτείται είναι να καθοριστεί ο μέσος όρος δύο ή τριών αναγνώσεων (αυτό είναι προαιρετικό) που λαμβάνονται για το ίδιο δέντρο.

- Η λειτουργική διαδικασία είναι εύκολη και θεωρείται απλούστερη από τη χρήση είτε του «Suunto» είτε του «Abney» είτε του «Meridian».

Τα πιθανά μειονεκτήματα είναι:

- Ο χειριστής πρέπει να τηρεί με επιμέλεια τις οδηγίες βαθμονόμησης, οι οποίες πρέπει να γίνονται τουλάχιστον μία φορά την ημέρα. Όταν το όργανο εκτίθεται κατά το ταξίδι σε διαφορετικές θερμοκρασίες (π.χ. στον ήλιο μέσα στο αυτοκίνητο) απαιτείται να ρυθμίσει ξανά στην επόμενη στάση όπου πρέπει να ληφθούν πάλι μετρήσεις. Η βαθμονόμηση διαρκεί μόνο 15 έως 20 λεπτά.

- Δεν υπάρχει κανένα τοπικό κέντρο επισκευής, έτσι το όργανο πρέπει να πάει στη Σουηδία για οποιεσδήποτε επισκευές. Επομένως είναι ενδεδειγμένο να κρατηθεί μια συνοδευτική μονάδα.

- Τόσο το υψόμετρο όσο και ο αναμεταδότης λειτουργούν με αλκαλικές μπαταρίες, που έχουν περιορίσει τη λειτουργική διάρκεια ζωής. Χρειάζεται να διατηρηθεί ένα αρχείο των κατά προσέγγιση ωρών λειτουργίας και να κρατηθεί τουλάχιστον ένα σύνολο εφεδρικών μπαταριών.

Το υψόμετρο Vertex Forester εμφανίζεται να είναι ένα αξιόπιστο όργανο για τη μέτρηση του ύψους δέντρων. Είναι ένα ελαφρύ όργανο με απλές οδηγίες λειτουργίας και παίρνοντας με προσοχή τις απαραίτητες προφυλάξεις τα αποτελέσματα θα είναι λιγότερο επιρρεπή σε λάθη και έτσι καθίσταται ο προσδιορισμός του ύψους δέντρων ένας ευκολότερος εφικτός στόχος. Από όλα που αναφέρθηκαν παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα πρόταση ότι είναι επιτακτική ή ανάγκη εξοικείωσης και οργάνωσης των δασικών εργασιών με βάση τη νέα τεχνολογία laser.

Βιβλιογραφία

- Anonymous. 1954. JAL hypsometer. FAO Equipment Note A.2.54: 2.
- Baustian, S. and S. Tölle. 2001. Steigerung der Effizienz bei der Baumhöhenbestimmung. AFYßDer Wald 14: 754-755.
- Brenner, A. 1996. A message from the Forester E-mail group. School of Natural Resources and Environment. University of Michigan Press.
- Carr, B. 1993. Use of laser instruments for tree measurement: present use and future development. In Modern Methods of Estimating Tree

- and Log Volume. IUFRO Conference 14-16 June 1993. G.B. Wood and H.V. Wiant (eds). University Publication Services. West Virginia. pp. 10-17.
- Carron, L. T. 1968. An Outline of Forest Mensuration with Special Reference to Australia. Chp. 15. ANU Press.
- Deadman, M. W. and C. J. Goulding. 1979. A method for assessment of recoverable volume by log types. *Journal of Forestry Science* 8(2): 225-239.
- Duran, F. 1994. Tree measurement and survey laser. *Inventory and Cruising Newsletter* 25: 1-2.
- Eriksson, H. 1970. Om matningsfel vid höjdmätning av stående träd med olika instrument. (On measuring errors in tree height determination with different altimeters). *Institutionen för Skogsproduktion. Skogshogskolan. Rapporter och Uppsatser Nr 19*: 42.
- Fairweather, S. E. 1994. Field tests of the Criterion 400 for hardwood tree diameter measurements. *North. J. Appl. For.* 11: 29-31.
- Gurley, W. and L. E. 1893. *A Manual of the Principal Instruments Used in American Engineering and Surveying*. New York. Troy.
- Husch, B., C. I. Miller and T. W. Beers. 1982. *Forest Mensuration*. New York. John Wiley & Sons.
- Jones, C. 1921. Sir William de Wiveleslie Abney, K.C.B., D.C.L., D. Sc., F.R.S., Hon. F.R.P.S., etc. *The Photographic Journal* 61: 296-311.
- Jasumback, T. and B. Carr. 1991. *Laser tree measurement*. USA.
- Jonsson, B., S. Holm and H. Kallur. 1992. A forest inventory method based on density adapted circular plot size. *Scand. J. For. Res.* 7: 405-421.
- Liu, C. J. 1995. Using portable laser EDM for forest traverse surveys. *Can. J. For. Res.* 25: 753-766.
- Liu, C. J., X. Huang and J. K. Eichenberger. 1993. Using laser technology for measuring trees. In *Modern Methods of Estimating Tree and Log Volume*. IUFRO Conference 14-16 June 1994, G.B. Wood and H.V. Wiant (eds). University Publication Services, West Virginia. Pp. 18-29.
- Loetsch, F., F. Zohrer and K. E. Haller. 1973. *Forest Inventory*. BLV, München. Vol. II: 121 & 469.
- Lovengreen, J. A. 1952. *Højdemålere (Hypsometers)*. Dan. Skovforen. *Tidsskr.* 37: 590-601.
- Μάτης, Κ. Γ. 1989. *Δασική Βιομετρία II. Δενδρομετρία*. Εκδόσεις Γ. Δε-

- δούσης, Θεσσαλονίκη. Σελ. 42.
- Schmid, P., P. Roiko-Jokela, P. Mingard and M. Zobeiry. 1971. The optimal determination of the volume of standing trees. *Mitt. Forstl. BundesVersuchsanst* 91: 33-48.
- Schreuder, H. T., T. G. Gregoire and G. B. Wood. 1993. *Sampling Methods for Multiresource Forest Inventory*. New York. Wiley.
- Williams, M. S., W. A. Bechtold and V. J. LaBau. 1994. Five instruments for measuring tree height: An evaluation. *South. J. Appl. For.* 18: 76-82.
- Specht, R. L. 1981. Foliage projective cover and standing biomass. In *Vegetation classification in Australia*. Eds AN Gillison, DJ Anderson. Canberra. CSIRO and Australian National University Press.
- Specht, R. L. 1970. Vegetation. In *The Australian Environment*, (4th ed.) Melbourne: CSIRO and Melbourne University Press.
- Empire Forestry Association. 1953. *British Commonwealth Forest Terminology, Part 1: Empire Forestry Association, London*.
- Ford-Robertson, F. C. 1971. *Terminology of Forest Science, Technology, Practice and Products. Multilingual Forest Terminology Series No. 1, Soc. Amer. For., Washington, DC*.
- Jackson, M. T. and R. O. Petty. 1973. A simple optical device for measuring vertical projection of tree crowns. *For. Sci.* 19(1): 60-62.
- Khan, M. A. W. 1971. Pun-Chun crown-meter. *Indian For.* 97(6): 332-337.
- Lewis, N. B., A. Keeves and J. W. Leech. 1976. Yield regulation in South Australian *Pinus radiata* plantations. *Bull.* 23., Woods and Forests Dept., Sth. Aust.
- Olsen, H. C. 1968. Latent fejl pa en JAL hojdemaler (Latent defect in a JAL hypsometer). *Dan. Skovforen. Tidsskr.* 53: 289-293.
- Skovsgaard, J. P., V. K. Johannsen and J. K. Vanclay. 1995. Laser dendrometers in Forestry: Tools or Toys? In L. Bren and C. Greenwood (eds) *Applications of New Technologies in Forestry. Proceedings of the Institute of Foresters of Australia 16th Biennial Conference, Ballarat. Australia. 18-21 April 1995. Pp. 289-298*.
- Στεργιάδης, Γ. Χαρ. 1984. Τοπογραφία. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη.
- Tihonov, A. S. 1971. Device for studying forest phytocoenoses by the point method. *Lesoved* (3): 90-92. [In Russian]. Seen in *For. Abstr.* 32(4): 6606.
- Weir, I. 1959. A crown ratio study in even-aged stands of *E. obliqua*: Broad-

- ford Forest District. MSc Thesis, University of Melbourne.
- Wood, G. B. and H. T. Schreuder. 1986. Implementing point-Poisson and point- model based sampling in forest inventory. *For. Ecol. Manage.* 14: 141-156.

Comparing hypsometers and other instruments for measuring height

V. C. Drosos, D. E. Farmakis and I. Kosmidis

Abstract

The height constitutes a variable of fundamental importance, during the measurement or the description of a tree or a forest. During the procedure of selection of the most appropriate instrument for the carrying out of any occasional project, there must be taken seriously into account the available instruments in the market, the followed method for the working out of the project, the price of the instrument, and the terrain's micro topography. The measurements have been performed by two persons (the person performing the measurements and an assistant), alternately; the measurements were performed at the Taxiarchis-Vrastama University forest of School of Forestry and Natural Environment in Chalkidiki, for a more realistic evaluation of the instruments. The required precision varies depending on the work subject. The height of a standing tree (total height, h) is defined as the vertical distance from ground level to its uppermost point (top). The height of a tree can be measured directly or indirectly. The direct method of measurement can be implemented only in trees fallen down or in small trees. The highest trees are usually measured indirectly, using an instrument, the hypsometer. The instruments used were: the Meridian clinometer, which is based on the trigonometrical method, the Suunto clinometer, which is based on the trigonometrical method, the Abney level or clinometer, which is based on the trigonometrical method, the CriterionTM RD 1000, which is based on the estimation of the height with laser beam, and the Vertex Forester, which is based on the estimation of the height with ultrasonic pulse. From the estimation of the height by using the above five instruments, derived the results included in table 2, while table 3 shows the final evaluation of the instruments. Finally, the relevant conclusions were drawn, and the relevant proposals were made.

Keywords: evaluation, hypsometer, laser, trigonometric method, ultrasonic pulse.

Εφαρμογή των σειρών Fourier σε δασοβιομετρικά δεδομένα

Κ. Κιτικίδου*, Γ. Χατζηλαζάρου και Ι. Γκουγκουρέλας

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης. Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, e-mail: kkitikid@fmenr.duth.gr.

Περίληψη

Στην προσπάθεια κατάρτισης εξισώσεων χωρίς πολύπλοκους μαθηματικούς όρους, οι οποίες να είναι κατάλληλες και για κωνοφόρα και για πλατύφυλλα δασοπονικά είδη, δοκιμάστηκαν και κάποιες τριγωνομετρικές εξισώσεις. Σε αυτή την εργασία δοκιμάστηκε η προσαρμογή των σειρών Fourier για την εκτίμηση των εξής δασικών μεταβλητών: ύψος δέντρου, σθηθιαία διάμετρος, μορφάριθμος, μορφοϋψος, όγκος και κωνικότητα. Τα δεδομένα προέρχονται από το πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη Χαλκιδικής. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ικανοποιητική προσαρμογή των σειρών Fourier στις περισσότερες περιπτώσεις εκτίμησης των παραπάνω μεταβλητών.

Λέξεις κλειδιά: σειρές Fourier, τριγωνομετρικές εξισώσεις, δασικές μεταβλητές.

Εισαγωγή

Αρκετοί ερευνητές δοκίμασαν την προσαρμογή εξισώσεων παλινδρόμησης με τριγωνομετρικούς όρους σε δασοβιομετρικά δεδομένα. Ο Anderson (1937), βασισμένος στις προτάσεις των Hohenadl (1922, 1923) και Meyer (1930), θεωρεί πως οι σειρές Fourier μπορούν να έχουν απεριόριστες εφαρμογές στη δασική βιομετρία, για όλα τα χαρακτηριστικά του δέντρου, στατικά (όπως ο όγκος, το ύψος, η διάμετρος, η κωνικότητα κ.ά.) και δυναμικά (όπως η προσαύξηση του όγκου, του ύψους κ.ά.). Ο Christoffersson (1997) χρησιμοποιεί τις σειρές Fourier για να εξαλείψει τη σειριακή συσχέτιση των υπολοίπων. Για την περιοχή του πανεπιστημιακού δάσους Ταξιάρχη Χαλκιδικής, βρέθηκε ότι η εφαρμογή των σειρών Fourier βελτίωσε την εκτίμηση του συνολικού ύψους των δέντρων, σε συνάρτηση με την ηλικία, συγκρίνοντας το μοντέλο Fourier με το παλαιότερο μοντέλο παλινδρόμησης (Κιτικίδου, 2007). Οι σειρές Fourier είναι τριγωνομετρικές σειρές, που περιλαμβάνουν

νουν ημίτονα και συνημίτονα της ανεξάρτητης μεταβλητής, στην εξής μορφή:

$$Y = A_0 + A_1 \sin X + A_2 \sin 2X + \dots + A_p \sin pX + B_1 \cos X + B_2 \cos 2X + \dots + B_p \cos pX$$

όπου:

Y = η εξαρτημένη μεταβλητή

X = η ανεξάρτητη μεταβλητή ($0 \leq X \leq 360^\circ$)

A_0 = ο σταθερός όρος

A_i = ο συντελεστής του ημίτονου του i -οστού πολλαπλάσιου της ανεξάρτητης μεταβλητής ($i = 1, 2, \dots, p$)

$\sin iX$ = το ημίτονο του i -οστού πολλαπλάσιου της ανεξάρτητης μεταβλητής ($i = 1, 2, \dots, p$)

B_i = ο συντελεστής του συνημίτονου του i -οστού πολλαπλάσιου της ανεξάρτητης μεταβλητής ($i = 1, 2, \dots, p$)

$\cos iX$ = το συνημίτονο του i -οστού πολλαπλάσιου της ανεξάρτητης μεταβλητής ($i = 1, 2, \dots, p$).

Το άθροισμα ($A_1 \sin x + B_1 \cos x$) ονομάζεται θεμελιώδης ταλάντωση, ενώ τα αθροίσματα ($A_2 \sin 2x + B_2 \cos 2x$), ($A_3 \sin 3x + B_3 \cos 3x$), ... ($A_p \sin px + B_p \cos px$) ονομάζονται πρώτη αρμονική, δεύτερη αρμονική, ... p -οστή αρμονική.

Σκοπός της έρευνας ήταν να δοκιμαστεί η προσαρμογή των σειρών Fourier σε δασοβιομετρικά δεδομένα (συνολικό ύψος δέντρου, στηθαία διάμετρο, μορφάριθμο, μορφούγνος, όγκο και κωνικότητα) από το πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη Χαλκιδικής.

Υλικά και μέθοδοι

Για να δοκιμαστεί η προσαρμογή των σειρών Fourier σε πραγματικά δεδομένα, χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις από το πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη Χαλκιδικής. Τα δεδομένα προέρχονται από μετρήσεις δείγματος 350 δέντρων πλατύφυλλης δρυός (*Quercus conferta* Kit. ή *Quercus frainetto* Ten.), που πάρθηκαν τον Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο του 2001 (Κιτικίδου 2002). Τα 350 δέντρα επιλέχθηκαν με συστηματική δειγματοληψία, έτσι ώστε να καλύπτουν όλες τις ποιότητες τόπου του πανεπιστημιακού δάσους (επιφάνειας 3895 ha). Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

t = ηλικία δέντρου (χρόνια)

d = στηθαία διάμετρος (m)

h = συνολικό ύψος (m)

d_i = διάμετρος του δέντρου σε ύψος h_i (m). Είναι $0 \leq h_i \leq 1,3$ για τις εξισώσεις στηθαίας διαμέτρου – πρεμνικής διαμέτρου και $0 \leq h_i \leq H$ για τις εξισώσεις κωνικότητας.

f = μορφάριθμος

fh = μορφοῦψος

v = συνολικός όγκος (m^3)

A_i, B_i = συντελεστές παλινδρόμησης s ($i=1, \dots, 12$)

n = αριθμός παρατηρήσεων

Η ηλικία του δέντρου υπολογίστηκε με βάση τον αριθμό των αυξητικών δακτυλίων που μετρήθηκαν στα τρυπανίδια που πάρθηκαν από τα πρέμνα, με προσαυξητική τρυπάνη. Από κάθε δέντρο πάρθηκαν δυο τρυπανίδια στο πρεμνικό ύψος και η ηλικία του δέντρου καθορίστηκε από το μέσο όρο των δυο μετρήσεων.

Η πρεμνική διάμετρος, η διάμετρος σε ύψος 0,8 m και η στηθαία διάμετρος μετρήθηκαν με παχυμετρική ταινία.

Οι διαμέτροι ανά 2 m πάνω από το στηθαίο ύψος (δηλαδή στα 3,3, 5,3, 7,3, ... m) και το συνολικό ύψος του δέντρου εκτιμήθηκαν με το ρελασκόπιο.

Ο συνολικός όγκος του δέντρου υπολογίστηκε ως εξής:

Από το έδαφος ως το στηθαίο ύψος ως κύλινδρος:

$$v_1 = \frac{\pi}{4} d_{0,3}^2 l, 3$$

Από το στηθαίο ύψος ως την τελευταία μετρούμενη διάμετρο με τον τύπο του Smalian:

$$v_i = \frac{\pi}{4} \frac{d_b^2 + d_t^2}{2} l$$

όπου:

d_b = η διάμετρος στη βάση του i -οστού κορμοτεμάχιου

d_t = η διάμετρος στην κορυφή του i -οστού κορμοτεμάχιου

l = το μήκος του i -οστού κορμοτεμάχιου.

Από το ύψος της τελευταίας μετρούμενης διαμέτρου ως την κορυφή του δέντρου ως κώνος:

$$v_c = \frac{1}{3} \frac{\pi}{4} d_c^2 l_c$$

όπου:

d_c = η τελευταία μετρούμενη διάμετρος

l_c = το μήκος του κώνου.

Ο συνολικός όγκος του δέντρου είναι ίσος με $v_i + \sum v_i + v_c$.

Ο μορφήριθμος υπολογίστηκε με τον τύπο:

$$f = \frac{v}{\frac{\pi}{4} d^2 h}$$

και το μορφοῦψος με τον τύπο:

$$fh = f \times h.$$

Οι εξισώσεις που δοκιμάστηκαν είναι:

Εξίσωση ύψους – ηλικίας:

$$h = A_0 + A_1 \sin \frac{360t}{n} + A_2 \sin 2 \frac{360t}{n} + A_3 \sin 3 \frac{360t}{n} + A_4 \sin 4 \frac{360t}{n} + B_1 \cos \frac{360t}{n} + B_2 \cos 2 \frac{360t}{n} + B_3 \cos 3 \frac{360t}{n} + B_4 \cos 4 \frac{360t}{n} \quad (1)$$

Εξίσωση στηθιαίας διαμέτρου – πρεμνικής διαμέτρου:

$$d = A_0 + A_1 \sin \frac{360d_i}{n} + A_2 \sin 2 \frac{360d_i}{n} + A_3 \sin 3 \frac{360d_i}{n} + A_4 \sin 4 \frac{360d_i}{n} + A_5 \sin \frac{360h_i}{n} + A_6 \sin 2 \frac{360h_i}{n} + A_7 \sin 3 \frac{360h_i}{n} + A_8 \sin 4 \frac{360h_i}{n} + B_1 \cos \frac{360d_i}{n} + B_2 \cos 2 \frac{360d_i}{n} + B_3 \cos 3 \frac{360d_i}{n} + B_4 \cos 4 \frac{360d_i}{n} + B_5 \cos \frac{360h_i}{n} + B_6 \cos 2 \frac{360h_i}{n} + B_7 \cos 3 \frac{360h_i}{n} + B_8 \cos 4 \frac{360h_i}{n} \quad (2)$$

Εξίσωση μορφήριθμου – διαμέτρου:

$$f = A_0 + A_1 \sin \frac{360d}{n} + A_2 \sin 2 \frac{360d}{n} + A_3 \sin 3 \frac{360d}{n} + A_4 \sin 4 \frac{360d}{n} + B_1 \cos \frac{360d}{n} + B_2 \cos 2 \frac{360d}{n} + B_3 \cos 3 \frac{360d}{n} + B_4 \cos 4 \frac{360d}{n} \quad (3)$$

Εξίσωση μορφήριθμου – ύψους:

$$f = A_0 + A_1 \sin \frac{360h}{n} + A_2 \sin 2 \frac{360h}{n} + A_3 \sin 3 \frac{360h}{n} + A_4 \sin 4 \frac{360h}{n} + B_1 \cos \frac{360h}{n} + B_2 \cos 2 \frac{360h}{n} + B_3 \cos 3 \frac{360h}{n} + B_4 \cos 4 \frac{360h}{n} \quad (4)$$

Εξίσωση μορφήριθμου – διαμέτρου – ύψους:

$$\begin{aligned}
 f &= A_0 + A_1 \sin \frac{360d}{n} + A_2 \sin 2 \frac{360d}{n} + A_3 \sin 3 \frac{360d}{n} + A_4 \sin 4 \frac{360d}{n} + \\
 &B_1 \cos \frac{360d}{n} + B_2 \cos 2 \frac{360d}{n} + B_3 \cos 3 \frac{360d}{n} + B_4 \cos 4 \frac{360d}{n} + \\
 &A_5 \sin \frac{360h}{n} + A_6 \sin 2 \frac{360h}{n} + A_7 \sin 3 \frac{360h}{n} + A_8 \sin 4 \frac{360h}{n} + \\
 &B_5 \cos \frac{360h}{n} + B_6 \cos 2 \frac{360h}{n} + B_7 \cos 3 \frac{360h}{n} + B_8 \cos 4 \frac{360h}{n} \quad (5)
 \end{aligned}$$

Εξίσωση μορφοῦψους – διαμέτρου:

$$\begin{aligned}
 fh &= A_0 + A_1 \sin \frac{360d}{n} + A_2 \sin 2 \frac{360d}{n} + A_3 \sin 3 \frac{360d}{n} + A_4 \sin 4 \frac{360d}{n} + \\
 &B_1 \cos \frac{360d}{n} + B_2 \cos 2 \frac{360d}{n} + B_3 \cos 3 \frac{360d}{n} + B_4 \cos 4 \frac{360d}{n} \quad (6)
 \end{aligned}$$

Εξίσωση μορφοῦψους – ύψους:

$$\begin{aligned}
 fh &= A_0 + A_1 \sin \frac{360h}{n} + A_2 \sin 2 \frac{360h}{n} + A_3 \sin 3 \frac{360h}{n} + A_4 \sin 4 \frac{360h}{n} + \\
 &B_1 \cos \frac{360h}{n} + B_2 \cos 2 \frac{360h}{n} + B_3 \cos 3 \frac{360h}{n} + B_4 \cos 4 \frac{360h}{n} \quad (7)
 \end{aligned}$$

Εξίσωση μορφοῦψους – διαμέτρου – ύψους:

$$\begin{aligned}
 fh &= A_0 + A_1 \sin \frac{360d}{n} + A_2 \sin 2 \frac{360d}{n} + A_3 \sin 3 \frac{360d}{n} + A_4 \sin 4 \frac{360d}{n} + \\
 &B_1 \cos \frac{360d}{n} + B_2 \cos 2 \frac{360d}{n} + B_3 \cos 3 \frac{360d}{n} + B_4 \cos 4 \frac{360d}{n} + \\
 &A_5 \sin \frac{360h}{n} + A_6 \sin 2 \frac{360h}{n} + A_7 \sin 3 \frac{360h}{n} + A_8 \sin 4 \frac{360h}{n} + \\
 &B_5 \cos \frac{360h}{n} + B_6 \cos 2 \frac{360h}{n} + B_7 \cos 3 \frac{360h}{n} + B_8 \cos 4 \frac{360h}{n} \quad (8)
 \end{aligned}$$

Εξίσωση ύψους – διαμέτρου:

$$\begin{aligned}
 h &= A_0 + A_1 \sin \frac{360d}{n} + A_2 \sin 2 \frac{360d}{n} + A_3 \sin 3 \frac{360d}{n} + A_4 \sin 4 \frac{360d}{n} + \\
 &B_1 \cos \frac{360d}{n} + B_2 \cos 2 \frac{360d}{n} + B_3 \cos 3 \frac{360d}{n} + B_4 \cos 4 \frac{360d}{n} \quad (9)
 \end{aligned}$$

Εξίσωση όγκου – διαμέτρου:

$$v = A_0 + A_1 \sin \frac{360d}{n} + A_2 \sin 2 \frac{360d}{n} + A_3 \sin 3 \frac{360d}{n} + A_4 \sin 4 \frac{360d}{n} + B_1 \cos \frac{360d}{n} + B_2 \cos 2 \frac{360d}{n} + B_3 \cos 3 \frac{360d}{n} + B_4 \cos 4 \frac{360d}{n} \quad (10)$$

Εξίσωση όγκου – διαμέτρου – ύψους:

$$v = A_0 + A_1 \sin \frac{360d}{n} + A_2 \sin 2 \frac{360d}{n} + A_3 \sin 3 \frac{360d}{n} + A_4 \sin 4 \frac{360d}{n} + B_1 \cos \frac{360d}{n} + B_2 \cos 2 \frac{360d}{n} + B_3 \cos 3 \frac{360d}{n} + B_4 \cos 4 \frac{360d}{n} + A_5 \sin \frac{360h}{n} + A_6 \sin 2 \frac{360h}{n} + A_7 \sin 3 \frac{360h}{n} + A_8 \sin 4 \frac{360h}{n} + B_5 \cos \frac{360h}{n} + B_6 \cos 2 \frac{360h}{n} + B_7 \cos 3 \frac{360h}{n} + B_8 \cos 4 \frac{360h}{n} \quad (11)$$

Εξίσωση κωνικότητας:

$$d_i = A_0 + A_1 \sin \frac{360h_i}{n} + A_2 \sin 2 \frac{360h_i}{n} + A_3 \sin 3 \frac{360h_i}{n} + A_4 \sin 4 \frac{360h_i}{n} + B_1 \cos \frac{360h_i}{n} + B_2 \cos 2 \frac{360h_i}{n} + B_3 \cos 3 \frac{360h_i}{n} + B_4 \cos 4 \frac{360h_i}{n} + A_5 \sin \frac{360d}{n} + A_6 \sin 2 \frac{360d}{n} + A_7 \sin 3 \frac{360d}{n} + A_8 \sin 4 \frac{360d}{n} + B_5 \cos \frac{360d}{n} + B_6 \cos 2 \frac{360d}{n} + B_7 \cos 3 \frac{360d}{n} + B_8 \cos 4 \frac{360d}{n} + A_9 \sin \frac{360h}{n} + A_{10} \sin 2 \frac{360h}{n} + A_{11} \sin 3 \frac{360h}{n} + A_{12} \sin 4 \frac{360h}{n} + B_9 \cos \frac{360h}{n} + B_{10} \cos 2 \frac{360h}{n} + B_{11} \cos 3 \frac{360h}{n} + B_{12} \cos 4 \frac{360h}{n} \quad (12)$$

Αποτελέσματα

Για την προσαρμογή των εξισώσεων στα δεδομένα χρησιμοποιήθηκε το υποπρόγραμμα REGRESSION (μέθοδος STEPWISE) του στατιστικού πακέτου SPSS. Εξετάστηκαν ο συντελεστής προσδιορισμού, η ανάλυση διακύμανσης, ο *t*-έλεγχος και η πολυσυγγραμμικότητα για τους συντελεστές παλινδρόμησης (Κιτικίδου, 2005). Από τα δώδεκα μοντέλα παλινδρόμησης, μόνο τα δυο δεν προσαρμόστηκαν. Αυτά είναι τα μοντέλα μορφάριθμου –

ύψους και μορφούψους – ύψους.

Στον πίνακα 1 δίνονται οι συντελεστές προσδιορισμού και οι τιμές της σημαντικότητας του F κριτηρίου των δέκα εξισώσεων που προσαρμόστηκαν. Οι συντελεστές προσδιορισμού δείχνουν ικανοποιητική προσαρμογή των εξισώσεων στα δεδομένα (έχουν τιμές κοντά στη μονάδα), εκτός από τα μοντέλα μορφάριθμος – διαμέτρου και μορφάριθμος – διαμέτρου – ύψους. Από την ανάλυση διακύμανσης φαίνεται πως όλα τα μοντέλα που προσαρμόστηκαν είναι στατιστικά σημαντικά, για πιθανότητα 5% (σημαντικότητα του $F < 0,05$).

Πίνακας 1. Συντελεστές προσδιορισμού και ανάλυση διακύμανσης
Table 1. Coefficients of determination and ANOVA

Μοντέλο	Συντελεστής προσδιορισμού	Σημ. του F
Ύψος – διάμετρος	,621	,000
Στηθιαία διάμετρος – πρεμνική διάμετρος	,881	,000
Μορφάριθμος – διάμετρος	,120	,000
Μορφάριθμος – διάμετρος – ύψος	,120	,000
Μορφούψος – διάμετρος	,927	,000
Μορφούψος – διάμετρος – ύψος	,930	,000
Ύψος – διάμετρος	,942	,000
Όγκος – διάμετρος	,991	,000
Όγκος – διάμετρος – ύψος	,992	,000
Κωνικότητα	,956	,000

Όσον αφορά στα αποτελέσματα του πίνακα 2, από τις σημαντικότητες του t κριτηρίου, φαίνεται πως οι συντελεστές παλινδρόμησης των εξισώσεων που προσαρμόστηκαν (για τις ανεξάρτητες μεταβλητές που παρέμειναν σε κάθε μοντέλο εφαρμόζοντας τη μέθοδο STEPWISE) διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από το μηδέν, για πιθανότητα 5% (σημαντικότητα του $t < 0,05$). Οι τιμές της ανοχής είναι μεγαλύτερες από 0,0001, άρα οι ανεξάρτητες μεταβλητές, σε κάθε εξίσωση, δεν εμφανίζουν προβλήματα πολυσυγγραμμικότητας.

Πίνακας 2. Συντελεστές παλινδρόμησης
Table 2. Regression coefficients

Μοντέλο	Συντ/στής παλ/σης	Τιμή συντ/στή	Τυπικό σφάλμα συντ/στή	<i>t</i>	Σημ. του <i>t</i>	Ανοχή
Ύψος – διάμε- τρος	A_0	11,656	1,914	6,090	,000	
	A_1	67,609	4,368	15,477	,000	,095
	B_4	-58,601	3,284	-17,845	,000	,305
	B_1	-36,119	2,405	-15,018	,000	,331
	A_3	-20,104	1,880	-10,691	,000	,536
	B_3	39,265	3,673	10,690	,000	,151
	A_4	-26,908	2,654	-10,138	,000	,199
	B_2	19,787	3,151	6,280	,000	,173
	A_2	5,628	2,364	2,381	,018	,362
Στηθιαία διά- μετρος – πρε- μνική διάμε- τρος	A_0	-,788	,170	-4,619	,000	
	A_3	,910	,041	21,964	,000	,034
	B_8	-,017	,001	-31,793	,000	,860
	B_4	,798	,168	4,754	,000	,035
Μορφάριθμος – διάμετρος	A_0	,788	,110	7,148	,000	
	A_4	-,199	,051	-3,906	,000	,048
	B_4	-,254	,099	-2,566	,011	,048
Μορφάριθμος – διάμετρος – ύψος	A_0	,788	,110	7,148	,000	
	A_4	-,199	,051	-3,906	,000	,048
	B_4	-,254	,099	-2,566	,011	,048
Μορφοῦψος – διάμετρος	A_0	-30,601	2,373	-12,893	,000	
	A_4	29,578	1,099	26,911	,000	,048
	B_4	27,540	2,129	12,934	,000	,048
Μορφοῦψος – διάμετρος – ὑ- ψος	A_0	-30,772	2,338	-13,163	,000	
	A_4	29,669	1,082	27,429	,000	,048
	B_4	27,683	2,098	13,197	,000	,048
	A_6	-,082	,027	-3,105	,002	,995
	B_5	-,059	,026	-2,215	,027	,992
Ύψος – διάμε- τρος	A_0	-69,067	4,664	-14,808	,000	
	A_4	66,019	2,160	30,566	,000	,048
	B_4	61,424	4,184	14,679	,000	,048
Όγκος – διά- μετρος	A_0	20,482	,425	48,197	,000	
	B_1	-20,475	,422	-48,501	,000	,036
	A_1	-,615	,051	-12,095	,000	,036

Όγκος – διά- μετρος – ύψος	A_0	20,834	,413	50,393	,000	
	B_1	-20,826	,411	-50,706	,000	,035
	A_1	-,655	,049	-13,264	,000	,035
	A_6	-,004	,001	-4,411	,000	,102
	B_8	-,003	,001	-3,313	,001	,103
	A_8	-,003	,001	-3,285	,001	,089
	B_6	-,002	,001	-2,343	,020	,090
	B_5	-,001	,000	-2,226	,027	,990
Κωνικότητα	A_0	-16,297	,954	-17,082	,000	
	A_1	-,340	,014	-24,341	,000	,001
	A_8	3,007	,067	45,060	,000	,033
	B_1	,056	,001	87,201	,000	,257
	B_2	-,165	,008	-20,767	,000	,001
	B_8	16,395	,951	17,232	,000	,033
	A_3	,039	,002	16,449	,000	,011
	A_4	,004	,000	10,410	,000	,454

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης παλινδρόμησης, προέκυψε πως η προσαρμογή των σειρών Fourier για την εκτίμηση των περισσότερων δασικών μεταβλητών στο πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη Χαλκιδικής ήταν ικανοποιητική. Προσαρμόστηκαν τα μοντέλα για την εκτίμηση του συνολικού ύψους του δέντρου, της σθηθιαίας διαμέτρου, του μορφοϋψους, του όγκου και της κωνικότητας, ενώ τα μοντέλα για την εκτίμηση του μορφάριθμου δε βρέθηκαν κατάλληλα.

Βιβλιογραφία

- Anderson, R. 1937. The application of Fourier's series in forest mensuration. *Journal of Forestry* 35(3): 293-299.
- Christoffersson, J. 1997. A resampling method for regression models with serially correlated errors. *Computational Statistics & Data Analysis* 25: 43-53.
- Hohenadl, W. 1922. New bases of the wood measurement. *Forstw. Centralb.* 66: 55-309.
- Hohenadl, W. 1923. New bases of the wood measurement. *Forstw. Centralb.* 67: 131-141.

- Κιτικίδου, Κ. 2002. Μελέτη μορφής κορμών δέντρων *Quercus conferta* στο Χολομώντα Χαλκιδικής. Διδακτορική διατριβή. 247 σελ.
- Κιτικίδου, Κ. 2005. Εφαρμοσμένη στατιστική με χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS. Εκδόσεις Τζιόλα. 288 σελ.
- Kitikidou, K. 2007. Comparison of regression models and their corresponding Fourier's transform; A forestry application. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 10(1): 6.
- Meyer, H. 1930. Diameter distributions series in even aged stands. Yale University School of Forestry. Bull. No. 28.

Application of Fourier series in forestbiometrical data

K. Kitikidou, G. Chatzilazarou and I. Gougourelas

Abstract

While trying to fit equations to data without complicated mathematic terms, which could be suitable for conifers and broadleaved tree species also, some trigonometric equations were tested. The aim of this work was to test Fourier's series fitting for the estimation of the following forest variables: tree height, breast height diameter, form factor, form height, volume and taper. The data came from the university forest of Taxiarchis (Chalkidiki, Northern Greece). The statistical analysis showed a satisfactory fit of Fourier's series in most cases of estimation of the forest variables.

Keywords: Fourier's series, trigonometric equations, forest variables.

Βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη και υγρότοποι: Η περίπτωση της λίμνης του Δύστου στο Νομό Εύβοιας

Χ.-Θ. Φώης, Γ. Αραμπατζής*
Σ. Τσιαντικούδης και Ε. Κουντούρη

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Ορεστιάδα, E – mail: garamp@fmenr.duth

Περίληψη

Ο εναλλακτικός τουρισμός αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για την επίτευξη οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης, καθώς συμβάλλει στην αύξηση του εισοδήματος και της απασχόλησης ιδιαίτερα σε περιφερειακές αγροτικές περιοχές. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η διερεύνηση των προοπτικών βιώσιμης τουριστικής ανάπτυξης του δήμου Δυστίων, ο οποίος στη διοικητική του επικράτεια περιλαμβάνει τον υγρότοπο της λίμνης του Δύστου. Πραγματοποιήθηκε επιτόπια έρευνα και συνεντεύξεις με τον δήμαρχο Δυστίων, δημοτικούς συμβούλους και τον τοπικό γεωπόνο και χρησιμοποιήθηκαν και δευτερογενή στοιχεία.

Με βάση τα παραπάνω αναδεικνύεται ο ρόλος που μπορεί να διαδραματίσει η ορθολογική διαχείριση του υγρότοπου στη βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη της περιοχής.

Λέξεις - κλειδιά: Βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη, εναλλακτικός τουρισμός, υγρότοπος

Εισαγωγή

Ο τουρισμός αποτελεί τη μεγαλύτερη και ταχύτερα αναπτυσσόμενη βιομηχανία στον κόσμο και η ανάπτυξη του επηρεάζει σε πολλά επίπεδα τη ζωή των ανθρώπων σε όλο και περισσότερες χώρες του κόσμου. Αποτελεί έναν από τους κύριους άξονες περιφερειακής ανάπτυξης, ειδικά για περιφερειακές και απομονωμένες περιοχές οι οποίες διαθέτουν τους κατάλληλους για το σκοπό αυτό πόρους (Polyzos and Arabatzis, 2006; Soutsas *et al.*, 2006).

Σύμφωνα με τις προβλέψεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Τουρισμού οι αυξητικές τάσεις του διεθνούς τουρισμού θα συνεχιστούν και μελλοντικά και αφορούν τις ήδη αναπτυγμένες τουριστικά περιοχές του πλανήτη

μας, καθώς και τις αναπτυσσόμενες. Το 2010 οι αφίξεις των διεθνών τουριστών αναμένεται να ανέλθουν σε 1.018 εκατομμύρια (14,3 φορές μεγαλύτερες από ότι το 1960) και οι συναλλαγματικές εισπράξεις αναμένεται να είναι 220,6 φορές υψηλότερες για το ίδιο χρονικό διάστημα (Βαρβαρέσος, 2000α, 2000β). Το πρότυπο τουριστικής ανάπτυξης που εφαρμόστηκε τόσο διεθνώς όσο και στην Ελλάδα, του οργανωμένου μαζικού τουρισμού της θερινής κυρίως περιόδου, απέτρεψε την ισόρροπη και αειφορική τουριστική ανάπτυξη, προκαλώντας δυσμενείς κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η ραγδαία τουριστική ανάπτυξη είχε ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη συγκέντρωση της τουριστικής δραστηριότητας σε ήδη αναπτυγμένα τουριστικά κέντρα, ενώ δημιουργήθηκαν μεγάλης κλίμακας τουριστικές εγκαταστάσεις, καθώς και μικρής κλίμακας τουριστικά κέντρα σε συνθήκες απουσίας μιας ικανοποιητικής κοινωνικής και περιβαλλοντικής υποδομής (Konsolas and Zacharatos, 2000; Galani – Moutafi, 2004).

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να διερευνήσει τη συμβολή του υγρότοπου στη βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη του Δήμου Δυστίων.

Ο εναλλακτικός τουρισμός ως αναπτυξιακό μοντέλο

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει καταγραφεί η ανάπτυξη νέων ειδών τουριστικής δραστηριότητας, η οποία διαφοροποιείται από τις συνήθειες πρακτικές του μαζικού τουρισμού ως προς την κλίμακα και τις υπηρεσίες που προσφέρει, ενώ η ανάπτυξη της βασίζεται στην αξιοποίηση ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων τα οποία προέρχονται από ενδογενή χαρακτηριστικά και πόρους (Λιαρίκος, 2004). Το νέο αυτό είδος τουρισμού ονομάζεται εναλλακτικός τουρισμός και αποτελεί πλέον ένα υπολογίσιμο τμήμα της παγκόσμιας τουριστικής αγοράς τόσο σε ότι αφορά τον αριθμό των τουριστικών προορισμών που διαθέτουν πόρους και υποδομές για την εξυπηρέτηση του, όσο και τη ζήτηση για υπηρεσίες και δραστηριότητες που συνδέονται με αυτόν (Τσάρτας, 1996; Κοκκώσης και Τσάρτας, 2001). Ορισμένες μορφές εναλλακτικού τουρισμού που παρουσιάζουν μεγάλη ζήτηση τις δυο τελευταίες δεκαετίες είναι ο αγροτουρισμός, ο οικοτουρισμός, ο πολιτιστικός τουρισμός, ο φυσιολατρικός τουρισμός, ο θρησκευτικός τουρισμός (Weiler and Hall, 1992; Lane, 1993; Τσάρτας, 1996; Κοκκώσης και Τσάρτας, 2001).

Οι εναλλακτικές αυτές μορφές τουρισμού αναπτύσσονται παράλληλα με την εξέλιξη των μετα-φορντικών μοντέλων παραγωγής και για λόγους οι οποίοι σε μεγάλο βαθμό έχουν κοινή βάση: την ανάγκη των ανεπτυγμένων

κρατών να αντιμετωπίσουν τον ανταγωνισμό από τις τρίτες χώρες, τις ποιοτικά αναβαθμισμένες απαιτήσεις της ζήτησης και την ανάγκη για εφαρμογή ενός βιώσιμου αναπτυξιακού μοντέλου για τις λιγότερο ευνοημένες περιοχές (Valenzuela, 1998; Gossling, 1999; King and Montanari, 1998; Snowdon *et al.*, 2000). Οι δραστηριότητες του εναλλακτικού τουρισμού είναι μικρής κλίμακας και βασίζονται στην εκμετάλλευση τοπικών κυρίως περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών στην προσπάθεια εξασφάλισης ενός ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος μέσω της προσφοράς διαφοροποιημένων προϊόντων. Στον εναλλακτικό τουρισμό κύριο χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι ο πράκτορας αναλαμβάνει μονάχα το σχεδιασμό και την προώθηση του προϊόντος και πέρα από αυτό περιορίζεται στο συντονισμό των τοπικών παραγωγικών υπηρεσιών. Ακριβώς σε αυτό το χαρακτηριστικό οφείλεται η δυναμική σημασία του εναλλακτικού τουρισμού για την τοπική ανάπτυξη (Λιαρίκος, 2004).

Η ορθή και με βιώσιμο χαρακτήρα ανάπτυξη του εναλλακτικού τουρισμού μπορεί να αποτελέσει σημαντικό μοχλό ανάπτυξης για τις ορεινές και μειονεκτικές περιοχές τόσο σε οικονομικό επίπεδο όσο και σε κοινωνικό. Στο οικονομικό επίπεδο, η μικρή κλίμακα των δραστηριοτήτων, οι μικρές απαιτήσεις σε εξειδικευμένο προσωπικό και η μεγάλη σημασία που αποδίδεται στα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του τόπου-δέκτη καθιστούν τον εναλλακτικό τουρισμό κατάλληλο ακόμα και για περιοχές με ελάχιστο δημόσιο κεφάλαιο και πολύ περιορισμένες ανθρώπινες υποδομές (Frederic, 1993). Σε τέτοιες περιοχές η ανάπτυξη του εναλλακτικού τουρισμού προσφέρει σημαντικές οικονομικές αποδόσεις που μεταφράζονται σε αύξηση της απασχόλησης κυρίως στο γυναικείο πληθυσμό και αυξημένη οικονομική δραστηριότητα κυρίως σε κλάδους παραδοσιακής τέχνης και φιλοξενίας, οι οποίοι παρουσιάζουν έντονους τοπικούς πολλαπλασιαστές (Williams and Shaw, 1998; Godde *et al.*, 2000).

Στο κοινωνικό επίπεδο η προοπτική προσφοράς του εναλλακτικού τουρισμού είναι εξίσου μεγάλη αφού η άντληση ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων για την προσέλκυση επισκεπτών, καθώς και τα οικονομικά πλεονεκτήματα που ακολουθούν μπορούν να συμβάλλουν στη διατήρηση παραδοσιακών προτύπων διαβίωσης και να προωθήσουν τη συντήρηση πολύτιμων περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών. Σε συνδυασμό με την αύξηση της απασχόλησης, κυρίως στην επαγγελματικά περιθωριοποιημένη ομάδα των γυναικών και την αναβάθμιση της ποιότητας της ζωής και της εργασίας, η αξιοποίηση ενός τέτοιου αναπτυξιακού μοντέλου μπορεί να προσφέρει πολλαπλά οφέλη στις τοπικές κοινωνίες (OECD, 1994; Williams and Shaw,

1998; Godde, *et al.*, 2000).

Για την αποφυγή μιας τέτοιας εξέλιξης που οδηγεί σε ολιστική επέκταση της τουριστικής ανάπτυξης σε τοπικό επίπεδο με αποτέλεσμα το μαρασμό και την εγκατάλειψη κλάδων με παράδοση ή προοπτικές ανάπτυξης (γεωργία, βιοτεχνία, οικοτεχνία, αλιεία) θα πρέπει να υιοθετηθούν μέτρα και παρεμβάσεις πολιτικής που θα ενισχύουν την βιώσιμη διάσταση του τουρισμού ως πόλου της τοπικής τουριστικής ανάπτυξης. Τέτοια μέτρα είναι:

- Λειτουργική διασύνδεση της τουριστικής ανάπτυξης με τους λοιπούς κλάδους της τοπικής οικονομίας.
- Ενίσχυση έργων τοπικής ανάπτυξης που θα συμβάλλουν στην προστασία και ανάδειξη του τοπικού δομημένου και φυσικού περιβάλλοντος.
- Προώθηση τουριστικών υποδομών και δραστηριοτήτων που θα ενισχύσουν επιλεκτικά παραγωγικές τεχνικές και διαδικασίες άλλων κλάδων (π.χ. γεωργία, βιοτεχνία, οικοτεχνία κ.α.).
- Δημιουργία υποδομών ενίσχυσης (προβολή, προώθηση, τυποποίηση) των τοπικά παραγομένων προϊόντων (Τσάρτας κ.α., 2004).

Υγρότοποι και βιώσιμη ανάπτυξη

Οι υγρότοποι είναι από τα πλέον παραγωγικά οικοσυστήματα καθώς παρέχουν σημαντικές οικολογικές λειτουργίες και υπηρεσίες, όπως είναι ο έλεγχος των πλημμυρών και της ροής των νερών, η διατήρηση της ποιότητας των υδάτων, η δέσμευση του άνθρακα και η ανανέωση και εκροή των υπόγειων υδάτων και η διατήρηση της βιοποικιλότητας. Όλες αυτές οι οικολογικές λειτουργίες μεταφράζονται άμεσα σε οικονομικό επίπεδο υπό την έννοια της προστασίας από τις πλημμύρες, της παροχής νερού για διάφορες χρήσεις, της βελτιωμένης ποιότητας υδάτων, του περιορισμού των παγκόσμιων κλιματικών αλλαγών και τέλος εμπορικές και ψυχαγωγικές λειτουργίες μέσω του ψαρέματος και του κυνηγιού (Barbier *et al.*, 1997; Woodward and Wui, 2001; Brouwer *et al.*, 2003; Birol *et al.*, 2006; Brander *et al.*, 2006;).

Κατά το παρελθόν πολλοί υγρότοποι χρησιμοποιήθηκαν ως χώροι απόθεσης απορριμμάτων και αποξηράνθηκαν ή υποβαθμίστηκαν. Σήμερα απειλούνται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως η μετατροπή τους σε περιοχές εντατικής καλλιέργειας, βιομηχανικές και οικιστικές χρήσεις, ξηρασία σαν αποτέλεσμα της υπερβολικής άντλησης των υδάτων τους για γεωρ-

γικές χρήσεις και μόλυνση από τις βιομηχανίες όπως επίσης και από τα αγρο-χημικά που χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν δυσμενώς την ορθολογική διαχείριση των υγροτόπων είναι η φτώχεια, οι οικονομικές ανισότητες, η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού, ο μαζικός τουρισμός, οι κοινωνικές και πολιτιστικές συγκρούσεις (EKBY, 1999; Skourtos *et al.*, 2003).

Οι υγρότοποι έχουν μεγάλη οικονομική και κοινωνική σημασία για τους πληθυσμούς που διαβιούν γύρω από αυτούς. Οι κάτοικοι τέτοιων περιοχών βρίσκουν απασχόληση σε τομείς που στηρίζονται από την παρουσία υγροτοπικών οικοσυστημάτων, όπως η γεωργία, η αλιεία και η δασοπονία. Η διασφάλιση απασχόλησης μπορεί επίσης να αφορά την ανάπτυξη εξωγεωργικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την παρουσία των υγροτόπων, όπως οι εναλλακτικές μορφές τουρισμού (οικοτουρισμός, αγροτουρισμός κλπ) (Schiller and Flanagan, 1997).

Τα αγαθά και οι υπηρεσίες που παρέχουν οι υγρότοποι συχνά έχουν χαρακτηριστικά δημόσιων αγαθών, δηλαδή η χρησιμοποίησή τους από κάποια άτομα δεν αποκλείει την παράλληλη χρησιμοποίησή και από άλλα, ενώ δεν είναι δυνατό να αποκλειστούν άτομα από τη χρησιμοποίησή τους. Τέτοια αγαθά και υπηρεσίες δεν αποτελούν αντικείμενο ανταλλαγής σε αγορές, ειδικά μάλιστα αυτά που παρέχουν ωφέλειες στον άνθρωπο χωρίς την άμεση ή και έμμεση χρησιμοποίησή τους. Η αναγνώριση τέτοιων αγαθών και υπηρεσιών ανέδειξε την πραγματική αξία των υγροτόπων η οποία είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή που είχε θεωρηθεί στο παρελθόν. Συνεπώς, η γνώση αυτών των αξιών είναι απαραίτητη για την απόκτηση ολοκληρωμένης εικόνας των ωφελειών που παρέχονται από τους υγροτόπους και τη διαμόρφωση στρατηγικής προστασίας και αποκατάστασης αυτών. Ενδιαφέρον για τους υγροτόπους έχει το σύνολο της κοινωνίας, ειδικότερα όμως όσοι έχουν άμεσα ή έμμεσα συμφέροντα που απορρέουν από την ύπαρξη των υγροτόπων. Πρόκειται για τους μετόχους (stakeholders) οι οποίοι επηρεάζονται από τις αποφάσεις που αφορούν τη διαχείριση των υγροτόπων (Ράγκος, 2004).

Περιοχή μελέτης

Η μελέτη διεξήχθη το 2006 στον καποδιστριακό δήμο Δυστίων ο οποίος βρίσκεται στην κεντρική-νότια Εύβοια και απαρτίζεται από τις τέως κοινότητες και νυν δημοτικά διαμερίσματα: Δύστου, Κριεζών, Κοσκίνων, Ζαράκων, Αργυρού, Βέλους, Λεπούρων και Πετριών. Χρησιμοποιήθηκαν

πρωτογενή στοιχεία που προέρχονται από συνεντεύξεις με τον δήμαρχο Δυστίων, δημοτικούς συμβούλους και τον τοπικό γεωπόνο και δευτερογενή από την Ε.Σ.Υ.Ε. και από την μελέτη διαχείρισης της λίμνης που έχει εκπονήσει ο δήμος Δυστίων σε συνεργασία με την Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδος (Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας-Δήμος Δυστίων, 2003). Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε επιτόπια έρευνα τόσο στην περιοχή της λίμνης όσο και στην ευρύτερη περιοχή της διοικητικής επικράτειας του δήμου Δυστίων.

Ο συνολικός πληθυσμός του δήμου σύμφωνα με την απογραφή της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδας το 2001 ανέρχεται σε 5.579 κατοίκους (ΕΣΥΕ, 2003). Ο οικονομικά ενεργά πληθυσμός ανέρχεται σε 2000 άτομα περίπου ισοκατανεμημένος ανάμεσα σε άντρες και γυναίκες με ελαφρά κυριαρχία των ανδρών, με υψηλούς δείκτες γήρανσης και εξάρτησης σε αναντιστοιχία με αυτούς της αντικατάστασης (ΕΣΥΕ, 2003).

Η γεωργία και η κτηνοτροφία της περιοχής είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη και με κύριο στοιχείο τον ξηρικό ή ελαφρά αρδευόμενο χαρακτήρα τους. Η περιοχή παράγει παραδοσιακά προϊόντα ποιότητας όπως κρασί, λάδι, αλιεύματα (ιχθυοκαλλιέργειας και ανοιχτής θάλασσας), κηπευτικά, κτηνοτροφικά και τυροκομικά προϊόντα.

Σημαντικά προβλήματα της περιοχής είναι α) η αυξημένη ανεργία (12%) που πλήττει κυρίως τους νέους ανθρώπους με αποτέλεσμα πολλοί να οδηγούνται στα κοντινά αστικά κέντρα (Αθήνα, Χαλκίδα) για εύρεση εργασίας. Όσοι παραμένουν απασχολούνται ως βιομηχανικοί εργάτες, ψαράδες και αγρότες. β) η έλλειψη οργανωμένου χώρου υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.) με αποτέλεσμα κάθε δημοτικό διαμέρισμα να αποθέτει τα απορρίμματα του αλόγιστα και άναρχα σε διάφορες περιοχές δημιουργώντας περιβαλλοντικούς κινδύνους. γ) η διασπορά του δήμου σε μεγάλη γεωγραφική έκταση δημιουργεί προβλήματα διοίκησης, ανάπτυξης και λειτουργίας. δ) οι χρήσεις γης καθώς δεν υπάρχει συγκεκριμένο νομοθετικό πλαίσιο το οποίο να καθορίζει ποιοι χώροι είναι για αγροτικές χρήσεις, ποιοι για βιομηχανικές και ποιοι για αστικές χρήσεις. ε) η έλλειψη δικτύου αποχέτευσης στ) η ελλιπής πληροφόρηση των πολιτών σε διάφορα ζητήματα.

Για την αντιμετώπιση όλων αυτών των προβλημάτων ο δήμος Δυστίων έχει προχωρήσει στην δημιουργία επιμορφωτικών προγραμμάτων σε συνεργασία με το κέντρο επαγγελματικής κατάρτισης της νομαρχίας που αφορούν την τυροκομία, τη μελισσοκομία, τη βιολογική γεωργία καθώς και την παραγωγή αγροτικών προϊόντων ποιότητας. Επιπλέον ενισχύει τις τοπικές πρωτοβουλίες απασχόλησης με την έναρξη νέων προγραμμάτων από τον

Ιούνιο του 2007 και προχωρά στην ίδρυση γυναικείου αγροτουριστικού συνεταιρισμού μέσω του προγράμματος «ΘΗΣΕΑΣ» το οποίο σήμερα βρίσκεται στη φάση σύνταξης της τεχνικής μελέτης και αναμένεται να έχει αρχικά περίπου στα 50 μέλη με προοπτική να αυξηθούν στο άμεσο μέλλον. Κύρια δραστηριότητα του συνεταιρισμού θα είναι η παραγωγή και η προώθηση τοπικών προϊόντων ιδιαίτερης ποιότητας όπως λάδι, κρασί, φασόλια, φάβα, και παστά ψάρια. Ακόμα στα σχέδια του συνεταιρισμού είναι η δημιουργία αγροτουριστικού καταλύματος στο δημοτικό διαμέρισμα Πετριών το οποίο μαζί με τα ήδη τρία υπάρχοντα ιδιωτικής εκμετάλλευσης τα οποία υφίστανται εκεί δημιουργούν μια αξιόλογη υποδομή για την περαιτέρω ανάπτυξη της περιοχής.

Σημαντική προοπτική για τον δήμο αποτελεί και η αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού της περιοχής με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μη διαταράσσεται η αρμονία του τοπίου, η φυσική ισορροπία και η καθημερινή ζωή των κατοίκων. Ήδη λειτουργούν στον δήμο αιολικά πάρκα τα οποία αποτελούν πηγή εισοδήματος για τον δήμο με τα τέλη που πληρώνουν αλλά και με τα αντισταθμιστικά οφέλη από την λειτουργία τους, δημιουργώντας έτσι προϋποθέσεις τοπικής ανάπτυξης. Ο δήμος Δυστίων προσανατολίζεται στην δημιουργία δημοτικού αιολικού πάρκου για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος που θα καλύπτει την ανάγκη για φθινό ρεύμα του δήμου αλλά και των δημοτών. Τέλος, έχουν γίνει όλες οι ενέργειες για ανάπλαση των παραλιών που ανήκουν στον δήμο είτε αυτές βρίσκονται στον Ευβοϊκό κόλπο είτε στο Αιγαίο μέσω του προγράμματος «ΘΗΣΕΑΣ» αλλά και της σύμπραξης δημοσίου με ιδιώτες, με σκοπό την τουριστική αξιοποίηση τους αλλά και την δημιουργία πρότυπων κατασκηνώσεων (Προσωπική επικοινωνία, 2006).

Ο υγρότοπος του Δύστου

Σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη της περιοχής ιδιαίτερα σε τουριστικό επίπεδο ήπιας μορφής είναι ο υγρότοπος της λίμνης του Δύστου ο οποίος παραμένει ανεκμετάλλευτος εδώ και δεκαετίες. Ως γνωστό οι υγρότοποι σήμερα έχουν αναγνωριστεί σαν καθοριστικοί και αναντικατάστατοι φυσικοί συντελεστές της οικολογικής ισορροπίας σε μια περιοχή. Αποτελούν ζώνες μεγάλης ποικιλότητας φυτικών και ζωικών οργανισμών και επομένως πρόκειται για σταθερά οικοσυστήματα (Maltby, 1991; Σφουγγάρης, 1994).

Η λίμνη του Δύστου πριν είκοσι χρόνια αποτελούσε τη μόνη ανέπαφη λίμνη που υπήρχε στην ευρύτερη περιοχή. Η στρατηγική των τελευταίων

είκοσι χρόνων με την οποία αποξηράνθηκαν μεγάλοι υγρότοποι και λίμνες όπως η λίμνη Κάρλα στη Θεσσαλία, η Κωπαΐδα στο Ν. Βοιωτίας και η συνεχιζόμενη υποβάθμιση του δέλτα του Σπερχειού στη Λαμία καθιστούσε την λίμνη ακόμα πιο σημαντική καθώς ήταν ο μόνος αξιόλογος υγρότοπος σε ολόκληρη την Ανατολική Στέρεα Ελλάδα (Μαρκοπούλου και Πάτση, 1987).

Η λίμνη είναι πλούσια σε πανίδα και χλωρίδα. Κυρίαρχη είναι η παρουσία του καλαμιού που σχηματίζει πυκνό καλαμιώνα. Ειδικά για τα υδρόβια πούλια οι εκτεταμένοι καλαμιώνες και η θαμνώδης βλάστηση αποτελούν ζωτικό χώρο (Σκορδός και Αναγνωστοπούλου, 1995). Επιπλέον εκτός από τα περαστικά υδρόβια πουλιά στη λίμνη καταγράφεται ένας σημαντικός αριθμός υδροβίων σε είδος και σε πληθυσμό που μένουν όλη την διάρκεια του χρόνου. Ένα παράδειγμα αποτελεί ότι από τα 9 είδη ερωδιών που υπάρχουν στην Ελλάδα τα 5 φωλιάζουν στη λίμνη (Σφουγγάρης, 1994).

Η λίμνη έχει ενταχθεί σε κοινοτικό καθεστώς προστασίας μέσω του δικτύου *NATURA 2000* με κωδική ονομασία *ΛΙΜΝΗ ΔΥΣΤΟΥ (LIMNI DISTOS GR 2420008)* και σε εθνικό καθεστώς προστασίας μέσω της οδηγίας 79/409 της Ε.Ο.Κ. για τη διατήρηση των άγριων πουλιών, έχει συμπεριληφθεί στον κατάλογο «*IMPORTANT BIRD AREAS IN THE E.E.C.*». Κατατάσσεται δηλαδή στις περιοχές με έλεγχο των δραστηριοτήτων που πιθανόν επιφέρουν διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας και η Ελληνική κυβέρνηση υποχρεούται να προστατεύει τα πουλιά και τα ενδιαυμμά τους.

Σήμερα η λίμνη καλύπτεται σε μεγάλο μέρος από καλαμιές και είναι δυσπρόσιτη. Αυτό επηρεάζει θετικά τους αποδημητικούς και διαχειμιάζοντες πληθυσμούς των πουλιών και έχει σαν αποτέλεσμα τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος και των αρχαιολογικών τόπων της περιοχής με εξαίρεση τα λατομεία μαρμάρου στα δυτικά της λίμνης. Έτσι λόγω αυτής της απομόνωσης η λίμνη έχει χαμηλό βαθμό ρύπανσης.

Από την επιτόπια έρευνα, τη μελέτη διαχείρισης της λίμνης που έχει εκπονήσει ο δήμος Δυστίων σε συνεργασία με την Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδος (2003) και από την μελέτη για την προστασία του υγρότοπου από τους Μαρκοπούλου και Πάτση (1987) προκύπτει ότι τα σημαντικότερα προβλήματα για τον υγρότοπο είναι:

- **Εντατική γεωργία:** Η αύξηση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων στην ευρύτερη περιοχή, η άσκηση εντατικής γεωργίας με τη εισαγωγή νέων καλλιεργούμενων ειδών ιδιαίτερα υδροβόρων (θερμοκήπια, άνθη, πατάτα, αμπέλια), η μεγάλη αύξηση των εισροών (λιπάσματα, φυτοπροστατευτικά προϊόντα, εκμηχάνιση, εντατική άρδευση) συνιστούν εν δυ-

νάμει και αντικειμενικά κίνδυνο για το περιβάλλον και του ευρύτερου οικοσυστήματος. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η μείωση των εκτάσεων του υγρότοπου και ιδιαίτερα των φυσικών ενδιαιτημάτων της πανίδας, η εξαφάνιση συγκεκριμένων βιοτύπων της χλωρίδας με αλλαγή της σύνθεσης της βιοποικιλότητας με την κυριαρχία ορισμένων ειδών, η συνεχής αύξηση των τοξικολογικών επιδράσεων επί της περιοχής λόγω της χρήσης αγρο-χημικών και τέλος οι σημαντικοί κίνδυνοι ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα.

- **Παράνομο κυνήγι και ψάρεμα:** Λόγω της απουσίας σταθερής οριοθέτησης της ζώνης απαγόρευσης του κυνηγιού και κυρίως εξ αιτίας της ανυπαρξίας συστήματος ασφαλούς επιτήρησης και φύλαξης του χώρου δημιουργούνται συνθήκες λαθροθηρίας και παράνομης υπερ-αλίευσης. Το πρόβλημα γίνεται πιο έντονο στις περιοχές εισόδου των μεταναστευτικών πτηνών στον υγρότοπο προς τις παραθαλάσσιες περιοχές προσέγγισης. Σαν συνέπεια υπάρχει κίνδυνος μείωσης έως και εξαφάνισης πληθυσμών και ειδών.
- **Αποξήρανση της λίμνης:** Η λίμνη χαρακτηρίζεται από την ιδιομορφία ότι πρόκειται για μια φυσική, ρηχή λίμνη με γλυκό νερό και αυξομειούμενη στάθμη. Αυτό συμβαίνει λόγω της επίδρασης των καιρικών φαινομένων και κύρια του ετήσιου ύψους βροχής που καθορίζει τον εμπλουτισμό της λίμνης με νερό, της υφής των πετρωμάτων (διάτρητος ασβεστόλιθος) που διευκολύνει την αυτόματη και σταδιακή απώλεια ποσοτήτων ύδατος, της ανθρώπινης δραστηριότητας μέσω της άντλησης τεραστίων όγκων υδάτων για τις ανάγκες της βιομηχανίας και της γεωργίας. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η περιοδική συρρίκνωση της λίμνης που περιορίζει ασφυκτικά τον ζωτικό για αναπαραγωγή χώρο των πτηνών και μειώνει την βιοποικιλότητα.
- **Ιδιόμορφο ιδιοκτησιακό καθεστώς:** Πολλοί κάτοικοι της περιοχής κατέχουν τίτλους ιδιοκτησίας επί εκτάσεων που καταλαμβάνει σήμερα η λίμνη, εκτάσεις οι οποίες στο παρελθόν ήταν ξηρές και καλλιεργούνταν. Η κατοχή αυτή δημιούργησε την εμμονή της συνεχούς διεκδίκησης αυτών των εκτάσεων με νόμιμα μέσα (κινητοποιήσεις) αλλά και παράνομα (εμπρησμοί, οργανωμένες προσπάθειες αποξήρανσης και εκχερσώσεις για την δημιουργία γεωργικής γης).

Τουριστική αξιοποίηση του υγρότοπου

Η περιοχή του υγρότοπου λόγω της ιδιομορφίας της απαιτεί ήπιες πα-

ρεμβάσεις τουριστικής ανάπτυξης μέσω του εναλλακτικού τουρισμού έτσι ώστε να φτάσουμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα που είναι η διατήρηση και βελτίωση του φυσικού περιβάλλοντος της λίμνης με την ταυτόχρονη ανάπτυξη που θα χρησιμοποιεί τοπικά και ενδογενή στοιχεία. Απαιτείται όμως συγκεκριμένος σχεδιασμός για την επίτευξη των παραπάνω, λόγω του γεγονότος ότι οι τουριστικοί πόροι της περιοχής είναι περιορισμένοι και ιδιαίτερα ευαίσθητοι. Άλλωστε η βιώσιμη ανάπτυξη του τουρισμού συνδέεται άμεσα με την διατήρηση των φυσικών πόρων και τη μη υποθήκη της ικανότητας των επερχόμενων γενεών να χρησιμοποιήσουν αυτούς τους πόρους (Ioannides, 1995; Dowling, 1992; Walker, 1988). Έτσι σύμφωνα με τους Τσάρτα κ.α. (2004) πρέπει να τηρηθούν οι εξής βασικές αρχές για να επιτύχουμε ένα σχεδιασμό με όρια και στόχο τη βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη:

- Η συνεκτίμηση στο σχεδιασμό της κοινωνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής φέρουσας ικανότητας της περιοχής.
- Κίνητρα τα οποία να ενισχύουν υποδομές, υπηρεσίες, και δραστηριότητες ενταγμένες ισόρροπα στο τοπικό, φυσικό και δομημένο περιβάλλον.
- Ειδικό θεσμικό πλαίσιο, το οποίο να διέπει τη τουριστική ανάπτυξη και να θέτει όρια και κανόνες.

Μέσα σε αυτό το γενικό πλαίσιο και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή του υγρότοπου η ανάπτυξη του αγροτουρισμού, του οικοτουρισμού και του φυσιολατρικού τουρισμού είναι οι πλέον ενδεδειγμένες λύσεις για την τοπική ανάπτυξη. Ο αγροτουρισμός μπορεί να δώσει στους αγρότες της περιοχής ένα συμπληρωματικό εισόδημα και να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας ειδικά για τους νέους της περιοχής αλλά και για τις γυναίκες. Το ίδιο συμβαίνει και με τον οικοτουρισμό μέσω του οποίου αναδεικνύονται, προστατεύονται και προωθούνται τα μνημεία και οι αρχαιολογικοί τόποι της περιοχής καθώς επίσης προωθούνται και τα τοπικά προϊόντα. Ο φυσιολατρικός τουρισμός θα βοηθήσει στην διατήρηση του φυσικού τοπίου και στην βελτίωση του (Whelan, 1991).

Για την επίτευξη των παραπάνω πρέπει να δημιουργηθούν οι κατάλληλες υποδομές. Προτείνεται:

- Δημιουργία μονοπατιών για την πρόσβαση περιπατητών και φυσιολατρών στα αρχαιολογικά μνημεία και στο βιότοπο. Κατασκευή υποδομών για την εξυπηρέτηση των επισκεπτών (θέσεις για πικνικ, κάδοι απορριμμάτων, αποχωρητήρια, παγκάκια, θέσεις με σκιά).

- Δημιουργία θέσεων παρατήρησης γλωρίδας και πανίδας στην περιοχή του υγρότοπου, με ταυτόχρονη ενθάρρυνση της ανάπτυξης και της προβολής τέτοιων δραστηριοτήτων καθώς είναι υποτιμημένες από την τουριστική βιομηχανία (Shafer and Youngsoo, 2005).
- Κατασκευή ποδηλατικής διαδρομής κυκλικά από την λίμνη αλλά και εναλλακτικών διαδρομών μέσα στον υγρότοπο.
- Χάραξη-βελτίωση του δευτερεύοντος οδικού δικτύου γύρω από την περιοχή προστασίας και εκτός της λεκάνης απορροής και προστασία της λίμνης από το οδικό δίκτυο με πυκνές φυτικές διαπλάσεις. Σύνδεση της περιοχής με γειτονικές τουριστικές περιοχές.
- Δημιουργία οικουριστικού ξενώνα που θα στεγάζεται στα αναπαλαιωμένα και συντηρημένα παραδοσιακά οικήματα που βρίσκονται εντός της περιοχής του υγρότοπου. Όπως επίσης και τοπικού καταστήματος πώλησης παραδοσιακών προϊόντων ποιότητας (λάδι, κρασί, φασόλια, φάβα, και παστά ψάρια) το οποίο θα προμηθεύει εκτός των επισκεπτών και τον ξενώνα. Τη διαχείριση και των δυο τοπικών μονάδων προτείνεται να αναλάβει ο γυναικείος συνεταιρισμός.
- Αξιοποίηση του υγρού στοιχείου με τον σχεδιασμό διαδρομών με βάρκα, διοργάνωση αθλημάτων canoe και kayak, υδρο-περίπατοι με bateau-mousse, λεμβοδρομίες κ.λ.π. (Εμμανουλούδης κ.α. 2001)
- Δημιουργία περιβαλλοντικού μουσείου, που θα αποτελεί ένα επιπλέον πόλο έλξης για τους επισκέπτες, όπως και ξενώνα για την παραμονή επιστημόνων και φυσιοδιφών.
- Δημιουργία κέντρου μελετών περιβάλλοντος το οποίο θα έχει την ευθύνη της σύνταξης μελετών και της διαχείρισης του υγρότοπου, όπως επίσης την αρμοδιότητα για διοργάνωση επιστημονικών ημερίδων και συνεδρίων σε συνεργασία με επιστημονικούς φορείς για θέματα διαχείρισης και αξιοποίησης βιοτόπων εξασφαλίζοντας έτσι προοπτικές για ανάπτυξη και του συνεδριακού τουρισμού.

Συμπεράσματα-Προτάσεις

Η τουριστική αξιοποίηση του υγρότοπου παράλληλα με την προστασία του περιβάλλοντος εκτιμάται ότι θα συμβάλλει στην ανάπτυξη της περιοχής. Ένα σημαντικό μειονέκτημα το οποίο παρατηρήθηκε και από τα αναλυόμενα στοιχεία, αλλά και από την επιτόπια έρευνα είναι η έλλειψη προ-

βολής του υγρότοπου. Η εφαρμογή ενός προγράμματος τουριστικού μάρκετινγκ θα συμβάλλει σημαντικά στην τουριστική ανάπτυξη της περιοχής. Το πρόγραμμα αυτό θα στοχεύει σε ειδικές ομάδες τουριστών που τα κίνητρα ταξιδιού τους είναι ο εναλλακτικός τουρισμός και ιδιαίτερα τα φυσικά τοπία και οι υγρότοποι, να προβάλλει την τοπικότητα της περιοχής ως βασικό στοιχείο της επίσκεψης και της γνωριμίας του τουρίστα με τη λίμνη, να αναδεικνύει τη σημασία ενός κοινωνικά υπεύθυνου τουρισμού που σέβεται τις τοπικές ιδιαιτερότητες και να προβάλλει την ποικιλία των προσφερόμενων περιβαλλοντικών, πολιτιστικών και κοινωνικών πόρων της περιοχής όπως είναι οι τοπικές εορτές, εκδηλώσεις, τα τοπικά προϊόντα και η φιλοξενία των κατοίκων.

Ακόμα μέσα στα πλαίσια των τοπικών πρωτοβουλιών για την αύξηση της απασχόλησης θα πρέπει να υλοποιηθούν προγράμματα εκπαίδευσης και κατάρτισης του ντόπιου πληθυσμού και ιδιαίτερα των νέων και των γυναικών, τα οποία θα σχετίζονται με την βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη, με περιβαλλοντικά ζητήματα και με τον εναλλακτικό τουρισμό. Τα εκπαιδευτικά αυτά προγράμματα θα συμβάλλουν θετικά στην προώθηση και την αποδοχή των πολιτικών τοπικής τουριστικής ανάπτυξης από ευρύτερες ομάδες του πληθυσμού. Επιπλέον θα διευρύνουν την τεχνογνωσία των εκπαιδευόμενων και θα ενισχύσουν τις διαδικασίες τοπικής κοινωνικής συμμετοχής.

Συμπερασματικά γίνεται φανερό ότι για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης με την βοήθεια του εναλλακτικού τουρισμού στον υγρότοπο και στην γύρω περιοχή θα πρέπει να υπάρξει άμεση και ενεργή συμμετοχή της πλειοψηφίας των πολιτών του δήμου Δυστίων. Άλλωστε ο ντόπιος πληθυσμός συνδέεται άμεσα με την περιοχή του υγρότοπου, γνωρίζει καλύτερα της ανάγκες όλης της περιοχής και έχει ένα καλύτερο όραμα για την μελλοντική ανάπτυξη του τόπου του σε αντίθεση με την κεντρική εξουσία.

Βιβλιογραφία

- Βαρβαρέσος, Σ. 2000α. *Τουρισμός: Οικονομικές Προσεγγίσεις*. Εκδόσεις Προπομπός. Αθήνα.
- Βαρβαρέσος, Σ. 2000β. *Τουρισμός. Χαρακτηριστικά, Μεγέθη, Δομές*. Εκδόσεις Προπομπός. Αθήνα.
- Barbier, E.B., M. Acreman and D.Knowler. 1997. *Economic valuation of wetlands: A guide for policy makers and planners*. Ramsar convention bureau, Gland, Switzerland.
- Birol, E., K. Karousakis and P. Koundouri. 2006. *Using a choice experiment*

to account for preference heterogeneity in wetland attributes: The case of Cheimaditida wetland in Greece. Ecological Economics 60: 145-156.

- Brander, L.M., R.J.G.M. Florax and G.E. Vermaat. 2006. *The empirics of wetland valuation: A comprehensive summary and a meta-analysis of the literature.* Environmental and resource economics 33(2): 223-250.
- Brouwer, R., I. Langford, I. Bateman and R.K. Turner. 2003. *A meta-analysis of wetland ecosystem valuation studies.* Chapter 5 in Turner R.K., Jeroen C., van den Bergh J.M., Brouwer R., (2003) Managing wetlands: An ecological economics approach. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Dowling, R.K. 1993. *An environmental approach to tourism planning* Doctoral Thesis, Murdoch University, Murdoch.
- Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ). 1999. *Απογραφή των Ελληνικών Υγροτόπων ως Φυσικών Πόρων.*
- Εμμανουλούδης, Δ., Ι. Φιλιππίδης και Α. Τάκος. 2001. *Οι υδατικοί πόροι ως μέσον αγροτικής τουριστικής ανάπτυξης και ενεργειακής ανάπτυξης στο χώρο της περιφέρειας της Ηπείρου.* Πρακτικά επιστημονικού συνεδρίου: Οι προοπτικές ανάπτυξης των λιγότερων αναπτυγμένων περιοχών της Ευρώπης. Πρέβεζα 24-25 Μαΐου 2001 σελ. 678-691.
- ΕΣΥΕ, 2003. *Απογραφή Πληθυσμού 2001.* Αθήνα.
- Frederic, M. 1993. *Rural tourism and economic development,* Economic Development Quarterly, May, 7(2).
- Galani-Moutafi, V. 2004. *Tourism research on Greece: A critical overview.* Annals of Tourism Research 31(1): 157-179.
- Godde, P. M. et al. 2000. *Tourism and development in mountain regions: Moving forward into the new millennium,* in Godde P.M., Price M.F. and Zimmerman E.M. (eds) *Tourism and development in mountain regions,* Cabi Publishing, Wallingford.
- Gossling, S. 1999. *Ecotourism: a means to safeguard biodiversity and ecosystem functions?,* Ecological Economics 29: 303-320.
- Ioannides, D. 1995. *A flawed implementation of sustainable tourism: The experience of Akamas, Cyprus.* Tourism management 16(8): 583-592.
- Κοκκώσης, Χ. και Π. Τσαρτάς. 2001. *Βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη και περιβάλλον,* Εκδόσεις Κριτική Αθήνα.

- Konsolas, N and G. Zacharatos. 2000. *Regionalization of tourism activity in Greece: Problems and policies*. In: Briasoulis, H and Van der Straaten, J (eds), *Tourism and the Environment: Regional, Economic, Cultural and Policy Issues*. Dordrech, Holland. Kluwer Academic Publishers, pp.319-329.
- Lane, B. 1993. *Tourism strategies and rural development: a review for the OECD*, University of Bristol, Bristol.
- Λιαρίκος, Κ. 2004. *Εναλλακτικές μορφές τουρισμού και ορεινή ανάπτυξη: Στοιχεία από το υπαίθριο μουσείο υδροκίνησης της Δημητσάνας*. Στρατηγικές ανάπτυξης σε λιγότερο ευνοημένες περιοχές. Gutenberg, Αθήνα. σελ. 307-323.
- Μαρκοπούλου, Σ. και Β. Πάτση. 1987. *Προστασία-Ανάδειξη του υγρότοπου Λίμνης Δύστου του Ν. Ευβοίας*, Δ/ση Χωροταξίας και Περιβάλλοντος, Αθήνα.
- OECD. 1994. *Tourism strategies and rural development*, OECD working paper No 31, Paris.
- Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδος-Δήμος Δυστίων. 2003. *Μελέτη διαχείρισης προστατευμένων περιοχών: Αναγκαίες μικρές και ήπιες διαχειριστικές παρεμβάσεις ανάδειξης και προστασίας του Υδροβιότοπου της Λίμνης του Δύστου*
- Polyzos, S and G. Arabatzis. 2006. *A multicriteria approach for the evaluation of tourist resources of Greek prefectures*, *Tourism Today*: 96-111.
- Ράγκος, Α. 2004. *Οικονομική Αποτίμηση Υγροτοπικών Λειτουργιών*. Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Γεωπονίας. Α.Π.Θ.
- Schiller, E. and S. Flanagan. 1997. *Protecting wetlands*. *Public management (US)* 79(10): 19
- Shafer, L. and C. Youngsoo. 2005. *Forging nature-based tourism policy issues: A case study in Pennsylvania*. *Tourism management* 27 (4):615-628.
- Σκορδάς, Κ. και Μ. Αναγνωστοπούλου. 1995. *Αειφορική Διαχείριση Λίμνης Κερκίνης*. ΕΚΒΥ ΥΠΕΧΩΔΕ.
- Skourtos, M.S., A.Y. Troumbis, A. Kontogianni, I.H. Langford, I.J. Bateman and S. Georgiou. 2003. *Ecological and socio-economic evaluation of wetland conservation scenarios*. Chapter 8 in Turner R.K., Jeroen C., van den Bergh J.M., Brouwer R., (2003) *Managing wetlands: An ecological economics approach*. Edward Elgar, Cheltenham, UK.

- Snowdon, P., B. Slee and H. Farr. 2000. *The economic impacts of different types of tourism in upland and mountain areas of Europe*, in Godde P.M., Price M.F. and Zimmerman E.M. (eds) *Tourism and development in mountain areas*, Cabi Publishing, Wallingford.
- Soutsas, K., G. Tsantopoulos, G. Arabatzis and O. Christopoulou. 2006. *Characteristics of tourism development in mountainous regions with the use of categorical regression: The case of Metsovo (Greece)*. *International Journal of Sustainable Development and Planning* 1(1): 32-45.
- Σφουγγάρης, Α. 1994. *Πρόγραμμα απογραφής και παρακολούθησης των Ελληνικών Υγροτόπων*, Ελληνικό Κέντρο Βιότοπων-Υγροτόπων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Τσάρτας, Π. 1996. *Τουρίστες, ταξίδια, τόποι: κοινωνιολογικές προσεγγίσεις στον τουρισμό*. Εξάντας, Αθήνα. σελ. 353-365.
- Τσάρτας, Π., Μ. Στογιαννίδου και Θ. Σταυρινούδης. 2004. *Οι λιγότερο ευνοημένες περιοχές ως τουριστικοί προορισμοί: Ζητήματα οργάνωσης και διαχείρισης*. Στρατηγικές ανάπτυξης σε λιγότερο ευνοημένες περιοχές. Gutenberg, Αθήνα. σελ. 295-306.
- Valenzuela, M.S. 1998. *From the phenomenon of mass tourism to the search for a more diversified model*, in Williams A.M. and Shaw G.(eds) *Tourism and economic development*, Wiley Publishing, Sussex.
- Walker, B. 1988. *Tourism and conservation: Facilitation or competition*. In B. Faulkner & M. Fagance (eds) *Frontiers of Australian tourism: The search for new perspectives in policy development research* Canberra: Bureau of Tourism Research.
- Whelan, T. 1991. *Nature Tourism: Managing for the environment* Washington D.C. Island Press.
- Weiler, B. and M.C. Hall. 1992. *Special interest tourism*, Belhaven Press London.
- Williams, A.M. and G. Shaw. 1998. *Tourism and uneven economic development*, in Williams A.M. and Shaw G.(eds) *Tourism and economic development*, Wiley Publishing, Sussex.
- Woodward, R.T. and Y.S. Wui. 2001. *The economic value of wetland services: a meta-analysis*. *Ecological economics* 37: 257-270.

Sustainable tourism development and wetlands: the case of lake Distos in Evoia prefecture

**C. T. Fois, G. Arabatzis, S. Tsiantikoudis
and E. Kountouri**

Abstract

Sustainable tourism constitutes a significant tool for the achievement of socio-economic development, as it contributes in the increase of income and employment especially in regional rural areas. The aim of this paper is to examine the prospects of sustainable tourism development in the municipality of Distos, which in its administrative region includes the wetland of the homonymous lake. We realized on the spot research and interviews with the major of Distos municipality, town councilors and the local agriculturist and also we use some secondary data.

According to the previous, the role of the sustainable management of the wetland in the sustainable tourism development of the region is elected.

Keywords: alternative tourism, sustainable tourism development, wetland

Σκιάθος, περιβάλλον και τουριστική ανάπτυξη

Β. Ταμπάκης

Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων.
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ορεστιάδα

Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα δίνεται το περιβαλλοντικό «προφίλ» της νήσου Σκιάθου. Καταγράφονται οι φυσικοί πόροι του νησιού που περιλαμβάνουν δασικά και θαλάσσια οικοσυστήματα καθώς και τους υδροβιοτόπους που υπάρχουν και ταυτόχρονα περιγράφεται η χλωρίδα και πανίδα του νησιού. Ακολουθως, αφού γίνεται αναφορά στο τουριστικό προϊόν και την επίδρασή του στη Σκιάθο, διατυπώνονται συγκεκριμένες προτάσεις για την αειφορική ανάπτυξη της περιοχής.
Λέξεις κλειδιά: Σκιάθος, περιβάλλον, τουρισμός.

Εισαγωγή

Η Σκιάθος βρίσκεται στο Αιγαίο Πέλαγος, ανήκει στο νομό Μαγνησίας στο σύμπλεγμα των νησιών των Βορείων Σποράδων. Έχει έκταση 49,898 τ.χλμ., μήκος 11 χλμ. και μέγιστο πλάτος 4 χλμ.. Απέχει 41 Ναυτικά μίλια από το Βόλο. Συνδέεται ακτοπολιτικά με Βόλο, Άγιο Κωνσταντίνο και Θεσσαλονίκη, αεροπορικώς με πολλές πόλεις του εξωτερικού και την Αθήνα.

Είναι ένα νησί ημιορεινό με έντονο ανάγλυφο. Η ακτογραμμή της έχει μήκος 44 χλμ. με περισσότερες από 60 παραλίες και με μοναδικές φυσικές ομορφιές. Οι κυριότερες χρήσεις γης στη περιοχή είναι κατά το 34,4% δασική, το 31,1% βοσκότοποι, το 27,75% γεωργικές καλλιέργειες, το 5,6% δρόμοι – οικισμοί και το 1,3% λοιπές εκτάσεις (ΥΠΕΧΩΔΕ-ΕΟΕ 1997).

Οι μόνιμοι κάτοικοι του νησιού είναι 6.160 άτομα, ενώ οι δημότες ανέρχονται σε 4.751 άτομα. Αυτό συμβαίνει γιατί ένας μεγάλος αριθμός αλλοδαπών διαμένουν μόνιμα στο νησί. Ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός της Σκιάθου είναι 2.265 άτομα και οικονομικά ανενεργός στο 2.869 άτομα (Γεν. Γραμ. Εθν. Στατ. Υπηρ. 2001). Την καλοκαιρινή περίοδο ο πληθυσμός του νησιού αυξάνεται πολύ και τον Αύγουστο πλησιάζει τις 60.000. Η Σκιάθος δεν αντιμετωπίζει δημογραφικό πρόβλημα, αντίθετα οι προβλέψεις δείχνουν ότι τα επόμενα χρόνια ο πληθυσμός θα αυξηθεί και άλλο, επίσης ο δείκτης

νεότητας είναι αρκετά υψηλός (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας – Πολυτεχνική Σχολή 2002).

Ο συνολικός αριθμός των επιχειρήσεων στο νησί είναι 711, με κυρίαρχες αυτές που ασχολούνται με το λιανικό εμπόριο και τα καταστήματα εστίασης – διασκέδασης - διαμονής σε ποσοστό 35% και 39% αντίστοιχα και ακολουθούν αυτές που ασχολούνται με την ενοικίαση οχημάτων και ειδών αναψυχής. Όλες οι άλλες επιχειρήσεις συμμετέχουν στην οικονομία του νησιού σε μικρότερα ποσοστά με 0,4% το χονδρικό εμπόριο και οι μεταφορές, με 0,3% αυτοί που ασχολούνται με διεκπεραίωση υποθέσεων, με 0,15% οι τράπεζες - ασφαλιστές καθώς και οι προσωπικές υπηρεσίες, με 0,1% οι επιχειρήσεις που ασχολούνται με την αναψυχή και τον πολιτισμό και μόλις το 0,05% με τις κοινωνικές υπηρεσίες (πηγή: ΕΟΤ Βόλου 2005).

Σκιάθος και Περιβάλλον

Το νησί διαθέτει αρκετούς φυσικούς πόρους και πλούσια δασικά και θαλάσσια οικοσυστήματα.

Οι δασικές εκτάσεις του νησιού είναι δημοτικές ή ιδιωτικές και καταλαμβάνουν περίπου 30.000 στρέμματα και οι περισσότερες από αυτές έχουν χαρακτηριστεί ως αισθητικές. Τη μεγαλύτερη έκταση αυτών καλύπτουν τα δάση χαλεπίου πεύκης με υπόροφο αείφυλλων πλατύφυλλων. Αυτά τα διακρίνουμε σε τρεις ζώνες ανάλογα με τη δομή της βλάστησης α) οι περιοχές που πρόσφατα έχουν καεί, όπου η χαλέπιος πεύκη μόλις αναγεννάται και βρίσκεται στο στάδιο των δενδρυλλίων, β) οι περιοχές που έχουν καεί κατά το παρελθόν και τώρα παρουσιάζουν μερική ανάκαμψη της χαλεπίου. Είναι μερικώς δασοσκεπείς με διάσπαρτα μεγάλα δέντρα και πυκνοφυτείες κορμιδίων και γ) περιοχές έως τώρα αδιατάρακτες, όπου η χαλέπιος πεύκη διατηρεί τη φυσική δομή, δημιουργώντας συστάδες με πλούσιο υπόροφο από κουμαριές και ρείκια. Η τελευταία αυτή κατηγορία αδιατάρακτου δάσους είναι περιορισμένη σε έκταση και καλύπτει τη λοφώδη περιοχή μεταξύ Κουνίστρας και Κεχριάς (ΥΠΕΧΩΔΕ και Ε.Ο.Ε. 1997).

Το δάσος, πλατύφυλλων βορειοανατολικής Σκιάθου και των βραχωδών ακτών από τον όρμο Κεχριά μέχρι τον Αγ. Χαράλαμπο παρουσιάζει έντονο οικολογικό ενδιαφέρον εξαιτίας του συνδυασμού μιας σειράς φυσικών χαρακτηριστικών: ώριμο δάσος αριάς, ρέματα με τρεχούμενο νερό, ιστορικά μνημεία και βραχώδεις ακτές που αποτελούν θέσεις πιθανών καταφυγίων της Μεσογειακής φώκιας (ΥΠΕΧΩΔΕ και Ε.Ο.Ε. 1997). Στις περιοχές Κουκουναριές και Μανδράκι το μεικτό δάσος κουκουναριάς – χαλεπίου

πεύκης με υπόροφο επίσης αείφυλλων πλατύφυλλων είναι ένα οικοσύστημα που έχει μεγάλη σημασία λόγω του ότι αυτοφυή δάση κουκουναριάς είναι πολύ σπάνια και μικρής σχετικά εκτάσεως.

Η σύνθεση, λοιπόν, της βλάστησης και το ξηροθερμικό περιβάλλον σε συνδυασμό με την αλλαγή των κοινωνικοοικονομικών παραγόντων κυρίως από την τουριστική ανάπτυξη των νησιών, συντελούν στο να είναι μεγάλος ο κίνδυνος έναρξης και επέκτασης πυρκαγιών (Karaniola et al. 2006). Μάλιστα στην έντονη τουριστική κίνηση (κυρίως στη Σκιάθο και Σκόπελο) κατά τους θερινούς μήνες, στην ύπαρξη διάσπαρτων κατοικιών και τουριστικών καταλυμάτων, στη συνεχή ανάπτυξη του οδικού δικτύου, στην εγκατάλειψη των δεντροκομικών καλλιεργειών που καταλαμβάνονται από θάμνους, δημιουργώντας ενιαία σύνολα δασικής βλάστησης και στη μείωση της κτηνοτροφίας (αιγοπροβατοτροφία) που αυξάνει την καύσιμη ύλη στα δασικά μας οικοσυστήματα πρέπει να αποδοθεί η ένταση του φαινομένου (Karaniola και Ταμπάκης 2003, Tampakis κ.α. 2005).

Το νησί έχει επίσης τρεις υδροβιότοπους τη Στροφυλιά, του Αγίου Γεωργίου που είναι και λιμνοθάλασσες και του Βρωμόλιμνου. Στους βιότοπους αυτούς βρίσκουν καταφύγιο πάνω από 113 είδη πτηνών τα οποία ανήκουν σε 17 τάξεις και 39 οικογένειες. Τα είδη που φωλιάζουν στη Σκιάθο ανέρχονται σε 62. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν, η βαλτόπαπια που ανήκει στα παγκοσμίως απειλούμενα είδη καθώς και ο ασπροπάρης και ο θαλασσοκόρακας τα οποία ανήκουν στην κατηγορία των τρωτών. Επίσης από τα 16 απειλούμενα είδη τα 11 ανήκουν στην κατηγορία των αναπαραγόμενων ειδών και χρήζουν ειδικής προστασίας (Tsachalidis et al. 2006).

Επίσης, τα περισσότερα είδη ερπετών και αμφιβίων που συναντώνται στο νησί προστατεύονται είτε από τη Σύμβαση της Βέρνης είτε από το Π.Δ. 66/81, χωρίς όμως να λαμβάνεται κάποιο ιδιαίτερο μέτρο προστασίας τους (ΥΠΕΧΩΔΕ 2003).

Το θαλάσσιο οικοσύστημα της Σκιάθου είναι πολύ πλούσιο. Από υδρολογική άποψη η περιοχή των Βορείων Σποράδων αποτελεί χαρακτηριστικό βιότοπο. Παρουσιάζεται όλη η οικολογική αλυσίδα, σε είδη και πληθυσμούς. Υπάρχουν γυμνοβράγχια, πολύχαιτοι, συναντάται το μοναχικό κίτρινο κοράλλι, το πολύτιμο κόκκινο κοράλλι και αναπτύσσονται επίσης εμπορεύσιμοι σπόγγοι και κύπελλα σπόγγοι (Δ/ση Χωροταξίας 1987).

Στην θαλάσσια έκταση, γύρω από το νησί υπάρχει ένας βιότοπος με πλούσια ιχθυοπανίδα. Τα μέχρι σήμερα καταγεγραμμένα είδη είναι 122 από τα οποία 9 είναι χονδριχθύες και 113 οστειχθύες. Στη θαλάσσια περιοχή επίσης συναντάμε και τη φώκια (Δ/ση Χωροταξίας 1987). Οι νησίδες

Τσουγκριάς, Τσουγκριάκι, Άργκος, Ασπρόνησος, Μυρμηγκονήσια, Ρέπιον, Μαραγκός, βρίσκονται κοντά στο νησί της Σκιάθου και αποτελούν πιθανούς τόπους για καταφύγια φώκιας και διαθέτουν μεγάλο βαθμό φυσικότητας περιβάλλοντος, δεν υπόκεινται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητές και επομένως, μπορούν να χαρακτηριστούν σαν ζώνες απόλυτης προστασίας. Γεγονός άλλωστε που προτείνεται και στην Ειδική Χωροταξική Μελέτη Προστασίας Πηλίου και Βορίων Σποράδων. (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και Ε.Ο.Ε., 1997). Η δημιουργία του Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Αλοννήσου-Βορείων Σποράδων αποτέλεσε το σημαντικότερο μέσο για την προστασία της μεσογειακής φώκιας, μια και η σημαντικότερη απειλή για το είδος σήμερα είναι η καταστροφή των βιοτόπων της.

Σκιάθος και τουρισμός

Ο τουρισμός αποτελεί σήμερα για τη χώρα μας έναν από τους σοβαρότερους μοχλούς ανάπτυξης. Συντελεστές αυτής της ανάπτυξης αποτελούν οι επενδύσεις για τουριστικές εγκαταστάσεις και υποδομές, το κατάλληλο ανθρώπινο δυναμικό καθώς και το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον το οποίο θα αποτελέσει το σημείο στο οποίο οι δύο παραπάνω συντελεστές θα δραστηριοποιηθούν, ώστε να αναπτύξουν το τουριστικό προϊόν.

Οι επενδύσεις και το ανθρώπινο δυναμικό είναι κάτι που μπορεί σχετικά εύκολα να εξευρεθεί. Το πολιτιστικό περιβάλλον όμως ενός τόπου αποτελεί ιστορική παρακαταθήκη και δύσκολα μπορεί να διαφοροποιηθεί. Το ίδιο συμβαίνει και με το φυσικό περιβάλλον, το οποίο αποτελεί για την περιοχή το συγκριτικό πλεονέκτημά της έναντι των άλλων, ώστε ως περιοχή να μπορέσει να αναπτυχθεί τουριστικά. Το φυσικό περιβάλλον είναι αυτό που έχει δημιουργήσει τις προϋποθέσεις για την τουριστική ανάπτυξη στο νησί της Σκιάθου. Η άναρχη όμως τουριστική ανάπτυξη αντιπαλεύει αυτήν την φυσική ομορφιά και δημιουργεί φραγμό στην ανάπτυξη. Η προστασία και η ανάδειξη του φυσικού περιβάλλοντος αποτελεί το εχέγγυο για αειφορική ανάπτυξη της περιοχής.

Η τουριστική ανάπτυξη όμως που σημειώθηκε στη χώρα μας ήταν ο κύριος παράγοντας που προώθησε την οικονομική ανάπτυξη, συγκράτησε τον πληθυσμό στην περιφέρεια καθώς και το ποσοστό της ανεργίας σε ένα μεγάλο αριθμό περιφερειών της χώρας (Παυλόπουλος και Κουζέλης 1998, Παυλόπουλος και Σφέτσος 1999). Ο τουρισμός στη Σκιάθο αρχίζει το 1960 με θετικές και αρνητικές επιδράσεις στους κατοίκους του νησιού. Οι θετικές σχετίζονται κυρίως με την οικονομική ευημερία των κατοίκων. Οι αρνητι-

κές επιπτώσεις οφείλονται στην ανεξέλεγκτη πορεία που ακολούθησε η εισβολή του τουρισμού στο νησί, στην ανυπαρξία ορθολογικής οργάνωσης και προγραμματισμού, καθώς και στην έλλειψη συλλογικών προσπαθειών πολιτείας, τοπικής Αυτοδιοίκησης και ιδιωτικής πρωτοβουλίας (Σανιδάς 1985). Ένα άλλο πρόβλημα το οποίο έχει αρνητικές συνέπειες στην οικονομία του τουρισμού και στο περιβάλλον είναι το ότι ο τουρισμός είναι κατακερματισμένος, ανάμεσα σε διαφορετικές υπηρεσίες, καθώς και σε νομοθετικές και διοικητικές δικαιοδοσίες. (O.E.C.D. 1983).

Με την ανάπτυξη του τουρισμού στη Σκιάθο όμως τα δασικά και αγροτικά οικοσυστήματα έχουν ήδη υποστεί μεγάλη υποβάθμιση, κυρίως τα παράκτια στη νότια πλευρά του νησιού. Σε αγροτικές περιοχές, όπως ήταν και παλαιότερα η Σκιάθος τις συνέπειες της τουριστικής ανάπτυξης τις αναζητούν σε συγκρούσεις που αφορούν στη χρήση της γης, σε διάφορες μορφές περιβαλλοντικής και αισθητικής ρύπανσης, και στη συγκρότηση ενός νέου κοινωνικού οικοσυστήματος το οποίο προσανατολίζεται στις ανάγκες του μαζικού τουρισμού (Thanopoulou and Tsartas 1991).

Έχοντας ως αρχή την αιεφορική ανάπτυξη της περιοχής, πρέπει να οριστούν χρήσεις γης, να οροθετηθούν οι προστατευόμενες περιοχές και να γίνει συστηματική εφαρμογή των κανόνων και περιορισμών που θα τεθούν καθώς και καλή αστυνόμευση των περιοχών. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να τεθούν προγράμματα αναβάθμισης των ήδη υποβαθμισμένων φυσικών οικοσυστημάτων καθώς και να επιτευχθεί ευαισθητοποίηση των κατοίκων και των τουριστών.

Η υγιής διαχείριση του περιβάλλοντος μπορεί να εφαρμοστεί μόνο αν κατανοήσουμε τη σχέση ανάμεσα στη χρήση του για αναψυχή και τις φυσικές του δυνατότητες να απορροφά τις αρνητικές επιδράσεις που δέχεται από αυτήν (Priskin 2003). Τα φυσικά οικοσυστήματα εκτελούν πολλές λειτουργίες όπως παραγωγή ξυλείας, ανεφοδιασμό του υπεδάφους με γλυκό νερό, συντήρηση της βιοποικιλότητας και συσσώρευση άνθρακα κλπ. Οι δραστηριότητες τουριστών επάνω από τα επίπεδα κατώτερων ορίων ανταγωνίζονται τις παραπάνω υπηρεσίες, με αποτέλεσμα οι περιβαλλοντικές επιδράσεις του τουρισμού να εμφανίζονται ως αρνητικές (Vail and Hultkrantz 2000). Όταν οι άνθρωποι έρχονται σε επαφή με το δάσος, είναι ιδιαίτερα πιθανό να το αλλάξουν με κάποιο τρόπο (Hammitt 1990, Glasson et al., 1995, McArthur 2000). Μπορούν να ποδοπατήσουν τη βλάστηση, να αρχίσουν μια πυρκαγιά ή να ενοχλήσουν την άγρια φύση. Αυτή η αλλαγή μειώνει συχνά την αξία του δάσους, που στη συνέχεια, μπορεί να οδηγήσει σε μια πτώση στην ικανοποίηση επισκεπτών (Hall and McArthur 1996,

McArthur 2000).

Ο αιεφόρος τουρισμός θεωρείται μια θετική και χρήσιμη προσέγγιση, που αποσκοπεί στη μείωση ποικίλων εντάσεων που προκύπτουν από τις σύνθετες αλληλεπιδράσεις μεταξύ της τουριστικής βιομηχανίας των τουριστών / επισκεπτών, των τοπικών κοινοτήτων και του περιβάλλοντος (Bramwell and Lane 1993). Στις περιοχές όπως η Σκιάθος, με έμφαση στην ανάπτυξη ειδικών μορφών τουρισμού η τουριστική δραστηριότητα αποσκοπεί, όχι πλέον στην ενίσχυση του μαζικού τουριστικού ρεύματος, αλλά στην προσέλκυση υψηλού εισοδηματικού επιπέδου τουριστών. Έτσι, πολλές περιοχές προσανατολίσθηκαν από τις παραδοσιακές μορφές μαζικού τουρισμού, σε νέες ειδικές μορφές (Χριστοφάκης 2001). Η επιδίωξη της αιεφορίας επιβάλλει την ένταξη των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο σχεδιασμό και στη λήψη αποφάσεων χάραξης της οικονομικής πολιτικής.

Προτάσεις αιεφορικής τουριστικής ανάπτυξης

Θα πρέπει να επιδιωχθεί βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη στο νησί της Σκιάθου. Μ' αυτή επιδιώκεται η ισόρροπη πραγμάτωση τριών επιμέρους στόχων: της οικονομικής αποτελεσματικότητας, της κοινωνικής ισότητας και δικαιοσύνης και της ουσιαστικής προστασίας του περιβάλλοντος.

Οι κυρίαρχες παράμετροι της βιώσιμης τουριστικής ανάπτυξης οι οποίες και αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία μπορεί να λάβει χώρα η απομάκρυνση από το συμβατικό τουρισμό είναι:

α) Ειδικός σχεδιασμός τουριστικής ανάπτυξης που θα αποσκοπεί στην ισορροπία ανάμεσα στην κοινωνία, οικονομία και το περιβάλλον του νησιού.

β) Προσδιορισμός της φέρουσας ικανότητας της περιοχής. Με τον όρο φέρουσα ικανότητα εννοείται ο επιτρεπτός αριθμός των τουριστών και ο όγκος των υποδομών που η κοινωνική οικονομική και περιβαλλοντική δομή του τόπου μπορεί να απορροφήσει, προκειμένου να εξασφαλίζεται η υποστήριξη των δραστηριοτήτων αναψυχής και η προστασία της εμπειρίας των τουριστών. Με λίγα λόγια αντικειμενικός σκοπός είναι η αναζήτηση του μέγιστου οριακού επιπέδου χρήσης των πόρων και εκτίμηση της μορφής έντασης, κλίμακας και διάρκειας χρήσης αυτών. Πρόκειται για μια δυναμική έννοια που θέτει όρια, που αν ξεπεραστούν, το συνολικό κόστος της τουριστικής δραστηριότητας δεν αντισταθμίζεται ή είναι μεγαλύτερο από το όφελος (Cooper et al. 1993, Κοκκώσης 2000, Κομίλης και Βαγιονής 1999, Τσάρτας και Κοκκώσης 2001).

γ) Ενίσχυση όλων των μέτρων (τοπικές αναπτυξιακές πρωτοβουλίες, λειτουργικές διασυνδέσεις ανάμεσα στους διαφορετικούς κλάδους της οικονομίας, έρευνα – εκπαίδευση, marketing) που συμβάλλουν ουσιαστικά στις διαδικασίες ανατροφοδότησης της ανάπτυξης.

δ) Ειδικό θεσμικό πλαίσιο που θα προωθεί τις διαδικασίες της βιώσιμης τουριστικής ανάπτυξης και την τοπική συμμετοχή. Μέσα σ' αυτό το πλαίσιο προβλέπεται η προώθηση μέτρων και πολιτικών, όπως η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των επιχειρήσεων που εμπλέκονται στη παραγωγή του τουριστικού προϊόντος.

ε) Χρήση εκείνων των ειδικών και εναλλακτικών μορφών τουρισμού με χαμηλή περιβαλλοντική όχληση που επιδιώκουν την αξιοποίηση των φυσικών και πολιτιστικών χαρακτηριστικών της περιοχής.

Στη Σκιάθο υπάρχουν οι προϋποθέσεις δηλ. οι φυσικοί και πολιτιστικοί παράγοντες για να αναπτυχθούν μορφές τουρισμού όπως ο περιπατητικός, ο πολιτιστικός, ο συνεδριακός, ο αγροτουρισμός, ο ορειβατικός – ορεινός καθώς και ο αθλητικός – ναυταθλητικός.

Θα πρέπει η οργάνωση των άλλων μορφών τουρισμού να γίνει με σχέδιο και με πρωταρχική αρχή την αειφορική ανάπτυξη της περιοχής. Δηλαδή, πρέπει να αναπτυχθούν σ' αυτό το βαθμό που να εξασφαλίζεται η προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος για να παραμείνει αναλλοίωτο στις επόμενες γενιές διαφορετικά θα οδηγήσει το νησί στην αυτοκαταστροφή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με το σχέδιο ενός ολοκληρωμένου προγράμματος ανάπτυξης της περιοχής. Η έλλειψη προσεκτικού προγραμματισμού, καθώς και η ανεξέλεγκτη δημιουργία τουριστικών εγκαταστάσεων και η κακή διαχείριση των πόρων, μπορεί να απειλήσει την τουριστική ανάπτυξη (Επιχειρημ. Συμβ. (ΠΟΤ) – Σύνδ. Ελλην. Τουρ. Επιχειρ. 2001).

Βιβλιογραφία

- Bramwell, B. and B. Lane. 1993. Sustainable tourism: an evolving global approach. *Journal of Sustainable Tourism*, 1(1): 1-5.
- Γενική Γραμματεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών, 2001.
- Glasson, J., K. Godfrey, B. Goodey, H. Absalaom, and V. Van Dert Borg. 1995. *Towards Visitor Impact Management - Visitor Impacts, Carrying Capacity and Management Responses in Europe's Historic Towns and Cities*. Averbury, Aldershot. pp. 27-156.
- Δ/ση Χωροταξίας, Μαρκόπουλος, Ειδική Χωροταξική Μελέτη Προστασί-

- ας Πηλίου και Βορίων Σποράδων, 1987. Τεύχος Α', Νοέμβριος 1987.
- Ε.Ο.Τ. ΒΟΛΟΥ (Ελληνικός Οργανισμός Τουρισμού), 2005. (πηγή ΕΟΤ – Επιμελητήριο Μαγνησίας).
- Επιχειρηματικό Συμβούλιο (ΠΟΤ) (2001). Σύνδεσμος Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων, (Παγκόσμιος Οργανισμός Τουρισμού, 2000). σελ. 65.
- Καρανικόλα, Π. και Σ. Ταμπάκης, 2003. Κοινωνικές ομάδες και δασικές πυρκαγιές. Πρακτικά του 11^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, Ολυμπία 30 Σεπτεμβρίου - 3 Οκτωβρίου 2003. σελ. 583 – 595.
- Karanikola P., S. Tampakis, B. Tampakis and M. Karantoni. 2006. Forest fires in the islands of Northern Sporades during the years 1965 – 2004. In the International Conference «Sustainable Management and Development of Mountainous and Island Areas» Organized by Department of Forestry and Management of the Environment and Natural Resources, Democritus University of Thrace, 29th September – 1st October, Naxos, Greece. Vol 1: 196-204.
- Κοκκώσης, Χ. 2000. Τουριστική Ανάπτυξη και Φέρουσα Ικανότητα στα νησιά'' Τουριστική Ανάπτυξη: Επιστημονικές Προσεγγίσεις. Εκδόσεις Εξάντας.
- Κομίλης, Π. και Ν. Βαγιονής. 1999. Τουριστικός Σχεδιασμός – Μέθοδοι και Πρακτικές αξιολόγησης, Προπομπός. Αθήνα.
- Cooper, C., J. Fletcher, D. Gilbert et S. Wanhill. 1993. Tourism: Principles and Practice, London: Longman.
- McArthur, S. 2000. Beyond Carrying Capacity: Introducing a Model to Monitor and Manage Visitor Activity in Forests, στο Font Xavier and Tribe John, Forest Tourism and Recreation, case studies in environmental management.
- Makens, G. and D. Choy 1989. World Travel and Tourism, 1992, 35-37pp. Organization for Economic Co-operation and Development (O.E.C.D.), 1983. Tourism chapter X in Environmental Policies in Greece. Paris, pp. 117-127.
- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Όλοκληρωμένο Πρόγραμμα Ανάπτυξης Δήμου Σκιάθου, Επιστ. Υπεύθυνος Σκαγιάννης Π., Μάρτιος 2002.
- Παυλόπουλος, Π. Γ. και Α. Κ. Κουζέλης. 1998. Περιφερειακή Ανάπτυξη

της Ελλάδας και Τουρισμός. Αθήνα: Ινστιτούτο Τουριστικών Ερευνών και Προβλέψεων.

- Παυλόπουλος, Π. και Α. Σφέτσος 1999. Η εξωτερική Ζήτηση του Ελληνικού Τουριστικού Προϊόντος, Δυναμική και Βαθμός Σταθερότητας, ΙΤΕΠ, Ελληνική Οικονομία και Τουρισμός, Αθήνα.
- Priskin, J. 2003. Physical Impacts of four-wheel drive related tourism and recreation in a semi-arid natural coastal environment, *Ocean and Coastal Management* 46: 127-155.
- Σανιδάς, Γ. 1985. Έρευνα – Μελέτη για τον Τουρισμό και τη Σκιάθο.
- Tampakis, S., A. Papageorgiou, P. Karanikola, G. Arabatzis and G. Tsantopoulos. 2005. The forest fires in the Mediterranean from a policy point of view. *New Medit*, 6: 47-51.
- Thanopoulou, M. and P. Tsartas. 1991. Tourism and Environment in Greece: What Sociology, *Problems of Tourism* 14, 1/2 (51/52), 23-29pp.
- Tsachalidis, E., P. Karanikola, K. Poirazidis and D. Zografou. 2006. Habitats and avifauna on the Island of Skiathos. In the International Conference «Sustainable Management and Development of Mountainous and Island Areas» Organized by Department of Forestry and Management of the Environment and Natural Resources, Democritus University of Thrace, 29th September – 1st October, Naxos, Greece. Vol 2: 154 – 162.
- Τσάρτας, Π. και Χ. Κοκκώσης. 2001. Βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη και περιβάλλον. Αθήνα: Κριτική.
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία (Ε.Ο.Ε.) – Εταιρεία Μελέτης και Προστασίας της Μεσογειακής Φώκιας. 1997. “Βιότοποι νήσου Σκιάθου”, Αθήνα.
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Πρόγραμμα “Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη” 2003. “Φυσικό Περιβάλλον και Τουριστική Ανάπτυξη Δήμου Σκιάθου”, Αθήνα.
- Hall, C.M. and S. McArthur. 1996. *Heritage Management in Australia and New Zealand*.
- Hammit W.E., 1990. Wild land recreation and resource impacts: a pleasure-policy dilemma. In: Hutcheson, J.D., Noe, F.P. and Snow, R.E. (eds). *Outdoor Recreation Policy - Pleasure and Preservation*. Greenwood Press, New York.
- The Human Dimension. Oxford University Press, Melbourne, pp. 37-51.
- Χριστοφάκης, Σ.Μ. 2001. Τοπική Ανάπτυξη και Περιφερειακή Πολιτική.

εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.

Vail D. and L. Hultkrantz. 2000. Property rights and sustainable nature tourism: adaptation and mal-adaptation in Dalarna (Sweden) and Maine (USA), *Ecological Economics* 35: 223-242.

World Travel and Tourism, 1992.

Skiathos, environment and tourist development

V. Tampakis

Abstract

In the present paper is given the environmental "profile" of Skiathos island. Are recorded the natural resources of island that include forest and marine ecosystems as well as habitats that exist and simultaneous are described the flora and fauna of island. Furthermore, after it becomes report in the tourist product and his effect in Skiathos, are formulated concrete proposals for the sustainable evolution of region.

Key words: Skiathos, environment, tourism.

Time series analysis and forecasting of hake quantities of catch in Greece

T. Koutroumanidis*, E. Zafeiriou, G. Arabatzis

***Department of Agricultural Development, Democritus University of Thrace, Orestiada 68200, Greece, e-mail: tkoutrou@agro.duth.gr**

Abstract

A Statistical analysis was applied in order to develop a tool of forecast. In particular, an ARIMA model was developed aiming at the forecast of monthly quantities of catches of hake in Greece. For this purpose, the Box-Jenkins approach was applied for the analysis of monthly observations of quantities of catches of hake on 19 years (1982-2000). The comparison of the models forecasts with the real data has shown the validity of the model. The real data refer to the year 2001.

Keywords: Time Series Analysis, ARIMA models, Forecasting, Hake, Greece.

Introduction

The performance of the Greek economy is strongly depended on fishery and consequently the management of fishery should constitute a basic axis of its piscatorial policy.

This management requires the classification as well as the forecast of fished quantities for different species of fish. Time series have been a useful tool in describing and forecasting fishery dynamics (Stergiou, 1990, 1991, Yoo and Zhang, 1993, Freeman and Kirkwood, 1995, Park and Yoom., 1996, Hae-Hoon Park, 1998).

Univariate-ARIMA (autoregressive-integrated-moving average) models provide additional information regarding the structure and dynamics of the fish catch time series (Box and Jenkins, 1976, Chatfield, 1984, Pankratz, 1991). This paper presents an analysis of time series for the forecast of quantities of fish catches of hake in Greece. The Box-Jenkins method (Box and Jenkins 1976) is one of the methods through which the creation of the linear and potential-stochastic model with the minimal data may be used.

This methodology has been used in modeling of the dynamics of marine

species in other areas (Fogarty, 1988, Stergiou, 1989, Hare and Francis, 1995, Stergiou et al, 1997, Downton and Miller, 1998).

Materials and Methods

The empirical study presented in this paper rests on monthly quantities of anchovy landings at the fishing port of the Thessaloniki. The period studied extends from 1982 to 2000, while the data were taken by the National Statistical Service of Greece.

The data used are in logarithmic form. Regular and seasonal differencing was usually required, because the time series presented quite strong trend and seasonality.

An autoregressive - moving average model ARMA (p, q) can be presented as:

$$z_t = \sum_{i=1}^p \varphi_i z_{t-i} + \alpha_t - \sum_{k=1}^q \theta_k \alpha_{t-k}$$

More generally we shall use the notation ARIMA (p, d, q) or ARIMA (p, d, q) x (P, D, Q) s

ARIMA (p, d, q) model can be expressed in compact form as:

$$\varphi_p(\beta) \nabla^d z_t = \theta_q(\beta) \alpha_t$$

Where ∇ is a backward shift operator that is defined as,

$$\nabla z_t = z_t - z_{t-1} \text{ and } d \text{ is the order of the non-seasonal differencing.}$$

ARIMA (p, d, q) x (P, D, Q) s model can be expressed in compact form as:

$$\varphi_p(B) \Phi_p(B^S) \nabla^d \nabla^s z_t = \theta_q(B) \Theta_Q(B^S) \alpha_t$$

Where $\Phi_p(B^S) = 1 - \Phi_1 B^S - \Phi_2 B^{2S} - \dots - \Phi_p B^{pS}$

is the seasonal autoregressive operator of order P and

$\Theta_Q(B^S) = 1 - \Theta_1 B^S - \Theta_2 B^{2S} - \dots - \Theta_Q B^{QS}$ is the seasonal moving average

operator of order Q and ∇_s is a backward shift operator that is defined as:

$$\nabla_s z_t = z_t - z_{t-s}$$

The identification of the ARIMA model through the function of autocorrelation (ACF) and partial autocorrelation function (PACF) by the

Box - Jenkins method is considered to be subjective.

The estimate of (p, d, q) for the ARIMA (p, d, q) model becomes feasible in the following way: Firstly, we find through diagram (ACF) the rank of the autocorrelations (k, r_k) in the initial observations. Thus, if the prices of autocorrelations are decreased with the time (that is to say 5-6 more autocorrelations remain important) then we use the first differences ($d=1$).

$$r_k = \frac{c_k}{c_0}, \quad (\text{sample autocorrelations or autocorrelations})$$

Where:

$$c_k = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-k} (z_t - \bar{z})(z_{t+k} - \bar{z}), \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

The process is repeated in order to estimate the rank of autocorrelation in the first differences of the variables. The elimination of the autocorrelation with the time is tested. This process is repeated until the stationarity of the time series is achieved. That is when points (t, z_t) are accidental located round the mean while the autocorrelations are decreased very fast as long as k (lag) grows.

Usually this result is observed if we take $d = 0, 1, 2$ and maximum 20 autocorrelations.

For the determination of p, q it is necessary to know also the partial autocorrelations $\hat{\phi}_{kk}$ (PACF).

This treatment is somewhat subjective and thus, we add minimum AIC to identify the model as an objective criterion.

The AIC criterion is defined as follows:

$$AIC(K) = N \log \hat{\sigma}_\alpha^2 + K$$

Where N the number of observations,

$\hat{\sigma}_\alpha^2$: the variance of residuals that will have been estimated by a model of t

order and $K = t + 1$, $t = p + q$ (Akaike, 1974). In the model ARMA (p, q), where $K = p + q + 1$, we calculate for each coupling the p and q the quantity AIC and finally as order of model we take that p, q that minimizes the AIC. For the estimation of the model the maximum likelihood method was applied. Verification of the model was performed through diagnostic tests of residuals (histogram and normal probability plots of residuals and standardized residuals).

Regarding the appropriateness of ARMA model we can use also the 'portmanteau' test, which is based on the calculation of Q statistic.

The statistic Q is given by the following equation:

$$Q = N \sum_{s=1}^k r_s^2$$

$$\text{ARIMA}(p,d,q) \times (P,D,Q)_s \sim X^2_{k-p-q-P-Q; a}$$

If $Q < X^2_{k-p-q-P-Q; a}$ we accept the null hypothesis that the ARIMA (p, d, q) x (P, D, Q)_s is appropriate otherwise we search for better model.

The ability to forecast using ARIMA models was tested by applying the final fitted model to all available data excluding the monthly data of the last year, which was used as a benchmark for the forecasts obtained that year.

Results and discussion

Figure 1 depicts the monthly quantities of catches of hake in Greece from 1982 to 2000. Figure 2 depicts the logarithmic form of the monthly quantities of catches of hake data.

The ACF and PACE of the logarithmically transformed quantities of catches of hake that indicate seasonality non-stationarity of the time series of catches. With the assistance of diagrams ACF and PACF the values $P = 0$, $Q = 1$, $p = 1$, $q = 1$ was used.

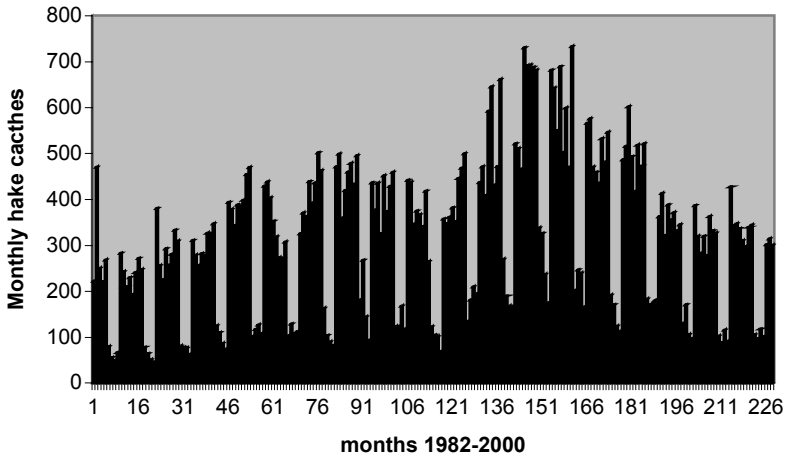


Figure 1. *Monthly hake catches in Greece from 1982 to 2000.*

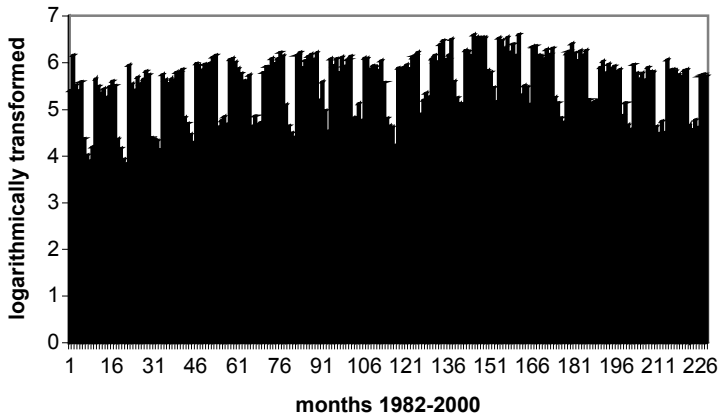


Figure 2. *Monthly hake catches in Greece from 1982 to 2000 (in logarithmic form).*

Finally with the assistance of AIC criterion, the parameters of the ARIMA model $(p, d, q) \times (P, D, Q)$ s were estimated by unconditional least in table 1.

Table 1. Estimation of the model ARIMA (p, d, q) x (P, D, Q) s

Conclusion of estimation phase.				
Estimation terminated at iteration number 5 because:				
Sum of squares decreased by less than 0.01 percent.				
FINAL PARAMETERS:				
Number of residuals	215			
Standard error	0.19279873			
Log likelihood	42.430991			
AIC	-78.861982			
SBC	-68.750068			
Analysis of Variance:				
	DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance	
Residuals	212	8/4684184	0.03717135	
Variables in the Model:				
	B	SEB	T- RATIO	APPROX. PROB
AR1	0.26252769	0.09540009	2.751860	0.00643903
MA1	0.79027060	0.06164383	12.819947	0.00000000
SMA1	0.84189056	0.05281891	15.939187	0.00000000

The parameters AR1, MA1 and SMA1 of model ARIMA (1, 1, 1) x (0, 1, 1)₁₂ are statistically important according to table 1. The ARIMA model (1, 1, 1) x (0, 1, 1)₁₂ has the following analytic expression:

$$(1 - 0.263B)(1 - B^1)(1 - B^{12}) \ln z_t = (1 - 0.790)(1 - 0.842 B^{12}) a_t \text{ or}$$

$$\ln z_t = 1.263 \ln z_{t-1} - 0.263 \ln z_{t-2} + \ln z_{t-12} - 1.263 \ln z_{t-13} + 0.263 \ln z_{t-14} + a_t - 0.790 a_{t-1} + 0.842 a_{t-12} + 0.665 a_{t-13}$$

The ACF and PACF of the residuals indicate that the residuals are random and the ARIMA model (1, 1, 1) x (0, 1, 1)₁₂ is appropriate.

Based on the 'Portmantau' Test - Q (PTQ) we may conclude that

$$Q = 21.694884 \text{ for } k = 25 \text{ of the first autocorrelations } r_k(a_t),$$

$$X^2_{k-p-q-P-Q, a} = X^2_{25-1-1-0-1, 0, 05} = 33.9 \text{ (} a = 0,05 \text{) when } Q < X^2_{k-p-q-P-Q, a} \text{ and}$$

the ARIMA (1,1,1) x (0,1,1)₁₂ model is appropriate.

Table 2 and Figure 3 present the comparison between observed monthly quantities of catches of hake and forecasts predicted from this model, for the last year 2000 while forecasting for the next 6 months occurs with 95% interval of confidence of forecast.

Table 2: *The comparison between observed monthly quantities of catches of hake and forecasts (LCL: Low limit of 95% interval confidence of forecast. UCL: Higher limit of 95% interval confidence of forecast. SEP: Standard error of forecast)*

Month	Odser.	fitted	error	LCL	UCL	SEP
Jan.2000	335.90	353.01	-0.05	241.37	516.30	68.09
February	309.20	313.92	-0.02	214.64	459.12	60.54
March	297.20	339.29	-0.13	231.99	496.22	65.43
April	339.10	306.25	0.10	209.40	447.90	59.06
May	343.80	352.60	-0.03	241.09	515.68	68.00
June	104.90	118.00	-0.12	80.68	172.58	22.76
July	96.20	110.92	-0.14	75.84	162.22	21.39
August	117.70	95.38	0.21	65.22	139.50	18.39
Septemb	100.60	92.06	0.09	62.95	134.64	17.75
October	301.20	352.08	-0.16	240.73	514.92	67.90
Novemb	313.80	304.52	0.03	208.22	445.37	58.73
Decemb.	299.60	287.72	0.04	196.73	420.80	55.49
Jan.2001	-	318.30	-	217.64	465.52	61.38
February	-	294.15	-	193.19	447.87	62.73
March	-	313.22	-	201.90	485.91	69.78
April	-	308.55	-	196.06	485.57	70.98
May	-	329.01	-	206.36	524.55	77.85
June	-	110.44	-	68.41	178.28	26.83
July	-	108.26	-	66.26	176.88	26.96
August	-	102.73	-	62.14	62.14	26.20
Septemb	-	87.67	-	52.42	146.62	22.87
October	-	317.39	-	187.67	536.78	84.60
Novemb	-	305.49	-	305.49	522.38	83.14
Decemb	-	281.68	-	281.68	486.88	486.88

Figure 3 presents the comparison between observed monthly quantities of catches of hake and forecasts predicted from this model, for the last year 2000 and forecasting for the next 6 months with 95% interval of confidence of forecast.

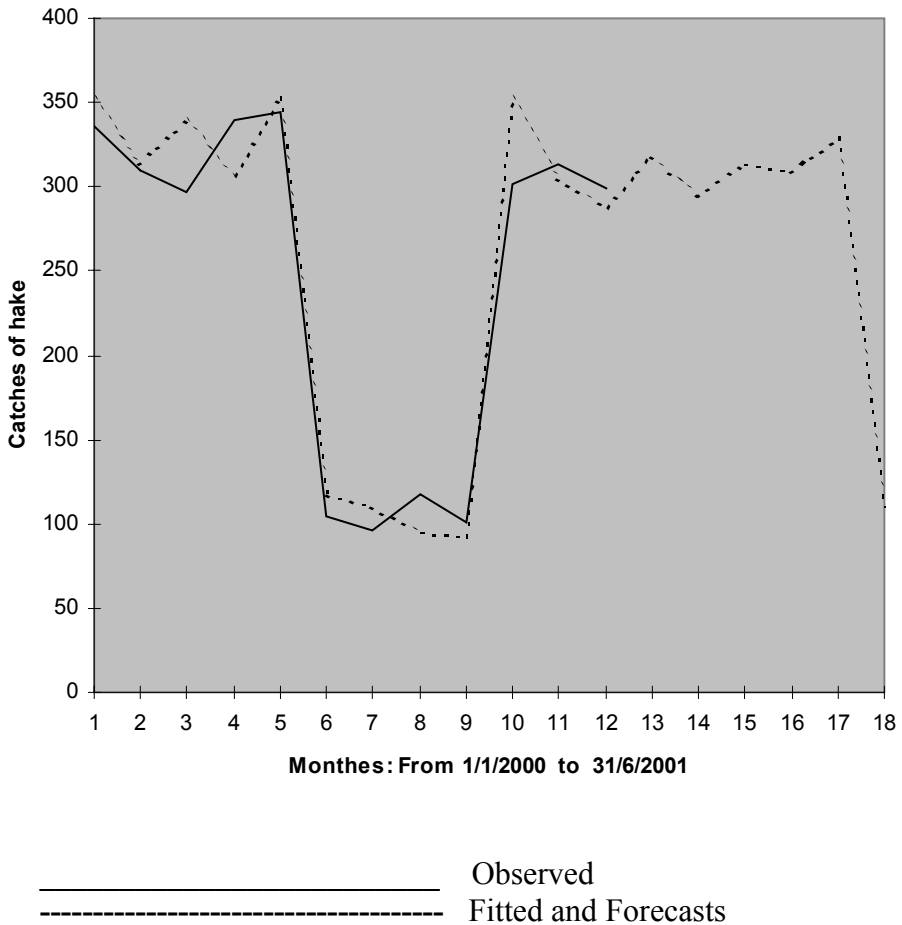


Figure 3: *The comparison between observed monthly quantities of catches of hake and forecasts predicted from this model, referring to the year 2000 and the forecast of the model for the next 6 months with 95% interval of confidence of forecast.*

Table 3 presents the comparison of errors between the actual landings and forecasts by the ARIMA model on hake catches in logarithmic form.

Table 3: Comparison of errors between the actual landings and forecasts by the ARIMA model on the logarithmically transformed hake catches.

Years	Actual Landing	Forecast by ARIMA	Absolute percentage Error (APE)
1983	2049	2019.68	1.43%
1984	2610.70	2542.86	2.60%
1985	3062.40	2943.19	3.89%
1986	3812.50	3784.11	0.74%
1987	3027.50	3513.71	16.06%
1988	3993.30	3791.65	5.05%
1989	4214.40	4203.81	0.25%
1990	3790.00	4086.12	7.81%
1991	3222.00	3456.83	7.29%
1992	4175.90	4071.60	2.05%
1993	5088.00	5048.56	0.78%
1994	6428.00	6227.11	3.13%
1995	5452.80	5916.29	8.50%
1996	4650.30	4776.05	2.70%
1997	4685.07	4221.30	10.99%
1998	3547.79	3278.00	8.23%
1999	3032.90	3127.40	3.02%
2000	3025.75	2959.20	2.25%

The Absolute percentage Error (APE) ranges between 0.25% and 16.06%. The Mean absolute percentage error (MAPE) is 4.82%

Table 4 presents the comparison between the actual landings and forecasts by the ARIMA model of hake catches in logarithmic form.

Table 4: The Comparison between the actual landings and forecasts by the ARIMA model on the logarithmically transformed hake catches.

	ARIMA(1,1,1)x(3,1,3) ₁₂	ARIMA(1,1,1)x(3,1,3) ₁₂
	Comparison (1982-2000)	Forecast
Number of observations	228	12
Observed mean	314.93	
Predicted mean	309.31	239.74
Observed standard deviation	164.45	
Predicted standard deviation	175.02	102.36
Mean absolute percentage error (MAPE)	4.82%	
Root mean squared error (RMSE)	0.19	

References

- Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification IEEE Trans. Automat Control Ac 19 (6): 716-723.
- Box, G. E. P. and G. M. Jenkins, 1976. Time Series Analysis: Forecasting and control, Prentice Hall. Inc., New York. pp. 575.
- Downton, M. W. and K. A. Miller. 1998. Relationships between Alaskan salmon catch and North Pacific climate on interannual and interdecadal time scales, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 55: 2255-2265.
- Fogarty, M. J. 1998. Time series models of the maine lobster fishery: the effect of temperature, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 45: 1145-1153.
- Freeman, S. N. and G. P. Kirkwood. 1995. On a structural time series method for estimating stock biomass and recruitment from catch and effort data, Fish. Res. 22: 77-98.
- Ghatfield, C. 1984. The analysis of time series: an Introduction, Chapman & Hall, New York. pp. 286.
- Hare, S. R. and R. C. Francis. 1995. Climate change and Salmon production in the Northeast pacific Ocean. In climate Change and Northern Fish Populations pp. 357-372 Ed. by R. J. Beamish, Canadian Special publication of Fisheries and Aquatic Sciences. pp. 121.
- N.S.S.G. National Statistical Services of Greece Results of the Sea fishery survey by motor Vessels, Athens.
- Pankratz, A. 1991. Forecasting with Univariate Box-Jenkins Models, John Wiley & Sons. Inc., New York. pp. 562.
- Park, H. H. and G. D. Yoon, 1996. Analysis and prediction of anchovy fisheries in Korea, Bull. Korean Fish Soc. 29 (2): 143-149 (in Korea).
- Park, Hae-Hoon. 1998. Analysis and prediction of wallege Pollock (*Theragra chalcogramma*) landings in Korea by time series analysis, Fish. Res. 38: 1-7.
- Stergiou, K. I. 1989. Modeling and Forecasting the fishery for pilchard (*Sardina pilchardus*) in Greek waters using ARIMA time-series models, ICES journal of Marine Science. 46: 16-23.
- Stergiou, K. I. 1990. Prediction of the Mullidae fishery in the eastern Mediterranean 24 months in advance, Fish. Res. 9: 67-64.
- Stergiou, K. I. 1991. Describing and forecasting the sardine-anchovy complex in the eastern Mediterranean using vector autoregressions,

Fish. Res. 11: 127-141.

Yoo, S. and C. I. Zhang. 1993. Forecasting of hairtail (*Trichiurus leplurus*) landings in Korea waters by time series analysis, Bull. Korean Fish. Soc. 24 (4): 363-368 (in Korean).

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΓΡΙΑ ΖΩΗ

Η διαχείριση της θήρας στην Ελλάδα

Ε.Π.Τσαχαλίδης

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων. E-mail:etsaxal@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Το κυνήγι στην Ελλάδα είναι πανάρχαια και παραδοσιακή δραστηριότητα. Αποτελεί μία μορφή υπαίθριας αναψυχής για τους κατοίκους των πόλεων και της υπαίθρου. Αφορά όλες τις ηλικίες, όλες τις κοινωνικές τάξεις, κυρίως τις χαμηλές και όλα τα μορφωτικά επίπεδα.

Η πανίδα μας είναι από τις πλουσιότερες των χωρών της Μεσογείου. Η ποικιλία και η αφθονία της οφείλεται στις ευνοϊκές κλιματεδαφικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα μας και στη σημαντική ζωογεωγραφική της θέση στη λεκάνη της Μεσογείου, που αποτελεί σταυροδρόμι για πολλά μεταναστευτικά πτηνά. Αυτό έχει μεγάλη σημασία για την δραστηριότητα της θήρας. Στη χώρα μας έχουν καταγραφεί 422 είδη πτηνών και 116 είδη θηλαστικών.

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην οργάνωση και στο καθεστώς της θήρας που ισχύει στην Ελλάδα. Με τη θήρα ασχολείται το 2,7% του συνολικού πληθυσμού της χώρας, (240.000 κυνηγοί). Ειδικότερα η εργασία αναφέρεται, στη διοικητική οργάνωση, στο ισχύον θεσμικό καθεστώς περί θήρας, στις ισχύουσες απαγορεύσεις, στον αριθμό και στο είδος των αδειών θήρας (κυνηγοί), στα ατομικά χαρακτηριστικά και στην κυνηγετική συμπεριφορά των κυνηγών. Επίσης, δίδονται χρήσιμες πληροφορίες για τα επιτρεπόμενα είδη θηραμάτων, τον αριθμό και το διάστημα θήρευσης για κάθε είδος θηράματος. Επιπλέον δίδονται πληροφορίες για και για τους κυνηγετικούς φορείς που συμβάλουν στην προστασία των κυνηγών και τη βελτίωση των ενδιαιτημάτων της θηραματοπανίδας.

Εισαγωγή

Σε όλο τον κόσμο η θήρα αποτελεί μία πανάρχαια και παραδοσιακή ανθρώπινη δραστηριότητα. Στα πρώτα βήματα του ανθρώπου είχε ζωτική σημασία για την επιβίωση του. Από την προϊστορική εποχή, η σχέση του ανθρώπου με την φύση ήταν πολύ ισχυρή και άμεση. Η ζωή του μέσα στο άγριο και αφιλόξενο φυσικό περιβάλλον εξαρτιόταν άμεσα από τη φύση. Ο πρωτόγονος άνθρωπος δια μέσου της θήρας επιβίωσε. Με αυτή τη δραστηριότητα κάλυπτε βασικές ανάγκες του, όπως: τροφή, ένδυση, εργαλεία, και

μεταφορές.

Με βάση τα διάφορα αρχαιολογικά ευρήματα (παραστάσεις σε αγγεία, τοιχογραφίες, αγάλματα κ.ά), διαπιστώνεται ότι στην αρχαιότητα η θήρα εκτός από βιοποριστικό μέσο, αποτελούσε και σημαντικό παράγοντα για την δημιουργία ετοιμοπόλεμων και δυνατών πολιτών. Συνδυάστηκε με την αγωγή και την εξάσκηση των νέων (εκπαίδευση, άθληση). Σήμερα, η θήρα δεν αποτελεί βιοποριστικό μέσο και δεν έχει την ίδια ζωτική σημασία, όπως στην προϊστορική και στην αρχαία εποχή, αλλά αποτελεί μία δραστηριότητα υπαίθριας αναψυχής, που σκοπό έχει την ικανοποίησης ψυχικών και σωματικών αναγκών του ανθρώπου (σωματική άσκηση, αναψυχή, πεζοπορία, περιβαλλοντική ενημέρωση, εκγύμναση σκύλου ή συνδυασμός των παραπάνω) (Τσαχαλίδης και Τσαντόπουλος 1998).

Το κυνήγι στην Ελλάδα αποτελεί μία μορφή υπαίθριας αναψυχής και αφορά όλες τις ηλικίες, όλες τις κοινωνικές τάξεις και κυρίως τις χαμηλές και όλα τα επίπεδα μόρφωσης (Τσαχαλίδης κ.ά 1998). Ανήκει στις υπαίθριες δραστηριότητες της δασικής αναψυχής. Επίσης, είναι μία δραστηριότητα που συμβάλλει στην τόνωση της περιφερειακής οικονομίας και της περιφερειακής ανάπτυξης, διότι δημιουργεί χιλιάδες θέσεις εργασίας (βιοτεχνίες, εστιατόρια, πρατήρια καυσίμων, σκυλοτροφές, κτηνιατρεία, κ.ά) (Παπασταύρου και Μακρής 1986, Σκορδάς 2001, Pinet 1995). Η θήρα αποτελεί σημαντικό οικονομικό πόρο για το κράτος, διότι μόνο από τα τέλη έκδοσης αδειών θήρας το κράτος εισπράττει ετησίως 30.000.000 EURO περίπου.

Ο άνθρωπος, δια μέσου της θήρας, ως θηρευτής ή χρήστης, αξιοποιεί μέρος των ανανεώσιμων φυσικών πόρων για ικανοποίηση ατομικών του αναγκών. Η πρώτη χρήση γης ήταν το κυνήγι. Στη συνέχεια, η γη χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη της κτηνοτροφίας, της γεωργίας, της δασοπονίας, της θήρας, της βιομηχανίας, της κατοικίας και τα τελευταία χρόνια για συνδυασμένες χρήσεις (πολλαπλή χρήση).

Με το πέρασμα του χρόνου διαπιστώθηκε η ανάγκη για την προστασία τόσο των κυνηγών, όσο και των θηραματικών πόρων να ληφθούν από το κράτος νομοθετικά μέτρα. Μέχρι το 1923 δεν υπήρχε κανένας νόμος που να ρυθμίζει τα θέματα θήρας. Τον κυνήγι ήταν τελείως ελεύθερο και δεν υπήρχαν περιορισμοί και απαγορεύσεις. Οι κυνηγοί, που αποτελούσαν μία οργανωμένη κατηγορία χρηστών-θηρευτών των ανανεώσιμων φυσικών πόρων (θηραματικών πόρων), έπρεπε πλέον, να δρουν κάτω από ορισμένους αναγκαίους περιορισμούς και κανόνες, που να συμβάλλουν στην αρχή της αιεφόρου κάρπωσης. Αυτό ήταν δυνατόν να επιτευχθεί μόνο με τη θέσπιση σχετικής νομοθεσίας και σωστό σχεδιασμό. Ο σωστός σχεδιασμός προϋ-

ποθέτει νομοθετικό πλαίσιο και πλήθος πληροφοριών σχετικών τόσο με τα θηράματα και τα ενδιαυτήματά τους όσο και με την συμπεριφορά των χρηστών (κυνηγών). Το 1923 δημοσιεύθηκε ο πρώτος νόμος στην Ελλάδα, που ρύθμιζε τα θέματα θήρας.

Η σημερινή κοινωνία έχει εξελιχθεί και δημιουργήθηκε μία διαφορετική αντίληψη στις σχέσεις της με το φυσικό περιβάλλον και ειδικότερα με την διαχείριση της άγριας πανίδας. Με βάση τις σύγχρονες αντιλήψεις και την αρχή της αειφορίας των καρπώσεων, έχει διαμορφωθεί ένα ιδιαίτερο καθεστώς περιβαλλοντικής προστασίας. Αυτό κατά ένα μεγάλο ποσοστό οφείλεται στον εκσυγχρονισμό της σχετικής νομοθεσίας και στην εξέλιξη της επιστήμης για τη διαχείριση της άγριας πανίδας. Η ολοκληρωμένη διαχείριση που συμβάλλει στην αειφορική χρήση των θηραματικών πόρων, απαιτεί πληροφορίες που σχετίζονται άμεσα και με τη συμπεριφορά του χρήστη, διότι οι λειτουργίες ενός οικοσυστήματος δεν επηρεάζονται μόνο από τις λειτουργίες (αλληλεπιδράσεις- αλληλεξαρτήσεις) της βιοκοινότητας (πανίδα-χλωρίδα) αλλά και από τη συμπεριφορά του ανθρώπου. Ο κυνηγός, χρήστης των φυσικών πόρων, επιδρά άμεσα και καθοριστικά με τη συμπεριφορά του στις λειτουργίες του οικοσυστήματος.

Οι σύγχρονοι διαχειριστές της άγριας ζωής σχεδιάζουν και διαχειρίζονται τους θηραματικούς πόρους, με πρακτικές που είναι συμβατές με το φυσικό περιβάλλον και πάντοτε σε αρμονία με τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Διοικητική οργάνωση

Η δραστηριότητα της Θήρας στην Ελλάδα αποτελεί βασική δραστηριότητα της Δασικής Υπηρεσίας που ανήκει στο Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Ειδικότερα, τα θέματα θήρας τα διαχειρίζεται η Διεύθυνση Αισθητικών Δασών και Θήρας. Η διαχείριση της θήρας πραγματοποιείται μέσα στα πλαίσια της ισχύουσας εθνικής και ευρωπαϊκής νομοθεσίας σε συνδυασμό βέβαια με τις αρχές της Θηραματικής επιστήμης. Η οργάνωση και διαχείριση της θήρας γίνεται από τους Δασολόγους και Τεχνολόγους, που διδάσκονται πολλά σχετικά μαθήματα στις δύο Πανεπιστημιακές Δασολογικές Σχολές και στα τρία (3) Τεχνολογικά Δασοπονικά Ιδρύματα της χώρας. Μεγάλο πρόβλημα στη διαχείριση της θήρας αποτελεί η στελέχωση της Υπηρεσίας με ειδικευμένο επιστημονικό και κατώτερο προσωπικό.

Θηραματική Νομοθεσία

Για την προστασία του θηράματος ο νόμος προβλέπει αρκετούς και σημαντικούς περιορισμούς. Τα θέματα θήρας ρυθμίζονται με τα άρθρα 251-288, του Ν.Δ 86/1969 (αντικατέστησε το νόμο περί θήρας του 1923). Οι περιορισμοί και απαγορεύσεις έχουν σαν κύριο στόχο την σωστή διαχείριση του θηράματος (προστασία, αύξηση). Η διαχείριση βασίζεται σε μελέτες που αφορούν παραμέτρους που έχουν σχέση κυρίως με την βιολογία των ειδών (αναπαραγωγή, διατροφή) και τη μεταναστευτική συμπεριφορά (εποχικές μετακινήσεις).

Με βάση την ισχύουσα νομοθεσία, στη χώρα μας επιτρέπεται το ελεύθερο παραδοσιακό κυνήγι, που είναι πλούσιο σε συγκινήσεις, διότι το χαρακτηρίζει, η δυσκολία, το απρόβλεπτο και η ιδιαίτερη προσπάθεια. Η Ελληνική περί θήρας νομοθεσία είναι από τις περισσότερο φιλελεύθερες της Ευρώπης. Ο κυνηγός μπορεί να κυνηγήσει ελεύθερα σε όλη την επικράτεια, όπου επιτρέπεται το κυνήγι και δεν πληρώνει το θήραμα που σκοτώνει, διότι αυτό θεωρείται *res gemulus* (αδέσποτο, δεν ανήκει σε κανέναν μέχρι την ώρα που θα φονευθεί).

Όλες οι οδηγίες και οι Διεθνείς Συμβάσεις που αναφέρονται στην πανίδα έχουν ενσωματωθεί στην εθνική νομοθεσία. Με βάση την εθνική νομοθεσία και την οδηγία 79/409 Ε.Ε, η πανίδα διακρίνεται σε *θηρεύσιμη* και *μη θηρεύσιμη*. Στην πρώτη κατηγορία, ανήκουν πολύ λίγα είδη, 32 πτηνά, (τα 18 ανήκουν στην κατηγορία των εδαφοβίων και δενδροβίων πτηνών και τα 14 στα υδρόβια και παρυδάτια), και μόνον 5 θηλαστικά, των οποίων το κυνήγι, η προστασία και η διατήρησή τους επιβάλλεται για λόγους οικονομικού και κοινωνικού συμφέροντος, διότι αποτελούν σημαντικό οικονομικό πόρο για την περιφερειακή οικονομία και σημαντική πηγή αναψυχής για μεγάλη μερίδα του πληθυσμού. Στη δεύτερη κατηγορία, ανήκουν είδη που δεν επιτρέπεται το κυνήγι τους, και αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό της πανίδας και η προστασία και διατήρησή τους επιβάλλεται για λόγους οικολογικούς και φυσικής κληρονομιάς.

Σήμερα στην Ελλάδα το κυνήγι ασκείται από 240.000 κυνηγούς, που αποτελούν το 2,7% του κανονικού πληθυσμού της χώρας και η αναλογία (*ratio*) είναι 1:38 κυνηγός/κάτοικοι, δηλαδή ένας στο 38 κατοίκους είναι κυνηγός. Το ποσοστό αυτό είναι μεγαλύτερο του μέσου όρου των Μεσογειακών Ευρωπαϊκών χωρών, που ανέρχεται σε 1.9% ή σε 1:52 κυνηγός/κάτοικοι (*max* 1:212 Αλβανία και *min* Κύπρος 1:15) (Πίνακας 1). (Pinet 1995, FACE 2007). Με βάση μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε το

1993, στην Κυνηγετική Περιφέρεια Μακεδονίας-Θράκης, όπου, σε έκταση 4.261.400 ha (32,5% της έκτασης της Ελλάδας) και πληθυσμό 2.596.643 κατοίκους (29% του συνολικού πληθυσμού της Ελλάδας), υπήρχαν 68.125 κυνηγοί (21,4% του συνολικού αριθμού κυνηγών της Ελλάδας το 1993), η αναλογία (ratio) ήταν 1:38 κυνηγός/κάτοικοι ή 2,6% (Τσαχαλίδης 2003).

Τα ατομικά χαρακτηριστικά αυτών σε μέσες τιμές, είναι: μέση ηλικία 41 έτη, μέση κυνηγετική πείρα 14 έτη και μέση ηλικία έκδοσης της πρώτης αδείας θήρας είναι το 26^ο έτος. Όσον αφορά το επίπεδο μόρφωσης η πλειοψηφία (44%) είναι απόφοιτοι δημοτικού και ανήκουν στο μεγαλύτερο ποσοστό (41%), στην κατηγορία των εργατών και αγροτών. Το 63% κατοικούν στην επαρχία και το 72% είναι παντρεμένοι και έχουν μέσο οικογενειακό εισόδημα από 1000 μέχρι 2000 EURO (τιμές του 1993) (Τσαχαλίδης κ.ά. 1998).

Με βάση την ισχύουσα νομοθεσία, άδεια θήρας δικαιούνται όσοι έχουν συμπληρώσει το 18^ο έτος της ηλικίας τους και ύστερα από σχετικές εξετάσεις. Η κατά χώρο θηρευτική δραστηριότητα καθορίζεται με βάση την κατηγορία (είδος) της άδειας θήρας που κατέχει ο κυνηγός. Στη χώρα μας υπάρχουν τρεις (3) κατηγορίες αδειών θήρας: η *Τοπική (local)*, που δίδει τη δυνατότητα στον κάτοχο να κυνηγήσει μέσα στα όρια του Νομού του, η *Περιφερειακή (rural)*, που δίδει τη δυνατότητα στον κάτοχο να κυνηγήσει μέσα στα όρια της κυνηγετικής του περιφέρειάς και η *Γενική (general)* που ισχύει για όλη την Ελλάδα. Για την απόκτηση αυτής, ο κυνηγός καταβάλλει ένα χρηματικό τέλος (fee), το οποίο κλιμακώνεται ανάλογα με το είδος της άδειας θήρας.

Σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν.Δ 86/1969, ο Υπουργός Γεωργίας εκδίδει κάθε χρόνο, τη ρυθμιστική απόφαση που αφορά το κυνήγι στην Ελλάδα (προστασία των θηρεύσιμων ειδών), και καθορίζει, μέσα σε αυστηρά πλαίσια, τους κατά χώρο (που;), χρόνο (πότε;), αριθμό (πόσα;), είδος (ποια;) περιορισμούς και τα μέσα με τα οποία επιτρέπεται το κυνήγι.

Η κυνηγετική περίοδος αρχίζει στις 20 Αυγούστου και τελειώνει στις 28 Φεβρουαρίου. Το κυνήγι για τα περισσότερα θηρεύσιμα είδη επιτρέπεται όλες τις ημέρες της εβδομάδας και πολύ λίγα είδη Τετάρτη Σάββατο και Κυριακή. Η θήρα αρχίζει μισή ώρα μετά την ανατολή του ηλίου και τελειώνει μισή ώρα μετά τη δύση του ηλίου. Κάθε κυνηγός δικαιούται κατά την κυνηγετική έξοδο ένα (1) λαγό, τέσσερις (4) πέρδικες και δύο (2) αγριογούρουνα κατά ομάδα. Το κυνήγι των υδροβίων και των περιστεροειδών επιτρέπεται κάθε ημέρα αλλά με περιορισμένο αριθμό θηραμάτων (πίνακας 2). Απαγορεύεται η εμπορία των θηρεύσιμων ειδών.

Πίνακας 1. Η θήρα στην Ευρώπη και στην Ελλάδα (στοιχεία κυνηγών).

Χώρα	Έκταση (ha)	Πληθυσμός $\chi 10^3$	Κυνηγοί		Σχέση κυ- νηγών προς πληθυσμό	Αναλογούντες κάτοικοι ανά ha (Πυκνότητα)
			(N)	(%)		
Αλβανία	2.900.000	3.600.000	17.000	0,5	1:212	1,24
Αυστρία	8.385.800	8.160.000	115.000	1,4	1:71	0,97
Βέλγιο	3.170.000	10.000.000	20.000	0,2	1:500	3,15
Βουλγαρία	11.100.000	7.300.000	95.000	1,3	1:77	0,66
Γαλλία	54.700.000	63.700.000	1.313.000	2,1	1:47	1,16
Γερμανία	35.702.500	82.560.000	338.580	0,4	1:244	2,31
Ελβετία	4.100.000	7.600.000	30.000	0,4	1:253	1,85
Ελλάδα	13.200.000	9.000.000	240.000	2,7	1:38	0,68
Εσθονία	4.500.000	1.400.000	15.000	1,1	1:93	0,31
Ιρλανδία	7.030.000	4.100.000	350.000	8,5	1:12	0,58
Ισπανία	50.500.000	40.400.000	980.000	2,4	1:41	0,80
Ιταλία	30.100.000	58.100.000	750.000	1,3	1:77	1,93
Κύπρος	900.000	800.000	45.000	5,6	1:18	0,89
Λιθουανία	6.450.000	3.600.000	25.000	0,7	1:144	0,56
Μάλτα	30.000	400.000	15.000	3,8	1:27	13,33
Νορβηγία	32.411.500	4.600.000	190.000	4,1	1:24	0,14
Ολλανδία	4.152.600	16.600.000	30.000	0,2	1:553	4,00
Ουγγαρία	9.300.000	10.000.000	54.500	0,5	1:183	1,08
Πολωνία	31.300.000	38.500.000	100.000	0,3	1:385	1,23
Πορτογαλία	9.200.000	10.600.000	230.000	2,2	1:46	1,15
Σερβία	8.800.000	10.100.000	80.000	0,8	1:126	1,15
Σουηδία	44.996.400	9.000.000	290.000	3,2	1:31	0,20
Φιλανδία	33.814.500	5.220.000	290.000	5,6	1:18	0,15
Σύνολο	406.743.300	405.340.000	5.613.080	1,4	72	1,00

Η κατά χρόνο θηρευτική δραστηριότητα, ο αριθμός, το είδος των θηρευομένων ειδών και η διάρκεια θήρευσης αυτών εξαρτάται από το είδος του θηράματος και καθορίζονται με Υπουργικές αποφάσεις, που εκδίδονται κατά κύριο λόγο με βάση τις βιολογικές παραμέτρους των θηραμάτων, καθώς και τη συμπεριφορά των θηραμάτων. Στον πίνακα 2 φαίνονται τα επιτρεπόμενα είδη θηραμάτων, η διάρκεια και ο αριθμός θήρευσης αυτών.

Το κυνήγι επιτρέπεται σε ορισμένες περιοχές και απαγορεύεται στις προστατευόμενες φυσικές περιοχές, όπως: καταφύγια άγριας ζωής, εκτροφεία θηραμάτων, εθνικοί δρυμοί, υγρότοποι, κ.ά..

Από τα στοιχεία του πίνακα 2 διαπιστώνεται το επαρκές νομικό πλαίσιο για την προστασία των θηραμάτων, διότι ο κυνηγός δεν μπορεί να κυνηγήσει όπου θέλει, όποτε θέλει και όσα θηράματα θέλει. Σε λίγους Νομούς της χώρας, λαμβάνονται υπόψη ορισμένες ιδιαιτερότητες οπότε ισχύουν διαφορετικές ρυθμίσεις.

Πίνακας 2. Κατά θηρεύσιμο είδος περιόδος κυνηγίου, ημέρες εβδομάδας και αριθμός επιτρεπόμενων θηραμάτων

α/α	Είδος θηράματος	Περίοδος κυνηγίου	Ημέρες της εβδομάδος	Επιτρεπόμενος αριθμός
Θηλαστικά				
1	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	15/9-28/2	Όλες	Χωρίς περιορισμό
2	<i>Lepus europaeus</i>	15/9 -10/1	Τετ., Σάβ., Κυριακή	1
3	<i>Sus scrofa</i>	15/9 -20/1	“	2 άτομα ανά ομάδα
4	<i>Vulpes vulpes</i>	15/9 -28/2	Όλες	Χωρίς περιορισμό
5	<i>Martes foina</i>	15/9 -28/2	“	“
Πτηνά				
1	<i>Streptopelia turtur</i>	15/9-28/2	Όλες	12
2	<i>Columba palumbus</i>	15/9-20/2	“	Χωρίς περιορισμό
3	<i>Columba livia</i>	15/9-28/2	“	“
4	<i>Coturnix coturnix</i>	15/9-28/2	“	12
5	<i>Alauda arvensis</i>	15/9-10/2	“	10
6	<i>Turdus philomelos</i>	15/9-28/2	“	
7	<i>Turdus pilaris</i>	15/9-28/2	“	
8	<i>Turdus iliacus</i>	15/9-28/2	“	25 άτομα την ημέρα από όλα τα είδη
9	<i>Turdus viscivorus</i>	15/9-20/2	“	
10	<i>Turdus merula</i>	15/9-20/2	“	
11	<i>Pica pica</i>	15/9-28/2	“	Χωρίς περιορισμό
12	<i>Corvus monedula</i>	15/9-28/2	“	“
13	<i>Corvus corone cornix</i>	15/9-28/2	“	“
14	<i>Sturnus vulgaris</i>	15/9-28/2	“	“
15	<i>Alectoris graeca</i>	15/9-30/11	Τετ., Σάβ., Κυριακή	4
16	<i>Alectoris chukar</i>	15/9-30/11	“	4
17	<i>Phasianus colchicus</i>	15/9-29/12	“	1
18	<i>Anas penelope</i>	15/9- 10/ 2	Όλες	
19	<i>Anas crecca</i>	15/9- 31/ 1	“	
20	<i>Anas platyrhynchos</i>	15/9- 31/ 1	“	
21	<i>Anas acuta</i>	15/9- 10/ 2	“	
22	<i>Anas querquedula</i>	15/9- 10/ 2	“	
23	<i>Anas clypeata</i>	15/9- 10/ 2	“	
24	<i>Aythya ferina</i>	15/9- 31/ 1	“	25 άτομα την ημέρα από όλα τα είδη
25	<i>Aythya fuligula</i>	15/9- 10/ 2	“	
26	<i>Anas strepera</i>	15/9- 31/ 1	“	
27	<i>Fulica atra</i>	15/9- 10/ 2	“	
28	<i>Anser albifrons</i>	15/9- 10/ 2	“	
29	<i>Gallinula chloropus</i>	15/9 - 10/ 2	“	10
30	<i>Scolopax rusticosa</i>	15/9-28/2	“	10
31	<i>Gallinago gallinago</i>	15/9 - 10/ 2	“	10
32	<i>Vanellus vanellus</i>	15/9 - 31/ 1	“	10

Συγκριτικά με την νομοθεσία άλλων ευρωπαϊκών κρατών, η ελληνική νομοθεσία περί θήρας, σε συνδυασμό και με το ισχύον κοινοτικό δίκαιο, χαρακτηρίζεται από τις πλέον αυστηρές όσον αφορά την προστασία της θη-

ραματοπανίδας, αλλά και από τις πλέον φιλελεύθερες όσον αφορά τον τρόπο και τον τόπο άσκησης της θήρας.

Στη χώρα μας, εκτός από το ελεύθερο παραδοσιακό κυνήγι, υπάρχει και το ελεγχόμενο κυνήγι, που ασκείται σε πολύ μικρή έκταση, σε καθορισμένες δημόσιες περιοχές και σε δύο (2) ιδιωτικές (Ελεγχόμενες Κυνηγετικές Περιοχές -shooting preserves). Το κυνήγι στις περιοχές αυτές δεν έχει καμία σχέση με το ελεύθερο παραδοσιακό κυνήγι και ασκείται από πάρα πολύ λίγους κυνηγούς, όπου ο κυνηγός πληρώνει ειδική άδεια εισόδου, καθώς και το θήραμα που θα σκοτώσει. Σήμερα στην Ελλάδα λειτουργούν εννέα (9) δημόσιες και ιδιωτικές Ελεγχόμενες Κυνηγετικές Περιοχές. Αυτές λειτουργούν με το σύστημα “put and take”, το οποίο δεν είναι αποδεκτό από μεγάλη μερίδα κυνηγών. Οι Ελεγχόμενες Κυνηγετικές Περιοχές τροφοδοτούνται κυρίως με πτερωτά θηράματα, από τα κρατικά εκτροφεία θηραμάτων. Το κυνήγι αυτής της μορφής δεν προσφέρει συγκινήσεις όπως το ελεύθερο παραδοσιακό κυνήγι, διότι η θέση, το είδος του θηράματος και ο αριθμός των απελευθερωμένων θηραμάτων είναι γνωστά και το αποτέλεσμα προβλέψιμο.

Τα εκτροφεία θηραμάτων είναι μικρές δημόσιες περιφραγμένες και κατάλληλα εξοπλισμένες εκτάσεις όπου γίνεται τεχνητή αναπαραγωγή θηραμάτων (φασιανού, πέρδικας και ελαφιών), ανέρχονται σε 12, (9 πτερωτών θηραμάτων και 3 τριχωτών) και είναι κατανεμημένα σε όλη την επικράτεια. Την διαχείριση των δημόσιων Ε.ΚΠ (Ελεγχόμενες Κυνηγετικές Περιοχές) και Εκτροφείων θηραμάτων την έχει το κράτος.

Η πολιτεία προκειμένου να προστατεύσει αποτελεσματικά την άγρια ζωή (πανίδα, χλωρίδα) και δια μέσου αυτής τη βιοποικιλότητα θεσμοθέτησε τα καταφύγια άγριας ζωής. Σκοπός ίδρυσης των δεν είναι μόνον η προστασία των θηραμάτων, αλλά και η διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας των σπάνιων και απειλούμενων ειδών της χλωρίδας και της πανίδας. Σήμερα λειτουργούν 604 καταφύγια άγριας ζωής, που καλύπτουν έκταση 1.038.100 ha (περιλαμβάνονται οι κυνηγετικές Περιοχές και οι υγρότοποι) και αντιστοιχούν στο 7.9% της συνολικής έκτασης της χώρας.

Μέσα άσκησης της θήρας

Τα μέσα που επιτρέπονται για την άσκηση της θήρας, είναι: το λειόκανο όπλο (shotgun), το τόξο και το μαχαίρι. Δεν επιτρέπεται κατά την διάρκεια άσκησης της θήρας η χρήση αυτοκινήτου, βάρκας ή αυτοκινουμένου άλλου μέσου. Ο κάτοχος του κυνηγετικού όπλου είναι υποχρεωμένος να εί-

ναι εφοδιασμένος με το δελτίο κατοχής του όπλου, το οποίο εκδίδει η τοπική αστυνομική αρχή και να φροντίζει για την ασφαλή φύλαξή του.. Επίσης επιτρέπεται η χρήση κυνηγετικού σκύλου του οποίου η κατοχή διέπεται από ορισμένες υποχρεώσεις, όπως δελτίο ταυτότητας του ζώου, φίμωτρο κατά την μεταφορά, εκγύμναση σκύλου πτερωτού θηράματος σε καθορισμένες περιοχές κ.ά.

Κυνηγετικές Οργανώσεις

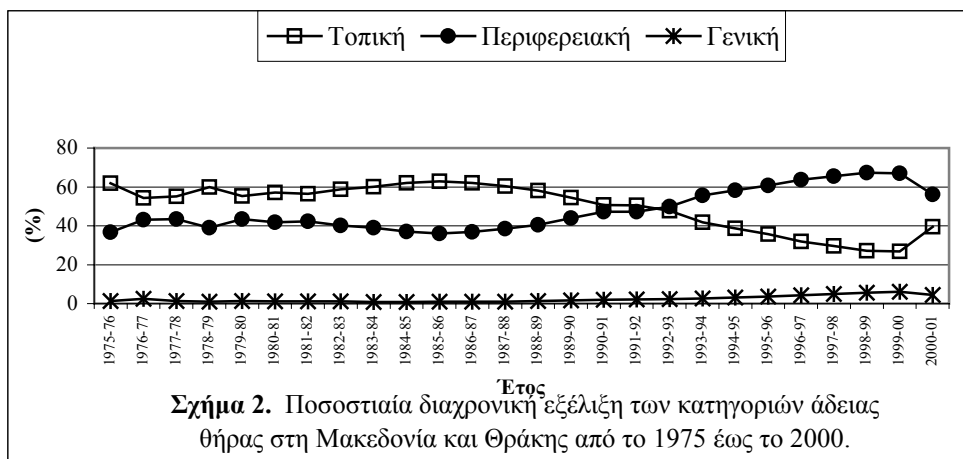
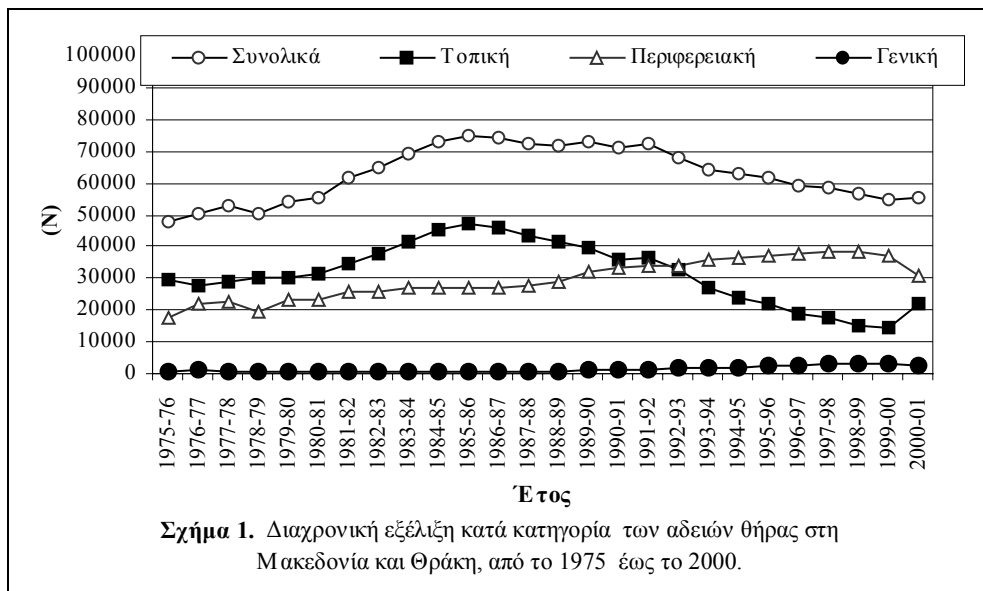
Το κράτος για να οργανώσει καλλίτερα τα θέματα θήρας κατά νομό, έχει θεσμοθετήσει τις Κυνηγετικές Οργανώσεις. Βασική μονάδα οργάνωσης αποτελεί ο Κυνηγετικός Σύλλογος, όπου μέλη είναι οι κυνηγοί. Σκοπός του Κυνηγετικού Συλλόγου είναι η οργάνωση των κυνηγών και η συμβολή αυτών στην διατήρηση, ανάπτυξη και προστασία του θηράματος.

Οι 240.000 περίπου κυνηγοί, είναι οργανωμένοι σε 248 Κυνηγετικούς Συλλόγους, επτά (7) Κυνηγετικές Ομοσπονδίες και μία (1) Συνομοσπονδία. Οι κυνηγετικές οργανώσεις εποπτεύονται από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Άδειες θήρας - Στατιστικά στοιχεία

Όσον αφορά τον αριθμό και το είδος των αδειών θήρας, διαχρονικά παρατηρούνται μεταβολές. Με βάση σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Κυνηγετική Περιφέρεια Μακεδονίας-Θράκης, διαπιστώνεται ότι, στη διάρκεια των τελευταίων 25 ετών (1975-2000), και ειδικότερα κατά τα έτη 1975, 1985 και 2000 είχαν εκδοθεί 48.975, 76.637 (μέγιστος αριθμός αδειών θήρας) και 56.400 άδειες θήρας αντίστοιχα. Από το 1975 έως το 1985 ο αριθμός αδειών θήρας αυξήθηκε κατά 56,5% (που αποτελεί και το μέγιστο αριθμό αδειών θήρας από καταβολής του Ελληνικού κράτους), με μέσο ετήσιο ποσοστό αύξησης 4,11% και από το 1985 μέχρι το 2000, ο αριθμός των αδειών θήρας μειώθηκε κατά 26,35%, με μέσο ετήσιο ποσοστό μείωσης 1,76% (Σχήμα 1) (Τσαχαλίδης 2003).

Παράλληλα στο ίδιο χρονικό διάστημα, με βάση την έρευνα διαπιστώνεται σημαντική μεταβολή μεταξύ των κατηγοριών της άδειας θήρας. Ο ρυθμός έκδοσης των Τοπικών αδειών θήρας (local) μέχρι το 1992 είναι ανοδικός και από το 1993 μέχρι το 2000 είναι πτωτικός με παράλληλη αύξηση των περιφερειακών αδειών θήρας (rural). Οι κυνηγοί της Μακεδονίας - Θράκης προτιμούν έως το 1992 να εκδίδουν Τοπικές άδειες θήρας, ενώ α-



πό το 1993 και μετά προτιμούν να εκδίδουν Περιφερειακές άδειες θήρας (rural) (Σχήμα 1) (Τσαχαλίδης 2003). Αυτή η συμπεριφορά των κυνηγών είναι δυνατόν να αποδοθεί στη μεγάλη μετακίνηση του αγροτικού πληθυσμού προς τα μεγάλα αστικά κέντρα κατά τα τελευταία χρόνια, οπότε οι κυνηγοί αυτοί προκειμένου να κυνηγήσουν στα παραδοσιακά τους κυνηγοτόπια (hunting grounds) έπρεπε να έχουν περιφερειακή άδεια θήρας.

Οι παραπάνω διαπιστώσεις-μεταβολές, κατά το χρονικό διάστημα

1975-2000, ισχύουν αναλογικά και για τις υπόλοιπες Κυνηγετικές Ενώσεις της Ελλάδας, με αποτέλεσμα ο μέγιστος αριθμός αδειών θήρας (360.000), που καταγράφηκε για όλη την Ελλάδα το 1985, να έχει μειωθεί στις 240.000 άδειες θήρας κατά το έτος 2005. Έκτοτε ο αριθμός αυτός παραμένει μέχρι σήμερα σχεδόν σταθερός με πολύ μικρές αυξομειώσεις από έτος σε έτος (Τσαχαλίδης δημοσίευτα αποτελέσματα).

Οι μεταβολές αυτές οφείλονται κυρίως στις έντονες κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές αλλαγές, που έχουν συμβεί τα τελευταία 25 χρόνια στη χώρα μας αλλά και διεθνώς. Ειδικότερα οι μεταβολές αυτές είναι δυνατόν να αποδοθούν στη μετακίνηση μεγάλου μέρους του πληθυσμού της υπαίθρου, κυρίως ορεινών περιοχών, προς τα μεγάλα αστικά κέντρα (αστυφιλία). Επίσης σημαντική συμβολή έχουν, η αντικυνηγετική προπαγάνδα, οι εναλλακτικές δυνατότητες αναψυχής και οι μεγάλες ανθρωπογενείς επεμβάσεις, που επηρέασαν δυσμενώς τα ενδιαφέροντα των ζώων με αποτέλεσμα τη μείωση του πληθυσμού ορισμένων ειδών θηραμάτων (Heberlein and Willebrand 1998, Hansen 2007, Heberlein 2007)

Κυνηγετική προτίμηση

Ένα από τα ιδιαίτερα ατομικά χαρακτηριστικά του κυνηγού αποτελεί και η κυνηγετική προτίμηση, δηλαδή το είδος του θηράματος που κυρίως προτιμά να θηρεύει ο κυνηγός. Οι διαχειριστές της άγριας ζωής θα πρέπει να λαμβάνουν σοβαρά υπόψη την παράμετρο αυτή, διότι δείχνει την πίεση (ζήτηση) που ασκείται σε κάποιο θήραμα, την αφθονία του θηράματος και εάν η ζήτηση είναι μεγάλη, και να προτείνουν τα κατάλληλα διαχειριστικά μέτρα.

Στην χώρα μας έχουν καταγραφεί 422 είδη πτηνών και 116 είδη θηλαστικών. Από αυτά επιτρέπεται η θήρευση 32 ειδών πτηνών (τα 18 ανήκουν στην κατηγορία των εδαφόβιων και δενδρόβιων πτηνών και τα 14 στα υδρόβια και παρυδάτια), και μόνον 5 θηλαστικών (πίνακας 1). Ορισμένα από τα παραπάνω θηρεύσιμα είδη οι κυνηγοί τα προτιμάν περισσότερο και άλλα λιγότερο.

Με βάση την κυνηγετική προτίμηση, οι κυνηγοί διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες, όπως: λαγοκυνηγοί, γουρουνοκυνηγοί, περδικοκυνηγοί κ.ά. Με τον όρο αυτό εννοούμε τους κυνηγούς που προτιμούν να ασχολούνται κυρίως με τη θήρα συγκεκριμένου είδους θηράματος όταν εξέρχονται για κυνήγι, ανεξάρτητα από τον αριθμό των θηραμάτων που βάζει στην τσάντα του (Wright et al. 1977).

Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στη χώρα μας διαπιστώνεται ότι ορισμένα θηράματα είναι περισσότερο δημοφιλή σε σύγκριση με κάποια άλλα.

Η κυνηγετική προτίμηση των Ελλήνων κυνηγών διαφοροποιείται από περιοχή σε περιοχή. Αυτή εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Κυρίως όμως εξαρτάται από την αφθονία του θηράματος, την ηλικία του κυνηγού τον τόπο κατοικίας το γεωμορφολογικό ανάγλυφο και την παρέα με την οποία κυνηγά.

Με βάση τα στοιχεία μίας έρευνας («Άρτεμις», που αναφέρεται στο σύνολο των κυνηγών της Ελλάδας, στο διάστημα 1995 – 2003, πρώτο είδος σε προτίμηση με βάση την κυνηγετική έξοδο, είναι η μπεκάτσα (*Scolorax rusticola*), 18,5%) και ακολουθούν με πολύ μικρή διαφορά ο λαγός (*Lepus europaeus*) (17,9%) και οι τσίχλες (*Turdidae*), (17,7%) (Καραμπατσάκης 2005). Από τα στοιχεία αυτά διαπιστώνεται ότι, η μπεκάτσα και οι τσίχλες έχουν μεγάλη προτίμηση. Η συμπεριφορά αυτή, κατά ένα μεγάλο ποσοστό, οφείλεται στη μεγαλύτερη κυνηγετική διάρκεια και στις περισσότερες ευκαιρίες που έχει στη διάθεσή του ο κυνηγός για τα είδη αυτά, διότι σε σχέση με τα άλλα επιτρεπόμενα θηράματα, το κυνήγι τους επιτρέπεται κάθε ημέρα καθ' όλη την διάρκεια της κυνηγετικής περιόδου, από 20 Αυγούστου μέχρι 28 Φεβρουαρίου και σε μεγάλους αριθμούς (πίνακας 2).

Στη Βόρεια Ελλάδα (Μακεδονία, Θράκη, Ήπειρο και Θεσσαλία), ο λαγός, αποτελεί το παραδοσιακότερο και σημαντικότερο είδος θηράματος για μεγάλη μερίδα Ελλήνων κυνηγών, λόγω της ευρείας κατανομής του και της μεγάλης του αφθονίας. Είναι πρώτος στις προτιμήσεις των κυνηγών των παραπάνω Περιφερειών, με ποσοστό 22,7%, (Καραμπατσάκης 2005).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2005 στην 3η Κυνηγετική Περιφέρεια Πελοποννήσου (38.600 κυνηγοί) διαπιστώθηκε ότι οι κυνηγοί της Πελοποννήσου σαν πρώτη κυνηγετική προτίμηση έχουν το λαγό (*Lepus europaeus*) (38,02%) και ακολουθούν ο αγριόχοιρος (*Sus scrofa*) (16,39%) και η ορεινή πέρδικα (*Alectoris graeca*) (15,13%) (Tsachalidis and Konstantopoulos 2007). Όλα τα παραπάνω είδη αποτελούν ενδημικά θηράματα.

Στα μεγάλα νησιά της χώρας μας Λήμνο και Λέσβο και σε όλα τα άλλα νησιά, όπου οι κλιματικές συνθήκες δεν ευνοούν τη δημιουργία ποικιλίας οικοσυστημάτων, η ποικιλία των θηραμάτων είναι περιορισμένη και κατά συνέπεια οι κυνηγοί έχουν λιγότερες επιλογές. Οι κυνηγοί κυρίως προτιμούν να θηρεύουν αποδημητικά πτηνά, όπως: τσίχλες, μπεκάτσα, κ.ά., (65%), και ακολουθεί ο λαγός (*Lepus europaeus*) (35%). Κάτι αντίστοιχο παρατηρείται και στα άλλα νησιά Το αγριοκούνελο (*Oryctolagus cuniculus*) είναι πρώτο σε προτίμηση στη Λήμνο (92%), διότι υπάρχει σε μεγάλη αφθονία (Κουγιού 2005), ενώ στην Κρήτη, ο λαγός προτιμάται κατά 90 % (Τσαχαλίδης αδημοσίευτα αποτελέσματα).

Οι κυνηγοί που κατοικούν σε μεγάλα αστικά κέντρα προτιμούν τα πτε-

ρωτά θηράματα και κυρίως την μπεκάτσα και τις τσίχλες ενώ οι κυνηγοί που προέρχονται από την περιφέρεια και τις ορεινές περιοχές προτιμούν κυρίως τα τριχωτά θηράματα (λαγό και αγριόχοιρο).

Βιβλιογραφία

- Δασικός Κώδικας, Ν.Δ 86/1969, ΦΕΚ 7. Τεύχος Α', 1969,(άρθρα 251-288).
- FACE.2007. Hunting in Europe: Census of the number of Hunters in Europe. <http://www.face-europe.org/fs-hunting.htm>.
- Hansen, H.P.2007. Danish Hunters in the new Millenium. Book of abstracts of XXVIIth International Union Game Biologists. Upsalla,13-19 August, 2007, Upsala, Sweden. Pp 75.
- Heberlein, T.A and T. Willebrand. 1998. Attitudes toward hunting across Time and Continents: The United States and Sweden. *Game Wildl.* Vol 15(3):1071-1080.
- Heberlein T.A. 2007. Hunter declines in Europe and North America: Causes concerns and proposed research. Book of abstracts of XXVIIth International Union Game Biologists. Upsalla,13-19 August, 2007, Upsala, Sweden. Pp 76
- Καραμπατσάκης, Θ. 2005. Η κυνηγετική προτίμηση των Ελλήνων κυνηγών: Δεδομένα e-bank από το Πρόγραμμα "Αρτεμις". ΠΑΝΘΗΡΑΣ, Κυνηγετική Ομοσπονδία Μακεδονίας -Θράκης, Θεσσαλονίκη. σελ. 122-127.
- Κουγιού, Π. 2005. Προσωπικά χαρακτηριστικά και κυνηγετική συμπεριφορά των κυνηγών στα νησιά Λέσβος και Λήμνος. Πτυχιακή εργασία. ΤΕΙ, Δράμας.
- Παπασταύρου, Α και Κ. Μακρής 1986. Δασική Πολιτική. Τόμος ΙΙ. Θεσσαλονίκη. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Α.Π.Θ.
- Pinet J-M. 1995. The hunter in the Europe. www.face-europe.org/hunting_in_europe/Pinet_Study/Pinet
- Σκορδάς, Κ. 2001. Η σημασία του κυνηγίου σαν βάση οικονομικής δράσης. ΠΑΝΘΗΡΑΣ, Κυνηγετική Ομοσπονδία Μακεδονίας - Θράκης, Θεσσαλονίκη. σελ. 40-48
- Τσαχαλίδης, Ε.Π. 2003. Διαχρονική εξέλιξη των αδειών θήρας στη Μακεδονία και Θράκη κατά το διάστημα 1975-2000. Γεωτεχνικά Επιστ. Θέματα, Σειρά ΙΙ, 14 (3): 41- 48.
- Τσαχαλίδης, Ε.Π., και Γ. Τσαντόπουλος. 1998. Τα χαρακτηριστικά των κυνηγών και σχέσεις αυτών με την κατοχή και το είδος κυνηγετικού

- σκύλου. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ. Τιμητικός τόμος του Ομότιμου Καθηγητού Λουκά Γ. Αρβανίτη. Τόμος 41(2) : 1191-1206.
- Τσαχαλίδης, Ε.Π., Σ. Γαλατσίδας και Γ. Τσαντόπουλος. 1998. Χαρακτηριστικά των κυνηγών της Κυνηγετικής Περιφέρειας Μακεδονίας Θράκης. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ. Τιμητικός τόμος του Ομότιμου Καθηγητού Λουκά Γ. Αρβανίτη. Τόμος 41(2) : 1345-1356.
- Tsachalidis, E.P. and P. Konstantopoulos. 2007. The hunting preference of Peloponnesus hunters, South Greece. Book of abstracts of XXVIIth International Union Game Biologists. Upsalla, 13-19 August, 2007, Upsala, Sweden. Pp 220.
- Wright, V.L., T.A. Bubolz, A. Wywialowski and R.B. Dahlgren. 1977. Characteristics of Individuals involved in different types of hunting. Trans. North American Wildlife. Conference 42: 207-215.

The hunting in Greece

E. P. Tsachalidis

Abstract

Hunting in Greece is an ancient and traditional activity . It constitutes a type of outdoor recreation. It concerns all ages, all social levels, mainly the lower ones and all educational levels. The variety (diversity) and the abundance of fauna are of great importance for the activity of hunting. In Greece 422 species of birds have been recorded and that is due to its key zoo-geographic position in the basin of the Mediterranean. The fauna and flora are among the richest within the countries of the Mediterranean. It constitutes a crossroad for a lot of immigrant birds and therefore, there is of a great hunting interest.

The present work examines the organization and the hunting status in Greece. Hunting concerns the 2,9% of total population of the country, with 260.000 hunters. More specifically, it refers in the current institutional hunting status, in the prohibitions in effect, in the number and in the type of hunting licenses (hunters), in the individual characteristics and in the hunting behavior of hunters. Also, it is given important information on the preferred game species, the number and the time periods for hunting for each species.

Information is also given about administrative organization of hunting in Greece, for hunting carriers that contribute in the protection and in the improvement of habitats for hunting fauna.

Ενέργεια και Περιβάλλον

Ε. Μπεζιρτζόγλου

**Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης,
Ορεστιάδα. E-mail: empezirt@agro.duth.gr,**

Εισαγωγή

Στην παρούσα μελέτη ανασκοπούνται διεξοδικά οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι ανά κατηγορία και προτείνονται λύσεις διάσωσης του περιβάλλοντος, ορθολογική διαχείρισή του με απώτερο στόχο την διαφύλαξη της δημόσιας υγείας.

Οι ασθένειες εξαφανίζονται και επανέρχονται και για το ανθρώπινο γένος τα πράγματα χειροτερεύουν. Όταν εκλείπει μία νόσος, όπως στην περίπτωση της ευλογιάς, άλλη νόσος επιθετικότερη εμφανίζεται, όπως το AIDS.

Στις ημέρες μας όσον και παλαιότερα τα βακτήρια ταξίδευαν με τον άνθρωπο και το περιβάλλον του. Άλλοτε, η πανώλη έφτανε από την Κίνα στην Ευρώπη με τα караβάνια και με τα φορτία των πλοίων που έρχονταν από την Ανατολή.

Σήμερα η Τεχνολογία, οι Μεταφορές, ο Τουρισμός και η Αεροναυτική επιτρέπουν στον ιό του AIDS να πάρει το αεροπλάνο όπως εμείς, και με μία πτήση να έρθει από το Ζαΐρ στην Ευρώπη.

Σύμφωνα με το Κέντρο Καταγραφής Νοσημάτων (Center for Disease Control), τα τελευταία 24 χρόνια, 365 νέες ασθένειες έχουν καταγραφεί. Ο αριθμός αυτός είναι ενδεικτικός της προόδου της επιστήμης και της ανάπτυξης μίας κοινωνίας ιδιαίτερα δεκτικής στην ανάπτυξη νέων λοιμώξεων, καθώς στην διασπορά νέων μικροοργανισμών που επανέρχονται ως πολύ-ανθεκτικοί.

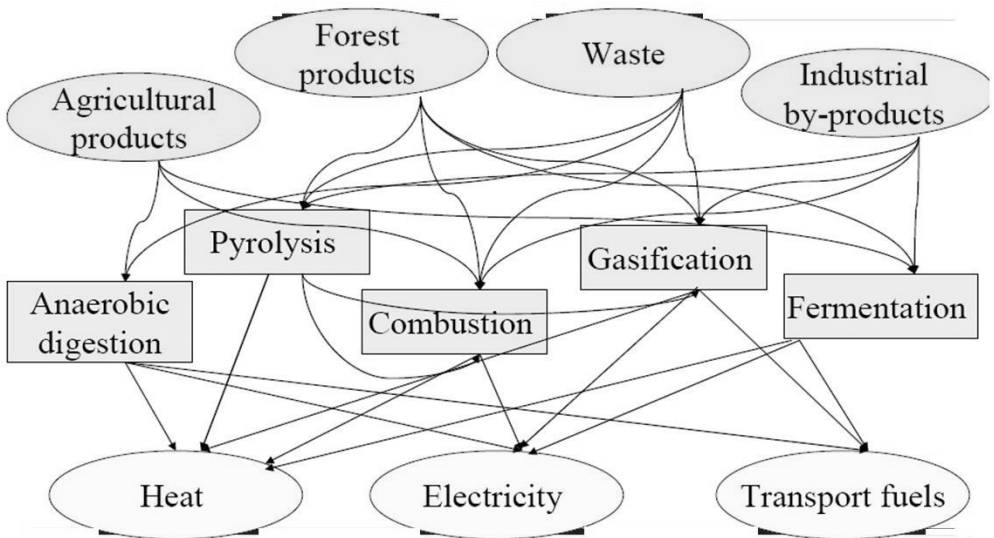
Σε αυτό συντελεί και η ανάπτυξη νέων φαρμάκων και χημικών ουσιών, όπως αντιβιοτικά, απολυμαντικά, εντομοκτόνα, λιπάσματα κα. που αποδεδειγμένα οδηγεί σε γενετική τροποποίηση των μικροοργανισμών και σε πολύ-ανθεκτικότητα με διασπορά στο περιβάλλον, στην εκτροφή των ζώων, στα τρόφιμα, στο νερό που πίνουμε, στον ίδιο τον άνθρωπο.

Η πολύ-ανθεκτικότητα αμβλύνεται με την διάθιξη των καινούργιων πόλεων και της αστικοποίησης που αποτελούν ένα εξαιρετικό υπόβαθρο ατμοσφαιρικής μόλυνσης, ενισχύοντας με τις μεταφορές, τα αστικά απόβλητα και τα επιβαρυμένα με ρύπους υδάτινα συστήματα.

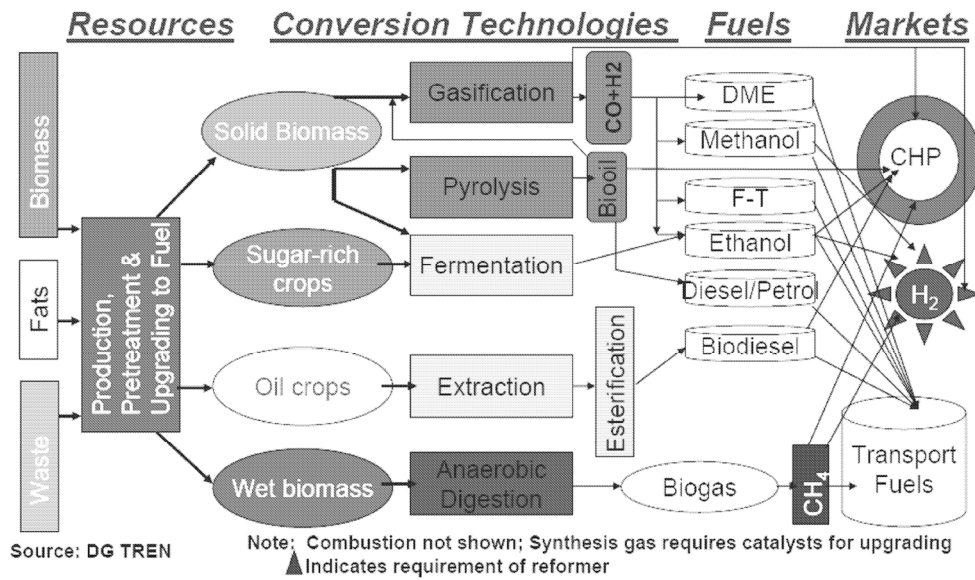
Εκπορευόμενοι λοιπόν από τις ανωτέρω πληροφορίες, είναι σαφές ότι η ορθολογική και επωφελής εκμετάλλευση των πόρων αυτών πρέπει να αποτελέσει μία προτεραιότητα στην έρευνα. Πρόσφατα η βιοτεχνολογία έστρεψε το ενδιαφέρον της στην μετατροπή της βιομάζας και των αποβλήτων σε ωφέλιμα προϊόντα.

Ο συστηματικός έλεγχος των μικροβιακών και χημικών ρύπων θα μας εξοπλίσει με γνώση για την ανεύρεση δεικτών για την επεξεργασία των αποβλήτων με μεθόδους που εκπληρούν τον διττό στόχο της εξυγίανσης των εδαφών, αλλά και του δυναμικού τους να δεχτούν νέες καλλιέργειες.

Η επεξεργασία των αποβλήτων με πυρόλυση ($t: 700^{\circ}\text{C}$) φαίνεται να εκπληρεί τον ανωτέρω στόχο διαφυλάσσοντας την δομή του εδάφους σε μεταλλικά στοιχεία, αλλά και προσδίδοντας σε αυτό την δυνατότητα προσοδόφρων καλλιεργειών.



Σχήμα 1. Πόροι ενεργειακής εκμετάλλευσης



Σχήμα 2. Τεχνολογίες μετατροπής σε βιοκαύσιμα

Στην Ευρώπη, η κυκλοφορία ολοένα και αυξάνεται. Δια των μεταφορών παράγεται το 1/3 των εκπομπών του CO₂, το οποίο ενέχεται στις κλιματικές αλλαγές που προκαλούνται και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Στις μέρες μας, η μεταφορά εξαρτάται από το πετρέλαιο, καύσιμο εισαγωγής του οποίου η τιμή αυξάνει σταθερά. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, η άμεση απάντηση περιέχει την αντικατάσταση του πετρελαίου και της βενζίνης με βιοκαύσιμα.

Η Κοινή Αγροτική Πολιτική σε σύγκλιση με τους στόχους της Λισαβόνας για την ανταγωνιστικότητα στην περιφέρεια και κατ' επέκταση στη χώρα μας, προτείνουν την καλλιέργεια ενεργειακών και αρωματικών φυτών ως εργαλείο διάσωσης ενός περιβάλλοντος που υποφέρει.

Τα βιοκαύσιμα παράγονται εύκολα από καλλιέργειες φυτών, όπως ελαιοκράμβη, σιτηρά, σακχαρότευτλα και είναι επίσης ανανεώσιμα.

Επαυξάνοντας, η ανάπτυξη αυτού το τομέα εγκλύει τα ακόλουθα:

- -τη δημιουργία θέσεων εργασίας σε διάφορα επίπεδα,
- -προσφέρει φιλικές για το περιβάλλον καλλιέργειες,
- -επιτρέπει την σωστή εκμετάλλευση και τον ανασχεδιασμό των αγροτεμαχίων,

- -επαναδραστηριοποιεί τις προβληματικές επιχειρήσεις,
- -δημιουργεί τον αρωμα-τουρισμό.

Είναι λοιπόν σαφές ότι η παραγωγή βιοκαυσίμων από τα φυτά θα οδηγήσει σε μία αειφόρο ανάπτυξη της γεωργίας και του περιβάλλοντος.

Το αναμενόμενο οικονομικό όφελος είναι σαφές από την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων και δράσεων. Επίσης, το κοινωνικό όφελος εμπεριέχει την αποκέντρωση και την συγκράτηση του αγροτικού πληθυσμού.

Επιπλέον, η διαφοροποίηση των ενεργειακών πηγών και ο σεβασμός στις δεσμεύσεις του πρωτοκόλλου του Κιότο, που επιβάλλουν οικολογικά μέτρα στο περιβάλλον και στη βιομηχανία θα έχουν υλοποιηθεί.

Τα βιοκαύσιμα είναι ουδέτερα στην εκπομπή του CO₂ και τοιούτοτρόπως αποτελούν ιδανικό μέσον μείωσης των βλαβερών εκπομπών.

Ως παράδειγμα θα αναφέρεται η Στοκχόλμη (Σουηδία), όπου έχουν δοθεί στην κυκλοφορία τα λεωφορεία Ethanolbus που χρησιμοποιούν βιοαιθανόλη, καθώς και τα αυτοκίνητα Flexifuel που έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιούν τα παλαιού τύπου καύσιμα η να προσαρμόζονται σε διάφορα μίγματα βιοκαυσίμων. Επίσης, στην πόλη Ρουέν της Γαλλίας κυκλοφορούν λεωφορεία με Biodiesel που προέρχεται από ελαιοκράμβη.

Συνδράμοντας στην ανάπτυξη αυτών των τεχνολογιών, η βιοτεχνολογία επωμίστηκε την πραγματοποίηση αυτών των σχεδίων. Η ανάπτυξη των τεχνικών Genomics-sequencing για την μικροβιακή υπερπαραγωγή επιβάλλεται επενδυμένη ταυτόχρονα με τεχνολογία μεθόδων transcriptomics/proteomics, που σε δεδομένο περιβάλλον επιτρέπουν τον χαρακτηρισμό και την ταυτοποίηση των πρωτεϊνών του κυττάρου.

Το biodiesel προέρχεται από ελαιώδη φυτά όπως η ελαιοκράμβη και ο ηλίανθος και από αυτά εξάγεται με συμπίεση και διύλιση. Χρησιμοποιείται είτε σε καθαρή μορφή σε τροποποιημένους κινητήρες, είτε σε μίγμα (5-30%) στους υπάρχοντες κινητήρες.

Η βιοαιθανόλη εξάγεται από ζαχαρούχα φυτά όπως σακχαρότευτλα, σόργο, δημητριακά κατόπιν ζύμωσης και απόσταξης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στους υπάρχοντες κινητήρες (5%) η σε κινητήρες ειδικά σχεδιασμένους (85%).

Οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται για την επωφελή αυτή ζύμωση είναι μικροοργανισμοί του εδάφους η του περιβάλλοντος. Ως παράδειγμα, αναφέρεται ο ζυμομύκητας *Saccharomyces cerevisiae* που χρησιμοποιείται για την σακχαροποίηση.

Τέλος θα τονισθεί ότι το μεγάλο στοίχημα των ερευνητών εστιάζεται

στην παραγωγή βιοαιθανόλης από την κυτταρίνη κατόπιν μικροβιακής υδρόλυσης. Μικροοργανισμοί οι οποίοι χρησιμοποιούνται συχνότερα για την υδρόλυση αυτή είναι οι ακόλουθοι: *Fusarium oxysporium*, *Trepoderma viride*, *Tricoderma reesi*, *Acidothermus celluloticus*, *Clostridium thermocellum* και *Clostridium cellulolyticum*

Όπως προσφάτως, στις Βρυξέλλες (8-9 Μαρτίου 2007), το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο επανεκτίμησε και προσδιόρισε τους στόχους και την στρατηγική δράσης, εστιάζοντας στις ακόλουθες δράσεις:

- Ενίσχυση της εσωτερικής αγοράς και της ανταγωνιστικότητας με την καινοτομία και την επένδυση στην έρευνα και την ανάπτυξη
- Ανάπτυξη προγράμματος βελτίωσης και οριοθέτησης ενός δυναμικού περιβάλλοντος για τις βιομηχανίες
- Αφομοίωση μίας ολοκληρωμένης μακροπρόθεσμης πολιτικής για την κλιματολογική αλλαγή και την ενέργεια.

Είναι λοιπόν προφανές ότι σημαντικό τμήμα των ερευνητικών δραστηριοτήτων οφείλει να εστιάσει σε αυτά τα θέματα που εμπεριέχουν ένα διττό ρόλο, αφ' ενός μία δυναμική σε θέματα περιβαλλοντικά και βιοποικιλότητας και αφ' ετέρου την εφαρμογή των αρχών της αειφόρου ανάπτυξης βασιζόμενη στη βιοενέργεια.

Βιβλιογραφία

- Emerging the Millenium Development Goals: A guide to energy; s role in reducing poverty, UNDP/BDP Energy and Environment Group, 2001.
- UNDP and Energy for Sustainable Development, UNDP/BDP Energy and Environment Group, 2005.
- Energy and Gender for Sustainable Development: A tool kit and resource guide, UNDP/BDP Energy and Environment Group, 2005.
- World Energy Assessment Overview: 2001 Update, 2004.
- Conclusions de la Presidence, Conseil Europeen, 9 March 2007. Note de transmission, 7224.
- Maniatis, Kyriakos. 2007. EC policy on biofuels and specifications, International Conference on Biofuels Standards, Brussels. 27-28 February. 2007.

(*) Ομιλία σε στρογγυλή τράπεζα με θέμα «Ποιοι είναι οι στρατηγικοί τομείς και τα απαιτούμενα επαγγελματικά προφίλ» στα πλαίσια της Ημερίδας με τίτλο «Χτί-

ζοντας τις δεξιότητες του αύριο» που διοργανώθηκε από το Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων σε συνεργασία το Γαλλικό Ινστιτούτο Αθηνών στις 16 Μαρτίου 2007

Το βιοκαύσιμο ως μέσο για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και για την προστασία του περιβάλλοντος

P. Γιοβαννόπουλος και Σ.-Α. Γ. Λιάμπας*

***Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων,
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ορεστιάδα,
e-mail: angel40das@yahoo.gr**

Περίληψη

Σ' αυτή την εργασία μελετάται η εφαρμογή της καλλιέργειας ενεργειακών φυτών (γλυκού σόργου, καλαμποκιού, σιταριού, βαμβακιού, ηλιανθου, ελαιοκράμβης, αγριαγκινάρας, σόγιας και ζαχαρότευτλων) για την παραγωγή βιοκαυσίμων (βιοντίζελ και βιοαιθανόλης) στα πλαίσια της οδηγίας 2003/30/EC/08.05.03 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο και βενζίνη) με εναλλακτικά, σύμφωνα με το οποίο σε κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα πρέπει να επιτευχθεί το ελάχιστο ποσοστό 5,75% επί των πωλούμενων καυσίμων κίνησης ως το έτος 2010. Ερέθισμα αυτής της εργασίας είναι η ανάγκη για τη χρήση εναλλακτικών και ανανεώσιμων καυσίμων έναντι του πετρελαίου και των προϊόντων του, που έχει αρχίσει να παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στον ανεπτυγμένο κόσμο, τόσο για περιβαλλοντικούς όσο και για οικονομικούς και διαχειριστικούς λόγους. Κυρίως βέβαια για περιβαλλοντικούς λόγους και γι' αυτό η Ευρωπαϊκή Κοινότητα στοχεύει στην ικανοποίηση των δεσμεύσεων του πρωτοκόλλου του Κιότο σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές και την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, στην ασφάλεια του εφοδιασμού κατά τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον και στην προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις μεταφορές και αναμένει το 0,8% συμμετοχής των βιοκαυσίμων στη αγορά καυσίμων το 2004 να έχει εκτοξευθεί στο 20% το 2012.

Στοιχεία συλλέχθηκαν από τους επικεφαλείς επιλεγμένων νοικοκυριών του δήμου Τοπείρου μέσω προσωπικών συνεντεύξεων και με τη χρήση ερωτηματολογίου. Τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά για την ανάπτυξη και εξέλιξη των βιοκαυσίμων στην ελληνική αγορά γιατί αποτελούν το «καθαρό» και «οικονομικό» μέλλον στην αγορά καυσίμων τόσο για την Ελλάδα όσο και για τον υπόλοιπο κόσμο στην αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας καθώς μειώνονται ραγδαία τα αποθέματα υγρών καυσίμων στον πλανήτη γη.

Λέξεις κλειδιά: Βιοαιθανόλη, βιοκαύσιμο, εναλλακτικές πηγές ενέργειας, ερωτηματολόγιο.

Εισαγωγή - Τοποθέτηση του θέματος

Το Ευρωπαϊκό κοινοβούλιο, με την οδηγία 2003/30/EK/08.05.03 σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές, κάλεσε όλα τα κράτη – μέλη της Ε.Ε. να υποκαταστήσουν κατά 20% τα συμβατικά καύσιμα με εναλλακτικά μέχρι το 2020. Μέχρι το 2010, τα κράτη – μέλη υποχρεούνται, να έχουν ελάχιστο ποσοστό χρήσης βιοκαυσίμων 5,75%, το οποίο για τα ελληνικά δεδομένα αντιστοιχεί σε παραγωγή 390.000 τόνων βιοαιθανόλης.

Η χώρα η οποία θεωρείται ήδη επιτυχημένη στην προσπάθειά της για την αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων με βιοκαύσιμα είναι η Βραζιλία της οποίας οι προσπάθειες για την παραγωγή βιοαιθανόλης, η οποία θα αντικαθιστούσε το πετρέλαιο, θεωρούνται απολύτως επιτυχημένες. Το 80% των νέων αυτοκινήτων στη χώρα έχει τη δυνατότητα να κινείται με βενζίνη και αιθανόλη, ενώ περισσότερο από το 20% του συνόλου των μεταφορικών μέσων χρησιμοποιεί αποκλειστικά βιοαιθανόλη. Στη Βραζιλία η παραγωγή βιοαιθανόλης γίνεται με πρώτη ύλη το ζαχαροκάλαμο, στις Η.Π.Α. τον αραβόσιτο και στη Γαλλία το σιτάρι και τα ζαχαρότευτλα. Στην Ελλάδα δεν παράγεται επί του παρόντος βιοαιθανόλη.

Για την παραγωγή βιοαιθανόλης, τα γεωργικά φυτά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι τα ζαχαρότευτλα, ο αραβόσιτος, το σιτάρι και το γλυκό σόργο. Το τελευταίο, έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα στιςπειραματικές καλλιέργειές του που έγιναν στην βόρεια Ελλάδα και την Κωπαΐδα. Η απόδοσή του σε σάκχαρα είναι αξιόλογη και χαρακτηρίζεται από υψηλό συντελεστή φωτοσυνθετικής απόδοσης. Στον πίνακα 1, φαίνονται οι αποδόσεις των παραπάνω φυτών σε βιομάζα και βιοαιθανόλη ανά στρέμμα.

Πίνακας 1. Αποδόσεις φυτών σε βιομάζα και βιοαιθανόλη ανά στρέμμα.

Ενεργειακές Καλλιέργειες	Βιομάζα tn/στρέμμα	Βιοαιθανόλη λ/στρέμμα
Σακχαρούχο σόργο	7 - 8*	670*
Αραβόσιτος	1	400
Σακχαρότευτλα	6,5*	580*
Σιτάρι	0,4	140

Μια από τις πιο αξιόλογες προτάσεις για την παραγωγή βιοκαυσίμου στην Ελλάδα είναι η πρόταση δημιουργίας βιομηχανικής μονάδας παραγωγής

γής βιοαιθανόλης στο Δήμο Τοπείρου του Νομού Ξάνθης, η οποία θα χρησιμοποιήσει ως πρώτη ύλη το γλυκό σόργο.

Ο Δήμος Τοπείρου βρίσκεται στο Νομό Ξάνθης. Ο πληθυσμός του δήμου σύμφωνα με την απογραφή του 2001 είναι 14.500 κάτοικοι και η έκταση του είναι 312.500 στρέμματα. Είναι ο πρώτος Δήμος της Θράκης, καθώς βρίσκεται κατά μήκος του ποταμού Νέστου, στα σύνορα με το νομό Καβάλας. Η οικονομία της περιοχής του Δήμου Τοπείρου βασίζεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό στη γεωργία. Οι συνήθεις καλλιέργειες είναι το καλαμπόκι, το βαμβάκι, το σιτάρι καθώς και άλλες καλλιέργειες σε μικρότερο βαθμό.

Τα προβλήματα της γεωργίας σε πανελλαδικό επίπεδο δεν άφησαν φυσικά ανεπηρέαστη την περιοχή. Ο πληθυσμός του Δήμου μειώθηκε έντονα τα τελευταία χρόνια. Πιστεύουμε ότι η δημιουργία βιομηχανικής μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης με πρώτη ύλη το γλυκό σόργο θα αποτελέσει μια ανάσα για την ευρύτερη περιοχή του Νομού Ξάνθης, διότι εκτός από την παραγωγή βιοκαυσίμου, η καλλιέργεια του ικανοποιητικά επιδοτούμενου γλυκού σόργου, κατά πάσα πιθανότητα, θα δώσει οικονομικά κίνητρα στους αγρότες της περιοχής, στήριξη της γεωργικής οικονομίας και συγκράτηση του πληθυσμού στην ύπαιθρο. Επίσης θα βοηθήσει ενεργειακά και τις βιοτεχνικές μονάδες που βρίσκονται ήδη στο δήμο.

Μεθοδολογία

Η διεξαγωγή της έρευνας έγινε με τη χρήση προσωπικών συνεντεύξεων και τη συμπλήρωση ερωτηματολογίου. Η συνέντευξη είναι ο καλύτερος τρόπος συλλογής στατιστικών στοιχείων (Κιόχος 1993). Ως περιοχή έρευνας αποτέλεσε ο δήμος Τοπείρου του Ν. Ξάνθης. Ως μέθοδος δειγματοληψίας εφαρμόστηκε η απλή τυχαία δειγματοληψία, εξαιτίας της απλότητας της και του γεγονότος ότι απαιτεί τη λιγότερη δυνατή γνώση σχετικά με τον πληθυσμό από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο (Freese 1984, Αστέρης 1985, Μάτης 1988, Δαμιανός 1999, Καλαματιανού 2000).

Ο υπό έρευνα «πληθυσμός» είναι το σύνολο των νοικοκυριών του δήμου Τοπείρου. Η απλή τυχαία δειγματοληψία, προϋποθέτει την ύπαρξη ενός πλήρους καταλόγου (πλαίσιο δειγματοληψίας) των στοιχείων του πληθυσμού χωρίς ελλείψεις ή επαναλήψεις (Φίλιας κ.ά. 2000). Ως πλαίσιο δειγματοληψίας χρησιμοποιήθηκαν οι κατάλογοι καταναλωτών οικιακού ηλεκτρικού ρεύματος, επειδή σχεδόν το 100% των νοικοκυριών της περιοχής έρευ-

νας έχουν ηλεκτρικό ρεύμα.

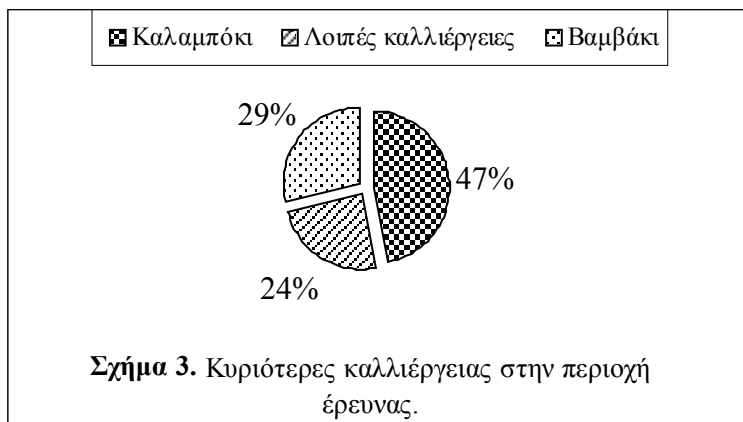
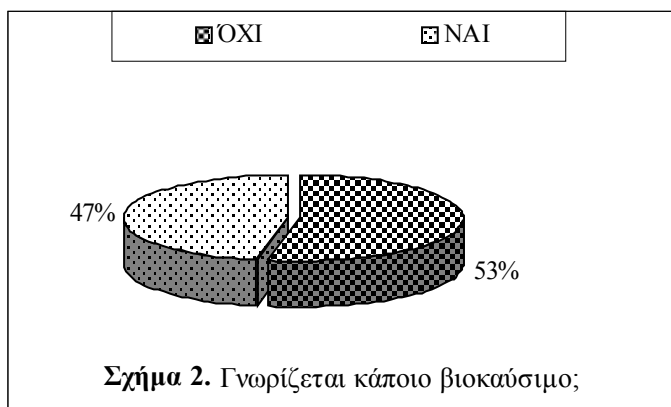
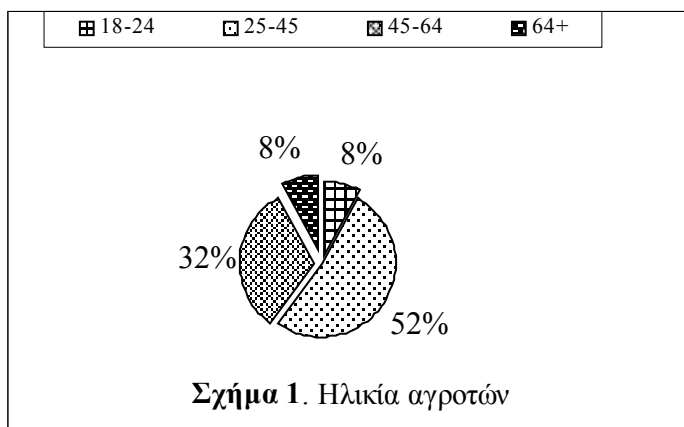
Η χρησιμοποίηση των νοικοκυριών αποτελεί κλασική περίπτωση χρησιμοποίησης ομάδας ατόμων, ως μονάδα δειγματοληψίας, αντί ατόμων. Αυτό γίνεται γιατί σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι πιο βολικό και λιγότερο δαπανηρό (Μάτης 1988). Η διαδικασία επιλογής μέλους (από το επιλεγέν – τυχαίο νοικοκυριό) οργανώθηκε έτσι ώστε να επιλέγεται ο αρχηγός του νοικοκυριού και αγρότης.

Το μέγεθος του δείγματος εκτιμήθηκε με βάση τους τύπους της απλής τυχαίας δειγματοληψίας (Freese 1984, Μάτης 1988, Καλαματιανού 2000). Αν και χρησιμοποιήθηκε απλή τυχαία δειγματοληψία χωρίς επανάθεση, η διόρθωση πεπερασμένου πληθυσμού μπορεί να αγνοηθεί επειδή το μέγεθος του δείγματος n είναι μικρό σε σχέση με το μέγεθος του πληθυσμού N (Freese 1984, Pagano και Gauvreau 1996). Για να υπολογισθεί το μέγεθος του δείγματος διενεργήθηκε προδειγματοληψία σε δείγμα 50 ατόμων.

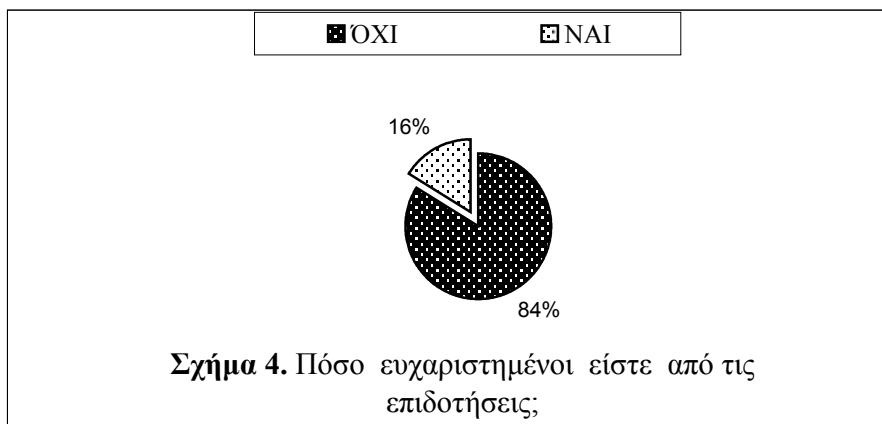
Τα νοικοκυριά του δείγματος στη συνέχεια εντοπίστηκαν επακριβώς (ονοματεπώνυμο και διεύθυνση) με τη βοήθεια τυχαίων αριθμών που πήραμε χρησιμοποιώντας πίνακες τυχαίων αριθμών. Στα επιλεγμένα νοικοκυριά διενεργήθηκαν προσωπικές συνεντεύξεις στον αρχηγό του νοικοκυριού και αγρότη. Σε περιπτώσεις μη εύρεσης αυτού στο σπίτι ή άρνησής του να απαντήσει, γίνονταν άλλες δύο φορές προσπάθεια να πάρουμε την άποψή του. Στις περιπτώσεις που δεν ήταν αυτό δυνατό, προχωρούσαμε με ίδια διαδικασία σε επιλογή νέων μονάδων δειγματοληψίας. Η συλλογή των δεδομένων έγινε το 2007 και για την ανάλυση τους χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Excel του Microsoft Office.

Ανάλυση Ερωτηματολογίων

1. Μετά την ανάλυση των ερωτηματολογίων παρατηρείται ότι στο δήμο Τοπείρου η πλειοψηφία των αγροτών κατά (52%) είναι ηλικίας 25 έως 45 ετών (Σχήμα 1).
2. Στην ερώτηση που τους τέθηκε αν γνωρίζουν κάποιο βιοκαύσιμο παρατηρήθηκε ότι οι απαντήσεις ήταν μοιρασμένες. Αυτοί οι οποίοι γνώριζαν κάποια βιοκαύσιμα ήθελαν να ενημερωθούν και περαιτέρω για τις χρήσεις των βιοκαυσίμων (Σχήμα 2).
3. Από ότι παρατηρήσαμε κατά συντριπτική πλειοψηφία η κύρια καλλιέργεια στο δήμο Τοπείρου είναι το καλαμπόκι. Αμέσως μετά ως δεύτερη κύρια καλλιέργεια το βαμβάκι και μετά οι λοιπές καλλιέργειες (σιτάρι, ζαχαρότευτλα) (Σχήμα 3).



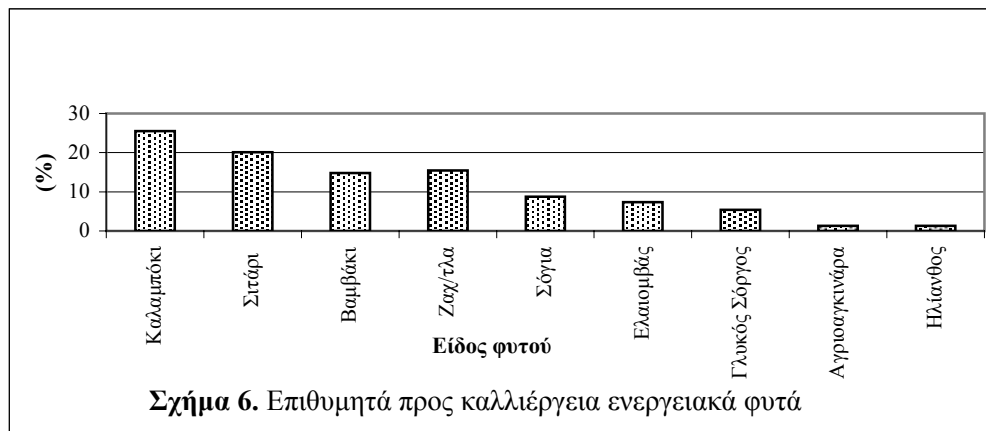
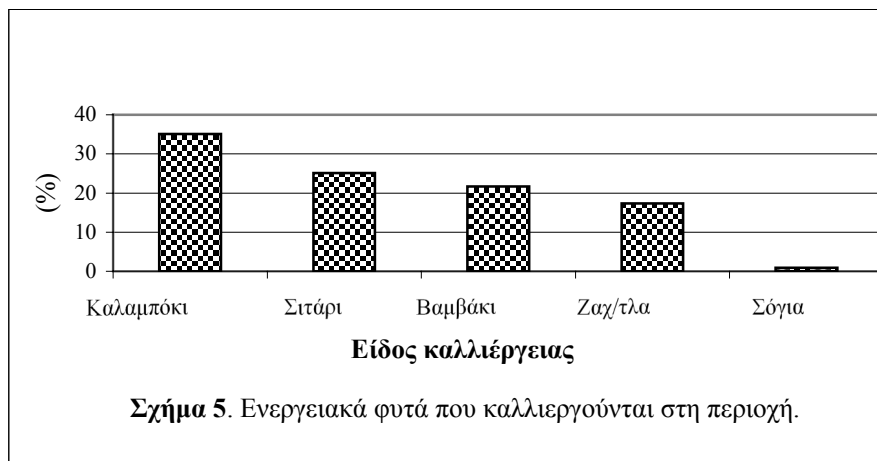
4. Η επόμενη ερώτηση η οποία τέθηκε ήταν αν είναι ευχαριστημένοι με τις τωρινές επιδοτήσεις. Όπως παρατηρήσαμε μόνο το 16% εκφράζει θετική άποψη, σε αντίθεση με το υπόλοιπο 84% όπου δεν είναι ευχαριστημένοι και εκφέρουν αρκετά παράπονα (Σχήμα 4).

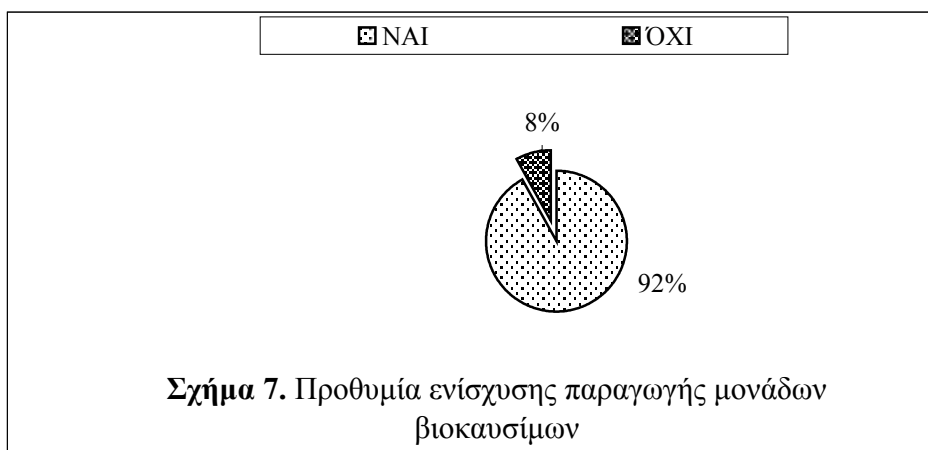


5. Το ιστόγραμμα που ακολουθεί μας δείχνει ποια ενεργειακά φυτά καλλιεργούνται από τους αγρότες του δήμου Τοπείρου αλλά δεν τα χρησιμοποιούν για παραγωγή βιοκαυσίμου (Σχήμα 5).

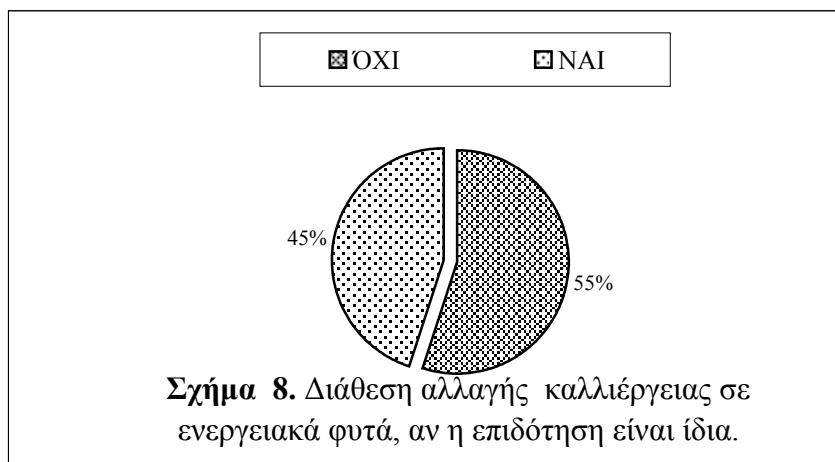
6. Όταν τους θέσαμε το ερώτημα ποια ενεργειακά φυτά θα καλλιεργούσανε για παραγωγή βιοκαυσίμων δίνοντας τους τις 8 παρακάτω ενδεδειγμένες επιλογές παρατηρήθηκε ότι προτιμούν να καλλιεργούν ενεργειακά φυτά που ήδη γνωρίζουν το πώς καλλιεργούνται παρά σε ενεργειακά φυτά που δε γνωρίζουν ασχέτως εάν η αποδοτικότητα των φυτών είναι διαφορετική (Σχήμα 6).

7. Η πλειοψηφικά των αγροτών κατά 92% όπως φαίνεται και από το παρακάτω διάγραμμα είναι πρόθυμοι να ενισχύσουν μια μονάδα παραγωγής βιοκαυσίμων στην περιοχή τους βλέποντας θετικά οποιαδήποτε νέα προσπάθεια γίνεται για την ανάπτυξη της περιοχής (Σχήμα 7).

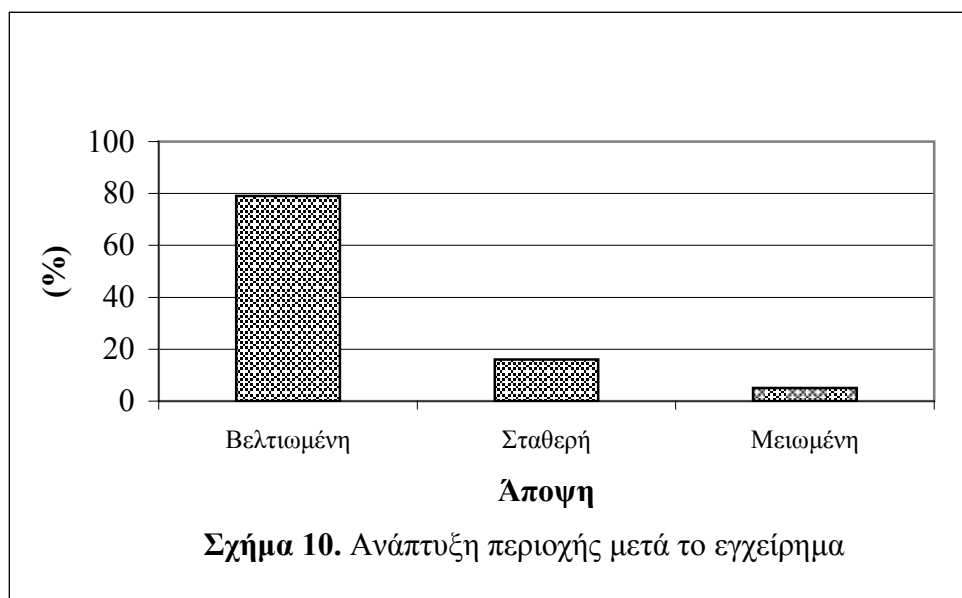
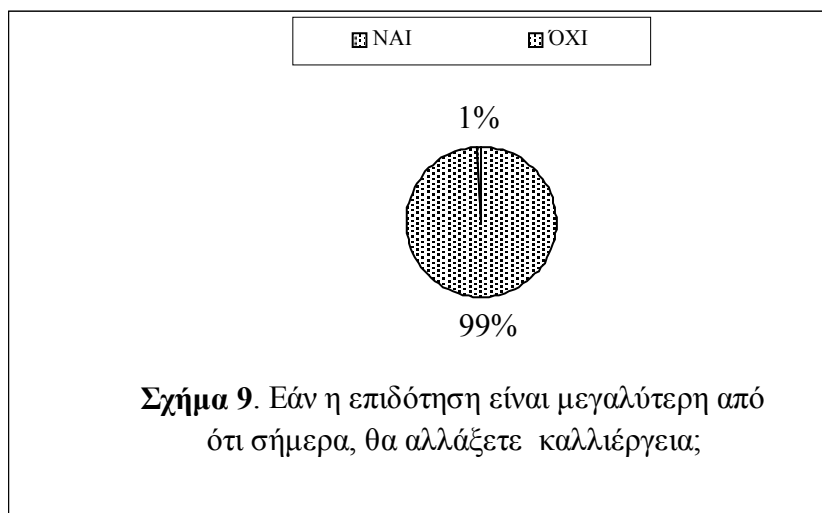




8. Η ερώτηση η οποία τέθηκε είναι αν η επιδότηση για τα ενεργειακά φυτά είναι ίδια με τώρα αν θα αλλάζανε καλλιέργεια. Παρατηρήσαμε ότι ένα μεγάλο ποσοστό της τάξης του 45% θα επιχειρούσε το εγχείρημα της αλλαγής καλλιέργειας έχοντας σε γενικές γραμμές τις ίδιες επιδοτήσεις (Σχήμα 8).



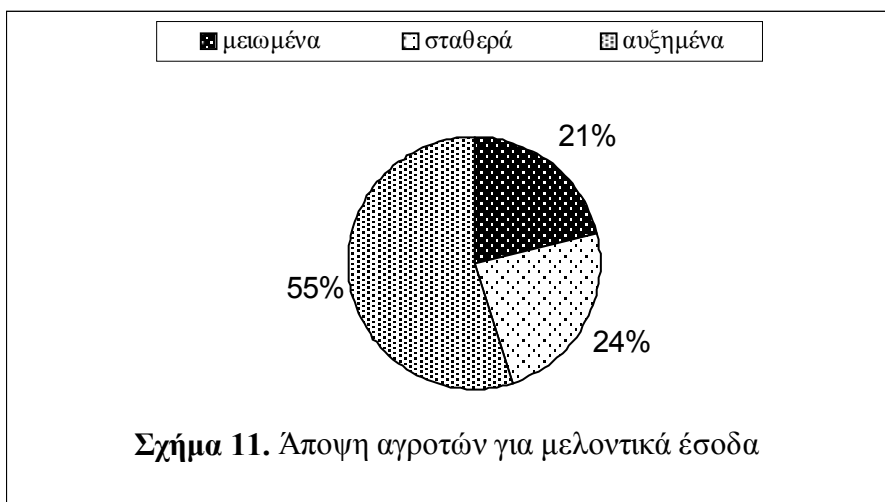
9. Ενώ όταν τους θέσαμε το ερώτημα αν η επιδότηση για τα ενεργειακά φυτά είναι μεγαλύτερη από ότι τώρα αν θα αλλάζανε καλλιέργεια από ότι βλέπουμε όλοι μας απάντησαν θετικά (Σχήμα 9).



10. Στην ερώτηση για το ποια θα είναι η ανάπτυξη της περιοχής μετά από ένα τέτοιο εγχείρημα τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 79%, δηλαδή η συντριπτική πλειοψηφία των αγροτών, πιστεύει ότι θα υπάρξει βελτίωση, ένα 16% πι-

στεύει ότι θα παραμείνει ίδια και ένα 5% ότι θα ελαττωθεί (Σχήμα 10).

11. Φτάνοντας στο τέλος του ερωτηματολογίου τους ρωτήσαμε αν γίνει ένα τέτοιο εγχείρημα κατά πόσο θα υπάρξουν αυξομειώσεις στα μελλοντικά έσοδά τους. Όπως βλέπουμε από το γράφημα το 55% πιστεύει ότι θα αυξηθεί, ένα 24% ότι θα μείνουν σταθερά και τέλος ένα 21% ότι θα μειωθούν (δίνοντας αυτήν την απάντηση για το λόγο ότι βλέπουν τα τελευταία χρόνια μια σταθερή μείωση στα έσοδά τους από τις αγροτικές τους καλλιέργειες) (Σχήμα 11).



Αποτελέσματα – Συζήτηση

Η ανάλυση των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν από δείγμα μεγέθους 350 νοικοκυριών από τον Δήμο Τοπείρου Ξάνθης έδειξε τη γενική δυσαρέσκεια των γεωργών απέναντι στις επιδοτήσεις των προϊόντων τους (Σχήμα 4), στην αγροτική πολιτική του κράτους καθώς και την ανησυχία τους για το γεγονός ότι νέοι στην ηλικία άνθρωποι, δεν ασχολούνται με τη γεωργία αλλά αναζητούν άλλους τρόπους επιβίωσης με συνέπεια τη σταδιακή ερήμωση της υπαίθρου. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων πιστεύουν ότι οι νέοι άνθρωποι εγκαταλείπουν τη γεωργία εξαιτίας κυρίως της έλλειψης προς αυτούς οικονομικών ενισχύσεων και διευκολύνσεων καθώς και της έλλειψης

οράματος που να τους δίνει κίνητρο να στραφούν προς το συγκεκριμένο κλάδο. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό από το γεγονός ότι το 100% των ερωτηθέντων, είναι διατεθειμένοι να αλλάξουν την καλλιέργειά τους σε ενεργειακά (Σχήμα 9), με την πεποίθηση ότι θα έχουν όφελος από αυτή τη μετατροπή έχοντας μεγαλύτερες επιδοτήσεις, συμμετέχοντες έτσι σε πιθανό πρόγραμμα παραγωγής βιοκαυσίμου.

Στην ερώτηση σχετικά με τα μελλοντικά έσοδα από την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών, συγκριτικά με άλλη καλλιέργεια, το 55% πιστεύει ότι θα αυξηθούν, ενώ μόλις το 21% πιστεύει ότι θα μειωθούν και το υπόλοιπο 25% ότι θα παραμείνουν σταθερά (Σχήμα 11). Η διαφορά του ποσοστού των ερωτηθέντων που πιστεύει ότι τα έσοδά τους θα αυξηθούν από την αλλαγή της καλλιέργειάς τους (55%) και του ποσοστού που πραγματικά είναι διατεθειμένοι να την αλλάξουν ακόμη και αν παραμείνουν ίδιες οι επιδοτήσεις (45%) (Σχήμα 8), οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως η ηλικία ή η δυσκολία να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις της νέας καλλιέργειας.

Με το γεγονός ότι τα παραπάνω στοιχεία είναι ενθαρρυντικά για τη δημιουργία μονάδας παραγωγής βιοκαυσίμου στην περιοχή του δήμου Τοπείρου, αυτή η άποψη ενισχύεται ακόμα περισσότερο σε μεγάλο ποσοστό των ερωτηθέντων, αντιμετωπίζει το εγχείρημα θετικά. Στην ερώτηση σχετικά με το αν πιστεύουν ότι θα κατασκευαστεί τελικά η παραπάνω παραγωγική μονάδα, η θετική απάντηση υπερσχύει με ποσοστό 92% έναντι της αρνητικής που αγγίζει το 8%. Το μεγάλο αυτό θετικό ποσοστό, μπορεί εν μέρει να δικαιολογηθεί από τη θέληση των αγροτών για αλλαγή των τωρινών αγροτικών καλλιεργειών λόγω της χαμηλής αποδοτικότητας στο κέρδος.

Στην ερώτηση σχετικά με το αν το συγκεκριμένο έργο θα συμβάλλει στην ανάπτυξη της περιοχής, το 79% (Σχήμα 10) των ερωτηθέντων, πιστεύει πως το έργο αυτό θα αποτελέσει σημαντικό πόλο έλξης για τους νέους γεωργούς, δεδομένου των μειωμένων φόρων που θα καταβάλλουν όσοι ασχοληθούν με τέτοιου είδους προγράμματα, των σχετικά υψηλότερων επιδοτήσεων συγκριτικά με τις μέχρι τώρα χορηγήσεις και τέλος της δυνατότητας της ίδιας της μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης να απασχολήσει ένα μέρος του πληθυσμού της περιοχής. Επίσης είναι κοινή πεποίθηση όλων πως σε περίπτωση που ένα τέτοιο έργο υλοποιηθεί θα αποτελέσει πόλο έλξης για τους νέους της περιοχής οι οποίοι αναγκάστηκαν να απομακρυνθούν από αυτή λόγω της έντονης έλλειψης απασχόλησης. Το τελευταίο βασίζεται στο γεγονός ότι η μονάδα θα μπορεί να απορροφήσει το σύνολο της παραγωγής μιας καλλιεργητικής έκτασης που αγγίζει τα 200.000 στρέμματα.

Την αντίθετη άποψη συμεριζεται ένα ποσοστό της τάξης του 5%

(Σχήμα 10) των ερωτηθέντων το οποίο, ανησυχεί για τις επιπτώσεις που θα προκληθούν, παράλληλα με την ανάπτυξη, όπως είναι η αλλοίωση του τοπικού χαρακτήρα της περιοχής. Το υπόλοιπο 16% υποστηρίζει πως η κατάσταση θα παραμείνει ίδια, δεδομένου του γεγονότος ότι, η περιοχή αυτή αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα, όπως είναι η αφαλάτωση των υπόγειων υδάτων, η έλλειψη αρδευτικών καναλιών και ότι σε ορισμένες περιοχές δεν έχει γίνει ακόμη αναδασμός, τα οποία είναι απαραίτητα να διορθωθούν προκειμένου να κερδηθεί η εμπιστοσύνη των αγροτών και να επέλθει η ανάπτυξη.

Στις ερωτήσεις τις οποίες έγιναν ώστε να διερευνηθεί σε τι ποσοστό είναι ενημερωμένοι οι κάτοικοι της περιοχής σχετικά με θέματα βιοκαυσίμων, τα οποία χρησιμοποιούνται στα μέσα μεταφοράς, τα ποσοστά ήταν σχετικά χαμηλά. Συγκεκριμένα στην ερώτηση ποια καύσιμα γνωρίζεται – από το ξύλο, αγροτικά υπολείμματα, βιοαιθανόλη, βιοντίζελ – φυσιολογικά υπερίσχυσε το ξύλο με ποσοστό 100% αφού αποτελεί την απλούστερη και γνωστότερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Επίσης αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι οι περισσότεροι αγρότες ήδη καλλιεργούν κάποια ενεργειακά φυτά αλλά όχι για παραγωγή βιοενέργειας (Σχήμα 5) και όπως παρατηρείται από το Σχήμα 6 κινούνται προς την κατεύθυνση αν δημιουργηθεί μονάδα για παραγωγή βιοενέργειας να παραμείνουν στις ίδιες καλλιέργειες ενεργειακών φυτών και όχι σε κάποια αλλά είδη που δεν γνωρίζουν πώς να τα καλλιεργούν.

Συμπεράσματα

Η έρευνα με τη χρήση ερωτηματολογίων και προσωπικών συνεντεύξεων που διεξήχθη στο Δήμο Τοπείρου, έδειξε πως η ίδρυση της βιομηχανικής μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης με πρώτη ύλη το γλυκό σόργο, θα αποτελέσει ανάσα για την περιοχή αυτή καθώς και για την ευρύτερη περιοχή του Νομού Ξάνθης καθώς επίσης πόλο έλξης για νέους αγρότες προκειμένου αυτοί να ασχοληθούν με τη γεωργία. Η βιομηχανική αυτή μονάδα, θα συντελέσει στην ανάπτυξη της περιοχής δεδομένου του γεγονότος ότι υποσχεται την απασχόληση σχετικά μεγάλου μέρους του αγροτικού πληθυσμού για την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών καθώς και την απορρόφηση της καλλιέργειας μεγάλης καλλιεργητικής έκτασης. Οι επιδοτήσεις που θα προέρθουν από την καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών και το μικρό κόστος μεταχείρισης του φυτών αυτών θα δώσουν στους αγρότες της περιοχής τη δυνατότητα μεγαλύτερων οικονομικών κερδών το οποίο συνεπάγεται ευη-

μερία της περιοχής καθώς και οικονομικό και ενεργειακό κέρδος για την Ελλάδα προερχόμενο από την παραγωγή βιοαιθανόλης και τη μείωση των εισαγομένων ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων.

Βιβλιογραφία

- Αστέρης, Κ. Ι. 1985. Δασική Βιομετρία. Τόμος Πρώτος. Θεσσαλονίκη Α.Π.Θ.
- Δαμιανός, Χ. Χ. 1999. Μεθοδολογία Δειγματοληψίας: Τεχνικές και εφαρμογές. Τρίτη εκτύπωση. Εκδόσεις Αίθρα.
- Freese, F. 1984. Στοιχεία Δασικής Δειγματοληψίας. Θεσσαλονίκη. Επιμέλεια Καρτέρης Μ.Α.
- Καλαματιανού, Α. Γ. 2000. Κοινωνική Στατιστική: Μέθοδοι Μονοδιάστατης Ανάλυσης. Εκδόσεις «Το Οικονομικό». Αθήνα.
- Κιόχος, Π. Α. 1993. Στατιστική. Εκδόσεις "Interbooks". Αθήνα.
- Μάτης, Κ. Γ. 1988. Δασική Δειγματοληψία. Θεσσαλονίκη.
- Pagano, M. and K. Gauvreau 1996. Αρχές Βιοστατιστικής. Εκδόσεις Έλλην. Φίλιας, Β., Π. Παπιάς, Μ. Αντωνοπούλου, Ο. Ζαρνάρη, Ι. Μαγγανάρα, Μ. Μειμάρης, Η. Νικολακόπουλος, Ε. Παπαχρήστου, Ι. Περαντζάκη, Ε. Σαμψών και Ε. Ψυχογιός. 2000. Εισαγωγή στη Μεθοδολογία και τις Τεχνικές των Κοινωνικών Ερευνών. Εκδόσεις Gutenberg Κοινωνική Βιβλιοθήκη. Αθήνα.

The biofuel as a means of improvement of quality of life and environmental protection

R. Giovannopoulos and S.-A. G. Liampas

Abstract

In the present paper, it is studied the implementation of energy plants cultivation (sweet sorghum, maize, wheat, cotton, sunflower, rape, cardoon, soy and sugar beet) for the production of biofuels (biodiesel and bioethanol), in the framework of the Directive 2003/30/EC/08.05.03 of the European Parliament, concerning the replacement of the conventional (oil and petrol) with alternative fuels, according to which, in each country of the European Union the minimum percentage 5,75% upon the sold motor fuels must be achieved until the year 2010. The motivation for the present paper is the need for the use of alternative and renewable fuels, instead of oil and its by-products, that started to play a very important

role in the developed world, not only for environmental, but also for financial and managerial reasons. Mainly for environmental reasons, and consequently the European Community aims to the compliance with the obligations of the Kyoto Protocol, concerning the climate changes, and the confrontation of the greenhouse gases, the safety of supplying in a friendly way to the environment, and to the promotion of renewable sources of energy for transportation, and anticipates the 0,8% participation of biofuels in the fuel market in 2004 to be launched up to 20% in 2012.

Information has been collected by head from selected households from municipality of Topeiro through personal interviews and by the use of questionnaires. The results are encouraging the development and progress of biofuels in Greek market because they represent the pure and economical future of fuel market not only for Greece but also for the rest of the world in research for alternative sources of energy, as the liquid fuels deposit is rapidly reduced.

Key words: bioetanole, biofuel, alternative sources of energy, questionnaire.

Μελέτη της φαινοτυπικής διακύμανσης και του σεξουαλικού φυλετικού διμορφισμού στον Κότσυφα {*Turdus merula aterrimus* (Madarász, 1903)}

Ε. Π. Τσαχαλίδης*, Κ. Γ. Πυθαρίδης, και Δ. Α. Κοντάκος

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας
και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Ορεστιάδα,
E-mail: etsaxal@fmenr.duth.gr.

Περίληψη

Η μελέτη της διαφοροποίησης μεταξύ των φύλων του υποείδους *Turdus merula aterrimus* έγινε με τη χρησιμοποίηση του στατιστικού έλεγχου ισότητας μέσω των όρων (t-test) για ανεξάρτητα δείγματα με προηγηθέντα έλεγχο ομοιογένειας διακυμάνσεων (Levene). Επίσης έγινε υπολογισμός του συντελεστή κύμανσης. Ακόμη ερευνήθηκε το καθεστώς επιλογής που μπορεί να λαμβάνει χώρα στα χαρακτηριστικά τα οποία εξετάστηκαν. Για την εξέταση του φυλετικού διμορφισμού χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο των Engelman & Roselaar (1998).

Για την πραγματοποίηση της εργασίας συλλέχθηκαν συνολικά 193 άτομα του υποείδους *T. merula aterrimus*. Η συλλογή του υλικού πραγματοποιήθηκε από περιοχές του νομού Έβρου κατά τους μήνες Οκτώβριο έως Ιανουάριο των ετών 2004-2005. Η αναλογία των δύο φύλων στο δείγμα είναι σχεδόν 1/1 με 95 θηλυκά και 98 αρσενικά άτομα, αναλογία ιδανική για την επιτυχημένη αναπαραγωγή μονογαμικών ειδών όπως ο κότσυφας.

Μεταξύ των φύλων οι μετρήσεις ράμφους και κεφαλιού ήταν περισσότερο ευμετάβλητες από εκείνες που άρθησαν στον ταρσό και στο φτέρωμα. Η μέτρηση του μήκους κεφαλιού παρουσίασε την μεγαλύτερη τιμή φαινοτυπικής διακύμανσης. Όσο για το δείκτη διμορφισμού (DI) αυτός έδειξε ότι ο κότσυφας ως διμορφικό είδος ακολουθεί το φυσιολογικό μοντέλο σεξουαλικού διμορφισμού (NSD).

Το συμπέρασμα είναι πως το μήκος του ράμφους και το μήκος κεφαλιού φαίνεται ότι στα διμορφικά είδη όπως ο κότσυφας να μην επηρεάζουν μόνο την σεξουαλική επιλογή. Περισσότερο η διαφοροποίηση στα χαρακτηριστικά αυτά φαίνεται να είναι υπεύθυνη στη βάση της φυσικής επιλογής. Όσο αφορά τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, αυτά παρουσιάστηκαν κάτω από ισχυρή σταθερότητα να μειώνουν την διακύμανση.

Λέξεις κλειδιά: Κότσυφας, *Turdus merula aterrimus*, blackbird, σεξουαλικός φυλετικός διμορφισμός, sexual size dimorphism, δείκτης διμορφισμού, dimorphism index (DI), normal size dimorphism (NSD), συντελεστής κύμανσης, coef-

coefficient of variation (CV).

Εισαγωγή

Πολλές εργασίες έχουν εξετάσει το φυλετικό διμορφισμό στα πουλιά και αναλύσανε τους λόγους της ύπαρξής του. Οι περισσότερες από αυτές έχουν εστιάσει σε μελέτες ανεξάρτητων ειδών ή ομάδων συσχετισμένων ειδών (Greenwood 2003). Λίγες μελέτες έχουν επιχειρήσει να εξηγήσουν τις αιτίες του διμορφισμού ενώ οι περισσότερες συμφωνούν ότι είναι το αποτέλεσμα της επιλογής ανάμεσα στα φύλα. Τέτοιες μελέτες έχουν ασχοληθεί με μεμονωμένα χαρακτηριστικά όπως η μορφολογία του ράμφους, το σωματικό μέγεθος (Kilham 1970, Selander 1972) και το μέγεθος του φτερώματος και του ταρσού (Anderson & Norberg 1981, Moller 1991). Σε άλλες μελέτες έχουν χρησιμοποιηθεί και μετρήσεις σκελετικών μερών σε μια προσπάθεια να προσδιοριστούν οι διαφορές ανάμεσα στα φύλα (McGillivray 1989).

Οι πρώτες εργασίες που ασχολήθηκαν με την φαινοτυπική διακύμανση του μεγέθους έμβιων όντων αφορούσαν πουλιά της ξηράς (Hamilton 1961, Grant 1968, Johnston & Selander 1973). Σύμφωνα με άλλες εργασίες η διαφορά του μέσου όρου στα διμορφικά είδη είναι 5-10% (Amandon 1959, Cuervo & Moller 1999). Στον κότσυφα η φαινοτυπική διακύμανση βρέθηκε να είναι σε χαμηλά επίπεδα, όπως υπολογίστηκε με τη βοήθεια του στατιστικού έλεγχου ισότητας μέσων όρων (t-test) για ανεξάρτητα δείγματα (Nudds & Kaminski 1984). Διαφορές φαινοτυπικής διακύμανσης διαφόρων χαρακτηριστικών και μεταξύ των φύλων, οι οποίες έχουν υπολογιστεί από τον συντελεστή κύμανσης, έχουν εξηγηθεί από διάφορα μοντέλα ή από την άποψη της λειτουργικότητάς τους κατά την επιλογή σε κάθε χαρακτηριστικό και φύλο αντίστοιχα (Evans & Barnard 1995, Fitzpatrick 1997, Cuervo & Moller 1999). Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με ερευνητές, η ισχυρή σταθεροποίηση κάποιων χαρακτηριστικών οδηγεί στην ελάττωση της φαινοτυπικής διακύμανσης και η φαινοτυπική διακύμανση σε σεξουαλικά επιλογικά χαρακτηριστικά παρουσιάζεται μεγαλύτερη σε σχέση με μη σεξουαλικά επιλογικά χαρακτηριστικά (Bull et al. 2004). Επίσης οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν πως η φαινοτυπική διακύμανση ελαττώνεται στο φύλο όταν επικρατεί έντονη σεξουαλική επιλογή. Παλαιότερες εργασίες που χρησιμοποίησαν τον συντελεστή κύμανσης εστίασαν σε χαρακτηριστικά της ουράς, κάποιες στο χρωματισμό και άλλες σε χαρακτηριστικά του φτερώματος παρά το γεγονός ότι τα χαρακτηριστικά του ράμφους παρουσίαζαν

μεγαλύτερη διακύμανση (Alatalo et al. 1988, Evans & Barnard 1995, Fitzpatrick 1997, Cuervo & Moller 1999).

Μετρήσεις στον ταρσό και τα φτερά, χαρακτηριστικά απαραίτητα στη μετακίνηση, έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί. Αυτά αποτελούν καταλληλότερες διαστάσεις σε σχέση με το σωματικό μέγεθος (Agnew & Kerry 1995). Οι μετρήσεις του ράμφους είναι περισσότερο αξιόπιστες καθώς είναι λιγότερο επιρρεπείς σε σφάλμα αφού έχουν καθορισμένες φυσικές διαστάσεις. Επίσης τα χαρακτηριστικά του ράμφους βρέθηκαν να σχετίζονται με την επιβίωση και την αναπαραγωγή (Grant 1985, Smith 1990, Bull et al. 2004). Ακόμη τα ράμφη χρησιμοποιούνται για τροφή, συγκρούσεις και είναι πιθανόν πιο επιρρεπή στην επιλογή για διμορφισμό από τα φτερά και τα πόδια. Αυτή η εργασία εξετάζει την διαφοροποίηση και τη διακύμανση σε διάφορα χαρακτηριστικά του υποείδους *T. merula aterrimus* και ερευνά το καθεστώς επιλογής που μπορεί να δημιουργηθεί.

Επιπλέον γίνεται εξέταση του φυλετικού διμορφισμού στα χαρακτηριστικά όπου η διαφοροποίηση παρουσιάζεται μεγαλύτερη. Στην εργασία αυτή τέθηκαν τα εξής ερωτήματα: 1. Υπάρχει διαφοροποίηση στον κότσυφα, αν ναι σε ποια χαρακτηριστικά είναι σημαντική; 2. Παρουσιάζεται πιο σημαντικός ο συντελεστής κύμανσης σε σεξουαλικά διμορφικά χαρακτηριστικά από ότι σε άλλα; 3. Παρά το γεγονός ότι τα φύλα στον κότσυφα μπορούν να διακριθούν φαινοτυπικά, μπορούμε βάση κάποιων μετρήσιμων χαρακτηριστικών να υπολογίσουμε το μέγεθος της διαφοροποίησης μεταξύ των φύλων; Επιπλέον αντικείμενο της εργασίας είναι η συγκέντρωση μορφομετρικών στοιχείων του κότσυφα.

Μεθοδολογία

Για την πραγματοποίηση της εργασίας μετρήθηκαν συνολικά 193 άτομα του υποείδους *T. merula aterrimus*. Σε κάθε δείγμα πάρθηκαν μετρήσεις σε 18 σωματομετρικά χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά μετρήθηκαν σύμφωνα με τις μεθόδους που περιγράφονται από τον Svensson (1992). Μετά την καταγραφή των σωματομετρικών παραμέτρων, γινόταν αναγνώριση του φύλου φαινοτυπικά και ακολουθούσε επιβεβαίωση με τομή για αποφυγή λάθους. Η μέτρηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών που αφορούσαν μετρήσεις στο ράμφος, στο κεφάλι, στο ταρσό και στο δάχτυλο πραγματοποιούνταν με ηλεκτρονικό παχύμετρο ακρίβειας 0,01 mm. Το βάρος μετριόταν με ειδικό ζυγό ακρίβειας 1 gr. Για τις υπόλοιπες μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε υποδεκάμετρο ακρίβειας 1 mm.

Η ανάλυση των στοιχείων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS (version 11). Χρησιμοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος ισότητας μέσων όρων (t-test) για ανεξάρτητα δείγματα με προηγηθέντα έλεγχο ομοιογένειας διακυμάνσεων (Levene). Τα δύο φύλα αποτέλεσαν ξεχωριστές ομάδες τιμών για κάθε χαρακτηριστικό. Στη συνέχεια έγινε εκτίμηση του συντελεστή κύμανσης. Και τα δύο αυτά μεγέθη θεωρούνται ένα αξιόπιστο μέτρο έκφρασης της διαφοροποίησης μεταξύ δειγμάτων. Ο στατιστικός έλεγχος ισότητας μέσων όρων (t-test) έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν για την έκφραση φυλετικού διμορφισμού (Nudds & Kaminski 1984) και σύμφωνα με ερευνητές (Greenwood 2003) είναι άριστο μέτρο έκφρασης της διαφοροποίησης, δηλαδή επιβεβαιώνει ότι ο σεξουαλικός φυλετικός διμορφισμός δεν είναι μηδενικός.

Σε άλλες εργασίες για την μελέτη της διαφοροποίησης έχει χρησιμοποιηθεί ο συντελεστής κύμανσης (Evans & Barnard 1995, Fitzpatrick 1997, Cuervo & Moller 1999, Bull et al. 2004). Ο CV ορίζεται ως η τυπική απόκλιση / μέσο όρο. Για την εκτίμηση τυχόν διμορφισμού που επικρατεί στον κότσυφα έγινε χρήση διμορφικού δείκτη DI ($DI=m/f$), (Engelmoer & Roselaar 1998), ενός απλού δείκτη που μπορεί να μας δείξει αν το δείγμα ακολουθεί NSD (normal sexual size dimorphism).

Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών προκύπτει ότι τα αρσενικά άτομα του υποείδους παρουσιάζουν μεγαλύτερες σωματικές αναλογίες από τα θηλυκά. Αυτό παρατηρείται σε 16 από τις 18 μεταβλητές που εξετάστηκαν. Για την πληρέστερη κατανόηση των αποτελεσμάτων πρέπει να αναφερθεί ότι οι μεταβλητές όπως παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες αφορούν αντίστοιχα, BLB: μήκος ράμφους στη βάση, BLN: μήκος ράμφους στα ρουθούνια, BHB: ύψος ράμφους στη βάση, BHN: ύψος ράμφους στα ρουθούνια, BWB: πλάτος ράμφους στη βάση, BWN: πλάτος ράμφους στα ρουθούνια, HEAD W: πλάτος κεφαλιού, HLinclB: μήκος κεφαλιού συμπεριλαμβανομένου και του ράμφους, HLecclB: μήκος κεφαλιού, TAR L: μήκος ταρσού, TAR H: ύψος ταρσού, TAR W: πλάτος ταρσού, L TOE: μήκος κεντρικού δαχτύλου, WING L: μήκος φτερούγας, TAIL L: μήκος ουράς, TOTAL L: μήκος σώματος, WING SP: άνοιγμα φτερούγων, WEIGHT: βάρος σώματος. Για κάθε μεταβλητή παρατηρούμε στους πίνακες τον αριθμό των ατόμων που μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση. Ο λόγος για τον οποίο δεν συμπεριλήφθηκε το σύνολο των ατόμων

για κάθε χαρακτηριστικό είναι ότι το δείγμα πάθησε με θήρευση και χαρακτηριστικά που αλλοιώθηκαν, για ευνόητους λόγους δεν έπρεπε να συμπεριληφθούν.

Πίνακας 1: Σωματομετρικές διαστάσεις και υπολογισμός CV θηλυκών ατόμων του δείγματος.

Μεταβλητή	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Ακραίες τιμές		Εύρος	n	CV (%)
			min	max			
BLB (mm)	23,34	1,04	21,35	26,45	5,1	89	4,46
BLN (mm)	16,68	0,82	14,97	19,94	4,97	88	4,9
BHB (mm)	7,34	0,37	6,35	8,26	1,91	94	5,04
BHN (mm)	6,68	0,28	5,55	7,28	1,73	92	4,13
BWB (mm)	8,87	0,60	7,69	10,71	3,02	94	6,79
BWN (mm)	6,35	0,40	5,4	7,29	1,89	94	6,31
HEAD W (mm)	21,04	0,46	20,08	22,01	1,93	91	2,18
HLinclB (mm)	52,37	1,08	49,79	55,52	5,73	86	2,06
HLexclB (mm)	29,04	0,87	26,23	31,89	5,66	86	3,01
TAR L (mm)	32,92	0,91	31,05	35,2	4,15	84	2,75
TAR H (mm)	3,51	0,20	3,08	3,91	0,83	92	5,61
TAR W (mm)	2,2	0,15	1,92	2,87	0,95	92	6,97
L TOE (mm)	19,52	0,74	17,77	21,36	3,59	90	3,78
WING L (cm)	12,29	0,36	11,5	13,3	1,8	92	2,92
TAIL L (cm)	10,22	0,44	9,1	11,5	2,4	92	4,34
TOTAL L (cm)	26,24	0,67	24,8	28,4	3,6	91	2,54
WING SP (cm)	38,77	0,89	35,3	40,8	5,5	90	2,29
WEIGHT (gr)	89,98	8,15	69	110	41	93	9,06

Πίνακας 2: Σωματομετρικές διαστάσεις και υπολογισμός CV αρσενικών ατόμων του δείγματος.

Μεταβλητή	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Ακραίες τιμές		Εύρος	n	CV (%)
			min	max			
BLB (mm)	23,59	1,53	20,36	27,31	6,95	97	6,5
BLN (mm)	16,77	0,84	14,6	18,82	4,22	96	5,01
BHB (mm)	7,38	0,41	6,09	8,4	2,31	97	5,54
BHN (mm)	6,71	0,24	6,2	7,35	1,15	96	3,57
BWB (mm)	8,81	0,64	7,19	10,5	3,31	98	7,24
BWN (mm)	6,37	0,44	5,37	7,87	2,5	97	6,9
HEAD W (mm)	21,06	0,50	19,53	22,32	2,79	93	2,36
HLinclB (mm)	52,68	1,30	49,21	55,61	6,4	95	2,46
HLexclB (mm)	29,11	1,58	25,57	34,49	8,92	95	5,42

TAR L (mm)	33,14	1,01	30,51	35,45	4,94	82	3,03
TAR H (mm)	3,55	0,19	3,06	3,9	0,84	90	5,46
TAR W (mm)	2,18	0,14	1,9	2,63	0,73	91	6,39
L TOE (mm)	19,92	0,70	18,04	21,62	3,58	95	3,52
WING L (cm)	12,59	0,39	11,4	13,4	2	98	3,12
TAIL L (cm)	10,72	0,44	9,6	12	2,4	94	4,1
TOTAL L (cm)	27,04	0,66	25,1	28,4	3,3	93	2,46
WING SP (cm)	39,69	0,98	36	42,2	6,2	97	2,46
WEIGHT (gr)	92,2	7,52	78	109	31	97	8,16

Πίνακας 3: Σωματομετρικές διαστάσεις και υπολογισμός CV όλων των απόμων του δείγματος.

Μεταβλητή	Μέσος ό- ρος	Τυπική α- πόκλιση	Ακραίες τιμές		Εύρος	n	CV (%)
			min	max			
BLB (mm)	23,47	1,32	20,36	27,31	6,95	186	5,64
BLN (mm)	16,73	0,83	14,6	19,94	5,34	184	4,95
BHB (mm)	7,36	0,39	6,09	8,4	2,31	191	5,29
BHN (mm)	6,70	0,26	5,55	7,35	1,8	188	3,85
BWB (mm)	8,84	0,62	7,19	10,71	3,52	192	7,01
BWN (mm)	6,36	0,42	5,37	7,87	2,5	191	6,60
HEAD W (mm)	21,05	0,48	19,53	22,32	2,79	184	2,26
HLinclB (mm)	52,53	1,21	49,21	55,61	6,4	181	2,29
HLexclB (mm)	29,05	1,22	25,57	33,6	8,03	181	4,21
TAR L (mm)	33,03	0,96	30,51	35,45	4,94	166	2,91
TAR H (mm)	3,53	0,20	3,06	3,91	0,85	182	5,55
TAR W (mm)	2,19	0,15	1,9	2,87	0,97	183	6,68
L TOE (mm)	19,73	0,75	17,77	21,62	3,85	185	3,78
WING L (cm)	12,45	0,40	11,4	13,4	2	190	3,25
TAIL L (cm)	10,47	0,51	9,1	12	2,9	186	4,85
TOTAL L (cm)	26,64	0,78	24,8	28,4	3,6	184	2,91
WING SP (cm)	39,25	1,04	35,3	42,2	6,9	187	2,65
WEIGHT (gr)	91,11	7,90	69	110	41	190	8,67

Πίνακας 4: Αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το στατιστικό έλεγχο ισότητας μέσων όρων (t-test).

Μεταβλητή	P	t	df	Sig(2tail)	Δ. Εμπιστοσύνης 95%	
					Κατώτερο	Ανώτερο
BLB (mm)	0,002	1,339	170	0,183	-0,121	0,631
BLN (mm)	0,575	0,801	182	0,424	-0,143	0,339
BHB (mm)	0,218	0,557	189	0,578	-0,079	0,142

<i>BHN (mm)</i>	0,388	0,803	186	0,423	-0,044	0,104
<i>BWB (mm)</i>	0,585	-0,731	190	0,466	-0,242	0,111
<i>BWN (mm)</i>	0,270	0,299	189	0,765	-0,102	0,138
<i>HEAD W (mm)</i>	0,579	0,258	182	0,797	-0,120	0,157
<i>HLinclB (mm)</i>	0,135	1,767	179	0,079	-0,036	0,667
<i>HLexclB (mm)</i>	0,000	0,112	155	0,911	-0,332	0,372
<i>TAR L (mm)</i>	0,425	1,479	164	0,191	-0,073	0,512
<i>TAR H (mm)</i>	0,806	1,294	180	0,197	-0,019	0,094
<i>TAR W (mm)</i>	0,962	-0,843	181	0,400	-0,061	0,024
<i>L TOE (mm)</i>	0,666	3,829	183	0,000	0,196	0,613
<i>WING L (cm)</i>	0,623	5,470	188	0,000	0,191	0,407
<i>TAIL L (cm)</i>	0,932	7,812	184	0,000	0,378	0,633
<i>TOTAL L (cm)</i>	0,822	8,203	182	0,000	0,611	0,998
<i>WING SP (cm)</i>	0,831	6,678	185	0,000	0,643	1,183
<i>WEIGHT (gr)</i>	0,701	1,950	188	0,053	0,026	4,461

Όπως προκύπτει από το στατιστικό έλεγχο ισότητας μέσω των όρων (t-test) για ανεξάρτητα δείγματα η τιμή της πιθανότητας p είναι σημαντική στις μεταβλητές BLB και HLexclB (Πίνακας 4). Έτσι γνωρίζουμε ότι στα χαρακτηριστικά αυτά υπάρχει διαφοροποίηση. Η διαφοροποίηση στις μεταβλητές αυτές εκφράζεται και από τον CV (Πίνακες 1 και 2). Παρατηρούμε ότι ο στατιστικός έλεγχος ισότητας μέσω των όρων (t-test) για την ισότητα των διακυμάνσεων και ο συντελεστής κύμανσης δείχνουν την ύπαρξη φαινοτυπικής φυλετικής διακύμανσης στις ίδιες μεταβλητές, έτσι οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι μεταξύ των φύλων του υποείδους υπάρχει διαφοροποίηση στα χαρακτηριστικά μήκος ράμφους και μήκος κεφαλιού. Η διαφοροποίηση αυτή, με βάση τον C,V είναι μεγαλύτερη στα χαρακτηριστικά BLB και HLexclB αντίστοιχα. Ο στατιστικός έλεγχος ισότητας μέσω των όρων (t-test) εκφράζεται με την τιμή της πιθανότητας p ή οποία είναι μικρότερη από 0,05 δηλαδή 0,002 και 0 (μηδέν) για τις μεταβλητές BLB και HLexclB αντίστοιχα.

Ο υπολογισμός του δείκτη διμορφισμού έγινε στις μεταβλητές με τη μεγαλύτερη διαφοροποίηση (BLB και HLexclB) όπως προκύπτουν από το συντελεστή κύμανσης και από το στατιστικό έλεγχο ισότητας μέσω των όρων (t-test) για ανεξάρτητα δείγματα. Και στα δύο χαρακτηριστικά ο DI έδωσε τιμή μεγαλύτερη της μονάδας ($DI > 1$) κατά συνέπεια το υποείδος *T. merula aterrimus* ακολουθεί NSD με τα αρσενικά άτομα να έχουν μεγαλύτερες σωματικές διαστάσεις στις περισσότερες μεταβλητές.

Συζήτηση

Ο κότσυφας που απαντάται στην Ελλάδα ανήκει στο υποείδος *T. merula aterrimus*. Παλαιότερες απόψεις σύμφωνα με τις οποίες τα κοτσύφια που φωλιάζουν στην Ρόδο και την Κρήτη ανήκαν στο υποείδος *T. merula insularum* (Watson, 1964) δεν ισχύουν. Το υποείδος *T. merula aterrimus* αναγνωρίζεται ως το μοναδικό το οποίο φωλιάζει σε όλη την Ελλάδα. Κοτσύφια τα οποία αποτελούν χειμερινούς επισκέπτες στη χώρα μας ανήκουν επίσης στο συγκεκριμένο υποείδος (Handrinos & Arkiotis, 1997). Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται ότι στο υποείδος *T. merula aterrimus* υπάρχει διαφοροποίηση η οποία δεν αφορά μόνο χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη φυσική επιλογή. Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι τα χαρακτηριστικά μήκος ράμφους και μήκος κεφαλιού σχετίζονται επίσης με την ικανότητα αναπαραγωγής. Όπως είναι γνωστό τα αρσενικά κοτσύφια νωρίς την άνοιξη οριοθετούν τις περιοχές αναπαραγωγής όπου προσελκύουν τα θηλυκά άτομα. Κατά την περίοδο αυτή οι συγκρούσεις μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους καθώς και ατόμων που ανήκουν σε διαφορετικά είδη είναι πολύ έντονες και μπορεί να οδηγήσουν ακόμη και σε θάνατο (Cramp 1988).

Επομένως μεγαλύτερο ράμφος, όπως και διαφορετική αναλογία ράμφους - κεφαλιού είναι περισσότερο χρήσιμη σε ένα αρσενικό άτομο τόσο στο να καταλάβει όσο και στο να διατηρήσει την περιοχή ζευγαρώματος. Επιπλέον ένα μεγαλύτερο ράμφος εξασφαλίζει στον κότσυφα μεγαλύτερο μέγεθος λείας (σπόροι, καρποί, έντομα, σκουλήκια κ.λ.π.) όπως και μεγαλύτερη ικανότητα κάρπωσης της. Ακόμη είναι γνωστό ότι κατά τις περιόδους παρατεταμένης παγωνιάς ή χιονόπτωσης είδη που προτιμούν να τρέφονται απομονωμένα όπως ο κότσυφας, υποχρεούνται να κοπαδιάσουν. Έτσι εκτός από τις επιθετικές τάσεις που αφορούν στην απόκτηση τροφής σε αυτή την περίπτωση εκδηλώνονται και άλλες που αφορούν αρχηγία μέσα στο κοπάδι (Elkins 1995). Και εδώ άτομα με μεγαλύτερες σωματικές αναλογίες έχουν συγκριτικό πλεονέκτημα έναντι άλλων. Από τα πιο πάνω μπορεί να δικαιολογηθεί τόσο η διαφοροποίηση μεταξύ των φύλων όσο και το γεγονός ότι ο κότσυφας ακολουθεί το NSD μοντέλο διμορφισμού.

Βιβλιογραφία

Agnew, D. J. and K. R. Kerry. 1995. Sexual dimorphism in penguins. New South Wales. Ecology and Management: 299-318.

- Alatalo, R.V., J. Hoglund and A. Lundberg. 1988. Patterns on variation in tail ornament size in birds. *Biol. J. Linnean. Soc.* 34: 363-374.
- Amandon, D. 1959. The significance of sexual differences in size among birds. *Proc. Am. Phil. Soc.* 103: 531-536.
- Anderson, M. and R. A Norberg. 1981. Evolution of reversed sexual size dimorphism and role of partitioning among predatory birds, with a size scaling of flight performance. *Biological Journal of the Linnean Society* 15: 105-130.
- Bull, S. L., J. Haywood and S. Pledger. 2004. Components of phenotypic variation in the morphometrics of shearwater (*Puffinus*) species. *Ibis* 146: 38-45.
- Cramp, S. 1988. *Handbook of Birds of Europe, the Middle east and north Africa*. Vol. V: Oxford University Press.
- Cuervo, J. J. and A. P. Moller. 1999. Phenotypic variation and fluctuating asymmetry in sexually dimorphic feather ornaments in relation to sex and mating system. *Biol. J. Linnean. Soc.* 68: 505-529
- Elkinis, N. 1995. *Weather and bird behavior*. (2nd Edition), London.
- Engelmoer, M. and C. S. Roselaar. 1998. *Geographic Variation in Waders*. Dordrecht: Kluwer academic Publishers.
- Evans, M. R. and P. Barnard. 1995. Variable sexual ornaments in scarlet-tufted malachite sunbirds (*Nectarinia johnstoni*) on Mount Kenya. *Biol. J. Linnean. Soc.* 54: 371-381
- Fitzpatrick, S. 1997. Patterns of morphometric variation in birds tails: length, shape and variability. *Biol. J. Linnean. Soc.* 62: 145-162.
- Grant, B. R. 1985. Selection in bill characters in a population of Darwin's Finches: *Geospiza conirostris* on Isla Genovesa, Galapagos. *Evolution* 39: 523-532.
- Grant, P. R. 1968. Bill size, body size and the ecological adaptations of bird species to competitive situations on islands. *Systematic Zoology* 17: 319-333.
- Greenwood, G. J. 2003. Measuring sexual size dimorphism in birds. *Ibis* 145: 124-126.
- Hamilton, T. H. 1961. The adaptive significance of intraspecific trends of variation in wing length and body size among bird species. *Evolution* 15: 180-195.
- Handrinos, G and T. Akriotis. 1997. *The Birds of Greece*. Melksham: Gromwell Press Ltd.
- Johnston, R. F and R. K. Selander. 1973. *Evolution of the House Spar-*

- row.III. Variation in size and sexual size dimorphism in Europe and North and South America. *Anim. Nature* 107: 373-390.
- Kilham, L. 1970. Feeding behavior of downy woodpeckers. Preferences for paper birches and sexual differences. *Auk* 87: 544-556.
- McGillivray, W. B. 1989. Geographic variation in size and reverse size dimorphism of the Great Horned Owl in North America. *Condor* 91: 777-786.
- Moller, A. P. 1991. Influence of wing and tail morphology on the duration of song flight in skylarks. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 28: 309-314.
- Nudds, T. D. and R. M. Kaminski. 1984. Sexual size dimorphism in relation to resource partitioning in North America dabbling Ducks. *Can. J. Zool.* 62: 2009-2012.
- Selander, R. K. 1972. Sexual selection and dimorphism in birds. Chicago: Aldine Publishing Co.
- Smith, T. B. 1990. Natural selection on bill characters in the two bill morphs of the Africa finch *Pyrenestes ostrinus*. *Evolution* 44: 832-842.
- Svensson, L. 1992. Identification guide to European Passerines. Stockholm. L. Svensson.
- Watson, G.E. (1964) Ecology and Evolution of Passerine on the Islands of the Aegean Sea Ph.D. thesis, Yale University, New Haven.

Phenotypic variation and sexual size Dimorphism in Blackbird [*Turdus merula aterrimus* (Madarász, 1903)]

E. P. Tsachalidis, K. G. Pitharidis and D. A. Kontakos

Abstract

Coefficient of variation (CV) was used to examine the variability between sexes of blackbird. T-test was used to explore the differences between the mean values of the studied characters between sexes and thus to test the hypothesis that sexual dimorphism in character mean values does not equal to zero. Among the traits bill length and head length dimensions exhibited the greatest amount of phenotypic variation. A simple method has been used to measure sexual size dimorphism, in the form of dimorphism index (DI). In a nutshell blackbird follows normal size dimorphism (NSD).

The findings suggest that variation in the bill length and head length of blackbird is not due only to sexual selection. More probably, variability among the traits is

due to differences in the strength of natural selection.

Key Words: *Turdus merula aterrimus*, blackbird, sexual size dimorphism, dimorphism index (DI), normal size dimorphism (NSD), coefficient of variation (CV).

Η διαίτα του Νυχτοκόρακα (*Nycticorax nycticorax nycticorax* L., 1758) στη τεχνητή λίμνη Κερκίνη

Περικλής Μπίρτσας

Κυνηγετική Ομοσπονδία Μακεδονίας & Θράκης, Εθνικής Αντίστασης 173,
Θεσσαλονίκη, Τ.Κ. 55 134, e-mail: pbirtsas@hunters.gr

Περίληψη

Η λίμνη Κερκίνη είναι τεχνητός υγρότοπος που δημιουργήθηκε για να ρυθμίσει την πλημμυρική παροχή του Στρυμόνα, να ελέγξει την απόθεση φερτών υλών και να εξασφαλίσει νερό για την άρδευση της πεδιάδας των Σερρών. Στην Κερκίνη υπάρχει μια από τις μεγαλύτερες αποικίες ερωδιών στη Μεσσόγειο που αντιμετωπίζει πολλά προβλήματα κυρίως λόγω της αυξομοίωσης της στάθμης του νερού της λίμνης. Οι νυχτοκόρακες φτάνουν στον υγρότοπο στα μέσα Μαρτίου και τρέφονται κυρίως τη νύχτα εκτός από την περίοδο της αναπαραγωγής που τρέφονται καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Η τροφή τους αποτελείται κυρίως από ψάρια (86,5%) με κυρίαρχο είδος το σίρκο (71,47%). Μικρότερη συμμετοχή στη διαίτά του (13,5%) έχουν τα αμφίβια και τα έντομα.

Εισαγωγή

Οι ερωδιοί βρίσκονται στην κορυφή της τροφικής πυραμίδας στα υγροτοπικά οικοσυστήματα και θεωρούνται βιοενδείκτες των μεταβολών των οικολογικών συνθηκών (Custer and Osborn 1977, Curry-Lindahl 1978, Kushlan 1986b, Bildstein et al. 1990), οπότε οποιαδήποτε μεταβολή στη σύνθεση των πληθυσμών των ψαριών, αμφιβίων κ.λπ. αντανακλά στους πληθυσμούς τους και γενικότερα στη οικολογία τους (Τσαχαλίδης 1990, Καζαντζίδης 1998).

Στα εύκρατα κλίματα ο νυχτοκόρακας απαντά σε περιοχές με γλυκό νερό, κατά μήκος ρεμάτων και ποταμών, στις όχθες λιμνών, σε ελώδεις περιοχές και κατ' εξαίρεση σε ξηρά ή πλημμυρισμένα λιβάδια. Τρέφεται επίσης σε ανθρωπογενή περιβάλλοντα όπως ταμιευτήρες, διώρυγες, τάφρους και ορυζώνες. (Cramp and Simmons 1977).

Οι ερωδιοί, επειδή είναι σχετικά μεγάλοι σε μέγεθος, διακρίνονται εύ-

κολα, συλλαμβάνουν συνήθως μεγάλα σε μέγεθος είδη λείας και προσφέρονται γενικά για έρευνες που σχετίζονται με την οικολογία διατροφής (Recher and Holms 1982). Αυτό βέβαια δεν ισχύει, γενικά, για τον νυχτοκόρακα γιατί εξαιτίας της συνήθειάς του να τρέφεται τη νύχτα είναι δύσκολο να ληφθούν απευθείας παρατηρήσεις, παρά μόνο κατά την περίοδο αναπαραγωγής. Την περίοδο αυτή, λόγω των αυξημένων ενεργειακών απαιτήσεων, τρέφεται και κατά τη διάρκεια της ημέρας οπότε μπορούν να πραγματοποιηθούν καταγραφές. Οι περισσότερες μελέτες σχετικά με την οικολογία διατροφής περιορίζονται στους ερωδιούς που τρέφονται αποκλειστικά κατά τη διάρκεια της ημέρας (Recher and Holms 1982).

Η τροφή του νυχτοκόρακα αποτελείται κυρίως από ψάρια και αμφίβια και σε μικρότερο βαθμό από έντομα, ασπόνδυλα, νεοσσούς, μικρά θηλαστικά, ερπετά, σκουλήκια και αράχνες. Το μέγεθος των ειδών λείας του ποικίλλει από πολύ μικρά - μήκους μικρότερου του 1 cm – έως και μεγαλύτερα, μήκους έως 21 cm και στην περίπτωση των χελιών έως 35 cm. Τα κυριότερα είδη ψαριών με τα οποία τρέφεται είναι: *Esox lucius*, *Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Leuciscus cephalus*, *Anguilla anguilla*, *Gambusia affinis*, *Atherina boyeri*, *Lepomis gibbosus*, *Alburnus alburnus*, *Tinca tinca*, *Gobitis taenia*. Τα αμφίβια που καταναλώνει είναι κυρίως ενήλικα άτομα και γυρίνοι *Rana* sp. (Hafner 1977, Fasola et al. 1981, Voisin 1991).

Τα είδη των ψαριών που αποτελούν, όσον αφορά το ξηρό βάρος, την κυριότερη πηγή τροφής του (69,4%) είναι τα εξής: *Alburnus alburnus*, *Carassius carassius*, *Carrassius auratus*, *Rutilus rubilio*, *Tinca tinca*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Lepomis gibbosus* και *Gobitis taenia*. (Fasola et al. 1981). Άλλα είδη λείας όπως *Anelidae* και βάτραχοι είναι μικρά και πέπτονται πολύ γρήγορα, ενώ μπορεί να συμμετέχουν σε μεγαλύτερο βαθμό στο διαιτολόγιο του νυχτοκόρακα απ' αυτόν που προκύπτει από την ανάλυση των εμεσμάτων των νεοσσών (Fasola et al. 1981).

Στην Camargue η ποσότητα της τροφής που λαμβάνεται τη νύχτα είναι μεγαλύτερη από αυτή της ημέρας, επειδή τα μεγαλύτερα ψάρια (>6cm) συλλαμβάνονται κυρίως τη νύχτα. Αντιθέτως ο αριθμός των ατόμων των ειδών λείας που συλλαμβάνονται την ημέρα είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο της νύχτας (Watmough 1978, Fasola 1982). Στη Γαλλία και την Ιταλία οι νυχτοκόρακες τρέφονται κυρίως με ψάρια και λιγότερο με αμφίβια, ενώ τα έντομα καταλαμβάνουν μικρό τμήμα του συνόλου της λείας τους. Στην Ουγγαρία τα ψάρια και τα αμφίβια αποτελούν κυρίως την τροφή του νυχτοκόρακα, αλλά τα έντομα φαίνεται να καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος

της λείας τους (Voisin 1991). Στο Δέλτα του Βόλγα σύμφωνα με τον Scoconna (1960) (in Voisin 1991) η σύνθεση της τροφής του νυχτοκόρακα αποτελείται κυρίως από ψάρια (76,6%), υδρόβια αρθρόποδα (14,2%), αμφίβια (5,2%), χερσαία αρθρόποδα (3,8%) και λοιπά (0,2%).

Περιοχή έρευνας

Η λίμνη Κερκίνη είναι τεχνητός ταμιευτήρας αποθήκευσης νερού που βρίσκεται στο ΒΔ τμήμα του Νομού Σερρών. Απέχει περίπου 100 χιλιόμετρα από την πόλη της Θεσσαλονίκης. Το μήκος του κεντρικού της άξονα είναι 15 km, ενώ το μέγιστο πλάτος της είναι 8,5 km όταν είναι πλήρης νερού. Οι γεωγραφικές της συντεταγμένες στο κέντρο είναι 23°08' ΑΓΜ και 41°12' ΒΓΠ. Η Επιφάνειά της είναι μεταβαλλόμενη και το εύρος της είναι από 40.000 μέχρι 74.000 στρέμματα και εξαρτάται από την στάθμη της λίμνης.

Υλικά και μέθοδοι

Η μελέτη των διατροφικών συνηθειών του είδους έγινε με την ανάλυση των εμεσμάτων. Τα δείγματα ελήφθησαν κατά τους μήνες Μάιο – Ιούνιο των ετών 1995 - 1996. Τα εμέσματα συλλέγονταν, από την αποικία, μία φορά την εβδομάδα, από τις 08.00 έως 11.00. Για τη συλλογή χρησιμοποιήθηκε ειδικό πλωτό μέσο επειδή η αποικία ήταν σε περιοχή κατακλυσμένη με νερό (Τσαχαλίδης 1990, Τσαχαλίδης 2002). Στη συνέχεια τα δείγματα τοποθετούνταν σε μικρές πλαστικές φιάλες που περιείχαν διάλυμα φορμόλης (10%) και αποθηκεύονταν ώσπου να γίνουν οι απαιτούμενες αναλύσεις στο εργαστήριο. Κατά τη διάρκεια της ανάλυσης, και ανάλογα με το στάδιο της πέψης, έγινε προσπάθεια να προσδιοριστεί το είδος της λείας. Στα ψάρια μετρήθηκε το μεσουριαίο μήκος τους με ακρίβεια χιλιοστού. Ο προσδιορισμός της τροφής των ενηλίκων πραγματοποιήθηκε στις θέσεις τροφοληψίας με απευθείας παρατηρήσεις ατόμων που τρέφονταν. Οι παρατηρήσεις έγιναν, με τηλεσκόπιο, κατά την αναπαραγωγική περίοδο είτε από το εσωτερικό υφασμάτινης καλύπτρας είτε μέσα από όχημα.

Πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις στα σημαντικότερα ενδιαιτήματα κατά τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο των ετών 1995 – 1996 και παρατηρήθηκαν 379 άτομα νυχτοκόρακα για 7298 min (121,63 ώρες) κατά τη διάρκεια της ημέρας. Οι παρατηρήσεις περιορίστηκαν σε ημέρες με «κανονικές» καιρικές συνθήκες (χωρίς δυνατούς ανέμους και βροχή) και για τα ενήλικα

άτομα μόνο (Hafner et al. 1982). Από κάθε σημείο στάσης εντοπίζονταν άτομα που η θέση τους αλλά και η στάση του σώματός τους υποδήλωναν ότι προσπαθούσαν να τραφούν. Στη συνέχεια από τη στιγμή που κάποιος νυχτοκόρακας πραγματοποιούσε προσπάθεια για να συλλάβει τη λεία του, άρχιζε η παρατήρησή του (Altman 1974). Βασικός παράγοντας για να επιλεγεί ένα άτομο που φαίνεται ότι τρεφόταν ήταν η ευκολία με την οποία μπορούσε να πραγματοποιηθεί η παρατήρηση (Hafner et al. 1982). Η παρατήρηση διαρκούσε 20 min εκτός και αν ο νυχτοκόρακας απομακρυνόταν πριν τελειώσει ο χρόνος παρατήρησης ή σταματούσε να τρέφεται. Καθ' όλη τη διάρκεια της καταγραφής της συμπεριφοράς του νυχτοκόρακα, από τη στιγμή που πραγματοποιούσε ράμφισμα με σκοπό τη σύλληψη της λείας, καταγραφόταν ο χρόνος που γινόταν το ράμφισμα, το είδος και το μέγεθος της λείας (αν ήταν επιτυχημένη προσπάθεια). Κάθε ράμφισμα χαρακτηριζόταν ως επιτυχημένο όταν κάποιο άτομο έκανε κινήσεις για να καταπιεί τη λεία του. Η κατάποση ακόμα και της πιο μικρής λείας από νυχτοκόρακα γίνεται αντιληπτή από χαρακτηριστικές κινήσεις (Hafner et al. 1982).

Μετά από επιτυχημένο χτύπημα γίνονταν εκτίμηση του μήκους της λείας σε σύγκριση με το ράμφος του νυχτοκόρακα του οποίου το μέσο μήκος είναι 70,8 mm (Willard 1977, Cramp and Simmons 1977).

Αποτελέσματα

Διατροφή νεοσσών

Για να μελετηθεί η διατροφή των νεοσσών του νυχτοκόρακα αναλύθηκαν συνολικά 86 εμέσματα (45 το 1995 και 41 το 1996). Κατά την ανάλυση των εμεσμάτων προσδιορίστηκαν οκτώ είδη από τέσσερις ταξινομικές ομάδες (Πίνακας 1). Από αυτά τα πέντε είδη είναι ψάρια, ένα είδος *Libelula sp.*, ένα είδος της οικογένειας *Arahnidae*, ένα είδος βατράχου (*Rana rindibunda*). Το μεγαλύτερο ποσοστό (86,47%) αντιπροσωπεύουν τα ψάρια και ακολουθούν τα αμφίβια και τα έντομα.

Οι νεοσσοί νυχτοκόρακες τρέφονται με πέντε είδη ψαριών: το σίρκο (*Alburnus alburnus strumnicae*) με μέσο μεσουριαίο μήκος 76,04 mm (1995, n=181) και 86,26 mm (1996, n=62) το τσιρώνι (*Rutilus rutilus*) με μέσο μεσουριαίο μήκος σώματος 83,2 mm (1995, n=5) και 100,28 mm (1996, n=21), το σπαράκι (*Lepomis gibbosus*) με μέσο μεσουριαίο μήκος σώματος 89,00 mm (1995, n=3) και 84,10 mm (1996, n=10), ο κέφαλος (*Leuciscus cephalus*) με μέσο μεσουριαίο μήκος σώματος 125,57 mm (1995, n=7) και 91,50 mm (1996, n=2), και η πεταλούδα (*Carassius*

auratus) με μέσο μεσουριαίο μήκος σώματος 111,50 mm (1995, n=2) και 121,00 mm (1996, n=1).

Πίνακας 1. Συχνότητα εμφάνισης των ειδών λείας των νεοσσών νυχτοκόρακα στη λίμνη Κερκίνη κατά τα έτη 1995 (45 εμέσματα) και 1996 (41 εμέσματα).

Table 1. Frequency of occurrence of prey species of Black-crowned night-herons nestlings regurgitations for years 1995 (n=45) to 1996 (n=41)

Είδος λείας (Prey species)	Έτος (Year)				Σύνολο (Total)	
	1995		1996		Αριθμός από- μων (Number of individuals) (n)	
	Αριθμός α- τόμων (Number of individuals) (n)	(%)	Αριθμός από- μων (Number of individuals) (n)	(%)		
<i>Alburnus alburnus</i>	181	91,41	62	43,66	243	71,47
<i>Rutilus rutilus</i>	5	2,52	20	14,09	25	7,35
<i>Lepomis gibbosus</i>	3	1,52	11	7,75	14	4,13
<i>Leuciscus cephalus</i>	7	3,53	2	1,41	9	2,65
<i>Carassius auratus</i>	2	1,02	1	0,70	3	0,88
<i>Libelula sp.</i>	0	0	4	2,82	4	1,18
<i>Rana ridibunda</i> (γυ- ρίνοι, polliwings)	0	0	40	28,17	40	11,76
<i>Rana ridibunda</i> (ε- νήλικοι, adults)	0	0	1	0,70	1	0,29
<i>Arahnidae</i>	0	0	1	0,70	1	0,29
Σύνολο (Total)	198	100	142	100	340	100

Πίνακας 2. Μέσο μεσουριαίο μήκος ειδών ψαριών που βρέθηκαν στα εμέσματα νεοσσών νυχτοκόρακα στη λίμνη Κερκίνη τα έτη 1995 και 1996 (n = αριθμός εμεσμάτων).

Table 2. Mean length of fish species found in regurgitations of Black-crowned night-herons nestlings at Kerkini Reservoir for years 1995 to 1996.

Έτος (Year)	Μέσο σωματικό μήκος ειδών ψαριών (mm ± s) (Mean length of fish species mm ± s)		
	<i>Alburnus alburnus</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	<i>Lepomis gibosus</i>
1995	(n=181) 76,04 ± 0,91	(n=5) 83,20 ± 2,99	(n=3) 89,00 ± 8,96
1996	(n=62) 86,26 ± 1,95	(n=21) 100,29 ± 3,89	(n=11) 84,82 ± 3,72
t - test	-5,287		0,497
df	241		12

p	<0,001	0,58	0,628
Mann-Whitney test		U=23,50	

Διατροφή ενήλικων

Ο προσδιορισμός της λείας των ενήλικων ατόμων κατά τη διάρκεια άμεσων παρατηρήσεων στις περιοχές τροφοληψίας πραγματοποιήθηκε σε επίπεδο κατηγορίας λόγω της δυσκολίας αναγνώρισης από απόσταση. Προσδιορίστηκε το σύνολο της συλληφθείσης λείας κατά τα έτη 1995 και 1996 των 379 νυχτοκοράκων που αποτέλεσαν το δείγμα. Πραγματοποιήθηκαν 352 προσπάθειες σύλληψης λείας, από τις οποίες οι 112 (31,82%) ήταν επιτυχημένες. Η σύνθεση της τροφής του νυχτοκόρακα αναλύεται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 3. Μέσο μεσουριαίο μήκος ειδών ψαριών που βρέθηκαν στα εμέσματα νεοσσών νυχτοκόρακα στη λίμνη Κερκίνη τους μήνες Μάιο – Ιούνιο (n = αριθμός εμεσμάτων)

Table 3. Mean length of fish species found in regurgitations of Black-crowned night-herons nestlings at Kerkini Reservoir for months May to June.

Μήνας (Month)	Μέσο σωματικό μήκος ειδών ψαριών (mm ± s) (Mean length of fish species mm ± s)		
	<i>Alburnus alburnus</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	<i>Lepomis gibosus</i>
Μάιος (May)	(n=189) 77,45 ± 1,00	(n=15) 97,73 ± 4,37	(n=5) 82,40 ± 6,47
Ιούνιος (June)	(n=54) 82,83 ± 1,83	(n=11) 96,00 ± 5,78	(n=9) 87,55 ± 3,95
t -test	-2,547	0,244	-0,723
df	241	24	12
p	0,011	0,809	0,483

Το μεγαλύτερο τμήμα των ειδών λείας των ενήλικων νυχτοκοράκων αποτελούν τα ψάρια. Το 1995 το ποσοστό των ψαριών έφτασε το 91,66% του συνόλου της λείας, ενώ το 1996 ήταν 75%. Οι υπόλοιπες κατηγορίες φαίνεται να έχουν μικρότερη συμμετοχή στην τροφή του νυχτοκόρακα. Αξιοσημείωτη είναι η συμμετοχή των γυρίνων – ασπόνδυλων με 11,84% κατά το 1996.

Πίνακας 4. Συχνότητα εμφάνισης των ειδών λείας ενήλικων νυχτοκοράκων στη λίμνη Κερκίνη τα έτη 1995 και 1996.

Table 4. Frequency of occurrence of prey species categories of Black-crowned night-herons at Kerkini Reservoir for years 1995 to 1996.

Ταξινόμική ομάδα λείας (Prey species category)	Έτος (Year)				Σύνολο (Total)	
	1995		1996		Αριθμός από-μων (Number of individuals)	
	Αριθμός α-τόμων (Number of individuals)	(%)	Αριθμός α-τόμων (Number of individuals)	(%)	(n)	(%)
Ψάρια (Fishes)	33	91,66	57	75,00	90	80,36
Έντομα (Insects)	2	5,56	5	6,58	7	6,25
Αμφίβια (Amfibians)	1	2,78	14	18,42	15	13,39
Σύνολο (Total)	36	100	76	100	112	100

Συζήτηση

Διατροφή νεοσσών

Η διατροφή των νεοσσών στη λίμνη Κερκίνη βασίζεται κατά κύριο λόγο στα ψάρια και λιγότερο στα αμφίβια και ακόμα λιγότερο στα έντομα. Ο Fasola (1981) υποστηρίζει επίσης ότι η αυξημένη εμφάνιση ενός είδους λείας στα εμέσματα του νυχτοκόρακα αντιστοιχεί σε περιόδους που παρατηρείται αφθονία αυτού στα υδάτινα οικοσυστήματα της περιοχής. Φαίνεται λοιπόν ότι αν ένα είδος λείας έχει ικανό μέγεθος και βρίσκεται σε αφθονία στην περιοχή ο νυχτοκόρακας τρέφεται αποκλειστικά μ' αυτό (Hofmann 1978, Voisin 1991).

Το 1995 στα εμέσματα των νεοσσών βρέθηκαν μόνο ψάρια. Συχνότερα απαντώμενο είδος ήταν το σίρκο (*Alburnus alburnus*) με ποσοστό 91,41% και ακολουθούν ο κέφαλος (*Leuciscus cephalus*) με ποσοστό 3,53% και το τσιρώνι (*Rutilus rutilus*) με ποσοστό 2,52%. Το 1996 τα ψάρια ήταν η συχνότερα απαντώμενη λεία (86,47%) και ακολουθούν τα αμφίβια (γυρίνοι) με συχνότητα εμφάνισης 12,05%. Το σίρκο ήταν και πάλι το συχνότερα απαντώμενο είδος λείας (71,47%), και ακολουθούσαν το τσιρώνι (7,35%) και το σπαράκι (4,12%). Η σύνθεση του διαιτολογίου των νεοσσών του νυχτοκόρακα κατά την Άνοιξη και το Φθινόπωρο μελετήθηκε από τον Fasola (1981) σύμφωνα με τον οποίο οι κατηγορίες της λείας που βρέθηκαν στα ε-

μέσματα των νεοσσών κατά την περίοδο από Μάιο έως Αύγουστο δείχνουν ότι η διακύμανση στα ποσοστά συμμετοχής των αμφιβίων και των ψαριών είναι μικρή. Ο Hoffman (1978) ωστόσο αναφέρει ότι στη λίμνη Erie στο Ohio των Η.Π.Α. ψάρια της οικογένειας Cyprinidae (*Cyprinus carpio* και *Carassius auratus*) συμμετέχουν στην διατροφή του νυχτοκόρακα σε ποσοστό από 3,6 έως 36,8%.

Η προτίμηση των νυχτοκοράκων στα σίρκα και λιγότερο στα τσιρώνια μας δείχνει ότι στον Στρυμόνα, στις αρδευτικές διώρυγες και στις μικρές λίμνες είναι πιο κοινά τα σίρκα. Αυτή την εποχή τα σίρκα μετακινούνται στα ανάντη του Στρυμόνα για ν' αποθέσουν τα αβγά τους. Τα τσιρώνια επίσης μετακινούνται κατά την περίοδο αναπαραγωγής τους, που συμπίπτει μερικώς με αυτή των νυχτοκοράκων, στο βόρειο τμήμα της λίμνης και γύρω από το παραποτάμιο δάσος. Τα σίρκα τα συναντούμε μέχρι τη γέφυρα της Βυρώνειας (Ναζηρίδης και Crivelli, προσωπική επικοινωνία) καθώς και στις γύρω αρδευτικές διώρυγες. Οι Wolford and Boag (1971) βρήκαν ότι οι μεταβολές στην αφθονία των ειδών της λείας συσχετίζονται τις μεταβολές της κατάστασης των περιοχών τροφοληψίας στη Νότια Alberta και το μήκος των ψαριών που αποτελούν τη λεία του νυχτοκόρακα κυμαινόταν από 15,1 έως 18,3 cm.

Το μέσο μήκος των σίρκων που βρέθηκαν στα εμέσματα διέφερε σημαντικά μεταξύ των ετών ($p < 0,001$) με μεγαλύτερο αυτό του 1996. Αντίθετα το μέσο μήκος των τσιρωνιών και των σπαρακιών δεν διέφεραν μεταξύ των ετών ($p = 0,58$ και $p = 0,628$ αντίστοιχα).

Διατροφή ενηλίκων

Στη λίμνη Κερκίνη στην τροφή των ενηλίκων νυχτοκοράκων κυριάρχησαν και τις δύο χρονιές τα ψάρια με συχνότητα εμφάνισης 91,66% και 75,00% αντίστοιχα. Διαφοροποίηση υπάρχει μεταξύ των ετών ως προς τη συχνότητα εμφάνισης των ασπόνδυλων και των αμφιβίων. Το 1995 δεν παρατηρήσαμε νυχτοκόρακες να συλλαμβάνουν ασπόνδυλα, ενώ το 1996 η συχνότητα εμφάνισης των ασπόνδυλων έφτασε το 11,84%. Τα αμφίβια, δε, αποτελούσαν το 2,78% και το 6,58% του συνόλου του διαιτολογίου των ενηλίκων νυχτοκοράκων κατά τα έτη 1995 και 1996 αντίστοιχα.

Παρατηρείται, επίσης, διαφοροποίηση στο ποσοστό συμμετοχής των εντόμων και των αμφιβίων στα εμέσματα των νεοσσών και των ενηλίκων νυχτοκοράκων. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι τα αμφίβια και κυρίως οι γυρίνοι πέπτονται πιο εύκολα από τα έντομα και δεν αφήνουν ευδιάκριτα υπολείμματα.

Βιβλιογραφία

- Altman, J. 1974. Observational study of the behavior: Sampling method. *Behavior* 49:227- 265.
- Bildstein, K. L., W. Post, J. Johnston and P. Frederick. 1990. Freshwater wetlands, rainfall, and the breeding ecology of White ibises in coastal South Carolina. *Wilson Bulletin* 102(1): 84-98.
- Cramp, S. and K. E. L. Simmons, (eds). 1977. The birds of the Western Palearctic. Vol. III. Oxford: Oxford University Press.
- Curry-Lindahl, K. 1978. Conservation and management problems of Wading birds and their habitats: a global overview. In: Wading Birds Research Report 7: 83-97. Sprunt, A., J. C. Ogden and S. Winckler (Eds). National Audubon Society Research Report.
- Custer, T. W. and R. G. Osborn. 1977. Wading birds as biological indicators: 1975 colony survey. *U. S. Fish & Wildlife Service Spec. Sci. Rep-Wildl.* 206: 1-13.
- Fasola, M. 1982. Feeding dispersion in the Night heron, *Nycticorax nycticorax* and Little egret, *Egretta garzetta* and the information centre hypothesis. *Boll. Zool* 49: 177-186.
- Fasola, M., P. Galeoti, G. Bogliani and P. Nardi. 1981. Food of Night heron (*Nycticorax nycticorax*) and Little egret (*Egretta garzetta*) feeding in rice fields. *Rivista Ital. Ornith.* 51(1-2): 97-112.
- Hafner, H. 1977. Contribution a l' etude ecologique de quatre especes des herons (*Egretta g. garzetta L.*, *Ardeola r. ralloides Scop.*, *Ardeola i. ibis L.*, *Nycticorax n. nycticorax L.*) pendant leur nidification en Camargue. These a l' Universite de Toulouse. pp. 183.
- Hafner, H., V. Boy and G. Gory. 1982. Feeding methods, flock size and feeding success in the Little egret *Egretta garzetta* and the Squacco heron *Ardeola ralloides* in Camargue, Southern France. *Ardea* 70: 45-54.
- Hofman, R. D. 1978. The diets of herons and egrets in southwestern lake Erie. In: Wading Birds Research Report 7: 365-369. Sprunt, A., J. C. Ogden and S. Winckler (Eds). National Audubon Society Research Report.
- Καζαντζίδης, Σ. 1998. Οικολογία αναπαραγωγής του Λευκοτσικινιά (*Egretta garzetta garzetta*), στο Δέλτα του ποταμού Αξιού. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Α.Π.Θ. 208 σελ.
- Kushlan, J. A. 1986. Responses of wading birds to seasonally fluctuating

- water levels: strategies and their limits. *Colonial Waterbirds* 9(2): 155-62.
- Recher, H. F. and R. T. Holmes. 1982. The foraging behavior of herons and egrets on the Magella Creek flood plain, Northern Territory. *Tech. Memor.* 4: 1-17.
- Τσαχαλίδης, Ε.Π. 1990. Βιολογία και οικολογική συμπεριφορά του Λευκοτσικνιά (*Egretta garzetta*) στην τεχνητή λίμνη Κερκίνης Σερρών. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τομέας Λιβαδοπονίας και Θηραμάτων, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Α. Π. Θ. 146 σελ.
- Τσαχαλίδης, Ε.Π. 2002. «Βιολογία αναπαραγωγής του *Κρυπτοτσικνιά* (*Ardeola ralloides Scopoli, 1769*), στη λίμνη Κερκίνη Σερρών». Γεωτεχνικά Επιστ. Θέματα Σειρά II, 13: 76-85.
- Voisin, C. 1991. The Herons of Europe. T. and A. D. Poyser Ltd. London. pp. 364.
- Willard, D. E. 1977. The feeding ecology and behavior of five species of Herons in Southeastern New Jersey. *The Condor* 79: 462-470.
- Wolford, J. W. and D. A. Boag. 1971. Distribution and biology of Black-crowned Night herons in Alberta. *The Canadian Field-Naturalist* 85: 13-19.

**Diet of the Black-crowned night-heron
(*Nycticorax nycticorax nycticorax* (L., 1758)
at the Kerkini reservoir, Macedonia, Hellas.**

Dr Pericles Birtsas

Abstract

Kerkini is an artificial lake constructed in order to regulate the floodwater supply of the Strymon River, to control sediment deposition and to provide an irrigation reservoir for the Serres agricultural plain. At Kerkini there can be found one of the largest heronries of the Mediterranean that is facing serious problems mainly due to fluctuation of the water level. Black-crowned night-herons feed mainly at night time except during breeding season whereas they feed throughout the day-time and its diet consists of fish (86,47%) with a predominance of Bleak (71,47%). Amphibians and insects contribute less to its diet (13,5%).

Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την ποσοτικοποίηση της δυναμικής ανθρώπινης όχλησης στους ζωϊκούς πληθυσμούς με βάση τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)

Κ. Ποϊραζίδης*, Ε. Τσαχαλίδης, Π. Καρανικόλα και Κ. Μπακέας

***Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων. Τ.Κ. 68200, Ορεστιάδα, Έβρος.
*E-mail: kpoiraz@fmenr.duth.gr**

Περίληψη

Η ανθρώπινη όχληση στην άγρια ζωή έχει αναγνωριστεί ως ένα από τα βασικά θέματα που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην προστασία της βιοποικιλότητας. Η καταγραφή της είναι μια δύσκολη εργασία καθώς μεταβάλλεται τόσο χωρικά όσο και χρονικά με απρόβλεπτους τρόπους. Στην εργασία αυτή προτείνεται μια μεθοδολογία που ποσοτικοποιεί και χαρτογραφεί τη δυναμική ανθρώπινη όχληση σε ένα οικοσύστημα με βάση τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π). Ως πιλοτική περιοχή εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε το Εθνικό Πάρκο Δαδιάς. Έξι παράγοντες που θεωρήθηκαν ότι επηρεάζουν την παρουσία ή απουσία της ανθρώπινης δραστηριότητας στην περιοχή αυτή βαθμολογήθηκαν με αριθμούς συγκεκριμένης κλίμακας. Οι παράγοντες αυτοί ήταν α) οι χρήσεις γης, β) η κλίση του ανάγλυφου, γ) η ζώνη επιρροής του δρόμου, δ) η ζώνη επιρροής του οικισμού, ε) η ζώνη επιρροής στρατιωτικής υποδομής και στ) η ζώνη επιρροής μεμονωμένης υποδομής. Οι περιοχές αυστηρής προστασίας και μεγάλες ενότητες στα νοτιοδυτικά, δέχονται τη λιγότερη όχληση ενώ η διαχειριζόμενη δασική ζώνη χαρακτηρίζεται από περιοχές μέτριας όχλησης. Οι μόνες περιοχές οι οποίες προς το παρόν δέχονται έντονη όχληση, είναι οι δασικές εκτάσεις γύρω από τους οικισμούς, οι οποίες όμως καταλαμβάνουν μικρή έκταση. Τα αποτελέσματα από τη εργασία αυτή δείχνουν ότι με κριτήριο τις τωρινές ανθρώπινες δραστηριότητες οι οποίες σε μεγάλο ποσοστό διατηρούνται σε παραδοσιακή μορφή, η δυναμική ανθρώπινη όχληση στην περιοχή είναι από μικρή έως μέτρια. Η συνθετική παρουσίαση του παράγοντα «ανθρώπινη όχληση» όπως παρουσιάζεται σε αυτή την μελέτη μπορεί να αποτρέψει φαινόμενα λαθεμένης αναγνώρισης της σπουδαιότητας ή όχι κάποιων ατομικών παραγόντων όχλησης στην πανίδα όταν εξετάζονται ξεχωριστά. Παράλληλα αποδείχθηκε ένας αξιόπιστος παράγοντας τόσο για την οικολογική μελέτη των ειδών όσο και για την εκτίμηση της όχλησης γύρω από θέσεις φωλιάσματος αρπακτικών πουλιών. Η προτεινόμενη μεθοδολογία – που αποτελεί στην ουσία ένα πρακτικό τρόπο επεξεργασίας χαρτογραφικών δεδομένων - μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε δασικό οικοσύστημα.

μα χωρίς να απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις χρήσης προγραμμάτων Γ.Σ.Π.
Λέξεις κλειδιά: ανθρώπινη όχληση, άγρια ζωή, GIS.

Εισαγωγή

Η ανθρώπινη παρουσία στη Μεσόγειο έχει τροποποιήσει τα φυσικά οικοσυστήματα για μια περίοδο περισσότερο από 10.000 χρόνια (Le Honegou 1981). Η αγροτική ανάπτυξη, η βόσκηση, οι τεχνικές της δασοπονίας, παράλληλα με φυσικούς ή ανθρωπογενείς παράγοντες διατάραξης όπως είναι οι δασικές πυρκαγιές έχουν παίξει ένα ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των οικοσυστημάτων στη Μεσόγειο, δημιουργώντας σε πολλές περιοχές ένα μωσαϊκό βιοτόπων. Πολλά είδη της πανίδας και χλωρίδας εξαρτώνται πια από αυτούς τους ημι-φυσικούς βιοτόπους (π.χ. Bignal and McCracken 1996, Beaufoy 1998, Zimmermann, 2004).

Αν και πολλά είδη φυτών και ζώων έχουν ένα μεγάλο εύρος οικοθέσεων, άλλα είδη περιορίζονται σε μία ή λιγότερες οικολογικές περιοχές (Primack 1993) και πολλά είδη μπορούν να ανεχθούν μόνο ένα περιορισμένο επίπεδο ανθρώπινης όχλησης στους βιοτόπους τους (Swengel and Swengel, 1999, Kitahara et al, 2000). Η ανθρώπινη όχληση στην άγρια ζωή έχει αναγνωριστεί ως ένα από τα βασικά θέματα που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην προστασία της βιοποικιλότητας και η δυνητική επίδραση της ανθρώπινης όχλησης στους ζωϊκούς πληθυσμούς έχει μελετηθεί ευρέως (π.χ. Stalmaster and Newman, 1978; Stockwell et al., 1991; Pfister et al., 1992; Reijnen et al., 1995).

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός δημοσιεύσεων που μελετάνε τα αποτελέσματα της όχλησης στα πουλιά (Hockin et al . 1992, Carney & Sydeman 1999, Woodfield & Langston 2004, Ποϊραζίδης κ.α. 2005). Πολλές μελέτες έχουν αναγνωρίσει την επίδραση της ανθρώπινης όχλησης σε περιοχές γύρω από τις θέσεις φωλιάσματος αρπακτικών πουλιών (Andrew and Mosher 1982, Anthony and Isaaks 1989, Poirazidis et al, 2004), αλλά εξίσου σημαντική είναι και η επίδραση της όχλησης σε ευρύτερες ζώνες όπου χρησιμοποιούνται από τα διάφορα είδη για τροφοληψία (Xirouchakis and Nikolakakis 2002, Carrete and Donazar 2005). Τα θηλαστικά εμφανίζουν παρόμοια ευαισθησία ακόμα και για τα είδη που εξαρτώνται από την ανθρώπινη παρουσία. Ο Λύκος (*Canis lupus*) για παράδειγμα, έχει αναπτύξει μηχανισμούς συνύπαρξης με την ανθρώπινη παρουσία. Η αύξηση όμως της όχλησης πέρα από ένα όριο επιφέρει μείωση της καταλληλότητας ενός βιοτόπου για την μόνιμη παρουσία του (Cayuela, 2004). Παρόμοια ευαισθησία

έχει βρεθεί και για φυτοφάγα θηλαστικά όπως π.χ. για το Ελάφι (*Cervus elaphus*) (Pettrak 1996, Conner et al, 2001) καθώς και σε άλλες ομάδες ζώων όπως στα λεπιδόπτερα (π.χ. Hill et al, 1995 Grill and Cleary, 2003).

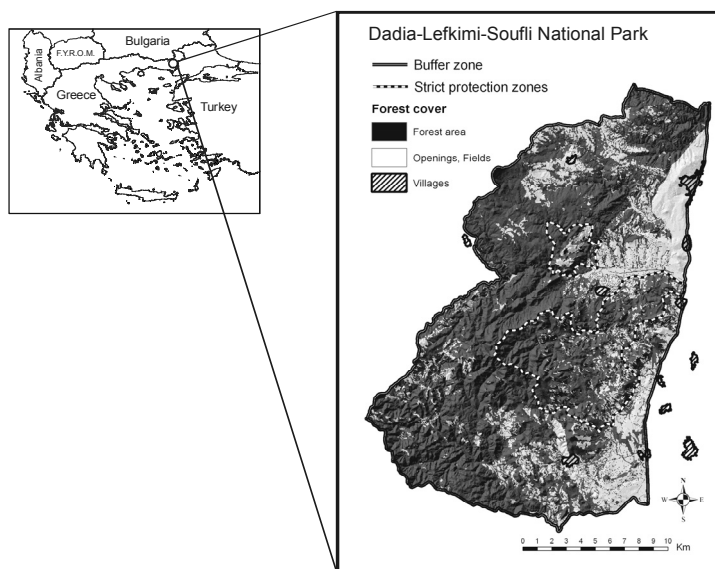
Η αξιολόγηση του βαθμού που η όχληση επιδρά στους ζωικούς πληθυσμούς εξαρτάται κυρίως από το βαθμό προσέγγισης των πηγών όχλησης στα ζώα. (Gill et al, 2001). Αν και η σημασία αυτού του παράγοντα για την προστασία απειλούμενων ειδών πανίδας έχει αναγνωριστεί ευρέως, η καταγραφή της δεν είναι εύκολη διαδικασία γιατί μεταβάλλεται τόσο χωρικά όσο και χρονικά με απρόβλεπτους τρόπους (Anthony and Isaaks 1989) ενώ παράλληλα και η χαρτογράφηση της είναι ακόμα δυσκολότερη (Zimmermann 2004). Η ανθρώπινη όχληση στα οικοσυστήματα συνήθως μετριέται με την απόσταση των ανθρώπινων υποδομών (που είτε έχουν κατασκευαστεί όπως οι οικισμοί, μεμονωμένες υποδομές, δρόμοι, είτε έχουν διαμορφωθεί από τον άνθρωπο όπως οι αγροτικές καλλιέργειες) σε σχέση με μια οικολογική θέση που μας ενδιαφέρει όπως είναι οι θέσεις φωλιάς, περιοχές τροφοληψίας και συνήθως αναφέρεται ως δυνητική ανθρώπινη όχληση (π.χ. Tella et al, 1998, Huff et al, 2006, Cassinello et al, 2006). Η ύπαρξη όμως μιας ανθρώπινης υποδομής από μόνη της δεν είναι παράγοντας όχλησης για οικοσυστήματα μιας περιοχής. Περισσότερο σημαντική είναι η ένταση της ανθρώπινης δραστηριότητας που καθορίζει (θετικά ή αρνητικά) τη σημασία αυτής της υποδομής στα είδη της πανίδας. Ιδιαίτερα στα δασικά οικοσυστήματα, το μέγεθος του «ανθρώπινου παράγοντα» αλλά και η απόσταση του από ευαίσθητες θέσεις για την πανίδα καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και τις επακόλουθες συνέπειες (Poigrazidis et al, 2007). Παράλληλα, για να εξεταστεί η χωρική επίδραση της όχλησης στην πανίδα είναι πολύ σημαντικό η καταγραφή αυτού του παράγοντα να έχει και χωρική υπόσταση σε όλη την περιοχή ενδιαφέροντος με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.).

Στην παρούσα μελέτη προτείνεται μια πιλοτική μεθοδολογία για την ποσοτικοποίηση και απεικόνιση της χωρικής κατανομής της δυνητικής ανθρώπινης όχλησης στους ζωικούς πληθυσμούς με βάση τα Γ.Σ.Π. Σύμφωνα με αυτή τη μεθοδολογία καταγράφηκαν οι παράγοντες που επηρεάζουν την παρουσία ή απουσία της ανθρώπινης δραστηριότητας. Αυτοί οι παράγοντες βαθμολογήθηκαν με αριθμούς αυξανόμενης κλίμακας. Η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε δασικό οικοσύστημα και ως υπόδειγμα εφαρμόστηκε στο Εθνικό Πάρκο Δαδιάς – Λευκίμης – Σουφλίου (εφεξής για συντομία Εθνικό Πάρκο Δαδιάς) όπου και παρουσιάζεται στην παρούσα μελέτη.

Μεθοδολογία

Περιοχή μελέτης

Το Εθνικό Πάρκο Δαδιάς βρίσκεται στο μέσον του νομού Έβρου, αποτελώντας τμήμα της νοτιο-ανατολικής απόληξης του ορεινού όγκου της Ροδόπης (Εικόνα 1). Η περιοχή ανήκει στην πεδινή/ημιορεινή ζώνη, με υψόμετρο που κυμαίνεται από 10 m έως 604 m. Η ψηλότερη κορυφή είναι το Κάψαλο (604 m). Δυτικά της περιοχής μελέτης βρίσκεται μια ορεινή ζώνη με υψηλότερες κορυφές τη Σάπκα (1044 m) και το Σίλο (1065 m). Το ανάγλυφο της περιοχής χαρακτηρίζεται από την έντονη εναλλαγή μικρών και μεγάλων κοιλάδων, ήπιων και απότομων κλίσεων, καθώς και από ένα πολυσχιδές υδρογραφικό δίκτυο με μικρά και μεγαλύτερα ρέματα.



Εικόνα 1. Χάρτης περιοχής μελέτης

Βαθμολόγηση και χαρτογράφηση των παραγόντων που προκαλούν όχληση

Οι παράγοντες που συμμετείχαν για την καταγραφή και χαρτογράφηση της ανθρώπινης όχλησης ήταν έξι και για καθένα από αυτούς καθορίστηκε μια κλίμακα αυξανόμενης βαθμολόγησης (Πίνακας 1). Το εύρος αυτής της κλίμακας, δηλαδή ο αριθμός των κλάσεων της, θα πρέπει να είναι τέτοιο ώ-

στε να μπορεί με βεβαιότητα να ενταχθεί κάθε παράγοντας σε κάθε κλάση. Για την περιοχή μελέτης, καθορίστηκε μια πενταβάθμια κλίμακα, όπου 1: ελάχιστη όχληση, 2: μικρή όχληση (χωρικά και χρονικά), 3: μέτρια όχληση (κυρίως εξαιτίας της μικρής χρονικής διάρκειας που συμβαίνει), 4: έντονη όχληση (εξαιτίας της σταθερής μεγάλης χρονικής διάρκειας που συμβαίνει) και 5: μέγιστη όχληση (τόσο χωρικά όσο και χρονικά). Κάθε παράγοντας μετασχηματίστηκε μέσα από διαδικασία των Γ.Σ.Π. με βάση τις παραπάνω κλίμακες και η σύνθεση του τελικού χαρτογραφικού αποτελέσματος δημιουργήθηκε με άθροισμα των επιμέρους επιπέδων.

Ο παράγοντας κυνήγι αν και δημιουργεί όχληση στα οικοσυστήματα δεν άρθηκε υπόψη στην παρούσα μελέτη, επειδή η κυνηγετική περίοδος διαρκεί εκτός της αναπαραγωγικής περιόδου των περισσότερων ειδών πανίδας – η σημαντικότητα της περιοχής του Εθνικού Πάρκου Δαδιάς σχετίζεται περισσότερο με την αναπαραγωγή προστατευόμενων ειδών πανίδας παρά με το ξεχειμώνιασμα ειδών – ενώ παράλληλα η χωρική και χρονική κατανομή των κυνηγών διαφοροποιείται έντονα ανά περιοχή.

Παράλληλα, θα πρέπει να τονιστεί ότι στη χαρτογράφηση αυτή, δεν άρθηκε υπόψη η ετήσια χρονική κλίμακα κατά την οποία συμβαίνει μία δραστηριότητα, αλλά η γενικότερη επίδραση της με την πάροδο των χρόνων. Αυτό σημαίνει, ότι ενώ π.χ. η υλοτόμηση μιας περιοχής τη στιγμή που συμβαίνει προκαλεί μέγιστη όχληση, σε μεγαλύτερη χρονική κλίμακα η επίδραση αυτής της δραστηριότητας σχετίζεται περισσότερο με την διάρκεια και επανάληψή της. Έτσι, για παράδειγμα, εντονότερη είναι η όχληση όταν υλοτομείται μια περιοχή κάθε δέκα χρόνια αλλά για περίοδο τριών μηνών, από αντίστοιχη περιοχή που υλοτομείται σε περίοδο ενός μηνός.

Αναλυτικότερα τα χαρτογραφικά υπόβαθρα που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις και οι αναγκαίοι μετασχηματισμοί ήταν τα εξής:

α) Χάρτης χρήσεων γης

Καθορίστηκαν οχτώ χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης. Οι οικισμοί, η δασική διαχειριζόμενη περιοχή, η περιοχή όπου κυριαρχούν αναδασώσεις, η περιοχή στην οποία αποκλειστική δραστηριότητα είναι η βόσκηση ζώων, η περιοχή αυστηρής προστασίας, η δασική περιοχή με μικρές ζώνες ή λωρίδες ανάμεσα στα καλλιέργειες, η γεωργική περιοχή εκτατικής καλλιέργειας και η γεωργική περιοχή εντατικής καλλιέργειας. Για την βαθμολόγηση των χρήσεων γης, ενσωματώθηκε και η πληροφορία των τύπων βλάστησης, ειδικά για την περιοχή δασικής εκμετάλλευσης. Η υλοτομική δραστηριότητα και η διάρκεια της ανθρώπινης παρουσίας είναι εντονότερη στις περιοχές με

παρουσία πεύκων από ότι σε περιοχές που καταλαμβάνονται μόνο από δρυς και πλατύφυλλα γενικότερα (Πίνακας 1).

β) Χάρτης κλίσεων

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από ποικιλία αναγλύφου, το οποίο κατά περιοχές είναι λοφώδες και ομαλό, ενώ σ' άλλες περιοχές χαρακτηρίζεται από έντονες κλίσεις (βλέπε αποτελέσματα τοπογραφικών δεδομένων). Η παρουσία του ανθρώπου αναμένεται εντονότερη σε περιοχές ομαλότερων κλίσεων. Με βάση αυτή την παραδοχή, οι κλίσεις ταξινομήθηκαν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: τις σχεδόν επίπεδες περιοχές με κλίσεις $< 5^{\circ}$, τις μέτριας κλίσης περιοχές με κλίσεις 5° - 22° και τις απότομες περιοχές με κλίσεις $> 22^{\circ}$ (Πίνακας 1).

γ) Δίκτυο δρόμων

Η παρουσία των δρόμων συνεισφέρει στον παράγοντα όχλησης με δύο τρόπους. Πρώτον, η ίδια η παρουσία του δρόμου με τη χρήση του δημιουργεί αυτοτελώς ένα βαθμό όχλησης. Δεύτερον, η παρουσία του δρόμου δημιουργεί τις δυνατότητες στον άνθρωπο να χρησιμοποιήσει τις γειτονικές περιοχές, με αποτέλεσμα η όχληση να είναι εντονότερη κοντά στους δρόμους και να μειώνεται σταδιακά μακρύτερα από αυτούς. Με βάση αυτούς τους συλλογισμούς, καθορίστηκαν ζώνες γύρω από τους δρόμους και κάθε μια βαθμολογήθηκε με κριτήριο την απόσταση από αυτούς (Πίνακας 1). Επειδή όμως, όλοι οι δρόμοι δεν έχουν την ίδια χρήση, εκτιμήθηκε και η θέση τους με βάση τις χρήσεις γης. Γι' αυτό το σκοπό, η αρχική βαθμολόγηση της επίδρασης του δρόμου (κλίμακα 1-5) πολλαπλασιάστηκε με ένα συντελεστή που ήταν το αποτέλεσμα του πηλίκου της βαθμολόγησης της χρήσης γης με τη βαθμολόγηση της επιρροής του δρόμου. Έτσι, για παράδειγμα, η παρουσία ενός δρόμου (ζώνη 0- 100 m) στη δασική περιοχή εκμετάλλευσης ξυλείας σε πευκοδάση (βαθμολόγηση χρήσης γης: 5), πολλαπλασιάστηκε με το πηλίκο $5/5=1$ έχοντας ως τελικό αποτέλεσμα την τιμή 5, ενώ η παρουσία αντίστοιχου δρόμου στους πυρήνες (βαθμολόγηση χρήσης γης: 1) πολλαπλασιάζεται με το πηλίκο $1/5=0,2$, έχοντας ως τελικό αποτέλεσμα την τιμή 1.

Πίνακας 1. Βαθμολόγηση της συμμετοχής έξι παραγόντων στη διαμόρφωση του παράγοντα της ανθρώπινης όχλησης στο Εθνικό Πάρκο Δαδιάς.

Παράγοντες ανθρώπινης όχλησης	Βαθμολόγηση
Χρήση γης	
Οικισμοί	5
Δασοπονία – Κωνοφόρα (Psp., Psp./Qsp.)	5
Δασοπονία - Πλατύφυλλα (Qsp., Bl, Bl/Qsp.)	4
Δασικές ζώνες εκτός διαχείρισης (π.χ. ζώνες ανάμεσα στα χωράφια)	2
Αναδασώσεις	1
Κτηνοτροφία (περιοχή Πεσσάνης)	2
Ανοίγματα (όλων των κατηγοριών κάλυψης)	2
Πυρήνες	1
Γεωργία εκτατική	3
Γεωργία εντατική	4
Κλίσεις	
< 5 ⁰	5
5-22 ⁰	3
>22 ⁰	1
Ζώνη επιρροής δρόμου	
Ζώνη 0-100 m	5
Ζώνη 100-200 m	4
Ζώνη 200-300 m	3
Ζώνη 300-400 m	2
Ζώνη 400-500 m	1
> 500 m	0
Ζώνη επιρροής οικισμού	
Εντός οικισμού	5
Ζώνη 0-250 m	5
Ζώνη 250-500 m	4
Ζώνη 500-750 m	3
Ζώνη 750-1000 m	2
Ζώνη 1000-1250 m	1
> 1250 m	0
Ζώνη επιρροής στρατιωτικής υποδομής	
Εντός ορίων υποδομής	5
Ζώνη 0-300μ	5
Ζώνη 300-600μ	4
Ζώνη 600-900μ	3
Ζώνη 900-1200μ	2
Ζώνη 1200-1500μ	1
>1500 μ	0
Ζώνη επιρροής μεμονωμένης υποδομής	
Εντός ορίων υποδομής	5
Ζώνη 0-100 m	5
Ζώνη 100-200 m	4
Ζώνη 200-300 m	3
Ζώνη 300-400 m	2
Ζώνη 400-500 m	1
>500 m	0

Επεξήγηση: Psp είναι δασικές περιοχές καλυμμένες με Τραχεία πεύκη (*Pinus brutia*) και Μαύρη πεύκη (*P. nigra*). Qsp είναι δασικές περιοχές καλυμμένες με διάφορα είδη δρυός της περιοχής (*Quercus spp.*). Bl είναι δασικές περιοχές καλυμμένες με διάφορα είδη πλατύφυλλων (εκτός δρυών).

δ) Οικισμοί- στρατιωτικές εγκαταστάσεις

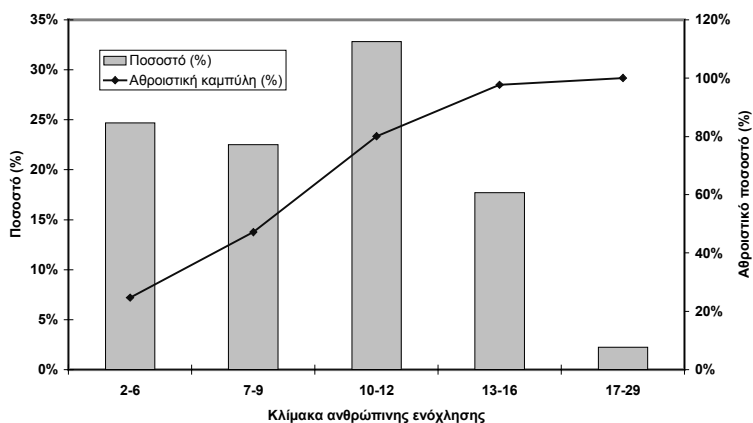
Η παρουσία του ανθρώπου γύρω από τους οικισμούς είναι έντονη, ενώ μειώνεται μακριά απ' αυτούς. Με κριτήριο προσωπικές εκτιμήσεις για τη μείωση της όχλησης μακριά από τους οικισμούς, καθορίστηκε βαθμολόγηση, η οποία βασίστηκε σε ομόκεντρες ζώνες έξω από τα όρια των πολυγώνων που οριοθετούν τους οικισμούς. Για τις στρατιωτικές εγκαταστάσεις, παρόλο που βρίσκονται πολύ κοντά στους οικισμούς, καθορίστηκε άλλη βαθμολόγηση, εξαιτίας της εντονότερης και μεγαλύτερης διάρκειας όχλησης που προκαλούν (Πίνακας 1).

ε) Λοιπές εγκαταστάσεις

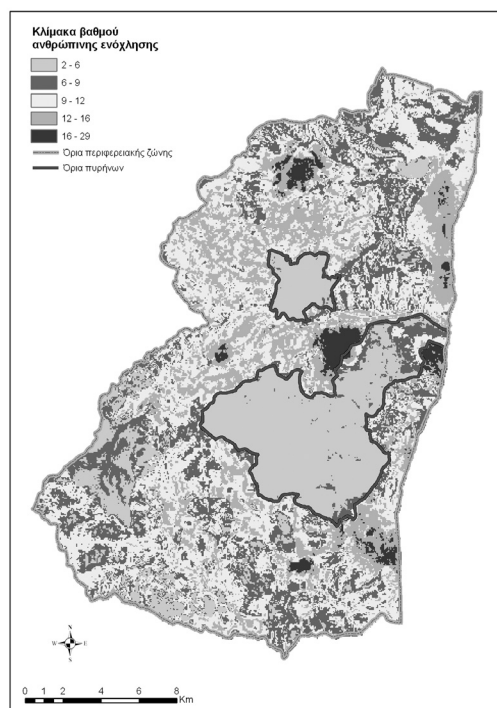
Εκτός από τους οικισμούς στην περιοχή υπάρχουν και άλλες εγκαταστάσεις, όπως χώροι αναψυχής, όπου η παρουσία επισκεπτών είναι μόνιμη ή εποχιακή (π.χ. Κατραντζήδες), υποδομές κτηνοτροφίας με μόνιμη χρήση κ.ά.. Γι' αυτές τις περιοχές, καθορίστηκε βαθμολόγηση, η οποία βασίστηκε σε ομόκεντρες ζώνες έξω από τα όρια των πολυγώνων που οριοθετούν τους υποδομές (Πίνακας 1).

Αποτελέσματα

Με κριτήριο τους έξι θεματικούς παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν, κάθε σημείο στην περιοχή μελέτης είχε την δυνατότητα να πάρει τιμές από 1 μέχρι 30. Το Εθνικό Πάρκο Δαδιάς χαρακτηρίζεται από περιοχές μικρής όχλησης από τον άνθρωπο, με τιμές μικρότερες από την τιμή 10 (47,23% της έκτασης) και από περιοχές μέτριας όχλησης (τιμές 10-16) σε ποσοστό 50,51% (Διάγραμμα 1). Οι περιοχές των πυρήνων και μεγάλες ενότητες στα νοτιοδυτικά, δέχονται τη λιγότερη όχληση. Η κατανομή των περιοχών μέτριας όχλησης (τιμές 13-16), σε μικρές ή μεγάλες ενότητες, καταλαμβάνει όλη τη διαχειριζόμενη δασική ζώνη (Εικόνα 2). Εάν η χρονική διάρκεια της ανθρώπινης παρουσίας σε αυτές τις περιοχές αυξηθεί, θα ανέβουν στη βαθμολόγηση και ένα μεγάλο μέρος της περιοχής αυτής θα ενταχθεί σε ζώνη έντονης όχλησης. Οι μόνες περιοχές οι οποίες προς το παρόν δέχονται έντονη όχληση, είναι οι δασικές εκτάσεις γύρω από τους οικισμούς, καταλαμβάνουν όμως μικρή έκταση (2,26%).

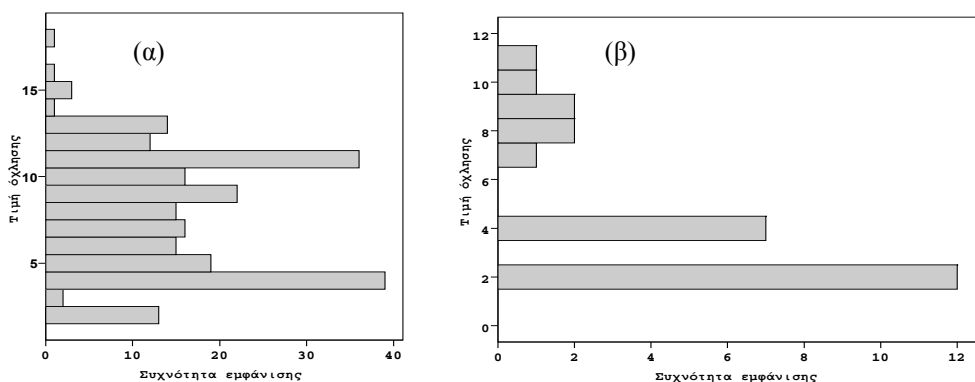


Διάγραμμα 1. Ποσοστά κατανομής της έκτασης της περιοχής με κριτήριο την κλίμακα της ανθρώπινης όχλησης.



Εικόνα 2. Χαρτογράφηση της ανθρώπινης όχλησης στο Εθνικό Πάρκο Δαδιάς

Για να δοκιμάσουμε την αποτελεσματικότητα της μεθόδου, εκτιμήσαμε το επίπεδο όχλησης που προσδιορίστηκε γύρω από κάθε θέση φωλιάς τόσο για τα επικρατειακά ημερόβια αρπακτικά πτηνά ($n=225$) όσο και για το Μαυρόγυπα ($n=26$). Η επίδραση της όχλησης στην επιλογή της θέσης φωλεοποίησης των αρπακτικών πουλιών έχει αναγνωριστεί καλά στην περιοχή μελέτης (Poirazidis et al, 2004, Poirazidis et al, 2007). Σύμφωνα με την προτεινόμενη μέθοδο η μέση τιμή όχλησης γύρω από τις θέσεις φωλιάς των αρπακτικών ήταν $7,9 \pm 3,5$ (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση), ενώ καμμία θέση φωλιάς δεν βρέθηκε σε περιοχή όχλησης μεγαλύτερη από βαθμολογία “18”. Αντίστοιχα στο Μαυρόγυπα η μέση τιμή όχλησης ήταν $4,4 \pm 3,0$ με καμμία θέση φωλιάς σε βαθμολογία μεγαλύτερη από “11”. Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 2, η μεγαλύτερη συχνότητα φωλιών βρισκόταν σε βαθμολογία μικρότερη από “10” για τα επικρατειακά αρπακτικά και μικρότερη από “4” για τον Μαυρόγυπα.



Διάγραμμα 2. Συχνότητα εμφάνισης των θέσεων φωλιάς (α) των επικρατειακών αρπακτικών ($n=225$) και (β) του Μαυρόγυπα ($n=26$) του ΕΠ Δαδιάς με βάση την κλίμακα της ανθρώπινης όχλησης.

Συζήτηση

Η ανθρώπινη παρουσία στην περιοχή δεν είναι γενικά έντονη. Τα αποτελέσματα από τη εργασία αυτή δείχνουν ότι με κριτήριο τις τωρινές ανθρώπινες δραστηριότητες οι οποίες σε μεγάλο ποσοστό διατηρούνται σε παραδοσιακή μορφή, η δυνητική ανθρώπινη όχληση στην περιοχή είναι από μικρή έως μέτρια. Οι περισσότερες δραστηριότητες και υποδομές υπάρχουν εδώ και πολλά χρόνια. Οι κατοικίες, οι βασικοί ασφαλτόδρομοι και οι αγρο-

τικές καλλιέργειες δεν επεκτάθηκαν κατά τη διάρκεια των τελευταίων 50 χρόνων σε κλίμακα που θα μπορούσε να έχει επιπτώσεις στην πανίδα της περιοχής (Triantakonstantis et al, 2006). Η μόνη εξαίρεση ήταν το δίκτυο δασικών δρόμων που επεκτάθηκαν στην περιφερειακή ζώνη ειδικά μετά από το 1980 (Αδαμακόπουλος κ.α. 1995).

Η επίδραση των δρόμων είναι συχνά ανεξάρτητη από αυτή των οικισμών, συνεπώς οι μελέτες οικολογικής ανάλυσης του περιβάλλοντος πρέπει να εξετάζουν τις πιθανές επιδράσεις αυτών των δύο παραγόντων ανεξάρτητα (Osborne et al, 2001) ή να λαμβάνουν υπόψη τη χωρική κατανομή τους. Πολλές φορές όμως η μεμονωμένη χρήση παραγόντων όχλησης μπορεί να οδηγήσει σε λάθος βιολογικά συμπεράσματα. Για παράδειγμα ο Μαυρόγυπας θεωρείται ευαίσθητος στην όχληση (Tewes 1996, Poirazidis et al, 1997, Donazar et al, 2002) και η αποφυγή των δρόμων και των οικισμών έχει καλά τεκμηριωθεί (Fargallo et al, 1998, Donazar et al, 2002). Σύμφωνα όμως με τους Poirazidis et al, (2004) οι δρόμοι είχαν ισχυρότερη και ανεξάρτητη αρνητική επίπτωση από την επίδραση των οικισμών και των απομονωμένων κατοικιών στην επιλογή των θέσεων φωλεοποίησης του Μαυρόγυπα στη Δαδιά. Η μεγαλύτερη μέση απόσταση των φωλιών από οποιοδήποτε δρόμο σε σύγκριση με τα τυχαία δείγματα, πιθανώς σημαίνει αποφυγή ενοχλήσεων που προκαλούνται από την παρουσία δρόμων στην περιοχή. Αντίθετα, αν και η μέση απόσταση των φωλιών από τις ανθρώπινες υποδομές ήταν ιδιαίτερα μεγάλη (5.338 m), που υποδεικνύει την αποφυγή όχλησης από οικισμούς, δεν βρέθηκε σημαντική στατιστική διαφορά στη σύγκριση με τα τυχαία δείγματα. Όμως, το αποτέλεσμα αυτό αν και αρχικά δείχνει ότι ο παράγοντας αυτός δεν επηρεάζει τη χωροθέτηση των φωλιών, είναι πιθανότερο ότι επειδή οι οικισμοί είναι τοποθετημένοι περιφερειακά στο δάσος μακριά από τις αναπαραγόμενες περιοχές και καταλαμβάνουν μόνο το 0,76% της περιοχής δεν έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην καταλληλότητα των περιοχών φωλεοποίησης. Παρόμοια αντιφατικά αποτελέσματα έχουν βρεθεί και με άλλα είδη (π.χ. Ελάφι), που ενώ σε κάποιες μελέτες βρέθηκε αποφυγή από ανθρώπινες υποδομές, σε άλλες δεν βρέθηκε σημαντική σχέση επειδή είχαν διεξαχθεί σε περιοχές μακριά από ανθρώπινους οικισμούς (π.χ. Rowland et al, 2000). Παράλληλα, σε μια μελέτη για την επιλογή βιοτόπου και κατανομή του Λύγκα (*Lynx lynx*) στην Ελβετία η κύρια αιτία όχλησης προερχόταν από συγκεκριμένες χρήσεις γης και όχι από χρήση δρόμων ή οικισμών (Zimmermann 2004).

Η συνθετική παρουσίαση του παράγοντα «ανθρώπινη όχληση» όπως παρουσιάζεται σε αυτή τη μελέτη μπορεί να αποτρέψει φαινόμενα λαθεμέ-

νης αναγνώρισης της σπουδαιότητας ή όχι κάποιων ατομικών παράγοντων όχλησης, ενώ παράλληλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας αξιόπιστος παράγοντας για την οικολογική μελέτη της παρουσίας ζωικών ειδών (Kati and Poirazidis, 2005). Σύμφωνα με την κατανομή των περιοχών φωλεοποίησης των αρπακτικών πουλιών της Δαδιάς ο παραγόμενος χάρτης κατέγραψε αποτελεσματικά το πραγματικό επίπεδο όχλησης γύρω από τις φωλιές, αντανακλώντας σωστά τις βιολογικές απαιτήσεις των ειδών αυτών (Donazar et al, 2002, Poirazidis et al, 2004, Poirazidis et al, 2007).

Στη μελέτη αυτή παρουσιάστηκε ένας πρακτικός τρόπος επεξεργασίας χαρτογραφικών δεδομένων και δημιουργίας σύνθετων θεματικών αρχείων περιγραφής της ανθρώπινης όχλησης που δεν απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις χρήσης προγραμμάτων Γ.Σ.Π. μοναδικές προϋποθέσεις είναι η ύπαρξη του πρωτογενούς υλικού και η γνώση της χρήσης βασικών ρουτινών σε ένα πρόγραμμα Γ.Σ.Π. Όσο το πρωτογενές υλικό έχει μεγάλη διακριτική ικανότητα (όπως π.χ. δορυφορικές εικόνες IKONOS), δίνει τη δυνατότητα καταγραφής των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος με μεγάλη λεπτομέρεια, ιδιαίτερα κρίσιμο για σημειακές πηγές όχλησης όπως δρόμοι μικρού πλάτους, μεμονωμένες υποδομές. Όταν τα σύνθετα θεματικά αρχεία δημιουργηθούν στο Γ.Σ.Π., η απόκτηση πληροφοριών που θα χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση των οικολογικών φαινομένων είναι μια διαδικασία σχετικά γρήγορη. Το σημαντικότερο από όλα, είναι η γρήγορη δυνατότητα απόκτησης δεδομένων από το GIS, ανεξάρτητα από την κλίμακα μέτρησης. Για παράδειγμα, χρειάζεται ο ίδιος χρόνος για να καταγραφεί ο βαθμός όχλησης γύρω από ένα οικισμό καθώς και για όλη την περιοχή. Αυτό δίνει τη δυνατότητα να αποφασίζεται ευκολότερα η ανάλυση των οικολογικών φαινομένων σε κλίμακες διαφορετικών μεγεθών και να βοηθάει στη διαχείριση και προστασία της πανίδας και ιδιαίτερα των απειλούμενων ειδών.

Βιβλιογραφία

- Αδαμακόπουλος, Τ., Σ. Γκατζογιάννης, και Κ. Ποϊραζίδης (επιμ. εκδ.). 1995. *Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη δάσους Δαδιάς*. Αθήνα. WWF Ελλάς, 440 σελ.
- Andrew, J. and J. Mosher. 1982. Bald Eagle nest site selection and nesting habitat in Maryland. *Journal of Wildlife Management* 46: 383-390.
- Anthony, R. and F. Isaaks. 1989. Characteristics of Bald Eagle nests in Oregon. *Journal of Wildlife Management* 53: 148-159.
- Beaufoy, G. 1998. The EU habitats directive in Spain: can it contribute ef-

- fectively to the conservation of extensive agro-ecosystems? *Journal of Applied Ecology* 35: 974–978.
- Bignal, E.M. and D.I. McCracken. 1996. Low-intensity farming system in the conservation of the countryside. *Journal of Applied Ecology* 33: 413–424.
- Carney, K.M. and W.J. Sydeman. 1999. A review of human disturbance effects on nesting colonial waterbirds. *Waterbirds* 22: 68–79.
- Cassinello, J., P. Acevedo and J. Hortal. 2006. Prospects for population expansion of the exotic aoudad (*Ammotragus lervia*; Bovidae) in the Iberian Peninsula: clues from habitat suitability modeling. *Diversity and Distributions* 12: 666–678.
- Cayuela, L. 2004. Habitat evaluation for the Iberian wolf *Canis lupus* in Picos de Europa National Park, Spain. *Applied Geography* 24: 199–215.
- Conner, M., G. White and D. Freddy. 2001. Elk movement in response to early-season hunting in Northwest Colorado. *Journal of Wildlife Management* 65(4): 926–940.
- Donazar, J., G. Blanco, F. Hiraldo, E. Soto-Largo and J. Oria. 2002. Effects of forestry and other land-use practices on the conservation of Cinereous Vultures. *Ecological Applications* 12 (5): 1445–1456.
- Fargallo, J., G. Blanco and E. Soto-Largo. 1998. Forest management effects on nesting habitat selected by Eurasian Black Vultures *Aegypius monachus* in central Spain. *Journal of Raptor Research* 32 (3): 202–207.
- Gill, J.A., K. Norris and W.J. Sutherland. 2001. Why behavioural responses may not reflect the population consequences of human disturbance. *Biological Conservation* 97: 265–268.
- Grill, A. and D. Cleary. 2003. Diversity patterns in butterfly communities of the Greek nature reserve Dadia. *Biological Conservation* 114: 427–436.
- Hill, J., K. Hamer, L. Lace and W. Banham. 1995. Effects of selective logging on tropical forest butterflies on Buru, Indonesia. *Journal of Applied Ecology* 32: 754–760.
- Hockin, D., M. Ounsted, M. Gorman, D. Hill, V. Keller and M.A. Barker. 1992. Examination of the effects of disturbance on birds with reference to its importance in ecological assessments. *Journal of Environmental Management* 36: 253–286.
- Huff, M., M. Raphael, S. Miller, K. Nelson and J. Baldwin tech. coords.

2006. Northwest Forest Plan—*The first 10 years (1994-2003): status and trends of populations and nesting habitat for the marbled murrelet*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-650. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 149 p.
- Kati, V. and K. Poirazidis. 2005. “Local biodiversity hotspots in a Mediterranean reserve: where and why species concentrate?” *First DIVERSITAS open science conference: Integrating biodiversity science for human well-being*. Oaxaca, Mexico, 9-12 November 2005.
- Kitahara, M., K. Sei and K. Fujii. 2000. Patterns in the structure of grassland butterfly communities along a gradient of human disturbance: further analysis based on the generalist/specialist concept. *Population Ecology* 42: 135–144.
- Le Honerou, H.N. 1981. Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation. In: di Castri, F., Goodall, D.W. (Eds.), *Ecosystems of the World*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Pp. 479–521.
- Osborne, P., J. Alonso and R. Bryant. 2001. Modelling landscape scale habitat use using GIS and remote sensing: a case study with great bustards. *Journal of Applied Ecology* 38: 458–471.
- Petrak, M. 1996. Man as a disturbing factor in the environment of red deer (*Cervus elaphus*). *Zeitschrift fur Jagdwissenschaft* 42(3): 180-194.
- Pfister, C., B.A. Harrington and M. Lavine. 1992. The impact of human disturbance on shorebirds at a migration staging area. *Biological Conservation* 60: 115-126.
- Ποϊραζίδης, Κ., Ε. Τσαχαλίδης και Ν. Παπαγεωργίου. 2005. Κατανομή και χρήση ενδιαιτημάτων του Αγριόκουρκου (*Tetrao urogallus*) στην οροσειρά της Ροδόπης. *Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου «Δάσος και Νερό – Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος»*, Ελληνική Δασολογική Εταιρία, Δράμα 2-5 Οκτωβρίου 2005. σελ. 341-351.
- Poirazidis, K., V. Goutner, T. Skartsi, and N. Stamou. 2004. Modelling nesting habitat as a conservation tool for the Eurasian black vulture (*Aegypius monachus*) in Dadia Nature Reserve, northeastern Greece. *Biological Conservation* 118 (2): 235-248.
- Poirazidis, K., V. Goutner, E. Tsachalidis and V. Kati. 2007. Nesting habitat differentiation among four sympatric forest raptors in the Dadia

- National Park, Greece. *Animal Biodiversity and Conservation* 30.2. (in press).
- Primack, R. 1993. *Essentials of conservation biology*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Reijnen, R., R. Foppen, C. Terbraak and J. Thissen. 1995. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. The reduction of density in relation to proximity of the main roads. *Journal of Applied Ecology* 32: 187-202.
- Rowland, M., M. Wisdom, B. Johnson and J. Kie. 2000. Elk distribution and modeling in relation to roads. *Journal of Wildlife Management* 64(3): 672-684.
- Stalmaster, M.V. and J.R. Newman. 1978. Behavioral responses of wintering bald eagles to human activity. *Journal of Wildlife Management* 42: 506-513.
- Stockwell, C.A., G.C. Bateman and J. Berger. 1991. Conflicts in national parks: a case study of helicopters and bighorn sheep time budgets at the Grand Canyon. *Biological Conservation* 56: 317-328.
- Swengel, S. and A. Swengel. 1999. Correlations in abundance of grassland songbirds and prairie butterflies. *Biological Conservation* 90: 1-11.
- Tella, J.L., M.G. Forero, F. Hiraldo and J.A. Donazar. 1998. Conflicts between lesser kestrel conservation and European Agricultural Policies as identified by habitat use analysis. *Conservation Biology* 12: 593-604.
- Tewes, E. 1996. *The European Black Vulture (Aegypius monachus L.) Management techniques and habitat requirements*. Dissertation PhD thesis. University of Vienna. Pp 255.
- Triantakostas, D., V. Kollias and D. Kalivas. 2006. Forest re-growth since 1945 in the Dadia forest nature reserve in northern Greece. *New Forests* 32: 51-69.
- Woodfield, E. and R. Langston. 2004. *Literature Review on the Impact on Bird Populations of Disturbance Due to Human Access on Foot*. RSPB Research Report no. 9. Sandy, Bedfordshire: RSPB.
- Xirouchakis, S. and M. Nikolakakis. Conservation implications of the temporal and spatial distribution of Bearded Vulture *Gypaetus barbatus* in Crete. *Bird Conservation International* 12: 269-280.
- Zimmermann, F. 2004. *Conservation of the Eurasian Lynx (Lynx lynx) in a fragmented landscape – habitat models, dispersal and potential distribution*. Ph.D thesis. University of Lausanne. Pp 178.

Development of a GIS-based methodology to quantify the potential human disturbance on animal populations

K. Poirazidis, E. Tsachalidis, P. Karanikola and K. Bakeas

Summary

Human induced disturbance of wildlife has been identified as one of the primary issues to be considered in biodiversity protection. Assessing human disturbance is a difficult task as its distribution varies spatially and temporally in an unpredictable manner. This study proposes a GIS-based methodology that quantifies and maps potential human disturbance in an forest ecosystem. Dadia forest National Park was set as a pilot study area. Six factors considered to be affecting presence or absence of human activities were ranked in an ordinal scale. The factors examined were land use, relief, and distance buffers around roads, human settlement, military infrastructure and isolated infrastructure. Strictly protected areas and large parts in the Southwest are receiving the less amount of disturbance while the managed forest areas are characterized by moderate levels of disturbance. The only areas receiving high levels of disturbance are the forested areas around human settlements, which are nevertheless of small size. The results of this study show that, based on present human activity that remains largely in a traditional form, potential human disturbance in the area is small to moderate. The unified approach of the human disturbance factor in this study can avoid misleading interpretation of isolated disturbance factors on fauna when investigated individually. Moreover, it was proved an effective way to quantify disturbance for ecological applications like estimating disturbance around raptor nests. The suggested methodology – an applied method of cartographic data analysis- can be applied in any forest ecosystems without specialized expertise of GIS.

Key words: human disturbance, wildlife, GIS

Current genetic situation in Cypriot Chukar partridges (*Alectoris chukar cypriotes*) as determined by microsatellites analysis

M.V. Arruga, E. Hadjisterkotis*, L.V. Monteagudo
and M.T. Tejedor

*Ministry of the Interior, Nicosia 1453, Cyprus, or, Department of
Biological Sciences, University of Cyprus, Nicosia, Cyprus.
E-mail: mvarruga@unizar.es

Abstract

Microsatellite loci were used to study the genetic characteristics of *Alectoris chukar Cypriotes* for the first time. Four among the seven considered microsatellite loci were found to be polymorphic in 31 individuals captured in four regions of Cyprus. The results suggest that all the individuals studied belong to only one randomly mating (panmictic) population, showing low genetic variation and evidences of recent effective population size reduction (genetic bottleneck). A strong hunting pressure exists on the island and about 200,000 captive-bred partridges are released annually. These individuals are descendant from a small number of eggs collected in the Stavrovouni area in 1986. Both factors (hunting pressure and founder effect) could explain the existence of a bottleneck and the present low genetic variability.

Key words: Genetic variation, genetic structure, bottleneck, wild birds.

Introduction

Alectoris chukar cypriotes is the most important game species in Cyprus where several hundred thousand partridges are harvested by hunters. The population is estimated to be between one and two hundred thousand individuals and the species is provisionally evaluated as vulnerable (BirdLife International 2004). For these reasons, the Game and Fauna Service of the Republic of Cyprus adopted a wild population restocking policy and established the first game farm in Stavrovouni in 1986 (Hadjisterkotis and Papamichael, 1994). The captive breeding stock at Stavrovouni originated from eggs collected from nests of wild chukar

partridge mainly from the hilly areas in the districts of Nicosia and Larnaca around Stavrovouni. In the 1990s, ten additional private game farms were approved. Their founder individuals' origin was in the government-owned Stavrovouni facility. In recent years total production increased to 200,000 individuals. The Game Fund Service buys all the partridges produced on the private farms and releases them in the wild before and after the Game season in order to re-stock the wild populations. As a result of this breeding programme, chukar partridges have spread from the central region of Cyprus to the rest of the island. However, a previous analysis of the possible negative impacts of this management model was not performed and its effects on genetic variability were also completely ignored.

Here we report the first study using microsatellite loci in chukar partridges. Our main goal was to obtain data on the genetic structure and variability of *A. chukar cypriones* living on the island of Cyprus. Were there more than one subspecies co-existing in the island? Were partridges from several localities on the island genetically differentiated? For a better comprehension of genetic variability in Cyprus chukar partridges, a captive reared group of chukar partridges coming from Argentina provided a comparison point. In the future, microsatellite methodologies will also be useful for comparative studies with *A. chukar cypriones* populations from other origins. In addition, microsatellites will be helpful to trace the origin of imported partridges, taxonomic determinations and in the establishment of future breeding programs.

Materials and methods

Feathers from 31 *A. chukar cypriones* individuals were collected from four geographical locations in Cyprus; near Goudi and Steni (five individuals), among Pomos, Nea Dimmata and Hagia Marina (six individuals), around Potami (11 individuals) and around Choirokoitia (nine individuals). As comparison group, we used 27 chukar partridges coming from one farm, located near Mar del Plata (Argentina), where these birds were bred to produce feathers as decorations for hats. For this last group, *A. chukar* subspecies was unknown.

In every case, we easily isolated DNA from feathers by using GENE CLEAN kit (BioRad). Microsatellite markers are inherited in an autosomal codominant pattern. These markers are variable enough to

characterize individuals and populations. Seven microsatellite loci were analyzed in the considered individuals (*MCW135*, *MCW225*, *MCW276*, *MCW280*, *MCW295*, *LEI31* and *ADL0142*). Several population genetic packages were used for data analysis (GENETIX, CERVUS, ARLEQUIN, BOTTLENECK, PARTITION, PHYLIP and STRUCTURE). Details about microsatellites and population genetics analysis can be found elsewhere (Arruga et al., 2005, Tejedor et al., 2005).

Results

Figure 1 summarises the results from genetic structure analysis. As it can be seen, all the sampled individuals might be clustered into two groups: cluster 1 (grey spheres) includes every Cypriot partridges regardless their exact geographical locations, while cluster 2 is composed by the Argentina partridges (black spheres). No more clusters exist, and even if three partridges from Argentina approached Cyprus ones, both groups are clearly differentiated. On the other hand, the figure also shows the close genetic similarity existing among all the Cyprus individuals, while diversity is wider among the Argentina individuals.

The genetic homogeneity of Cyprus partridges is confirmed by other statistical analysis. As an example, very genetically similar individuals are often spatially distant (up to 75 km). What is more, Argentina population showed six polymorphic markers while only four existed in Cyprus. Mean number of alleles per studied locus was also lower in Cyprus than in Argentina (1.714 and 2.857 respectively). Global observed heterozygosity value was also higher in Argentina (0.296) than in Cyprus (0.259). A recent effective population size reduction (genetic bottleneck) was detected in Cyprus and not in the Argentina population. However, no significant inbreeding level was found in Cyprus (global F_{IS} value =0.082; $p>0.05$) while it existed in the Argentina partridges (global F_{IS} value =0.209; $p<0.01$).

Discussion

As previously reported (Arruga et al. 2005), the Argentina population was an admixture group, where single or repeated introductions of external individuals could increase genetic variability and prevent inbreeding. Three individuals from Argentina population might be related to Cyprus population

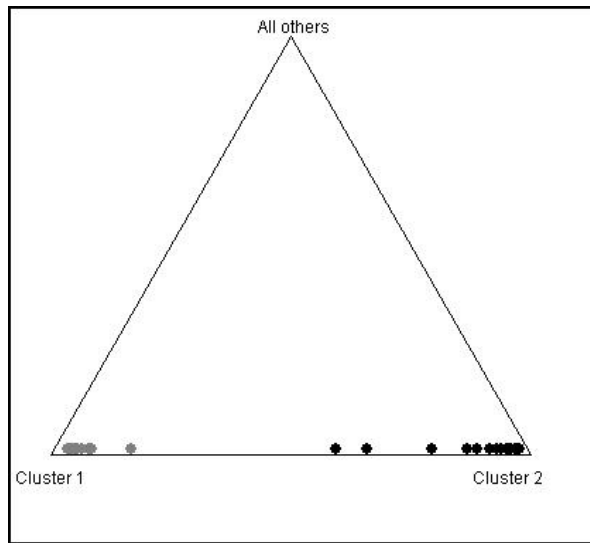


Figure 1. Triangle plot obtained from STRUCTURE software package. All the sampled individuals might be clustered into only two different groups: cluster 1 (grey spheres, Cypriot partridges) and cluster 2 (black spheres, Argentina partridges).

in some way (as seen in fig 1). Records from the Cyprus ministry of the Interior show that partridges were exported to many foreign countries and these exports might have introduced *A. chukar cypriotes* in Argentina. On the other hand, perhaps the original captive stock of the Argentina farm originated from a wild population somewhere in Asia or in the Middle East, so that a common ancestor for Cyprus and this Argentina population might be envisaged.

Low genetic variability is the main characteristic of the chukar partridges in Cyprus. It reflects a homogenisation. In fact, geographical barriers to gene flow do not seem to exist among the four considered localities. Several interrelated factors can be in the origin of this situation. A simple analysis of chukar hunting and restocking in Cyprus provides the explanation for this situation. The population is reduced to a critical size every year during the hunting season. In an attempt to provide more birds for the hunters, the government releases about 200,000 individuals annually. All the reproductive individuals are descendant from a small founder group (the eggs collected from nests in the Stavrovouni area in 1986), so that,

regardless the high number of individuals existing in the farms, their actual genetic variability is clearly limited. As a consequence, the repeated cycles of intense hunting followed by massive releasing of the farm-bred partridges can be in the origin of present low variability indexes, homogenisation and bottleneck signs in Cyprus wild populations.

Therefore, the conservation of genetic variation should be a critical factor in the management of restocking farms. When family size is kept constant (one of the male chicks replaces the cock, and one of the female chicks replaces the hen partridge), the effective population size is twice than population size, preventing inbreeding increase and maintaining genetic variation (Meuwissen 1999). On the other hand, microsatellite analysis could be useful to select the most distant individuals in the farms for reproductive purposes, as a complementary way to reduce inbreeding risk and to ensure genetic variation maintenance (Toro and Mäki-Tanila 1999).

As a final conclusion, microsatellite methodologies will also be useful for future comparative studies with *A. chukar cypriones* populations from other origins. In addition, microsatellites will be helpful to trace the origin of imported partridges, taxonomic determinations and in the establishment of future breeding programmes.

Acknowledgements: This study was funded in part by Spanish INIA-CICYT (reference number RZ2004-00011-00-00).

References

- Arruga, M.V., E. Hadjisterkotis, L. V. Monteagudo and M. T. Tejedor. 2005. Microsatellite Analysis in Chukar Partridges (*Alectoris chukar* Gray 1830): Comparison of Two Groups from Cyprus and Argentina. XXVIIth Congress of the International Union of Game Biologist (IUGB). September 2005, Hannover (Alemania). Extended abstracts: 34-35 pp.
- BirdLife International. 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK: BirdLife International. (BirdLife Conservation series No. 12).
- Hadjisterkotis, E and C. Papamichael. 1994. Breeding the chukar partridge in Cyprus. Game Bird Breeders and Conservationists' Gazette. September 1994: 30-46.
- Meuwissen, T. H. E. 1999. Operation of conservation schemes. In: Oldenbroek, JK (ed.) Genebanks and the conservation of farm

- animal genetic resources. DLO Institute for Animal Science and Health, Lelystad, The Netherlands: 33-58 pp.
- Tejedor, M. T., L. V. Monteagudo, E. Hadjisterkotis and M. V. Arruga. 2005. Genetic variability and population structure in Cypriot chukar partridges (*Alectoris chukar cypriotes*) as determined by microsatellite analysis. *Eur. J Wild Res* 51: 232-236 (DOI: 10.1007/s10344-005-0103-2)
- Toro, M. and A. Mäki-Tanila. 1999. Establishing a conservation scheme. In: Oldenbroek, JK (ed.) *Genebanks and the conservation of farm animal genetic resources*. DLO Institute for Animal Science and Health, Lelystad, The Netherlands: pp. 75-90.

Investigation of behaviour of Roe Deer (*Capreolus capreolus*) during the pasturing

N. Paralikidis*, A. Vosniakou and J. Trigyrakis

***Aristotle University of Thessaloniki, Department of Forestry, Greece.
e-mail: paralika@for.auth.gr**

Abstract

The behavior of the roe deer during the pasturing and the food preferences were studied under capture conditions in the Veterinary Research Institute of Thessaloniki.

In this study 10 adult roe deer (5 males and 5 females) were used. The animals were maintained in an enclosure area of 2000 m² covered with grasses, trees and bushes. The place had also roofed boxes and access to fresh water. Daily observations (tasting 8-10 hours) concerning behavioral habits in pasturing after 4 weeks of adaptation in the new environment were carried out.

An additional experiment on food preferences was conducted. During this experiment 48 different forestall plant species of trees and brushes were given to the animals and the choice factors were recorded. The results of this study showed that: The pasturing was taking place through the whole daylight with higher frequency in the morning between 9am -12 am and before the sunrise. The rumination was taking place in the midday's hours and after the sunset.

Food and water were taken under a strictly hierarchical order. There was an intense preference in the grain crops and the green leaves of the trees and bushes. The food choice ratios gave the possibility to classify the forestall plant species in a list according to priority of plants preference by roe deer.

Key words: food, chamois, preference, grazing, Greece.

Introduction

This study had been conducted because the roe deer is an endangered species, and the necessity for reappearing of the species in the Greek environment in a balanced and harmonic co-existence with other grazing animals.

Concerning the food preference of roe deer their grazing system is typical of plant selection (Nawak and Paradiso, 1993) and varies in relation to the given type of food (local flora) and the food preferences of every population (Stanes

and Ratclite, 1991). In the case of field roe deer the grazing area is usually around the borders of the forest during the day, whereas when grazing takes place in an agricultural land the time of grazing changes and takes place from sunset to dawn (Staines and Ratclite, 1991).

Methods

The study has been conducted under controlled conditions in the Veterinary Research Institute of Thessaloniki. Ten adult roe deer (5 males and 5 females) were used. The animals were maintained in an area of 2000 m² covered with grasses, trees and bushes. This area had roofed boxes, fresh water and artificial rain conditions. Daily observations were taking place from 6 am to 14 pm and occasionally during the day.

The roe deer were eating *ad libitum* and their feedstuff consisted of mixture of equal quantities from corn, oats, barley and wheat concentrates hay in adequate quantity

d) fresh corn, brushes and branches of trees

e) grazing in the pasture where the water was running throughout the day in a shadowed location in the pasture.

There were observations concerning the hours and the frequency of grazing and drinking water and also the special habits of roe deer concerning, rumination, urination and manuring.

Also, an experiment was taken place to determine food preference. During this experiment 48 different forestall plant species of trees and brushes were given to these animals and the preference ratios of these different species of plants was recorded.

Results

Nutritional habits

Concerning the special nutrition habits of roe dears after daily observations throughout the year the following were noticed:

1. Pasturing is taking place during the day with higher frequency during the morning between 9 am and 12am and the afternoon before sunsets (table 1).
2. The rumination was observed to take place at noon (13-16 h) and during the night after sunset. During rumination roe dears prefer during the summer to sit in a shadowed spot and in the sun during the winter.

Table 1. Frequency of eating and drinking

Type of food	Ωρες λήψης	Name of Roe deer ♂♂				Name of Roe deer ♀♀				
		Priamos	Paris	Babis	Friksos	Pigi	Hloi	Avgi	Anthi	Francheska
Pasturing	06	*	*	*		*	*	**	**	*
	07	*	*	**	*	**	***	***	**	*
	08	****	***	***	***	***	****	***	*	***
	09	***	**	****	****	*	***	***	***	****
	10	**	**	*****	*****	*	***	***	***	**
	11	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	***	***
	12	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	**	*
	13	**	*	**	*	***	*	**	**	*
	14-16									
	17-19	***	***	***	****	***	****	****	****	***
Nuts	06									*
	07	*	*	***	**	***	*	*		*
	08	**	*	**	**	*	*	**	*	*
	09	***	**	****	**	*	*	***	***	****
	10	****	***	**	****	**	*	***	***	****
	11	***	****	**	**	***	*	***	***	**
	12	**	***	*	**	***	*	**	**	*
	13	*	*		*	*	*	*	*	*
	14-16									
	17-19	****	****	***	****	****	****	***	****	***
ferment	06	*						*	*	
	07	**	*	*	**	*	*	*	*	**
	08	**	***	**	**	**	*	***	*	*
	09	***	****	****	****	***	*	***	***	****
	10	****	*	****	****	***	*	***	***	****
	11	***	***	**	**	***	*	**	*	*
	12	**	***	*	**	**	*	*	**	*
	13	*	*		*	*	*	*	*	*
	14-16									
	17-19	****		****	****	***	****	****		
water	06	*	**	**	**	*	*	**		*
	07	**		*	*	*	**	**	*	
	08	***	*	*	*	****	*	*	*	*
	09	****	****	**	**	***	***	***	***	***
	10	*	***	***	***	***	***	***	**	****
	11	*	*	*	**	*	**	***	*	**
	12				*					
	13									
	14-16									
	17-19	***	***	**	***	***	****	**	****	***

(Frequency of observation)

*10%, ** 20%, ***30% ect.

3. Chewing of rumination happens approximately 70-80 times.
4. In the presence of fresh food (trees, bushes, com and hay) their feed was immediately consumed within 2-3 hours. More over they were consuming with greediness acacia flowers considered to be specially flavored.
5. The animals were receiving dried food and water in a strictly hierarchical order and were not eating all together, like small ruminants do. First was eating the leader of the group, followed by the older female deer and then the rest of female dears.
6. Finally, it has to be mentioned that all animals before consuming the food they were checking by smelling it. We tried to give them different type of food as apples, watermelon, vegetables and dry nuts (hazelnuts, chestnuts, almonds etc) but they didn't respond. They were approaching but were not expressing an interest. They preferred to eat only dry nuts with greediness.
7. Urination and manuring took place in variant places with frequency 7-8 times daily. It is worth mentioning that male roe deer sometimes dig with their front leg before urination and they cover with soil (like cats). Also, they were urinating and manuring along the footpath they used. More over a male deer urinate to its belly hair during estrus period possible to keep the smell of male pheromones.

For the estimation of food preferences, it was divided the percentage of the consumed quantity of food (K) to the available quantity (D). That ratio expresses the preference factor for ever)' type of food ($S.P. = K/D$).

Forest species have a P.F. greater than 1 and considered to be non-preferable (Papageorgiou, 1978, Papageorgiou et al 1981). The absolute value of S.P. gave us the opportunity to classify the types of food of forest vegetation in reference of their S.P. (table 2).

Discussion

In our study many of the food habits of roe deer that were observed are in agreement with other authors. The periods of grazing for roe deer are around sunrise and sunset and in inhabited areas at night (Stained and Ratclife 1991). Our data showed mat roe deer are grazing nearly all the day with an intense between 9-12 am in the morning. Concerning the type of food oaks, roses, common pear, mulberry and myrobalan plum we noticed to be consumed during the summer, whereas during the winter small leafed, sweet chestnut and pines were consumed (Stance and Ratclife 1991,; Kay 1993). We have noticed that the ani-

Table 2. Plant preferences of Roe deer

w/a	Name of plant	Public name	Available quantity(D)		Consuming quantity(K)		Factor of contribution (SP=K/D)
			(gr)	%	(gr)	%	
1	<i>Robina pseudoacacia</i>	False acacia	35	1,62	30	3,56	2,19
2	<i>Morus alba</i>	White mulberry	37	1,72	31	3,68	2,14
3	<i>Fraxinus excelsior</i>	Common ash	25	1,15	20	2,37	2,06
4	<i>Salix caprea</i>	Goat willow	55	2,09	38	4,51	1,77
5	<i>Populus alba</i>	White poplar	33	1,53	25	2,27	1,94
6	<i>Fraxinus ornus</i>	Flowering ash	32	1,48	24	2,85	1,92
7	<i>Fraxinus angustifolia</i>	Narrow leafed ash	71	3,29	53	6,29	1,91
8	<i>Sorbus torminalis</i>	Rowan	48	2,23	34	4,03	1,81
9	<i>Carpinus betulus</i>	Hom beam	45	2,55	35	4,15	1,99
10	<i>Polulus nigra</i>	Black poplar	33	1,93	22	2,6	1,71
11	<i>Quercus conferta</i>	Hungarian oak	31	1,43	20	2,37	1,66
12	<i>Ostrija carpinifolia</i>	European hom beam	45	2,09	29	3,44	1,65
13	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Sycamore	65	3,01	40	4,74	1,58
14	<i>Carpinus orientalis</i>	Eastern hom beam	21	0,98	13	1,54	1,57
15	<i>Salix orientalis cinerea</i>	Gray willow	54	2,51	33	3,91	1,56
16	<i>Tilia cordata</i>	Small leafed lime	38	1,76	23	2,7	1,55
17	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Horse chestnut	47	2,18	28	3,32	1,52
18	<i>Fogus orientalis</i>	Oriental beach	49	2,27	28	3,32	1,46
19	<i>Acer campestre</i>	Field maple	32	1,48	18	2,14	1,44
20	<i>Quercus pubescens</i>	Downy oak	43	1,99	23	2,73	1,37
21	<i>Acer platanoides</i>	Norway maple	55	2,55	28	3,32	1,30
22	<i>Betula verrucosa</i>	Silver birch	30	1,39	15	1,78	1,28
23	<i>Paliurus spinachristi</i>		36	1,67	18	2,13	1,27
24	<i>Prunus cerasifera</i>	Myrobalan plum	25	1,15	12	1,42	1,24
25	<i>Castanea sativa</i>	Sweet chestnut	47	2,10	22	2,61	1,24
26	<i>Quercus macrolepis</i>	Oak	56	2,60	26	3,08	1,18
27	<i>Ulmus campestris</i>	Wych elm	50	2,31	20	2,37	0,02
28	<i>Ulmus montana</i>	Mountain elm	53	2,46	21	2,49	1,01
29	<i>Salix triandra</i>	Willow	48	2,23	19	2,25	1,01
30	<i>Sorbus domestica</i>	True service tree	29	1,34	9	1,07	0,80
31	<i>Comus sauguinea</i>		21	0,97	6	0,71	0,73
32	<i>Pyrus communis</i>	Common pear	70	3,24	210	2,37	0,73
33	<i>Quercus ilex</i>	Holm oak	41	1,90	11	1,30	0,67
34	<i>Quercus coccifera</i>	Oak	70	3,27	15	1,78	0,54
35	<i>Comus mus</i>		25	1,16	5	0,59	0,51
36	<i>Quercus pedunculata</i>	English oak	36	1,67	6	0,71	0,43
37	<i>Tilia tomentosa</i>	Silver lime	35	1,62	5	0,59	0,37
38	<i>Sorbus aucoparia</i>	Mountain ash	35	1,62	5	0,59	0,36
39	<i>Quercus makedonica</i>	Macedonian oak	34	1,57	4	0,47	0,30
40	<i>Abies chephalonica</i>	Grecian fir	59	2,74	5	0,59	0,22
41	<i>Picea abies</i>	Norway spruce	68	3,16	4	0,47	0,15
42	<i>Juniperus communis</i>	Common juniper	53	2,46	0	0,00	0,00
43	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Syrian Juniper	48	2,23	0	0,00	0,00
44	<i>Juniperus exelsa</i>	Juniper	45	2,09	0	0,00	0,00
45	<i>Pinus nigra</i>	Austrian pine	45	2,09	0	0,00	0,00
46	<i>Pinus leucodernis</i>	Bosnian pine	48	2,23	0	0,00	0,00
47	<i>Abies boristii-regis</i>	King-borris fir	47	2,18	0	0,00	0,00
48	<i>Pinus sylvestris</i>	Scots pine	50	2,31	0	0,00	0,00
	TOTAL:		2156	100	843	100	
	N=48						

mals were grazing in the pasture all the year.

The present study has demonstrated that the preferable species according to the S.P. are the broadleaf deciduous trees like acacia, mulberry, common ash, poplar, with the higher S.P. (almost 2). Then follows the pines with S.P over 1.

On the contrary the total of coniferous is not preferable and some of those are not at all with S.P. close to 0. When there is lack in deciduous and grass these species and especially the new branches of the plants could be the alternative food during winter.

References

- Kay, S. 1993. Factors affecting severity of Deer browsing damage within coppiced woodlands in the south of England. *Biological conservation* 63(3): 217-222.
- Nowak, R. M. and J. L. Paradiso. 1983. *Walkers Mammals of the world*. London 4th Ed. Vol II: 1198-1226.
- Papageorgiou, N. 1978. Use of forest opening by Roe Deer as shown by pellet group counts. *J. Wildlife Management* 42 (3): 650-654.
- Papageorgiou, N., C. Neophytou, A. Spais and C. Vavalekas. 1981. Food preferences and Protein and energy requirements for maintenance of Roe Deer. *J. Wildlife Management* Vol. 45 (3) 728-733.
- Staines, B. W. and P. R. Ratcliffe. 1991. *Handbook of British Mammals*, 3rd ed. 518-525 pp.
- Vosniakou A., V. Laliotis, N. Papageorgiou., N. Parahkidis and J. Trigrakis. 1997. Ecology and Reproduction of Roe Deer (*Capreolus capreolus*). *Agric Scientific Subjects* 8(1): 79-86.

**ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ
- ΔΑΣΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ**

Ευρωπαϊκές πολιτικές και βιώσιμη ανάπτυξη του αγροτικού χώρου: Η εφαρμογή του κανονισμού 1257/99 στο νομό Έβρου

Σ. Τσιαντικούδης*, Γ. Αραμπατζής και Γ. Χρηστάκης

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Ορεστιάδα,
E - mail: garamp@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσα από μια σειρά πολιτικών, μέτρων και κανονισμών δημιούργησε τις προϋποθέσεις για την απόσυρση γεωργικών εκτάσεων από την παραγωγή τροφίμων στη ξυλοπαραγωγή και σε άλλες εναλλακτικές χρήσεις. Στην εργασία αυτή διερευνήθηκε η εφαρμογή του κανονισμού 1257/99 άρθρο 31 στο νομό Έβρου και ειδικότερα η εγκατάσταση φυτειών μουριάς. Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο διανεμήθηκε στους επενδυτές/καλλιεργητές μουριάς. Διαπιστώθηκε ότι η ίδρυση φυτειών μουριάς συμβάλλει καθοριστικά στην ανάπτυξη της σηροτροφίας δίνοντας σημαντικό συγκριτικό πλεονέκτημα στη συγκεκριμένη περιοχή.

Λέξεις κλειδιά: Βιώσιμη ανάπτυξη, Κανονισμός 1257/99 άρθρο 31, Νομός Έβρου, φυτείες μουριάς

Εισαγωγή

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες στο χώρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), παρ' όλες τις υψηλές οικονομικές ενισχύσεις που καταβάλλονται στον πρωτογενή τομέα αλλά και γενικότερα για την ανάπτυξη της υπαίθρου πολλές αγροτικές περιοχές εξακολουθούν να παρουσιάζουν πολύ μικρή οικονομική ανάκαμψη και να αντιμετωπίζουν προβλήματα όπως χαμηλά εισοδήματα, μακροχρόνια ανεργία των νέων κυρίως ατόμων, ελάχιστες επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες και παραγωγικές δομές και σταδιακό οικονομικό μαρασμό (Kassioumis *et al.* 2004, Πετράκος και Ψυχάρης 2004).

Μέχρι πρόσφατα επειδή η γεωργία στον ελλαδικό χώρο αλλά και σε άλλες χώρες της ΕΕ, αποτελούσε έναν από τους σημαντικότερους τομείς για την εθνική οικονομία αλλά και την ανάπτυξη της υπαίθρου, η πρωτογενής παραγωγή (παραγωγή αγροτικών προϊόντων κυρίως εντατικής καλλιέρ-

γειας) ήταν η βασικότερη οικονομική δραστηριότητα αυτών των περιοχών. Η ανάγκη αντίδρασης προς τη συνολική κρίση που άρχισε να επιδρά στο αγροτικό παραγωγικό σύστημα σε συνδυασμό με το καινούργιο "περιβάλλον" το οποίο άρχισε σταδιακά να δημιουργείται στον ευρωπαϊκό αγροτικό χώρο οδήγησε στη δόμηση και στην εφαρμογή νέων πολιτικών. Κύριος στόχος αυτών των πολιτικών είναι να διαμορφώσουν μια νέα αντίληψη για την ανάπτυξη του αγροτικού χώρου και της υπαίθρου (Kalantaridis 1997, Ανθοπούλου 2003).

Πολλές από τις παραπάνω ευρωπαϊκές πολιτικές για την ανάπτυξη των αγροτικών περιοχών και των περιοχών της υπαίθρου τείνουν να αποσυνδέσουν τις οικονομικές ενισχύσεις που παρέχουν προς τον αγροτικό κυρίως πληθυσμό από την πρωτογενή παραγωγή και την παραγωγή καθαρά αγροτικών προϊόντων εντατικής καλλιέργειας. Στοχεύουν πλέον στην ενίσχυση παρεμφερών αγροτικών δραστηριοτήτων οι οποίες παράγουν νέας μορφής προϊόντα και υπηρεσίες πολλά από τα οποία σχετίζονται και με την αναβίωση παλαιότερων τεχνικών και πρακτικών. Αυτή η προσπάθεια είναι μια καινούργια πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης που έχει ως στόχο να ενισχύσει τις τοπικές οικονομίες και κοινωνίες. Εξάλλου, η σημασία των δραστηριοτήτων οι οποίες δεν συνδέονται άμεσα με την πρωτογενή παραγωγή και την παραγωγή τροφίμων έχει αυξηθεί (Carter 1998). Παραδείγματα τέτοιων δραστηριοτήτων περιλαμβάνουν: α) την ανάπτυξη ειδικών και εναλλακτικών μορφών τουρισμού, β) την αξιοποίηση και εκμετάλλευση των δασικών προϊόντων, γ) την παραγωγή προϊόντων που θα προέρχονται από βιολογική κυρίως καλλιέργεια ειδικής ποιότητας και ονομασίας προέλευσης, δ) την ενίσχυση των γυναικείων αγροτικών συνεταιρισμών και την αλλαγή των σημερινών εντατικών καλλιεργειών με άλλες λιγότερο επιζήμιες για το περιβάλλον και περισσότερο προσοδοφόρες για τους άμεσα εμπλεκόμενους. Τα παραπάνω αποτελούν μερικά μόνο παραδείγματα των νέων δυναμικών που άρχισαν να εμφανίζονται στον αγροτικό χώρο και στο χώρο της υπαίθρου γενικότερα αναδεικνύοντας και τον πολυλειτουργικό της ρόλο (Cailliez 1996, Carter 1998, Smallbone *et al* 1999, Λαμπριανίδης 2004).

Δάσωση γεωργικών εκτάσεων

Από τη δεκαετία του 1960 η Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα (ΕΟΚ) προέβη σε ορισμένες ενέργειες και μέτρα με δασικό χαρακτήρα που απέρρεαν από την Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ). Τα δασικά μέτρα αποσκο-

πούσαν στην άμεση ή έμμεση ωφέλεια της γεωργίας ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα των μέτρων που λαμβάνονται για λογαριασμό της. Οι οδηγίες, οι κανονισμοί και οι αποφάσεις που εκδόθηκαν από την ΕΟΚ είχαν κατά κύριο λόγο σχέση με τη γεωργική ανάπτυξη και δευτερευόντως με το δασικό τομέα.

Ειδικότερα οι κανονισμοί 797/85 και 1609/89 έδιναν κίνητρα για τη δάσωση των γεωργικών εκτάσεων. Σημαντική ώθηση όμως στην αύξηση της δάσωσης των γεωργικών εκτάσεων έδωσε ο κανονισμός 2080/92 (Ara-batzis, 2005). Στο πλαίσιο της μεταρρύθμισης της ΚΑΠ το 1999 εισήχθη η νέα πολιτική αγροτικής ανάπτυξης με τη μορφή του δεύτερου πυλώνα. Ειδικότερα, ο κανονισμός 1257/99 για την αγροτική ανάπτυξη αποτελεί μια προσπάθεια για την ενοποίηση των διαφορετικών πολιτικών για τις αγροτικές περιοχές. Πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνει και ενοποιεί 9 διαφορετικούς άξονες πολιτικής οι οποίοι κατά το παρελθόν ανήκαν σε διαφορετικούς κανονισμούς: α) επενδύσεις στις αγροτικές εκτάσεις, β) ενίσχυση νέων αγροτών, γ) εκπαίδευση, δ) πρόωρη συνταξιοδότηση, ε) ενίσχυση των λιγότερο ευνοημένων περιοχών, στ) αγρο-περιβαλλοντικά μέτρα, ζ) βελτίωση της προώθησης και της πώλησης των αγροτικών προϊόντων, η) δάσωση αγροτικών εκτάσεων και θ) προώθηση της ανάπτυξης των αγροτικών περιοχών (CEC, 1999).

Με την αλλαγή των καλλιεργειών από εντατικές σε εκτατικές όπως είναι οι δασικές φυτείες δίνεται η δυνατότητα στο έδαφος να ανακτήσει κάποια από τα θρεπτικά του συστατικά με το πέρασμα του χρόνου. Σε αυτό συμβάλλουν και κάποια από τα είδη που μπορούν να φυτευτούν όπως η ψευδακακία η οποία είναι αζωτοδεσμευτικό είδος. Παράλληλα μειώνεται η διάβρωση των εδαφών καθώς τα δασοπονικά είδη που φυτεύονται στη γεωργική εκμετάλλευση έχουν τη δυνατότητα με το βαθύ ριζικό τους σύστημα να κάνουν το έδαφος περισσότερο συνεκτικό (Ντίνη-Παπαναστάση 1991, Keresztesi 1993).

Η εφαρμογή του κανονισμού 1257/99 άρθρο 31 συμβάλει στην ορθολογικότερη και φιλικότερη χρήση των φυσικών πόρων και του εδάφους, καθώς μειώνει τη χρήση των λιπασμάτων και των φυτοφαρμάκων. Επιπλέον, επιδιώκει στην αύξηση των δασικών εκτάσεων και την ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων γενικότερα. Εξασφαλίζει συμπληρωματικό εισόδημα στους αγροτικούς πληθυσμούς των ορεινών και ημι-ορεινών περιοχών καθώς επίσης και σε αγροτικούς πληθυσμούς των πεδινών περιοχών και καθιερώνει τη βιώσιμη, από περιβαλλοντική άποψη, ανάπτυξη του αγροτικού χώρου και του χώρου της υπαίθρου. Προβλέπει συγκεκριμένες οι-

οικονομικές ενισχύσεις για τη δάσωση γεωργικών εκτάσεων. Καθορίζονται διατάξεις για την οικονομική ενίσχυση οι οποίες καλύπτουν μέρος των δαπανών για τη δάσωση αλλά και για τις καλλιεργητικές φροντίδες των δασικών φυτειών. Οικονομική ενίσχυση δίνεται επίσης και για την κάλυψη της απώλειας εισοδήματος που ισοδυναμεί με το κόστος ευκαιρίας (CEC, 1999). Η μουριά είναι ένα από τα δασοπονικά είδη που ενισχύονται οικονομικά από τον κανονισμό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εγκατάσταση δασικής φυτείας (Υπουργείο Γεωργίας, 2001).

Μεθοδολογία έρευνας

Η έρευνα διεξήχθη στο νομό Έβρου, ο οποίος αποτελεί το βορειότερο νομό της Ελλάδας. Καταλαμβάνει έκταση περίπου 4.242 Km² και ο πληθυσμούς του ανέρχεται σε 144.023 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Οι πεδινές εκτάσεις καλύπτουν το 60,70% της συνολικής του έκτασης, ενώ οι αγροτικές εκτάσεις καταλαμβάνουν το 33,45% των πεδινών περιοχών. Τα δάση καλύπτουν το 29,50% της συνολικής έκτασης χωρίς όμως κάποια αξιολογή εκμετάλλευση (ΥΠΕΧΩΔΕ, Γενική Γραμματεία Περιβάλλοντος 2002).

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά τη χρονική περίοδο Ιανουαρίου – Μαρτίου 2004 και περιελάμβανε τους επενδυτές/καλλιεργητές που είχαν εγκριθεί για οικονομική ενίσχυση από τον Κανονισμό 1257/99 άρθρο 31. Εφαρμόστηκε η μέθοδος της προσωπικής συνέντευξης με τη συμπλήρωση ερωτηματολογίου. Η συνέντευξη πραγματοποιούνταν είτε στο χώρο κατοικίας είτε στο χώρο εργασίας των επενδυτών/καλλιεργητών. Τα άτομα αυτά βρέθηκαν μετά από τη σχετική μελέτη των αρχείων των δασικών υπηρεσιών Αλεξανδρούπολης, Σουφλίου και Διδυμοτείχου που είναι υπεύθυνες για την εφαρμογή του Κανονισμού. Στο νομό Έβρου 107 συνολικά αρχηγοί γεωργικών εκμεταλλεύσεων και κάτοχοι γεωργικών εκτάσεων (ιδιοκτήτες γης) εγκατέστησαν φυτείες μουριάς στη γεωργική τους εκμετάλλευση (Δασαρχείο Αλεξανδρούπολης 2004β, Δασαρχείο Σουφλίου 2004β, Δασαρχείο Διδυμοτείχου 2004β). Τελικά, συγκεντρώθηκαν 94 έγκυρα ερωτηματολόγια (ποσοστό 84,85%) από αρχηγούς και κατόχους γεωργικών εκτάσεων. Οι υπόλοιποι επενδυτές/καλλιεργητές (13) δεν ήταν εύκολο να βρεθούν για να λάβουν μέρος στην έρευνα. Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS v. 11.00 και χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι της περιγραφικής στατιστικής.

Η μουριά (*Morus alba* και *Morus nigra*) είναι ένα ενδημικό είδος της

Κίνας και της Άπω Ανατολής, εισήχθηκε στην Ελλάδα το 12^ο αιώνα και χρησιμοποιήθηκε για τα φύλλα του κυρίως στη σηροτροφία (Αραμπατζής, 1998), στη διατροφή οικόσιτων ζώων (Mandal, 1997) αλλά και για τους εδάδιμους καρπούς της (Παρίση, 2001). Οι φυτείες μουριάς, είναι γνώριμες στην περιοχή του Έβρου καθώς συνέβαλαν καθοριστικά μέχρι και πριν μερικές δεκαετίες στην ανάπτυξη της σηροτροφίας (Δούλιας, 1995).

Αποτελέσματα

Η εφαρμογή του Κανονισμού 1257/99 της Ευρωπαϊκής Ένωσης από την αρχή της εφαρμογής του έως τα τέλη του 2004 αποδεικνύει τη σαφή προτίμηση των επενδυτών/καλλιεργητών προς τη ψευδακακία, ενώ δεύτερη στις προτιμήσεις έρχεται η μουριά και ακολουθούν η λεύκη και η καρυδιά. Συνολικά στην περιοχή του νομού Έβρου εντάχθηκαν 905 άτομα, αρχηγοί και κάτοχοι γεωργικών εκτάσεων οι οποίοι πραγματοποίησαν συνολικές δασώσεις που έφτασαν τα 2.225,80 ha ενώ έλαβαν συνολική οικονομική ενίσχυση ίση με 8.013.024 € (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Η Εφαρμογή του Κανονισμού 1257/99 άρθρο 31 στο νομό Έβρου

Δασοπονικό είδος	Άτομα	Ποσοστό (%)	Δασωθείσα έκταση (ha)	Ποσοστό (%)	Οικονομική ενίσχυση (€)
Ψευδακακία	702	77,58	1.687,98	75,81	6.076.728,00
Μουριά	107	11,82	355,53	16,00	1.279.922,40
Λεύκη	58	6,40	118,86	5,34	427.881,60
Καρυδιά	38	4,20	63,47	2,85	228.492,00
Σύνολο	905	100,00	2.225,84	100,00	8.013.024,00

Πηγή : Δασαρχεία Αλεξανδρούπολης, Διδυμοτείχου, Σουφλίου

Αξιοσημείωτο είναι ότι ενώ μέχρι το 2004 οι επενδυτές/καλλιεργητές του παρόντος κανονισμού ήταν 905 άτομα στον προηγούμενο κανονισμό 2080/92 εντάχθηκαν 526 άτομα. Αρκετοί από τους παραπάνω επενδυτές/καλλιεργητές εγκατέστησαν στη γεωργική τους έκταση φυτείες μουριάς (107), αν και πολύ λιγότεροι σε σχέση με τους επενδυτές/καλλιεργητές που προτίμησαν τη ψευδακακία (702) (Δασαρχείο Αλεξανδρούπολης 2004α, Δασαρχείο Σουφλίου 2004α, Δασαρχείο Διδυμοτείχου 2004α, Δασαρχείο Αλεξανδρούπολης 2004β, Δασαρχείο Σουφλίου 2004β, Δασαρχείο Διδυμοτείχου 2004β). Ως κυριότερος λόγος μπορεί να θεωρηθεί οι διαφορετικές α-

παιτήσεις των ειδών. Η ψευδακακία είναι λιτοδίαιτο είδος όχι πολύ απαιτητικό και μπορεί να ευδοκιμήσει και σε οριακά εδάφη. Αντίθετα, η μουριά είναι περισσότερο απαιτητική και απαιτεί περισσότερες καλλιεργητικές φροντίδες. Επίσης, διαπιστώνουμε ότι όλο και περισσότεροι ιδιοκτήτες γεωργικών εκτάσεων προχωρούν στη δάσωση μέρους της γεωργικής τους εκμετάλλευσης.

Στον κανονισμό 2080/92 είχαν ενταχθεί 10 άτομα για ίδρυση φυτειών μουριάς, ενώ αντίστοιχα οι επενδυτές/καλλιεργητές που έχουν ενταχθεί στον κανονισμό 1257/99 είναι 107 άτομα, παρουσιάζονται δηλαδή, αυξημένοι κατά 10 φορές.

Για τους επενδυτές/καλλιεργητές μουριάς η επιλογή αυτή είχε να κάνει με το γεγονός ότι αρκετοί από αυτούς θέλουν να αξιοποιήσουν την επένδυσή τους μελλοντικά για την εκτροφή μεταξοσκώληκα (66%), από τον οποίο ως γνωστό παράγεται το μετάξι. Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται στο Νομό Έβρου και ιδιαίτερα στη περιοχή του Σουφλίου, όπου η καλλιέργεια του μεταξοσκώληκα για τη παραγωγή μεταξιού αποτελούσε κάποτε κύρια παραγωγική δραστηριότητα για ένα μεγάλο τμήμα του πληθυσμού, ένα έντονο ενδιαφέρον από πλευράς των δημοτικών επιχειρήσεων να την αναπτύξουν και πάλι, αυτή τη φορά με σύγχρονες μεθόδους επεξεργασίας και εκτροφής. Ήδη υπάρχουν αρκετοί παραγωγοί που εκτρέφουν μεταξοσκώληκες οι οποίοι έχουν ως αποκλειστική τροφή τα φύλλα της μουριάς. Έτσι η διάθεση των φύλλων σ' αυτούς θα αποτελούσε ένα επιπλέον εισόδημα για τους καλλιεργητές. Μόνο το 7,4% απάντησε ότι πρόκειται να εκμεταλλευτεί το ξύλο της μουριάς, αφού το ενδεχόμενο αυτό φαντάζει ως μια αρκετά μακροπρόθεσμη προοπτική και επομένως αρκετά επισφαλής. Το υπόλοιπο 22,3% ακόμη δεν έχει καταλήξει σχετικά με τη μελλοντική αξιοποίηση της φυτείας (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Σκοπός για τον οποίο επιλέχθηκε η καλλιέργεια μουριάς

Σκοπός	Άτομα	Ποσοστό (%)
Σηροτροφία	66	70,30
Παραγωγή ξύλου	7	7,40
Δεν έχω αποφασίσει ακόμη για τη μελλοντική αξιοποίηση της φυτείας μου	21	22,30
Σύνολο	94	100

Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων ερωτηματολογίου

Από τους επενδυτές/καλλιεργητές που προτίμησαν να καλλιεργήσουν τη μουριά στη γεωργική τους εκμετάλλευση, οι 24 (25,5%) δήλωσαν ότι χρησιμοποίησαν καινούρια μηχανήματα καθώς αυτά που διέθεταν δεν ήταν κατάλληλα για τις φροντίδες της καινούριας καλλιέργειας. 14 δήλωσαν ότι είναι ικανοποιημένοι από αυτή τη νέα καλλιέργεια ενώ οι υπόλοιποι 10 θεώρησαν ότι είναι πολύ νωρίς ακόμη για να βγάλουν κάποιο συμπέρασμα. Από την πλειοψηφία των επενδυτών/καλλιεργητών που δεν χρησιμοποίησαν καινούρια μηχανήματα, καθώς διέθεταν ήδη τον απαραίτητο εξοπλισμό οι 29 (30,9%) δήλωσαν ότι είναι ικανοποιημένοι από την δασική τους φυτεία, 2 (2,1%) ότι δεν είναι καθόλου ικανοποιημένοι ενώ οι περισσότεροι 39 (41,5%) θεωρούν ότι είναι πολύ νωρίς ακόμη να εκφράσουν άποψη (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. *Ικανοποίηση των επενδυτών/καλλιεργητών από την καλλιέργεια μουριάς σε συνδυασμό με την αγορά νέων μηχανημάτων*

		Είστε ικανοποιημένοι από αυτή την καλλιέργεια			Σύνολο	
		Ναι	Όχι	Δε γνωρίζω ακόμη		
Χρησιμοποίησατε καινούργια μηχανήματα για αυτή την καλλιέργεια	Ναι	Άτομα % του Συνόλου	14 14,90%	-	10 10,60%	24 25,50%
	Όχι	Άτομα % του Συνόλου	29 30,90%	2 2,10%	39 41,50%	70 74,50%
Σύνολο		Άτομα % του Συνόλου	43 45,70%	2 2,10%	49 52,10%	94 100,00%

Πηγή : Επεξεργασία στοιχείων ερωτηματολογίου

Οι μισοί επενδυτές/καλλιεργητές (50,0%) όταν ρωτήθηκαν από πού έμαθαν για τις δασικές φυτείες και γενικότερα για τον κανονισμό που τις διέπει απάντησαν από τους συγχωριανούς τους. Το 25,5% δήλωσε πως η Δασική Υπηρεσία έπαιξε ρόλο ως προς τη γνωστοποίηση και την ενημέρωση σχετικά με τις καλλιέργειες αυτές, ενώ το 13,8% φαίνεται να έχει ενημερωθεί από δασολόγους ελεύθερους επαγγελματίες. Το 5,3% έμαθε πρώτη φορά για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια από τον αγροτικό συνεταιρισμό και το 4,3% από τη Διεύθυνση Γεωργίας. Τέλος μόνο το 1,1% άκουσε πρώτη φορά για τη καλλιέργεια δασικών δέντρων από την οικογένειά του (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Πηγή πληροφόρησης

	Άτομα	Ποσοστό
Συγχωριανοί	47	50,00
Οικογένεια	1	1,10
Ελεύθεροι επαγγελματίες Δασολόγοι	13	13,80
Δασολόγοι του Δημοσίου	24	25,50
Αγροτικός συνεταιρισμός	5	5,30
Διεύθυνση Γεωργίας	4	4,30
Σύνολο	94	100

Πηγή : Επεξεργασία στοιχείων ερωτηματολογίου

Το 36,2% των επενδυτών/καλλιεργητών που δήλωσε ότι οι συγχωριανοί τους συμφώνησαν στην επιθυμία τους για εγκατάσταση δασικής φυτείας, το 35,1% δήλωσε ότι έμειναν αδιάφοροι, το 19,1% είπε ότι διαφώνησαν σε αυτή τους τη επιλογή, αναλογιζόμενοι κυρίως τις συνέπειες που θα είχε αυτή η αλλαγή της καλλιέργειας στη γεωργική τους εκμετάλλευση, ενώ το υπόλοιπο 9,6% δήλωσε ότι οι συγχωριανοί συμφώνησαν απόλυτα και τους υποστήριξαν.

Το 55,3% μας δήλωσε ότι η οικογένεια τους συμφωνεί με αυτή τους την ενέργεια και το 36,2% απάντησε ότι συμφωνεί απόλυτα. Αδιάφορη ήταν η στάση της οικογένειας για το 5,3%, ενώ τέλος για το 2,1% και για το 1,1% η οικογένεια διαφώνησε και διαφώνησε ριζικά αντίστοιχα.

Η πλειοψηφία των επενδυτών/καλλιεργητών θεωρεί ότι η καλλιέργεια δασικών δέντρων δεν εμπεριέχει κάποιο κίνδυνο τόσο για τους ίδιους όσο και για τη γεωργική τους εκμετάλλευση. Αυτό διαπιστώνεται και από το γεγονός ότι το 51,1% δήλωσε ότι δεν ανέλαβε κανένα κίνδυνο με την εγκατάσταση της δασικής φυτείας. Το 24,5% δήλωσε ότι ο κίνδυνος που αναλαμβάνει είναι μικρός και το 17% δήλωσε ότι ο κίνδυνος είναι μέτριος. Την αντίθετη άποψη εξέφρασε το 6,4% αφού θεωρεί ότι έχει αναλάβει μεγάλο κίνδυνο, καθώς και το υπόλοιπο 1,1% για το οποίο ο κίνδυνος είναι πολύ μεγάλο.

Η καλλιέργεια δασικών δέντρων σηματοδότησε μια σειρά από αλλαγές για τους επενδυτές/καλλιεργητές, στο οικογενειακό τους εισόδημα (57,4%) και τον τρόπο θεώρησης της γεωργικής τους εκμετάλλευσης (25,5%). Το 16% δήλωσε ότι έχει στενότερη επαφή με τους δασολόγους από ότι πριν εγκαταστήσει δασικές φυτείες. Ενώ μόνο το 1,1% συνεργάστηκε με άλλους καλλιεργητές προκειμένου να μάθει περισσότερα για τη νέα αυτή καλλιέργεια (Πίνακας 5).

Πίνακας 5. Αλλαγές που έγιναν εξαιτίας της εγκατάστασης φυτειών μουριάς

	Ατομα	Ποσοστό (%)
Στο οικογενειακό εισόδημα	54	57,40
Στη συνεργασία με άλλους καλλιεργητές	1	1,10
Στη συχνότητα επαφής με Δασολόγους	15	16,00
Αλλαγή στον τρόπο θεώρησης της γεωργικής εκμετάλλευσης	24	25,50
Σύνολο	94	100

Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων ερωτηματολογίου

Έντονο είναι το ενδιαφέρον των επενδυτών/καλλιεργητών μουριάς για επιμόρφωση πάνω στο συγκεκριμένο είδος, αφού το 81% περίπου αυτών ενδιαφέρεται να ενημερωθεί και να μάθει περισσότερα για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια, προσδοκώντας ότι με τον τρόπο αυτό θα συμβάλλει στη βελτίωση της απόδοσης της φυτείας του. Μόνο 18 άτομα (19%) απάντησαν αρνητικά, αφού οι περισσότεροι από αυτούς, (οι μισοί και πλέον), έχουν ασχοληθεί και κατά το παρελθόν με τη καλλιέργεια του συγκεκριμένου είδους, κυρίως για την αξιοποίηση του φυλλώματος, ως πρώτη ύλη για τη σηροτροφία.

Συμπεράσματα – Προτάσεις

Στις λιγότερο ευνοημένες περιοχές η διαφοροποίηση των τοπικών οικονομιών σε συνδυασμό με την προστασία και ανάδειξη του φυσικού περιβάλλοντος αναγορεύονται ως βασικοί μοχλοί ανάπτυξής τους. Από την έρευνα διαπιστώνεται ότι υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον από τους ιδιοκτήτες γης (αρχηγοί γεωργικών εκμεταλλεύσεων και κάτοχοι γεωργικών εκτάσεων) για εγκατάσταση φυτειών μουριάς στο πλαίσιο του κανονισμού 1257/99 συγκριτικά με τον προηγούμενο κανονισμό 2080/92 συμβάλλοντας στην ανάπτυξη της σηροτροφίας. Στο νομό Έβρου δίνεται προτεραιότητα από τις δασικές υπηρεσίες του στις αιτήσεις για ένταξη στο Κανονισμό που αφορούν τη φύτευση μουριάς οι οποίες αξιολογούνται και εγκρίνονται πρώτες.

Η θέσπιση κινήτρων για την ανάπτυξη της σηροτροφίας θα δώσει περαιτέρω ώθηση στην ίδρυση φυτειών μουριάς καθώς τα φύλλα της αποτελούν τροφή για το μεταξοσκώληκα. Τέλος, η αύξηση των οικονομικών ενισχύσεων και των άλλων κινήτρων που παρέχονται από τον Κανονισμό 1257/99, θα δώσει τη δυνατότητα σε μεγάλο μέρος του αγροτικού πληθυσμού

σμού αλλά και σε κατόχους γεωργικών εκτάσεων να αντικαταστήσουν τις πλεονασματικές γεωργικές καλλιέργειες με δασοπονικά είδη, όπως είναι η μουριά, που μπορούν να αξιοποιηθούν στην παραγωγική διαδικασία, είτε στη σηροτροφία, είτε ως βοσκήσιμη ύλη για βοοειδή και αιγοπρόβατα.

Βιβλιογραφία

- Ανθοπούλου, Θ. 2003. Τοπική Γνώση και Ανάπτυξη της Υπαίθρου. Η Παραγωγή Λαδιού στη Λέσβο και η Παραγωγή Μεταξιού στο Σουφλί. Πρακτικά Συνεδρίου «Λιγότερο Ευνοημένες Περιοχές και Στρατηγικές Ανάπτυξης: Οικονομικές, Κοινωνικές και Περιβαλλοντικές Διαστάσεις και Μηχανισμοί Υποστήριξης», 21 – 23 Νοεμβρίου, Μυτιλήνη, Ι. Σπιλάνης, Θ. Ιωσηφίδης και Α. Κίζος (επιμ.). Σελ. 417 – 438.
- Arabatzis, G. 2005. European Union, Common Agricultural Policy (CAP) and the afforestation of agricultural land in Greece. *New Medit, Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment* 4: 48-54.
- Αραμπατζής, Θ. 1998. *Δένδρα και Θάμνοι στην Ελλάδα. Τόμος Ι. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας. Δράμα. Σελ. 292.*
- Δασαρχείο Αλεξανδρούπολης, 2004α. *Κατάσταση επενδυτών Κανονισμού 2080/92.*
- Δασαρχείο Διδυμοτείχου, 2004α. *Κατάσταση επενδυτών Κανονισμού 2080/92.*
- Δασαρχείο Σουφλίου, 2004α. *Κατάσταση επενδυτών Κανονισμού 2080/92.*
- Δασαρχείο Αλεξανδρούπολης, 2004β. *Κατάσταση επενδυτών Κανονισμού 1257/99.*
- Δασαρχείο Διδυμοτείχου, 2004β. *Κατάσταση επενδυτών Κανονισμού 1257/99.*
- Δασαρχείο Σουφλίου, 2004β. *Κατάσταση επενδυτών Κανονισμού 1257/99.*
- Δούλιας, Κ. 1995. *Σηροτροφία. Εκτροφή μεταξοσκωλήκων, καλλιέργεια μουριάς*, Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη. Σελ 190.
- CEC, 1999. Council Regulation (EEC) no 1257/99, Official Journal of European Communities, L 160/80, 26.6.99, Commission of European Communities, Brussels.
- Cailliez, F. 1996. How can farm forestry contribute to rural development? In: *Forestry in the Context of Rural Development: Future Research Needs*, EFI Proceedings No. 15: 65-72.

- Carter, S. 1998. Portfolio entrepreneurship in the farm sector: indigenous growth in rural areas? *Entrepreneurship and Regional Development* 10: 17-32.
- Kalantaridis, C. 1997. Between the community and the world market: garment entrepreneurs in rural Greece. *Entrepreneurship and Regional Development* 9: 25-44.
- Kassioumis, K., C. Papageorgiou, A. Christodoulou, K. Blioumis, N. Stamou and A. Karameris. 2004. Rural Development in Predominantly Agricultural Areas: issues and challenges from two areas in Greece. *Forest Policy and Economics* 6: 483-486.
- Keresztesi, B. 1993. Hungary. In: *Afforestation: Policies, Planning and Progress*. A. Mather (ed). Belhaven Press. London and Florida. pp 59-71.
- Λαμπριανίδης, Λ. (επιμ). 2004. *Η Επιχειρηματικότητα στην Ευρωπαϊκή Υπαίθρο*, Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη. Σελ 316.
- Mandal, L. 1997. Nutritive value of tree leaves of some tropical species for goats. *Small Ruminant Res.* 25: 95-105.
- Ντίνη-Παπαναστάση, Ο. 1991. Ψευδακακία: Ένα αγνοημένο δασοπονικό είδος. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα* 4: 55-58.
- Παρίση, Ζ. 2001. *Επίδραση της έντασης και συχνότητας κοπής στην παραγωγή και ποιότητα βοσκήσιμης ύλης ξυλωδών ειδών*. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη. Σελ. 158.
- Πετράκος, Γ και Ι. Ψυχάρης. 2004. *Περιφερειακή Ανάπτυξη στην Ελλάδα*, Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα Σελ 481.
- Smallbone, D., D. North and C. Kalantaridis. 1999. Adapting to peripheral-ity: a study of small rural manufacturing firms in northern England. *Entrepreneurship and Regional Development* 11:109-127.
- ΥΠΕΧΩΔΕ, 2002. Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος, Διεύθυνση Χωροταξίας. *Περιφερειακό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης*.
- Υπουργείο Γεωργίας, 2001. *Κανονισμός 1257/1999 Άρθρο 31. Οδηγίες εφαρμογής*. Αθήνα.

European policies and sustainable development of rural areas. Implementation of the EU 1257/99 regulation in the prefecture of Evros

S. Tsiantikoudis, G. Arabatzis and G. Christakis

Summary

The last years European Union through a framework of policies, measures and regulations created the prerequisites for the set – aside of agricultural land from the surplus food production to wood production and other alternatives uses. In this paper we investigate the implementation of the EC 1257/99 Regulation, article 31 in the Evros prefecture particularly for the mulberry plantations. In this research we applied a questionnaire that distributed to the mulberry investors/cultivators. We conclude that the establishment of mulberry plantations through European regulations contributes significantly in the development of sericulture that constitutes a comparative advantage of this region.

Key words: *Sustainable development, EU Regulation 1257/99, Evros prefecture, mulberry plantations*

Innovative Islands Communities

C. Bezirtzoglou* and E. Bezirtzoglou

***Professor, Democritus University of Thrace, Department of Agricultural Development, empezirt@agro.duth.gr**

Executive Summary

Today Europe's challenge is striving for effectiveness and efficiency in a globalised economy without forgetting its fundamental European values of solidarity and welfare. Innovation is a solution, since it is now well known that innovation is a central element of economic performance. Its growing importance makes it a core feature of the knowledge-based economy in addition to facilitating its development.

Regional policy is already making a substantial contribution to achieving the aims of the Lisbon strategy, especially in the area of research and innovation. The EU's structural funds finance investments in research infrastructure and networks in regions where the potential for world-class research is there to be developed, while strengthening innovative capacity and technology transfer throughout the Union', stated Commissioner Hübner.

The geographic location of the islands regions and their functions as natural boundaries between Europe and third countries makes them strategic territories for the EU. Islands represent an area of around 110.000 km² and are home to about 14 million people. Their structural handicaps, such as scarce resources and a small-scale market, makes their "periphery economy" more fragile than the bigger and better connected "mainland economies".

Innovation is not just based on research and development. Innovation depends also on organisational structures, social capital, economic theories, communication techniques and human knowledge. It is now widely accepted that the nature of innovation is changing in the knowledge-based era.

This ubiquitous nature of innovation policy is one of the obstacles to effective innovation policy. Public administrations are arguably too conservative in developing innovation policy, because they tend to stick too rigidly to orthodox definitions of departmental "territory". Dealing with innovation as a policy without a well-defined "territory" or an administrative home is a major challenge to policy makers.

Most of the people in the developed world are tourists in one way or another, either for business or leisure. It is this fact that makes the tourist industry one of the world's biggest, where Europe is the leading player. However, despite the big potential customer base, the competition among service provider is con-

stantly increasing. Developing new types of holidays, new facilities and more efficient ways to manage them are some of the many facets of innovation in this most service-oriented of industries. The tourism industry is one of Europe's leading employers, and for many island regions that are highly dependent of tourists' spending, innovation could make the difference between growth and stagnation.

Taking into account these problems, the Structural Funds encourage islands to adopt innovative technologies suited to their particularities. Developing in a sustainable way and integrating in the new information society economy without endangering their regional identity is a way of taking advantage of the islands' potential.

In particular, the objectives of the Regional Programmes of Innovative Actions are to strengthen the regional knowledge and skills base in selected areas and to speed up exploitation of innovations. It is particularly important for the least-developed regions, such as, among others, the islands, that they have the chance to experiment in fields outside the norm of their structural funds programmes and develop greater co-operation and networking with more developed regions.

The two features of these programmes that are particularly pleasing to the regions are: first the fact that the entire region is considered eligible for co-funding, in contrast to the detailed Objective 1 and Objective 2 zoning, and second the fact of giving a chance to the regions for the first ever time deal directly with the European Commission, thus building local administrative capacity. Both features helped the regions to better learn and grow sustainably in the knowledge based economy.

This paper is based on the book *"Islands of Innovation"*. It presents the regional programmes of innovative actions of the "PRAI island regions". The experiences of these island regions provide an example to others of how regions, remote and with less favourable conditions, could thrive. In conclusion it shows how the Community regional policy could help protect the fragile nature of the "PRAI island regions" ecosystems while at the same time empowering their inhabitants to live a prosperous and productive life carrying out their activities in the most effective way. Building on its unique physical resources and intangible assets, each island region needs to promote its "exclusive myth".

I: The Innovation Laboratories

The offer of an ERDF Regional Programme of Innovative Actions (PRAI)¹ (Konsolas 2002) elicited a very positive response from the regions: by February 2005, 144 of the 156 eligible regions were participating including all regions of Austria, Belgium, Greece, Italy, Ireland, Netherlands, Portugal, Spain, Sweden, United Kingdom as well as Denmark and Luxem-

¹ Other less-often used acronyms are: RPIA and IAP.

bourg.

The synergy between the three strategic themes (*regional economies based on knowledge and technological innovation, e-EuropeRegio: the information society at the service of regional development & regional identity and sustainable development*) has been well exploited by most regions that have opted to include a number of actions covering at least two of the three eligible themes.

The regional programmes of innovative actions have succeeded in acting as catalysts giving the regions a chance to experiment with new actions to promote innovation. Most programmes have taken a comprehensive approach to innovation, designing new products, processes or services and in some cases, new forms of co-operation between the public and the private sectors. This has helped the regions develop a coherent approach to innovation and sustainable development in order to secure their long-term competitiveness (Konsolas).

The programmes contain adventurous actions that otherwise might have been postponed or been ignored in the mainstream Structural Funds programmes in spite of their potentially strong impact on regional competitiveness. For the least-developed regions it has been particularly important to have the opportunity to experiment in the three strategic themes on offer which are traditionally under-funded by comparison with other types of needs such as those concerned with infrastructure (Komninos 2003).

A further value of the innovative actions lies in the way these programmes have been designed and implemented directly by regional stakeholders working together in partnership. Successful regions understand how to link local and regional enterprises, universities, research institutions, associations, and public administration to collect the know-how and distribute it amongst individuals and business so that it can be transformed into new products, processes and services (Bezirtzoglou 2005).

Each region has been encouraged to find its own solutions, based on regional needs and potential, to fully incorporate innovation in its regional development planning (Bezirtzoglou 2006). The regional programmes have been designed and managed directly by the regions without any national implication in the decision-making process. Regional governments have taken full responsibility for improving conditions crucial for their future competitiveness in cooperation with their local stakeholders. This has been done in partnership with the private sector which was involved in the drawing up and the implementation of the programmes.

1. *PRAI island regions per country*

Eligibility for the Regional Programmes of Innovative Actions (Papadaskalopoulos 2005) as well as for the Objective 1 areas is principally defined with reference to NUTS level 2 regions. In particular for the calculation for the 153 EU-15 eligible regions we have included the NUTS level 1 regions for Belgium, Denmark, Germany and UK, while the remaining countries are calculated with their NUTS level 2 regions.

An island, according to the five objective criteria of Eurostat, must:

- have an area of at least one sq. km;
- be at least one kilometre from the continent;
- have a permanent resident population of at least 50 people;
- have no permanent link with the continent;
- not house an EU capital.

In alignment with the above definition of islands areas as well as the definition of *PRAI* regions, only six out of the EU-15 Member States have “*PRAI island regions*” for a grand total of 15 regions.

The *PRAI island regions* (Bezirtzoglou 2006) include six of the seven 'outermost regions' (Konsolas), notably the three out of the four French Overseas Departments (Guadeloupe, Martinique and Réunion), the Spanish Autonomous Community of the Canary Islands and the Portuguese Autonomous Regions of the Azores and Madeira.

Despite the aim of ensuring that regions of comparable size all appear at the same NUTS level, each level still contains regions which differ greatly in terms of area, population, economic strength or administrative powers. This heterogeneity at Community level is often only the reflection of the situation existing at Member State level.

In example, in terms of populations (2000 data) at NUTS 2 level, the Île de France and Lombardia have 11 and 9 million inhabitants respectively, whereas there are 13 regions (most of them peripheral regions as well as 6 out of the 15 *PRAI Island regions*) with fewer than 300.000: Åland Islands, Burgenland, Guyane, Ceuta, Melilla, Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste, Belgian Luxembourg, La Rioja, Corse, Azores, Madeira and two Greek regions (Ionia Nisia and Voreio Aigaio).

In administrative terms, the degree of autonomy of the *PRAI island regions* varies from a great degree of autonomy (i.e. Åland Islands, Azores,

Madeira, Canary islands) to the other extreme of having no special administrative powers (i.e. Ionian Islands, North Aegean, Crete).

The current nomenclature [Regulation (EC) No 1888/2005] laying down the rules for the NUTS EU-15 regional classification, including the *PRAI Island regions*, gives us the following table:

EU-15	NUTS level 1	NUTS level 2	NUTS level 3	<i>PRAI Island regions</i>
Belgium	3	11	43	-
Denmark	1	1	15	-
Germany	16	40	442	-
<i>Greece</i>	4	13	51	4
<i>Spain</i>	7	18	52	2
<i>France</i>	9	26	100	4
Ireland	1	2	8	-
<i>Italy</i>	11	20	103	2
Luxembourg	1	1	1	-
Netherlands	4	12	31	-
Austria	3	9	35	-
<i>Portugal</i>	3	7	30	2
<i>Finland</i>	2	6	20	1
Sweden	1	7	21	-
UK	12	35	133	-
Totals	78	208	1085	15

2. *PRAI island regions structural handicaps*

In addition to the specific problems caused by their peripheral location, the fact that a *PRAI island region* (Bezirtzoglou 2006) has more than one island – archipelago - and/or is often mountainous constitutes a permanent structural handicap.

PRAI Island Region	Outer-most region	Archipelago	Mountain areas	Number of islands	Geographic location
Ionian Islands		✓	✓	12	Mediterranean sea
North Aegean		✓	✓	10	Mediterranean sea
South Aegean		✓	✓	42	Mediterranean sea
Crete			✓	2	Mediterranean sea
Canary Islands	✓	✓	✓	7	Atlantic ocean
Balearic Islands		✓	✓	4	Mediterranean sea
Corsica			✓	1	Mediterranean sea

Guadeloupe	✓	✓	✓	8	Caribbean sea
Martinique	✓		✓	1	Caribbean sea
Réunion	✓		✓	1	Indian ocean
Sicily			✓	15	Mediterranean sea
Sardinia			✓	5	Mediterranean sea
Azores	✓	✓	✓	9	Atlantic ocean
Madeira	✓	✓	✓	2	Atlantic ocean
Åland Islands		✓		11	Baltic sea
	6	9	14	130	

The usual structural deficiencies linked with *PRAI island regions* are:

- Small Island Size equals small local markets, inefficient local production capabilities, seasonality problems for mono-sector industries and stagnating local economies
- Isolated Islands equals limited contacts with central governments, problematic access to export markets and transportation problems.
- Scarce Human & Natural Resources equals limited access to human/social capital, demographic and environmental problems

3. *PRAI island regions* during the 2000-2006 programming period

During the current programming period thirteen out of the fifteen regions are classified as Objective 1 areas, which show the vulnerabilities of the *PRAI islands regions* (7) mostly caused due to their geographical position in the periphery of Europe.

Country/Region	Status during the 2000-06 programming period
Ellada (Greece)	
Kriti (Crete)	Objective 1
Ionia Nisia (Ionian Islands)	Objective 1
Voreio Aigaio (North Aegean)	Objective 1
Notio Aigaio (South Aegean)	Objective 1
España (Spain)	
Islas Canarias (Canary Islands)	Objective 1
Islas Baleares (Balearic Islands)	Partially Objective 2
France	
Guadeloupe	Objective 1
Martinique	Objective 1
Réunion	Objective 1
Corse (Corsica)	Partially Phasing-out Objective 1 (until 31/12/2006)
Italia (Italy)	
Sardegna (Sardinia)	Objective 1

Sicilia (Sicily)	Objective 1
Portugal	
Açores (Azores)	Objective 1
Madeira	Objective 1
Suomi/Finland	
Åland Islands	Partially Objective 2

4. Impact and Added-value of the *Island PRAIs*

The *PRAI Island regions* represent a small amount of the bigger structural and cohesion funds package to their respective countries, but several studies showed that some of the cumulative GDP growth could be attributed to EU funds, including the PRAIs.

In addition to economic growth, *PRAI Island regions* have allowed the regional governments to establish regional policy priorities taking into account the wider Member State and EU strategic priorities. These include such high added value areas as information society, R&D, business support services, environmental awareness, human and social capital development.

Finally the *PRAI Island regions* helped the enhancement of a regional innovation culture, the establishment of new partnerships inside and outside the regions as well as providing spillover benefits for the regional public administrations for the introduction of modern management and auditing methods (Komninos 2003)

Some of the projects financed within the programmes are indicated below:

- Theme **Technological Innovation** : clustering, incubators, spin-off, support to research and technological projects, new technological services to business ;
- Theme **Information Society** : support for e-Business (e-commerce, web services, knowledge management tools), for e-Government (services and applications for local administration and citizens) and for e-Learning solutions (broadband tele-working, distance training);
- Theme **Sustainable Development** : development of new applications for energy and waste management, sustainable tourism and innovative technologies for enterprises in the environmental sector.

Of particular interest for the island communities are actions linked to the tourism sector. Tourism is a cross-cutting sector, involving a big diversity of services and professions and has a profound impact on the social, cultural and economic life of all Europeans (Bezirtzoglou 2006). Almost everybody in the developed world is a tourist at one point or another, yet the

huge customer base in no way reduces the competition among service providers for their custom. Developing new types of holidays, new facilities and more efficient ways to manage them are some of the many facets of innovation in this most service-oriented of industries.

The tourism industry is one of Europe's leading employers (Bezirtzoglou and Andricopoulou 2006), and for many regions highly dependent on tourists' spending, innovation is the difference between growth and stagnation. Tourism generates approximately 9 million jobs in EU-25, while the European tourism industry creates more than 4% of GDP with about 2 million enterprises employing about 4% of the total labour force.

Finally it is interesting to note that only one *PRAI island region* is among the top 5 EU-25 regions for tourism, in terms of nights spent in hotels in 2003.

Rank	Region	Nights spent	Share in % of EU-25
3	Canarias (ES)	83,764	4.0

II: Schematisation of the PRAI Island regions

1. *PRAI island regions proposals per country*

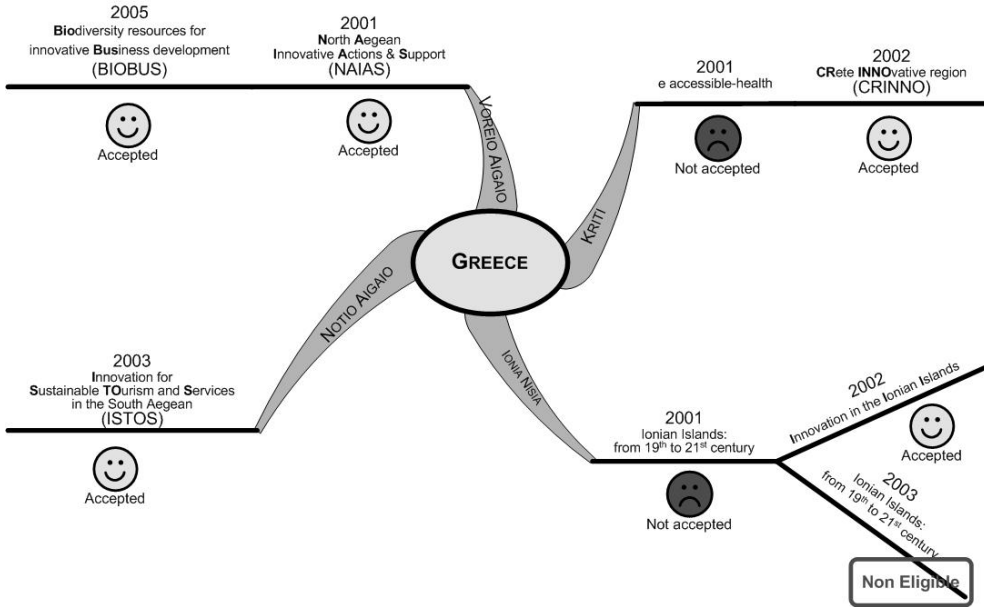
Following the publication of the *COM (2001) 60-005 Communication from the Commission to the Member States* all *PRAI Island regions* managed to apply for at least one Regional Programme of Innovative Actions.

Year	No of EU-15 regions submitting a PRAI	No of island regions submitting a PRAI	No of EU-15 regions obtaining a PRAI	No of <i>PRAI island regions</i> obtaining a PRAI
2001	103	10	81	5
2002	51	6	45	6
2003	16	2	10	2
2004	16 (10)	-	9 (6)	-
2005	48 (43)	4 (3)	28 (23)	3 (2)
			173 (29)	16 (2)

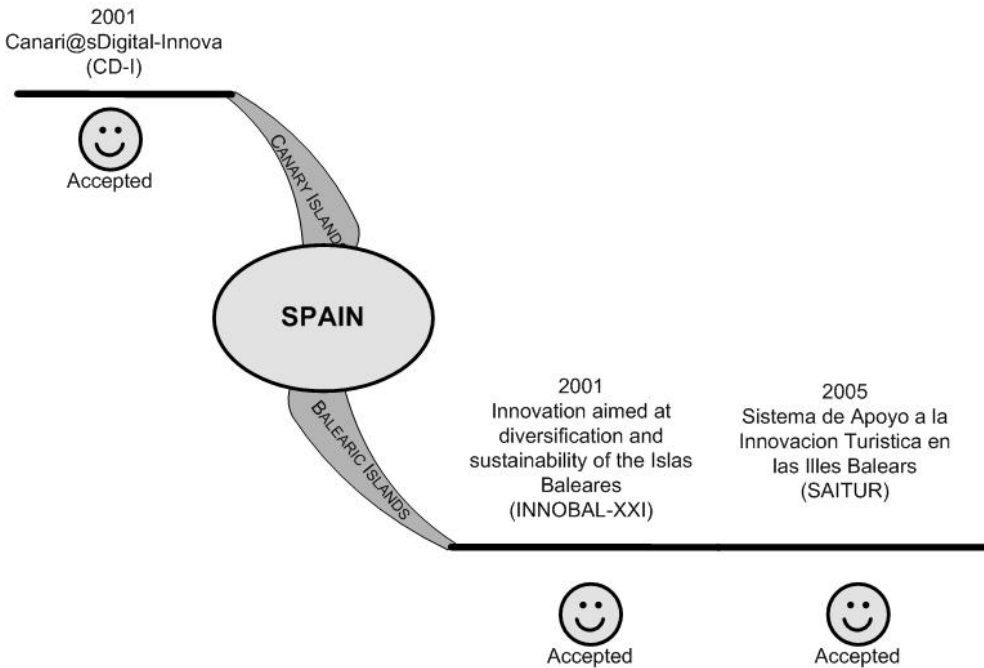
It should be noted that during the last two periods (2004-2005), the regions who had successfully finish their first programme could apply for a second time (data concerning second applications are shown inside parenthesis).

A representation of the *PRAI Island regions* efforts, codified by country as of December 2005, is shown in the following diagrams:

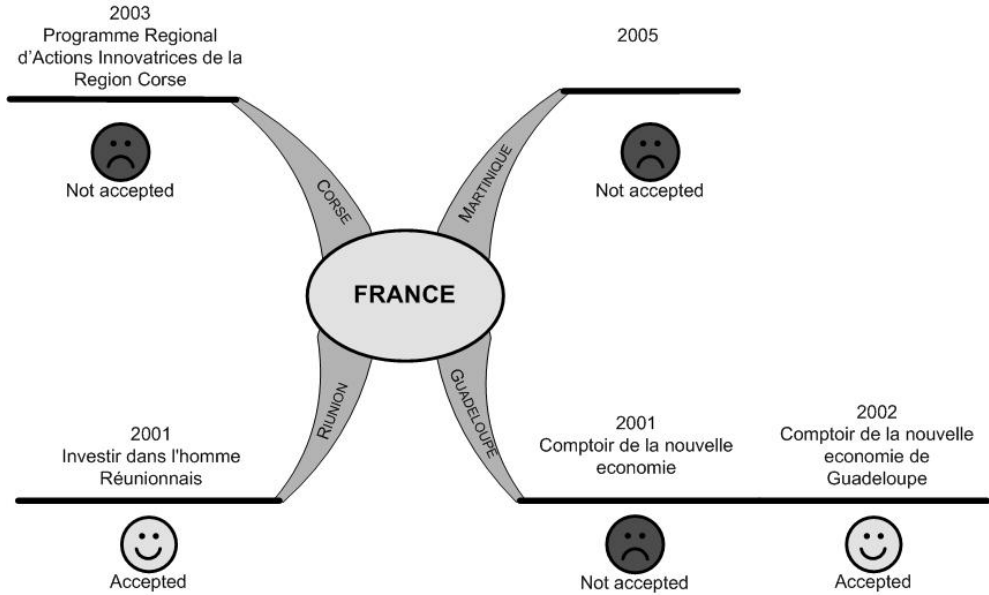
GREECE



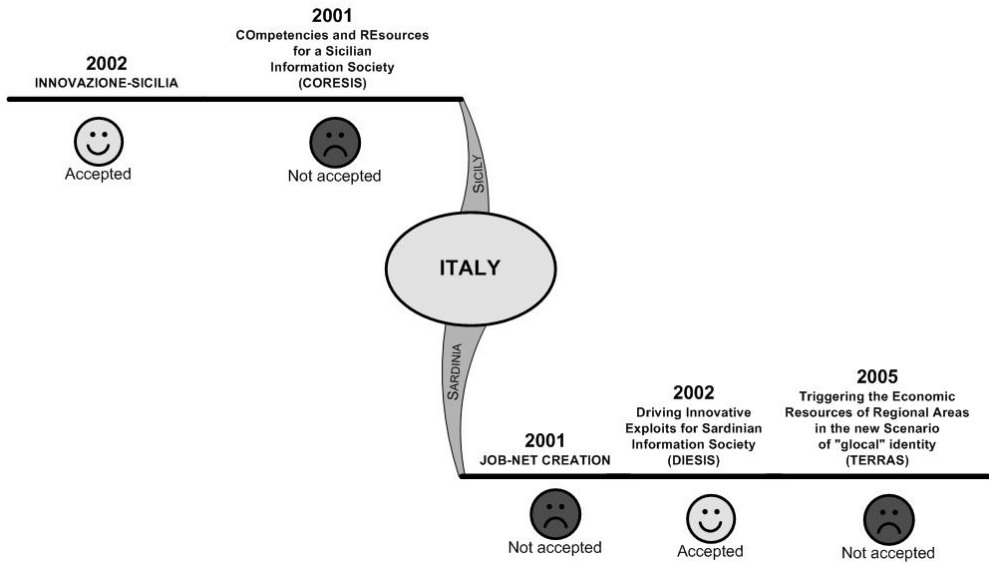
SPAIN



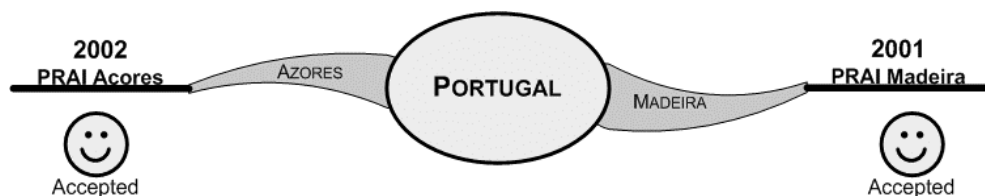
FRANCE



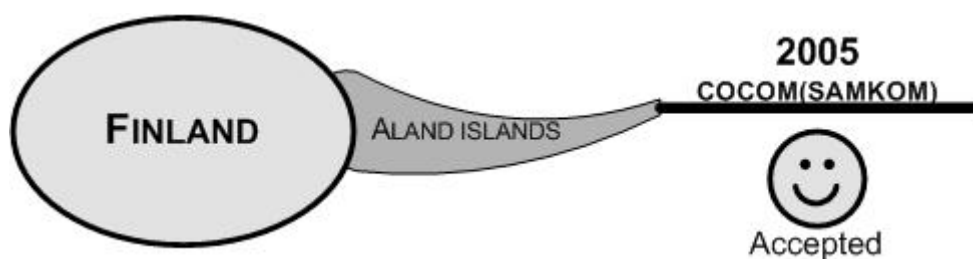
ITALY



PORTUGAL



FINLAND



2. PRAI Island regions proposals per strategic theme

PRAI Island Region	Technological Innovation	Information Society	Sustainable Development
Ionian Islands	✓	✓	✓
North Aegean			✓
South Aegean	✓	✓	✓
Crete	✓		✓
Canary Islands	✓	✓	✓
Balearic Islands	✓		
Guadeloupe	✓	✓	
Réunion		✓	
Sicily	✓		
Sardinia		✓	✓
Azores	✓		✓
Madeira	✓		✓
	9	6	8





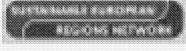
The above table includes all *PRAI Island regions* that have completed and/or are currently implementing a PRAI by December 2005.

3. *PRAI island regions participation to the Innovative Actions networks*

In addition to the regional programmes of innovative actions, three networks, one per strategic theme, were launched to foster co-operation between regions (Christophakis; Rosenfeld 2002) and to share experiences and good practices:

- **ERIK** (European Regions Knowledge-based Innovation Network) for technological innovation, which is led by Toscana and Emilia-Romagna and includes 13 members and 23 associate members;
- **ERIK+** (European Regions Knowledge-based Innovation Network - Plus) for technological innovation, which is led by Toscana and Emilia-Romagna and includes 13 members and 27 associate members (ERIK successor);
- **IANIS** (Innovative Actions Network for the Information Society) for Information society at the service of regional development, which is led by Sachsen and includes 28 regions;
- **IANIS⁺** (Innovative Actions Network for the Information Society - Plus) for Information society at the service of regional development, which is led by Sachsen and includes 39 regions (IANIS successor);
- **Sustainable Regions** for Regional Identity and Sustainable Development, which is led by Wales and includes 11 regions.

The *PRAI island regions*, members of Innovative Actions networks, are:

	2004-5	Ionian Islands, Crete, Balearic Islands
	2006-7	Ionian Islands, Crete, Balearic Islands
	2004-5	Canary Islands, Réunion, Madeira
	2006-7	Réunion, Sardinia, Madeira
	2004-5	Crete, Sardinia

4. *PRAI island regions* participation to the Conference of Peripheral Maritime Regions of Europe

The Conference of Peripheral Maritime Regions (Komninos) (CPMR) brings together 154 regions from 26 countries representing more than 170 million people.

Being located along Europe's shoreline brings both advantages and specific difficulties (Stuart 2002). The CPMR is working to promote more balanced development across the whole of Europe (territorial cohesion), and increased regional competitiveness through its action on policies which have a significant territorial impact: Transport, R&D, employment and training, competitiveness (balanced competitiveness). In parallel, it is striving to strengthen the participation of the regions in the design and delivery of EU policies (governance).

More broadly, it is working to enhance Europe's maritime dimension (maritime issues) and to promote sustainable development, giving particular attention to energy policies on the one hand, and agricultural and rural policies on the other hand (sustainable development). In the context of globalisation, the CPMR is helping to position the peripheral maritime regions with regard to their neighbouring areas and on the international stage (external cooperation and neighbourhood policy).

The Geographical Commissions aim to ensure that work is as decentralised and as close to the reality of each sea basin as possible. There are six in all: Atlantic Arc, Balkan and Black Sea, Islands, Intermediterranean, Baltic Sea and North Sea.

All 15 *PRAI island regions* are members of CPMR.



5. *PRAI island regions* participation to the Innovating Regions in Europe network

The network of Innovating Regions in Europe (Komninos) (IRE) is a joint platform for collaboration and exchange of experiences in the development of regional innovation policies and schemes.

The network aims to enable regions to access new tools and schemes for innovation promotion and to create an inter-regional learning process (Komninos



2003). It also seeks to put innovation at the top of the regional policy agenda. It is open to all European regions that can demonstrate good practice in the promotion of innovation.

The *PRAI island regions* members of the IRE network are North Aegean & Crete (Greece), Madeira (Portugal), Sicilia (Italy) and Balearic Islands & Canary Islands (Spain), a total of 6 out of the 15 regions.

6. Participation of *PRAI Island regions* in past Regional Innovation actions

Some of the *PRAI Island regions* were pioneers in the early nineties when they start working with regional innovation projects (such as the Article 10 family of projects from DG Regional Policy or the RITTS project from DG Enterprise) as shown in the following table.

Country	Region	Regional Innovation Projects								
		DG Regional Policy: Art. 10								DG Enterprise
		RTT	RTP	RIS	RIS+	IRISI	RISI 1	RISI 2	RISI+	RITTS
Greece	Voreio Aigaio									√
	Kriti	√						√		√
Total	2/13	1/2	0/1	0/4	0/4	0/1	0/1	1/4	0	2/4
Spain	Illes Balears							√		√
	Canarias	√			√					√
Total	2/19	1/8	0/1	0/7	1/6	0/1	0/2	1/5	0	2/8
Italy	Sardegna							√		
	Sicilia									√
Total	2/21	0/3	0	0/5	0/3	0/1	0	1/2	0	1/4
Portugal	Madeira	√						√		
Total	1/7	1/6	0	0/2	0/1	0	0	1/2	0	0/1
EU-15										
Total	7/139	3	0	0	1	0	0	4	0	5

The second figure in the above table represent either the total number of regions in a specific MS or the total number of regional innovation projects by project type.

7. *PRAI Island regions statistics*

The principle socio-economic statistics (Konsolas 1997; Komninos 1998) for the *PRAI Island regions* as well as two of the main innovation-related indicators of the new “Lisbon partnership for growth and jobs” are available in the following table.

	Popula- tion den- sity	Popula- tion growth	Unem- poyment rate	Employ- ment in agricul- ture	Employ- ment in industry	Employ- ment in services	R&D ex- penditure	EPO pat- ent appli- cations
	inh./km ²	Average annual % change	% of ac- tive popula- tion	% of total employ- ment	% of total employ- ment	% of total employ- ment	% of GDP	per mil- lion in- habitants
	2002	1995- 2002	2003	2003	2003	2003	2002	2000- 2002
EU15	120,3	0,3	8,1	4,0	27,6	68,4	2,0	161,3
Ellada	83,5	0,5	9,3	16,4	22,2	61,3	0,7	7,4
Ionia Nisia	93,1	0,8	11,0	19,3	12,8	67,9	0,1	0,0
Nisia Aigaiou	63,2	0,7	8,0	24,2	17,5	58,2	0,6	6,3
Voreio Aigaio	53,3	0,1	7,4	17,7	18,2	64,1	0,2	0,0
Notio Aigaio	56,9	1,0	10,9	8,9	21,9	69,1	0,1	3,3
Kriti	71,7	0,7	6,8	33,3	15,3	51,5	1,0	9,9
España	81,8	0,7	11,3	5,6	30,6	63,8	1,0	26,3
Illes Balears	177,4	2,5	9,3	2,0	23,3	74,7	0,3	15,1
Canarias	248,7	2,1	11,4	4,6	20,4	74,9	0,6	8,7
France	109,4	0,4	9,3	4,3	25,0	70,7	2,3	142,8
Corse	30,6	0,4	12,1	5,8	8,5	85,8	0,3	9,2
Overseas De- partments	19,6	1,1	27,1	3,1	12,9	84,1	1,6	4,4
Guadeloupe	256,2	0,6	26,3	2,8	12,8	84,4	1,6	7,0
Martinique	345,3	0,1	21,0	5,7	12,5	81,9	1,6	5,9
Réunion	296,5	1,8	31,8	1,7	12,9	85,4	1,6	3,1
Italia	189,7	0,1	8,7	4,9	31,8	63,3	1,1	77,7
Sicilia	193,3	-0,1	20,1	8,3	20,9	70,7	0,9	14,1

Sardegna	67,8	-0,1	16,9	8,0	24,0	68,0	0,7	10,2
Portugal	112,8	0,5	6,3	12,5	32,3	55,2	0,9	4,9
Região Autónoma dos Açores	102,2	0,0	2,9	12,8	28,2	59,0	0,5	0,0
Região Autónoma da Madeira	309,2	-0,5	3,4	9,5	26,6	63,8	0,3	3,2
Suomi/Finland	17,1	0,3	9,0	5,1	26,3	68,6	3,5	343,6
Åland	17,1	0,5	2,6	4,3	15,2	80,4	0,1	119,8

Bibliography

- Bezirtzoglou, Christos. (ed) 2005. Regional Innovation Excellence in Greece, A *K-Clusters* publication.
- Bezirtzoglou, Christos and Yannis Fallas 2006. Regional Innovation Excellence in Greece, 46th Congress of the European Regional Science Association.
- Bezirtzoglou, Christos. (ed) 2006. Islands of Innovation, An *ISTOS* publication.
- Bezirtzoglou, Christos. (ed) 2006. Showcasing Innovative Greece, A *NETFORCE2006* publication.
- Bezirtzoglou, Christos and Anna Andricopoulou 2006. Showcasing Innovative Greece, 46th Congress of the European Regional Science Association.
- Bezirtzoglou, Christos. (ed) 2007. Actions from Innovative Greece, A *University of Western Macedonia* publication.
- Christophakis, Manolis. Local Development and Regional Policy, Papazisis Publications.
- Konsolas, Nikolaos., Athanassios Papadaskalopoulos and Ilias Plaskovitis. 2002. Regional Development in Greece. Springer Publications.
- Komninos, N. 1998. Technopolis and Development Strategies in Europe, Gutenberg.
- Komninos, N., L. Kyrgiafini and E. Sefertzi. (eds) 2003. Innovation Development Technologies in Regions and Production Complexes, Gutenberg.
- Komninos, N. 2003. Intelligent Cities: Innovation, knowledge systems and digital spaces, Spon Press.
- Komninos, N., L. Kyrgiafini and E. Sefertzi. (eds) 2003. Innovation Devel-

opment Technologies in Regions and Production Complexes, Gutenberg.

Konsolas, Ioannis. The Competitive Advantage of Greece, Ashgate Publications.

Konsolas, Nikolaos. 1997. Contemporary Regional Economic Policy, Papazisis Publications.

Papadaskalopoulos, Athanassios and Manolis Christophakis. Regional Planning, Papazisis Publications.

Rosenfeld, Stuart A. 2002. Creating Smart Systems: A guide to cluster strategies in less favoured regions, DG Regional Policy.

Endnotes

The paper does not reflect the official position of the European Commission. Neither the European Commission nor the author nor any other person acting on their behalf is responsible for the use which might be made of the information contained herein.

Websites of all PRAIs adopted by the European Commission can be found in: http://ec.europa.eu/regional_policy/innovation/pdf/library/links.pdf

Assessment of the digitalization in forest service data files

Z. S. Andreopoulou

**Department of Forestry and Natural Environment,
Aristotle University of Thessaloniki, PB.247, 54124, Thessaloniki, Greece,
e-mail: randreop@for.auth.gr**

Abstract

Forest Service is the formal administrative authority for the protection, preservation and sustainable development of forests and forest areas in Greece. It deals with the organization of various tasks, thus a variety of forest data result from projects and paperwork. This paper studies the impact of the introduction of digital storage of data files within the workflow in regional Forest District Offices (F.D.O.). Research was performed within FDO with questionnaires. The collected data concern the regional distribution and categories of data files, their implementation in partial forest bureaus, software used, its origin and evaluation of performance. The digital filing rate is different among the country, comprises different forest issues, yet the administration sector predominates. Decision support can be enhanced with the design and implementation of an integrated forest service database through a public administration master plan.

Key words: data management, forest data files, forest administration, Greek forests

Introduction

Forest Service is the formal administrative authority for the protection, preservation and sustainable development of forests and forest areas in Greece. Greek forests consist 20% of greek territory and are part of the Mediterranean forests that are unique in the world. The wider area of the Mediterranean forests presents an important ecological unity and it is characterized from great biodiversity, beautiful landscapes either mountainous or coastal and also suffers from common threats such as fires, erosion, illegal acquisitions for rural development, natural disasters, etc.

As a sub-level of the Ministry of Agriculture, Forest Service plays an important role and supports the multiple purpose management of forest areas in order to meet the multiple needs of the modern society in goods and

services and to preserve the forest character of the areas within sustainable development (Andreopoulou et.al., 2005). Forest policy is differentiated from that of the rest of Europe since there are certain problems in the wider area, such as ownership conflicts, extended graze practicing, inadequate protection and guarding, reforestation problems, illegal cutting, lack of experienced personnel in combination with the habits of local populations and their attitude towards the environment.

Within forest sector in government that serves the sensitive issue of the environment, informatics can confront effectively the administrative difficulties in workflow providing new tools and services in the organizational structure of Forest Service (Andreopoulou, 2006). The workflow through the partial functional divisions (Forest Bureaus), found in a FDO, produces a huge outflow of data and paperwork, too, another source of forest data (Andreopoulou et.al., 2005). The process of forest data results in the development of formal documents that are sent to the Ministry of Agriculture, to the Prefecture Forest Administration Department, to Regional Forest Service, other related state Services or the local population. Consequently, workflow formal procedure end up creating forest data files of various types (Andreopoulou, 2000).

However, the means and implementation for forest personnel is not always proper and the time pressure leads the personnel to the routine of bureaucracy (Andreopoulou and Papastavrou, 2001). The activities in FDO create a variety of forest data, that result from paperwork in flow and from the editing of projects, plans, reports, books, maps. There are also many administrative and statistic books that need to be completed continuously (Andreopoulou et.al., 2005, Andreopoulou, 2006).

Organization and administration can be more effective when there is a proper organization for data and level of automation for partial functional areas is upgraded with the improvement and introduction of new methods. A common problem for contemporary enterprises and organizations is their inefficiency to meet their needs for information that is accurate, clear, fit, comprehensive, complete, verifiable, timely and opportune (Dimitriadis, 1998, Ipsilandis, 2001). The idea of innovation of data files and the permanent registration of the available data in computer files includes many obvious advantages compared to the traditional, conventional methods for data registration (Laudon and Laudon, 1996). There is an aspect that is still prevalent, that data and information are resources, and like any other resource they can be managed and that aspect represents a positive approach

to computer use (McLeod, 1998).

The idea that the previously described volume of forest data can be collected, organized and stored in computer files accessible from every forest bureau workstation in the FDO seems very appealing. The personnel can easily comprehend a number of advantages whenever a first effort in the registration of data in computer files is successfully completed (Mc Cloy, 1995). Employees should have the adequate level of knowledge to realize the future trends and they should be positive in the aspect of their life long training in order to meet the needs of new technology evolutions, concerning their job (Andreopoulou, 2006).

Data storage within a multiple functional division organization, such as a FDO, can be performed either in a traditional file environment or through a database organization. A traditional file environment represents a way of collecting and maintaining data in an organization that leads to each functional area or division (bureau) for maintaining its own data and programs, yet the problems deriving from that procedure is data redundancy and confusion, program-data dependence, lack of flexibility, poor data security and lack of availability and data-sharing among divisions (Harrington, 1994, Laudon and Laudon, 1996). Personnel with adequate computer literacy can partially develop their own applications because they understand the given problems within workflow and these efforts usually match the capabilities to the workflow challenges. However, when end-users develop their own applications, there are risks such as the creation of poorly aimed applications, of poorly designed and documented applications, of inefficient use of information resources, loss of data integrity, loss of security or loss of control (McLeod, 1998).

Data base technology can eliminate those problems created by traditional data file organization. Database systems provide solutions to many of the problems generated by file management systems because of the sharing of data and the common interface provided by the data base management system (DBMS) (Harrington, 1994). A database is a collection of organized data that serves effectively multiple applications and redundant data are minimized. Data rather than stored in separate files to serve each function, they are stored physically to appear to users as being stored in only one location (Laudon and Laudon, 1996). The overall data base approach appears to have many advantages, such as program data independence, data redundancy, improved data consistency, improved data sharing, increased productivity, improved data accessibility and responsiveness and reduced pro-

gram maintenance (McFadden et.al., 1999). Beyond data integrity, query performance has been identified as another important feature for a database within data management purpose (Post and Kagan, 2001). When properly stored, data can be easily retrieved and they can be processed in many ways from end users (Capron, 1998). Total access to the data for end users permits them to employ data in creative ways. A high level of automation is achieved when users have a powerful easy-to-use data interrogation.

A database organization can be the key point for the development of an EIS (Environmental Information System) and also, for decision support processes in administration, in order to implement policies on environmental resources within sustainable development (Seder et.al., 2000). The use of data registries in the form of databases can help effectively decision-making that is based on correct and reliable data (Papastavrou et.al., 1999). Since it is widely accepted that “knowledge is power”, every equipment that can amplify human knowledge will amplify every dimension of power. New technology embodies knowledge as its central feature, a big, powerful and decisive advantage in any competition.

This paper is an effort to describe the current status in Greek Forest Service as it concerns forest data files in regional Forest District Offices (FDO) with the use of computers (digital files), applications in functional divisions, the impact of their introduction and their performance within FDO workflow.

Recent research concerning Greece has shown that the greater average for persons that use a computer every day within FDO is found in East Macedonia/ Thrace Region in Northern Greece, it is 6 six persons while the average of computers used everyday is 5, and an average of 1,75 persons per FDO has already attended computer seminars (Andreopoulou, 2000). It is a region with important ecosystems, forests and wetlands and the use of information technology is a one-way procedure in order to meet the extended needs of the local FDO for the protection of these sensitive areas. The digital registration of forest data enables the proper data management and process. The previous –yet changing – data filing system is that various forest data are registered in paper documents, and, following, they are archived in files classified in subjects. The various available data are not at all practically available because of their huge volume and variety – documents, maps, projects, etc)- which is increased every year. They are also scattered in different physical locations in the premises of FDO. Hence, the research for older data tends to be exhausting and long (Andreopoulou and Papastav-

rou, 2001, Andreopoulou, 2006). Within the previous research, head foresters in FDO indicated the digital organization of forest data as an important factor within the workflow in Forest Service and they believe that the use of informatics in every day administrative tasks can contribute effectively in the improvement of productivity and rendered services (Andreopoulou, 2000).

The aim of the study is to assess the introduction of digitalisation in forest service files studying features like distribution, categorization, use, software used, and its impact in workflow of Forest service in order to determine how digitalisation of files meets the forest service needs, based on their actual use.

Materials And Methods

The research was carried out in Greek forest service and for the collection of relative data it was used the method of questionnaire. The primary step in developing the questionnaire was to identify the attributes of current data files such as their category, their purpose, the relevant software, their specific use in workflow within forest bureaus in every FDO and the evaluation of the performance of these data applications. The questionnaire was addressed to the head foresters of FDO and was followed by a detailed letter on the research about data storage, use and performance. To determine software, subject and use categories, a pre-testing process to refine specific items was conducted (Daoutopoulos, 2002). Finally, there were returned completed 100 out of the 106 questionnaires. Hence, the return percentage is up to 95% that is practically very close to the total population. The answers from the completed questionnaires were coded in variables. Then, they were introduced in the SPSS 10.1 package in order to be statistically processed (Hair, et. al., 1998).

Results

The results of the research about the data files in FDO in Greece concern data file appearance, the regional distribution of data files, the categories of digitally registered data, the use of data archives in forest bureaus, the relative software that was used for that purpose and finally, an evaluation of their performance.

Data files in forest regions and the categories of data.

Respondents indicate the existence of digital registration of forest data in computer files, in the percentage of 47% within FDO. The result shows that almost in half of forest service some efforts have been made for digital registration.

Table 1. *The distribution of FDO with digital forest data archives in administrative regions in Greece*

Region	Frequency	Percentage among national total
East Macedonia /Thrace	9	19.1
Central Macedonia	9	19.1
West Macedonia	2	4.3
Epirus	3	6.4
Thessalia	5	10.6
West Greece	2	4.3
Stereia Greece	6	12.8
Attica	3	6.4
Peloponnesus	4	8.5
North Aegean	1	2.1
South Aegean	1	2.1
TOTAL	47	100

These files are in most of the cases databases. The computer files with registered data can also be the files with input data in various software applications, such as spreadsheet, document files, designs, etc. These categories of data can also be very helpful for easy research, retrieval of older data, supervision in the total file. Table 1 presents FDO that indicate the existence of forest data files and their distribution within the framework of 13 administrative forest regions in Greece.

As shown in table 2 a great variety of forest related subjects, are found already digitally registered. Hence, there are data files for administrative purposes, forest personnel and accounting, about ongoing and completed forest technical works, general registrations about forest fires, data on forest production, reforestations, cut, data concerning the ownership status of forests and forest lands within the authority of the district office, data concerning game and hunting activities, data about forest engines used from forest personnel, etc. That variety of registered data clearly represents the variety of forest issues that forest personnel deal with every day within the multiple purpose management of the forests in Greece. Table 2 also presents

the percentage of categories of digitally registered data among the total of data files in Greece.

Additionally, there is a great category variety of unique issues digitally registered data found all over the country. Their appearance is depended upon the specific characteristics of the area are found, the frequency of the specific use in the FDO in question and, last but not least, the computer literacy of the personnel.

Those subjects are usually of administrative content, such as accounting, finance, human resources, etc. and for administrative purposes. They have been created from forest personnel that were occupied with a specific administrative repeated action and yet, these datafiles enable a specific use that takes place periodically in the FDO. The data files were developed in isolation from other Forest Bureaus within FDO workflow. In these cases, an administrative employee has the proper computer literacy to exploit the computer and the available software in order to create a data file and store it to his computer workstation in order to facilitate the reappearing activity and to lessen the time needed next time the application will be used. Hence, there are found data archives concerning a. calculation of partial components of personnel payroll, b. protocol inflow in the FDO., c. models for the edition of official documents, d. local data.

Table 2. *The types of forest data registered in digital files and their percentage in national total*

Types of forest data registered in digital files	Percentage of data type within the total data files found in Greece
Administration/Personnel	29
Forest technical works	18
Forest Fires	11
Forest production/cut	7
Ownership status	6
Reforestation	5
Forest engines	5
Game activities	2
TOTAL	100

Software

Most of computers come with a simple suite, a bundle of basic software that features word processing, spreadsheet and graphic applications. The respondents in a percentage of 26% claim that they own the MS Access Office application. That application helps in the creation of database, a friendly tool that helps to organize and register various available data in related tables. The application allows the save, update, process and correlation of data. In order to use that application some elementary knowledge in computers is needed. However, forest personnel are not always aware of the possibilities in available applications or they simply don't know how to use it. The 34.6% of the FDO cases are located in the region of Central Macedonia and the 27% in the region of Eastern Macedonia/Thrace.

A percentage of 78% of FDO mentions the use of MS-Word for Windows, a very popular program for word processing. It is a common application, useful for text edition, such as official documents, reports, etc. It is easy to write and correct a text, then improve its layout, store the document and, consequently, create a digital file of produced official documents. The application allows the import of pictures and graphics in the document and it can be printed repeatedly. In the same percentage is found the MS-EXCEL application, for the introduction of data in spreadsheet, which allows easy calculations between them, the production of statistics and relative graphics. In table 3 are presented the software applications that are registered in FDO, used for the creation of data files and their frequencies.

Table 3. *Software applications and their frequency*

Software applications	Frequency
MS-Word	78
Ms-Excel	78
Ms-Access	26
Payroll applications	16
Auto-CAD	14
SPSS	2

In 16% of FDO are found software applications for the total management of payroll for the personnel. The partial calculations are repeated every month, hence the use of the software application lessens drastically the time needed for the administrative employee in authority, and also the mistakes,

yet employees can be easily supplied with any information or certificate. These kind of software applications are found in FDO in the regions of East Macedonia/Thrace, Central Macedonia, Thessaly, Continental Greece, Peloponnesus and Attica.

Table 4. *Origin of software applications*

Origin of applications	Percentage
Ready commercial applications	50
Central service	5
Applications created specifically	10
Other source	15
TOTAL	100

Only 14% of FDO own and use every day a specific computer design application, usually for forest road open-up purposes. These offices are also found in North Greece. The procedure for the design of a forest road consist a complex project with multiple levels of number estimations. The creation of a software application for these estimations makes easier the indoor job for the forester in charge because the estimations are executed accurately and quickly. However, the continuous registration of the results can result in a data file registry for every forest region, useful for future projects assessments. Hence, the 55% of these offices is found in North Greece and specifically in the regions of Macedonia, Thrace and Epirus.

With regard to the origin of the applications that are used, the greater percentage consists ready commercial applications, and only 10% were created specifically for some FDO (table 4). Generally, the commercial applications were already found built up in the main software applications of the computers.

Use of data files in forest bureaus

There are various Forest Bureaus found in each FDO to meet the needs of multiple role of Forest Service. These bureaus reflect the variety of needs of the Mediterranean type of forests that is not limited in production but express the multiple purpose policy for forests and forest areas. Bureaus deal with partial issues such as the administrative bureau, the management and

studies bureau, the forest technical works bureau, the forest protection bureau, forest development, etc. The 40% of FDO use computers everyday in the Administrative Bureau. With regard to information concerning the personnel in the 29% of the FDO is found at least one (1) data file. In table 5 is shown the distribution in terms of regions of the FDO that use at least one data file in administration bureau. It is also important that 73% of FDO claim that they produce official documents with the aim of computers, a procedure that facilitates various every day jobs of administrative content in FDO.

Table 5. *Distribution of FDO on forest regions concerning the use of at least one data file in Administration Bureau.*

Region	Frequency	Percentage within each region
Central Macedonia	7	43,8
East Macedonia/Thrace	5	50
Attica	3	42,8
Peloponnesos	3	27,3
Continental Greece	3	25
Western Greece	2	20
Thessaly	2	20
Western Macedonia	1	20
Crete	1	25
Hepirus	1	16,7
Southern Aegean	1	50
Total	29	

In the 20% of FDO, various digital applications are found in the bureau for forest technical works for opening and protection purposes. As it specifically concerns registered data about forest road open-up, a percentage of 18% among FDO was found to have such data files and these FDO are distributed within forest regions as shown in table 6. The greater percentage is found in the region of Central Macedonia, where there are 6 cases with registered data. However, 72% of the above percentage is found in North Greece and specifically in the regions of East Macedonia/Thrace, West Macedonia, Central Macedonia and Epirus. The procedure for road open-up is a complex procedure of sequential calculations and the digital registration of data, yet the use of the proper software application facilitates the process for the forester. The results can be archived and a forest road data file can be

created for the specific FDO.

Table 6. *The appearance and percentage of data files concerning forest road open-up within regions*

Region	Percentage within the total findings in Greece
Central Macedonia	28
East Macedonia/Thrace	17
Epirus	17
Stereia Greece	17
West Macedonia	11
Crete	11
Total	100

In the field of forest protection, 14% of FDO have a data file for the relative bureau. These FDO are found in the regions of East Macedonian/Thrace, Central Macedonia, Heparus, Thessaly, Ionian Islands, Western Greece, Continental Greece and Attica. As it concerns the bureau for forest management, only in 11% the 10 year- management plans are registered in data files. These cases are found in the regions of East Macedonia/Thrace, Central Macedonia, West Macedonia and Crete. Data files are found in 5% of FDO that concern the registration of material and tools.

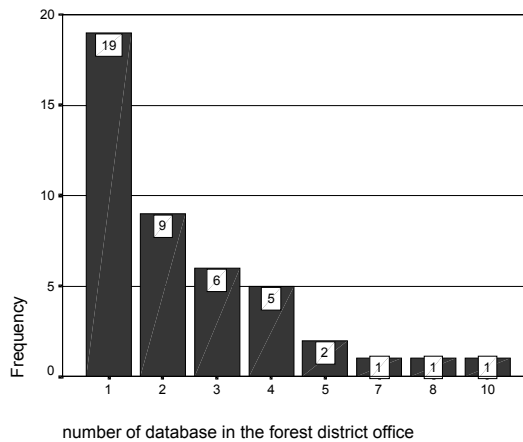


Figure 1. *The number of database found in each forest district office*

In figure 1 are presented the findings concerning the number of registered databases that appear in each FDO. In 19% of FDO cases there is only one database appearance. The higher value is found in the Forest District Office in Kilkis in the region of Central Macedonia with 10 databases appearance.

Data files support functions that take place in forest bureaus within FDO workflow. Figure 2 presents the findings that concern the number of forest bureaus in each FDO that implement data files every day. In 24% of FDO only one (1) Forest Bureau use data files every day. It is also worth mentioning that in 49% of FDO, almost half of them, there is no Forest Bureau (0) where digital data files are used every day

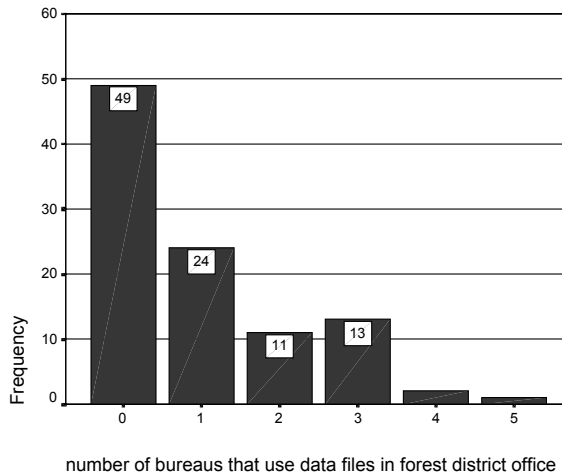


Figure 2. *The number of forest bureaus in FDO that use data files*

Evaluation of performance of applications

Finally, the respondents evaluated the performance of the applications within the workflow in FDO. Table 7 presents the findings. Almost in one third of FDO, respondents believe that the use of applications is satisfactory, however the same percentage believes that it is less than satisfactory. The respondents in a percentage of only 8% believe that the performance of applications used within workflow in FDO is the optimum possible. Furthermore, one out of four respondents cannot evaluate the performance of the given applications and they do not answer the question, and do not comment on their effectiveness in the service.

Table 7. *Evaluation of the performance of applications in workflow in FDO*

Evaluation of the performance of applications	Frequency
Less than satisfactory	33
Satisfactory	34
Optimum	8
No commend/answer	25
Total	100

Discussion

The multiple role of the Mediterranean forests, as it results from their unique biodiversity and rich and various production in combination to pastoral and agriculture activities, the living environment with continually development trend as well as the threats of fires, erosions and illegal acquisitions leads to a multiple purpose management model. Hence, everyday workflow within FDO creates a variety of forest data deriving from the complicit activities of forestry in action. These data are found in different types such as printed documents and maps. There are also administrative and statistic data that need to be registered and archived properly and continually for statistical use and exploitation that need to be distributed adequately to other levels of forest administration.

The study provides reliable findings about the current state of digital data storage in FDO within Greek Forest Service. The results also indicate data storage features that are needed by the Forest Administration and identify how poorly these needs are being currently met by existing data files. Moreover, the present filing rate is different within FDO, mainly due to the lack of a central guideline for data registration in computer files. Important features that can determine the value of data storage are the data categories, the software used and the evaluation of their performance. The respondents evaluate the current performance of applications in workflow in FDO and only 8% finds it the optimum possible. Since one third of them believe that performance is less than satisfactory, a need for improvement and innovation in data files in Forest Service is identified.

The procedure of data registration in computer files is presently based in the initiative of personnel and there is no official regulation, hence often, digital registration is used in parallel with the conventional data registration in paper files. The comparison in practice is so intense that employees tend

to repeat their effort in other subjects. Efforts on data process automation, started on a small scale, often one application at a time. Hence, data process applications were developed independently and not according to some master plan, provided by the Forest Service. That is a traditional file environment, representing a data organization that leads to each forest bureau for maintaining its own data and programs. The extended filing of forest data as a unique forest service database, distributed among regional FDO and accessible from all forest personnel when needed, could be an effective tool for the confrontation of multiple problems that arise everyday. The coding of various forest laws, regulations, orders, etc. in combination with map files for authority areas, can help confront problems all over the country in a similar way, answer citizens petitions and take the right decisions under conditions of certainty. Statistical data can be easily registered and used for decision-making e.g. forest fires prevention or research purposes.

The overall database approach appears to have many advantages, such as program data independence, data redundancy, improved data consistency, improved data sharing, increased productivity, improved data accessibility and responsiveness and reduced program maintenance (Mc Fadden, et.al., 1999). An employee that deals with a specific item in a FDO, would have access to the database files. Consequently, a global awareness and supervision of the data is achieved, since it is easy to compare the present with past data, to estimate future data, to search within the database for related material or to proceed to statistics. Paperwork from Forest Region and Prefecture Directories as well as the petitions from the citizens are leaded to the proper functional division (Forest Bureau) and they can be processed and analysed with the implementation of the proper data. These data can be easily retrieved from the database that comprises all forest data files properly and accurately registered digitally. The processed data can turn into documents, can support decision-making and can activate a set of needed actions in an environment of certainty.

However, computer support should be available for end-users, devoted specifically to giving users immediate service such as software selection, data retrieval, network functions, training and technical assistance. Moreover, since the database project is very difficult to be materialized because of the huge volume and variety of the files, experienced employees needs to work, both forest personnel and professional programmers. Forest personnel, after receiving the proper training in computer related issues, in order to improve computer literacy, should be able to engage virtual office applica-

tions in every day workflow, mainly as end users (Andreopoulou, 2000 and 2006).

Databases have been of an increasing use in environmental sciences, as in handling specific forest data of any type or within forest research, supporting research capacities through enhanced networks via Internet (Sterba, 2003). The forest 'inventory' has to be based on different designs and to combine all available forest data of any source, even satellite data and digital maps.

As in the total Mediterranean area where forests are an important asset, in Greek FDO often arise problems concerning personal profit in conflict with the protection of the environment and forest personnel have to confront them properly, since decisions are important. Therefore, whenever a decision has to be taken, the person or team in authority for that decision can turn to the organized set of information in a way that ensures the direct awareness of the current situation. Thus large scale modeling has to be developed, not based on individual tree information but also incorporating general knowledge (Sterba, 2003).

This study act as an aid for administration authorities to reflect the changing data environment in forest service and findings taken from this study will help to set the guidelines for the design and the evaluation of a master plan concerning the full data storage system in FDO within forest service in a user perspective. Hence, more research is necessary to verify the impact of forest data storage and specific features of data files and to provide guidance to plan and design of forest data files as an overall aspect.

An innovative forest data filing system can help for the sound confrontation of various problems especially within the sensitive ecosystems of the Mediterranean, since decision-making is based on correct and reliable data. Data registration in computer files, under the proper organization and design implementations in order to meet the specific needs of FDO, consists an important factor for the improvement of rendered services from the forest to the citizens, the elimination of bureaucracy among Forest Service and it consists an information tool that contributes as a creative and effective factor to enhance the protection of forests and natural environment in Greece.

Bibliography

Andreopoulou, Z. S. 2000. *The contribution of Forestry Informatics in Forest Service in Greece*. Ph.D. Thesis. (In Greek with English ab-

- stract). Department of Forestry and Natural Environment. A.U.TH. Thesssaloniki.
- Andreopoulou, Z. S. 2006. Educational Perspectives And The Impact Of Information And Communication Technologies (ICT's) In An Environmental Government Division. «Journal of Environmental Protection and Ecology», Book 4, vol. 7: 721-732.
- Andreopoulou, Z. S. and A.C. Papastavrou. 2001. Research on the Attitude of Human Resources in Forest Service in Greece Towards the Development of Forestry Informatics. *MEDIT*, Vol. 2: 53-57.
- Andreopoulou, Z. S., E. Pimenidis, S. Vassiliadou and S. Sofios. 2005. Digitized Public Services: Assessing E-Government Readiness in Forest Services. Proceedings of the 1st Conference of Hellenic Society for Systemic studies-HSSS with title "Knowledge management systems and eGovernment" - Tripolis, 11-13 May 2005, pp. 466-474.
- Capron, H. L. 1998. *Computers. Tools for an information age*. 5th edition. Addison Wesley Longman Publishing Company, Inc. pp. 126-150.
- Daoutopoulos, G. 2002. *Social Surveys Methodology*. Editions Daoutopoulos. Thessaloniki, Greece.
- Dimitriadis, A. 1998. *Management Information Systems*. New Technology Editions. Athens.
- Hair, J. F. Jr., R. E. Anderson, R. L. Tatham and W.C. Black. 1998. *Multivariate Data Analysis*. 5th edition. Prentice-Hall, Inc.USA. pp. 5-6.
- Harrington, J. L. 1994. *Database Management for Microcomputers*. 2nd edition. The Dryden press. Harcourt Brace College Publishers. FL.
- Ipsilandis, P. 2001. *Management Information Systems. From theory to practice*. 1st edition. Patakis Editions. Athens.
- Laudon, K. C. and J. P. Laudon. 1996. *Management Information Systems. Organization and Technology*. Prentice-Hall International, Inc. pp. 228-234.
- McCloy, K. R. 1995. *Resource Management Information Systems*. Editor Taylor and Francis. UK.
- McFadden, F. R., J. A. Hoffer and M. B. Prescott. 1999. *Modern Database Management*. Addison-Wesley publishing, Inc. pp. 20-24.
- Papastavrou, A. C., P. D. Lefakis, Z. S. Andreopoulou and L. S. Iliadis. 1999. *Forest Informatics*. Department of Publishing of A.U.TH. Thessaloniki Volume II: pp. 94-98.
- Post, G. and A. Kagan. 2001. Database Management Systems: Design Con-

siderations and Attribute Facilities. *The Journal of Systems and Software*. Vol. 56: 183-193.

Seder, I., R. Weinkauff and T. Neumann. 2000. Knowledge-based databases and intelligent decision support for environmental management in urban SYSTEMS. *Computers, Environment and Urban Systems*. pp. 233-250.

Sterba, H. 2003. Diamonds in EFI forest resources and information research. *Forest Policy and Economics*, 5: 135-139.

Transfer of ^{137}Cs from Chernobyl fallout to vegetation

A. Ioannidou*, St. Stoulos, M. Manolopoulou and C. Papastefanou

*Aristotle University of Thessaloniki, Physics Department, Nuclear Physics
and Elementary Particle Physics Division, Thessaloniki 54124, Greece.
E-mail: anta@auth.gr

Abstract

Measurements of fallout-derived ^{137}Cs in soils and grass were made in the Thessaloniki area of northern Greece, in the temperate zone (40°N), in order to study the route and the fate of the fallout radionuclide ^{137}Cs onto the earth's surface and to determine their transfer factors from soil to plants. Long-term measurements since 1986 showed ^{137}Cs concentrations in soil ranging from 3.73 to 1307 Bq kg^{-1} , while ^{137}Cs concentrations in grass *gramineae* and *poaceae* the species, ranged from 122.9 Bq kg^{-1} to 5.8 mBq kg^{-1} . Cesium-137 transfer coefficients, TF, from soil to plants (grass) ranged from 0.002 to 7.42 . From the decreasing trend of ^{137}Cs with time, a removal half-time of 40 months ($3 \frac{1}{3}$ years) that is the ecological half-life, T_{ec} of ^{137}Cs in grassland, was derived.

Keywords: radionuclide transport, soil-to-plant transfer rate, ecological half-life

Introduction

Radioactivity has always been part of the natural environment. Since even a small amount of radiation exposure can have serious and cumulative biological consequences, and since many radioactive wastes remain toxic for centuries, radioactive pollution is a serious environmental concern even though natural sources of radioactivity far exceed artificial ones at present. Substantial amounts of artificial radionuclide have been released to the environment as fallout resulting from atmospheric nuclear weapon tests and Chernobyl accident. Among the various radionuclides released to the environment, many scientists have focused on the distribution and behaviour of ^{137}Cs due to its high fission yield, long life, long-term radioactive hazards to the public and high transferability.

Caesium-137 ($T_{1/2} = 30.07$ years) and other fission products released

from the core of the Chernobyl-4, a 1000 MWe RBMK¹ type reactor operated since December 1983 at Chernobyl, Ukraine, artificially enhanced tropospheric levels after the accident (26th April 1986) and was transported to Thessaloniki, Northern Greece on May 2, 1986. The fallout radionuclides that were released from the reactor into the atmosphere were up to about 2×10^{18} Bq (5×10^7 Ci) of which ¹³⁷Cs was up to about 4×10^{16} Bq (IAEA, 1986). Heavy rainfall, coincident with the passage of radioactive cloud over Greece on the 5th, 6th and 10th May 1986, caused local highly-radioactive deposits of ¹³⁷Cs, as high as 24 kBq m⁻² (Papastefanou et al., 1988a) which was subsequently found at elevated concentrations in soil, grasses and many other kinds of plant.

It is known that radionuclides that occur naturally in soil are incorporated metabolically into plants. Man-made radionuclides introduced into soil behave in a similar manner. Uptake of the long-lived radionuclides by plants depends to a considerable degree of whether they remain reach of the roots of plants and the extent to which they are chemically available. Cesium is an alkaline metal, a congener of K (group Ia) which is very abundant in the earth's crust. Because of its exchange capability it can substitute for K where there is a lack or deficiency of the latter. So the presence of ¹³⁷Cs in plants may be caused by its uptake through soil as well as by K uptake. The roots of plants are unable to distinguish between chemical congeners in the uptake process (Eisenbud, 1973). It was found that the ¹³⁷Cs concentration is inversely proportional to the ⁴⁰K concentration or K content of soils (Papastefanou et al., 1988b).

In addition to root uptake, direct deposition may occur on foliar surfaces, and when this happens the radionuclides may be absorbed metabolically by the plants. Grass ecosystem is the most appropriate for monitoring fallout radioactivity, as it has the advantage of having a more uniform surface area from species to species, of having various species that are more common over most of the world and of having a faster growth rate which allows for more harvests per year (Scott et al., 1988). The whole grass ecosystem is composed of: (1) the leafy part, i.e. aerial part, becomes contaminated by three general mechanisms: (a) adsorption, which is important in respect to aerosol particles that are less than 0.5 μm in diameter. Radionuclides associated with these aerosols are usually metabolized rapidly within a few hours to one day, (b) resuspension of soil particles on the surfaces

¹ Russian acronym of the light-water cooled, graphite-moderated reactor.

which can contribute significantly to the actual activity of ^{137}Cs for example and (c) incorporation of leached activity from the soil into the system through root uptake. The growing-leaves serve as collection surfaces for atmospheric fallout, (2) the mat (litter) is a very complex part of the grass ecosystem and is more or less unique to grasses. It consists of surface materials, superficial roots, organic matter and soil particles. The mat component acts very efficiently as a filter in retaining a large number of radionuclides, (3) the root system serves as a means for uptake of radionuclides leached from the soil or filtered down from the mat and (4) the soil, is a complex system which may vary greatly in composition.

The contamination of vegetation after the Chernobyl accident occurred not in one single event but over an extended period of time, i.e. a few days during May 1986. Uptake of ^{137}Cs by the vegetation, e.g. grassland occurred during deposition onto the foliage. The transport and removal of the radionuclides, e.g. the ^{137}Cs occurred through radioactive decay, surface runoff, infiltration by precipitation, evapotranspiration and uptake in vegetation (Schell, 1988). Analyses of grass ecosystem samples can provide a means of estimating the concentrations of radionuclides, such as ^{137}Cs in milk and grazing animal tissues as well as other food products, that is essential for evaluating the risks to the public particularly very soon after an accident involving the release of radionuclides into the environment.

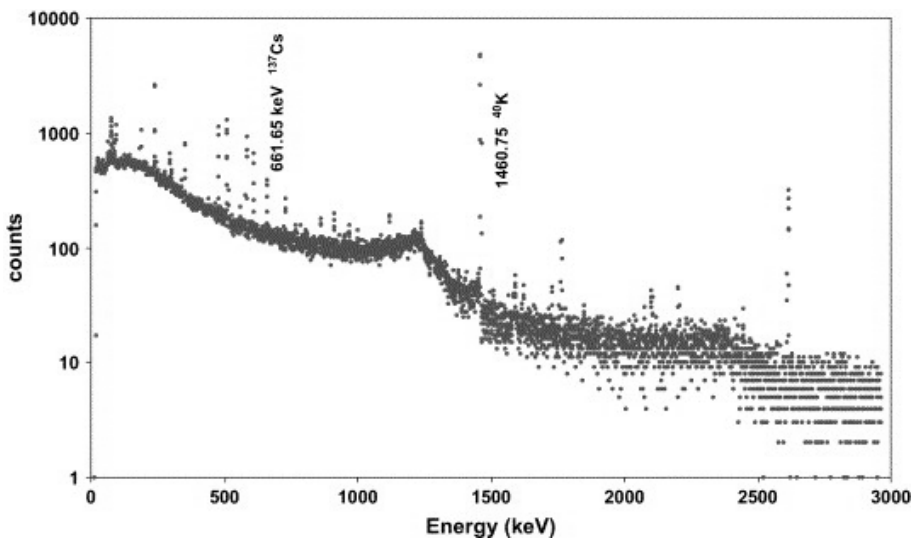


Fig.1. Gamma-ray spectrum of a grass sample

The present study was carried out in Thessaloniki, Northern Greece with temperate latitude (40°38'N, 22°58'E) and a relatively dry climate. The principal objective of this work is to study the route and the fate of the fall-out radionuclide ^{137}Cs onto the earth's surface, to investigate the transfer of ^{137}Cs , from soil to plants (grass), a process which plays an important role in the food chain and to determine the time required for nature itself to "clean up" the upper soil layer after a nuclear accident.

Experimental methods

Soil and grass samples were collected in the University campus, Aristotle University of Thessaloniki Greece (40°38'N, 22°58'E). Surface soil samples were collected in the middle of each month using a rigid frame sampler. The samples were collected, from a 30x30 cm=900 cm² area to a depth of 5 cm. At the sampling area, there was no human activity, i.e. it was neither cultivated nor fertilized nor irrigated nor mowed. The total area of study was about 20x20=400 m², appropriately fenced. Grass (*graminae* or *poacheae*) samples were collected from an area of 3 m² (0.125 kg of grass per m²) at the same time and place as soil sampling was carried out (Papastefanou et al., 1988a).

All the samples were measured for ^{137}Cs through its gamma-rays (662 keV, 85%) using a high purity Ge detector with high resolution (2 keV at 1.33 MeV of ^{60}Co) and high efficiency (42%) in a standard geometry of a 1 L (volume) Marinelli beaker. The overall efficiency of the gamma spectroscopic system in determining ^{137}Cs was known to an accuracy of about 12% for the geometry used. A gamma-ray spectrum of a grass sample (February 15, 2002) is shown in Fig. 1. The gamma peak of ^{137}Cs is clearly shown in the spectrum. There is a lack of data for the period September 1997–May 1998.

Results and discussion

Concentrations of ^{137}Cs in soil and grass

The average activity concentrations of ^{137}Cs in soil and grass are given in Table 1. Cesium-137 concentrations in soil varied between 3.73 and 1307 Bq kg⁻¹ (average 210.5 Bq kg⁻¹). High values of caesium in soil were observed in the winter and autumn of each year. The increase was due to rain-falls and drainage as well as to the fall of autumn leaves at those periods.

Unusually high values of ^{137}Cs during different periods were attributed to resuspended soil from the surrounding areas.

Table 1. Average activity concentrations of ^{137}Cs in soil and grass and soil-to-plant transfer factors, *TF*

Radionuclide	Radionuclide concentration in soil Bq kg^{-1}	Radionuclide concentration in grass Bq kg^{-1}	Soil-to-plant transfer factor, <i>TF</i>
^{137}Cs	210.5 (3.7 – 1307.0)	14.5 (0.4 – 122.9)	0.20 (0.002 – 7.42)

Cesium-137 concentrations of grass vs time from August 1986 to May 2002 are shown in Fig. 2. Cesium-137 concentrations in grass varied between 0.4 – 122.9 Bq kg^{-1} (average 14.5 Bq kg^{-1}) (Table 1). Cesium-137 contribution to grass after deposition (May 1986) is partly attributed to the intrusions of stratospheric material into the troposphere during the tropopause folding events that occurred in the spring–summer period for the northern hemisphere. On the other hand, rainfall events during the fall and winter periods considerably influenced the weathering effects of ^{137}Cs in grassland. As fallout ^{137}Cs is incorporated in the biological cycle (soil-plant-litter-microbial utilization-soil) (Ritsie et al., 1970), it will be environmentally persistent for a long time after the accident. Cesium - 137 peaks were

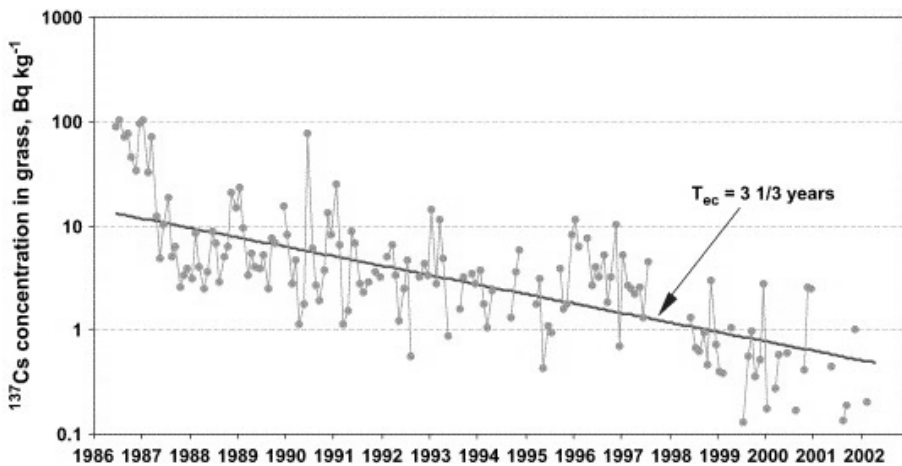


Fig. 2. Cesium-137 concentrations of grass vs time for the period August 1986–May 2002.

observed during the spring and summer of each year due to uptake by the root system from the autumn leaf-litter, thus resulting in recycling of ^{137}Cs , which however, degenerates from year to year.

From Fig. 2 it is evident that there is a trend of decreasing ^{137}Cs with time reflecting a removal half-time of 40 months (3 1/3 years) that is the ecological half-life, T_{ec} of ^{137}Cs in grassland. More than five ecological half-lives have been passed since the time of the Chernobyl accident, while the ^{137}Cs concentration in grass from 122.9 Bq kg^{-1} on September 4, 1986 declined to 5.8 mBq kg^{-1} on October 16, 2001, that is a range of five orders of magnitude. Rosen et al. (1995) reported that the ecological half-time of ^{137}Cs in herbage in Northern Sweden (65°N) ranged from 3 to 21 years with a mean of 7 years.

Transfer of ^{137}Cs from soil to plant

The concentrations of radionuclides in soils and plants can be used for the determination of soil-to-plant transfer factors (transfer coefficients between soil and plants), TF, i.e., the ratio

$$TF = \frac{[\text{Bq kg}^{-1} \text{d.w.}]^{plant}}{[\text{Bq kg}^{-1} \text{d.w.}]^{soil}} \quad (1)$$

where *d.w.* is dry weight

In the literature this ratio is also known as the relative concentration factor (Eisenbud, 1973), or plant-soil concentration ratio, CR (Kathreen, 1984).

The soil-to-plant transfer factors of ^{137}Cs for grassland vs. time since contamination (May 1986) are presented in Fig. 3. The TF values for ^{137}Cs ranged from 0.002 to 7.42 (Table 1).

In a previous study, Papastefanou et al. (1988b) reported soil-to-plant transfer factors for ^{137}Cs ranging between 0.02 and 0.2 for grass (avg. 0.07) and from 0.009 to 0.018 (avg. 0.012) for deciduous tree leaves (wild pear trees and bushes such as brambles and briers), in fairly good agreement with values from 0.01 to 0.1 determined for grassland before the Chernobyl accident in the temperate zone ($48^\circ\text{N} - 52^\circ\text{N}$) in Germany (Kuhn et al., 1984).

Eisenbud (1973) reported that the relative tendency of cesium to be concentrated from soil by crop plants ranged from 0.01 to 1, while Kathreen (1984) mentioned 0.01 as a typical plant-to-soil concentration ratio, CR, for cesium (Source: USNRC, 1977).

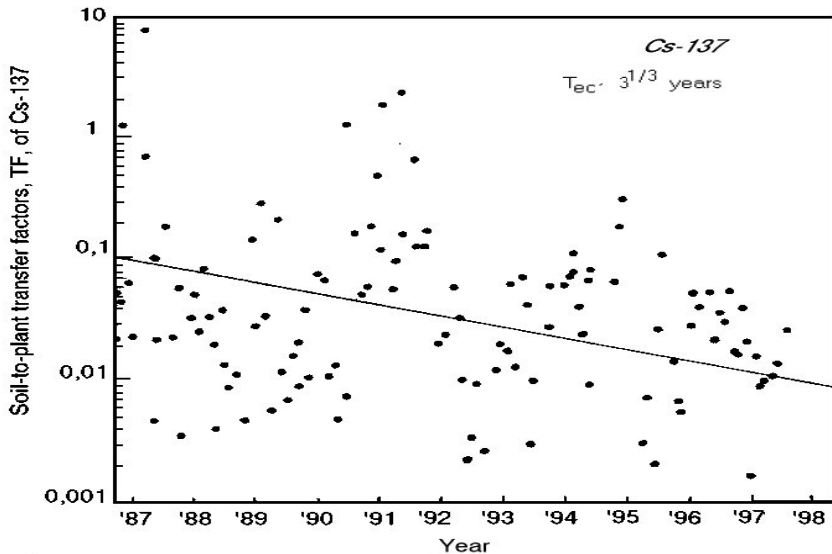


Fig. 3. Soil-to-plant transfer rates, TF , vs. time elapsed since contamination

The data of Fig. 3 show considerable scatter indicating that there is no consistent correlation between the TF values of ^{137}Cs and the time elapsed. However an ecological half-life, T_{ec} , of 3 1/3 years could be derived when the TF values varied from 0.1 to 0.01 (66.4% of measurements), the same result as that derived for the effective half-life, T_{eff} , of ^{137}Cs in grass.

Conclusions

In Greece, fallout from the Chernobyl reactor accident burdened the land, i.e. soil and grass mainly by wet deposition during May 1986 when heavy rainfalls occurred reaching up to 400 kBq m^{-2} for up to 20 fallout radionuclides of which up to 24 kBq m^{-2} were due to the relatively long-lived ^{137}Cs , which remained on the ground till today.

Grass ecosystem was monitored since contamination (May 1986) from the Chernobyl accident. Cesium-137 in grass, *gramineae* or *poaceae* the species, ranged from 122.9 Bq kg^{-1} on September 4, 1986 to 5.8 mBq kg^{-1} on October 16, 2001, that is a range of five orders of magnitude. Caesium transfer coefficient, TF , from soil-to-plants (grass) ranged from 0.002 to 7.42 (average 0.20) for ^{137}Cs . It was observed that there was a trend of decreasing ^{137}Cs with time reflecting a removal half-time of 40 months (3 1/3

years), which is the ecological half-life of ^{137}Cs in grassland.

References

- Eisenbud, M. 1973. *Environmental radioactivity* (2nd ed.). New York: Academic Press.
- IAEA, International Atomic Energy Agency. 1986. Summer Report on the Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident. Safety Series No. 75-INSAG, Vienna, Austria pp. 106.
- Kathreen, R. 1984. *Radioactivity in the environment: Sources, distribution and surveillance*. Chur: Harwood Academic Publishers.
- Kuhn, W., J. Handl and P. Schuller. 1984. The influence of soil parameters on ^{137}Cs uptake by plants from long-term fallout on forest clearings and grassland. *Health Physics* 44: 1083-1093.
- Papastefanou, C., M. Manolopoulou and S. Charalambous. 1988a. Radiation measurements and radioecological aspects of fallout from the Chernobyl accident. *Journal of Environmental Radioactivity* 7: 49-64.
- Papastefanou, C., M. Manolopoulou and S. Charalambous. 1988b. Cesium-137 in soils from Chernobyl fallout. *Health Physics* 55: 985-987.
- Ritsie, J. C., E. E. C. Clebsch and W. K. Rudolf. 1970. Distribution of fallout and natural radionuclides in litter, humus and surface mineral soil layer under natural vegetation in the Great Smoky Mountains, North Carolina Tennessee. *Health Physics* 18: 479-489.
- Rosen, K., I. Anderson and H. Lonsjo. 1995. Transfer of radiocesium from soil to vegetation and to grazing lambs in a mountain area in Northern Sweden. *Journal of Environmental Radioactivity* 26: 237-257.
- Schell, W. R. 1988. Recycling and removal of radionuclides in forest soil resulting from nuclear accidents, *Proceedings of IV^e Symposium International de Radioecologie de Cadarache on Impact des Accidents d'Origine Nucleaire sur l'Environnement*, Centre d'Etudes Nucleaires de Cadarache, France, 14-18 March 1988, Tome 1, D: 40-66.
- Scott, T. G., R. Schelenz and J. J. LaBrecque. 1988. A grass ecosystem for monitoring fallout radioactivity, *Proceedings of IV^e Symposium International de Radioecologie de Cadarache on Impacts des Accidents d'Origine Nucleaire sur l'Environnement*, Centre d'Etudes

Nucleaires de Cadarache, France (14–18 March 1988) Tome 1, D: 216–221.

USNRC, 1977. U. S. Nuclear Regulatory Commission, Calculation of annual doses to man from routine releases of reactor effluents for the purpose of evaluating compliance with 10 CFR Part 50, Appendix I. *Regulatory Guide 1.109*. Washington, D. C.

Legal and institutional framework for the development of Greek Forests

A. C. Papastavrou

**School of Forestry and Natural Environment,
Aristotle University of Thessaloniki, Greece.
E-mail: papastav@for.auth.gr**

Abstract

Mountainous areas in Greece have for many years been governed by a system of closed economy, and this gave rise to significant social (demographic), economic and institutional changes and reclassification. From the early years of national independence, greek legislations have encompassed the scientifically justified notion that the forest is an important national and social asset, which offers a multitude of resources and services. As a result, the national and social role of forests has been legislated for by a broad framework of regulations, in conjunction to a general decrees, govern civil relationships (civil law, etc.). With article 24 of the Constitution, the protection of the natural and cultural environment is safeguarded, and special importance is given, by law, to the protection of forests and woodland areas; the strict prohibition of the change in status of such areas. An up-to-date and dynamic policy for the country's forests should be implemented, free of all financial considerations, which will make the best use of the forests and the resources they offer, thereby contributing to the social and cultural improvement of the inhabitants of highland areas in Greece. Regarding the country's non-public forests policy options they can ensure a well-founded control of the issues concerned with the management of these forests aiming to the substantial contribution of the forests in the improvement of the social and cultural life of the nation

Introduction

The cultural, social and economic condition of the members of any organized society represents the basis and point of origin of every kind of policy today which seeks to ensure both social prosperity, and consequently, to a degree, the prosperity of the individual.

Mountainous areas in Greece have for many years been governed by a system of closed economy, and this gave rise to significant social (demo-

graphic), economic and institutional changes and reclassification. The resultant migration abroad or to the cities led to a reduction in the population of highland areas (Papastavrou 1983 and 1984, Papastavrou and Makris 1985).

It will be obvious, then, that given the above conditions an up-to-date and dynamic policy for the country's forests should be implemented, free of all financial considerations, which will make the best use of the forests and the resources they offer, thereby contributing to the social and cultural improvement of the inhabitants of highland areas in Greece.

In order for such a dynamic forestry policy to be put into effect, it is essential for those objectives to be selected which will lead to the rational management of the forests and their resources. This will depend on the system of management adopted by the agencies for the forests (the State, forestry cooperatives, private land-owners, commercial forestry concerns, etc.); in other words, on who should exploit the goods produced by the forests, given that the State will continue to be the owner of public forests and at the same time supervise the forestry policy implemented in other types of forest (Makris 1978, Papastavrou 1983, Papastavrou and Makris 1986).

The policy adopted will, of course, require the support of appropriate legislation; a policy aimed at improving the laws regarding forestry protection and development of forest resources and effective regulation of detrimental influences on the forest, must undoubtedly be supported by up-to-dated legislation.

Forests and forestry areas

The relationship between "The Forest" and "The People" should be based on a clear understanding of the notion "forest", as well as its particular characteristics, from the physical, biological, etc. points of view; equally important are the goals to be achieved, which are related to forestry management.

It would appear that so far only productivity aspects of the forest (e.g. timber) constitute the subjective criteria. It is natural, however, that the criteria which constitute the concept of "the forest" be constrained by social and economic changes, technological development, existing legislation, tax regulations and, in particular, by the Constitution.

Nevertheless, it could be argued that: (a) the extend of woodland cover with uncontrolled and increasing forest species, (b) the spatial distribution

of woodland areas, and (c) the reasons for forest management (production, protection, recreation, etc.) constitute the basic features of the concept "forest". However, the decisive criteria are the prevailing social and economic conditions. In order to give a conceptual definition of "the forest", one should take into account, criteria such as the peculiarities of the vegetation and localities. As far as the physical area is concerned, evaluation methods used by countries rich in forest resources should not be adopted; instead, local and more relevant, more flexible guidelines should be developed. In all cases, the definition should include the protective role of the forest. These basic features of the forest, and its contribution to the area at large, could be used in the evaluation of the importance of each one of its features (Makris 1979, Papastavrou and Makris 1985, Gikas 1987).

A useful definition of "the forest", in the legal sense, would be as follows: "A forest is any piece of land which is intended for or suitable for protecting and regulating water in the soil and in the environment, or for making available timber and wood products, as well as other goods and services for present and future use; this piece of land should be covered by natural or purpose-planted clusters of trees".

With regard to woodland areas, there are several definitions in existence; for example, forestry legislation such as Law 4173/1929 and Legislative Decree 86/1969 give approximately the same definition as regards woodland areas, and they both consider them to be "areas which are covered by scanty and poor ligneous growth, of either high or bushy vegetation, whatever the species". However, such a definition should contain basic conceptual criteria, such as main physical properties and characteristics of woodland areas and organic entities, their basic functions and social role; but above all, its component parts should be considered as an integral entity".

Thus, the definition which satisfies the above mentioned criteria is the one which is valid today, and is given in Law 998/1979, article 3, par. 2. This definition states that "by woodland area is meant every area of ground covered with scanty or poor ligneous growth, of either high or bushy vegetation, whatever the species, and capable of serving one or more functions". These functions refer to the products obtained from the forest, the preservation of its physical and biological balance, and the provision of a natural environment for man to live in. (Law 998/1979, article 3, par. 1, and Vavoukos, 1985).

Basic legal regulations

From the early years of national independence, greek legislations have encompassed the scientifically justified notion that the forest is an important national and social asset, which offers a multitude of resources and services. As a result, the national and social role of forests has been legislated for by a broad framework of regulations which, in conjunction with general decrees, govern civil relationships (civil law, etc.); they constitute an exceptional and in many case statutorily compulsory form of legislation (Papastavrou 1981 and Tziouvaras 1982).

The exceptional and particular nature of forestry legislation is evident in the legislation of the past, as in Law 4173/1929, article 251, and more recently in Legislative Decree 86/1969, article 62, and also in article 24 of the 1975 Constitution of the greek nation. Moreover, there are similar references in common law as regards the “spatial” nature of forestry legislation, for example article 56 of the introductory law of the Civil Code, where it is supposed that articles of civil law included in forestry legislation are not affected (Tziouvaras 1982).

The Legislative Decree of 1836 demands the speedy clarification of ownership claims. However, together with Legislative Decree 412/1836 concerning timber-cut and timber tax (Govt. Gazette 74/4.12.1836, vol. I) does not establish any order in matters of protection and exploitation of the country’s forests, due to the lack of adequate training and experience of those involved in forestry activities. In addition, Law 422/1914 “concerning the definition of ownership of private forests” (Govt. Gazette 353/1.12.1914 vol. I) legislates for a special category of forest, those where ownership is disputed (Papastavrou and Makris, 1986). Law 422/1914 obliges those who have claims on forest areas to submit relevant statements and these may be examined by special committees. However, this law was not enforced, with the exception of article 1, par.6, according to which the right of usucaption, is removed in cases where the necessary time for the exercise of this right has elapsed. It also states that from this time on, neither this right nor any other is valid with regard to public forests. Thus, for the first time, the absolute control and ownership of the State of its forest lands is legislated for.

Presidential Decree of 19.11.1928 regarding forest management, regulations and methods of timber-felling, forest tax, etc. (Govt. Gazette 252/19.11.1928 vol. I) regulates matters of management, exploitation, leasing of forest land, etc. This legislation is still valid and constitutes the basic

framework for forestry activities in the country. Presidential Decree of 24.11.1929 (Govt. Gazette 10/11.1.1930) sets out the procedures for the issue of a license for the exploitation of forestry products by the owners of forests.

Presidential Decree 1627/1938 refers to forest cooperatives (Govt. Gazette 64/18.1.1939, vol. I), whereby productive cooperatives are distinguished in forest owner cooperatives and forest worker cooperatives. This marks the beginning of the organization of forest workers, lumberjacks and charcoal-makers into free worker cooperatives.

With Civil Law 875/1937, “concerning grazing in forest areas, partially forested areas and upland grazing” (Govt. Gazette 379/28.9.1937, vol. I), grazing rights are allotted to the communities and municipalities for their own economic gain, from the leasing of fields and the creation of infrastructure by the respective local authorities. The 1975 Constitution referred, for the first time in the constitutional history of the country, to matters concerning forests, such as arson, illegal possession, deforestation for residential purposes, etc., and the acceptance of the social role played by the forest. The 1975 Constitution also refers to the protection forests and wooded areas of the country. With article 117, par. 3, forests (public and private), as well as other private areas which have been destroyed by fire or other causes, do not lose their land use classification and are declared subject to compulsory reforestation (required by constitution), and their use for other purposes is prohibited (other than those included in accepted forestry activities).

With article 24 of the Constitution, the protection of the natural and cultural environment is safeguarded, and special importance is given, by law, to the protection of forests and woodland areas; the strict prohibition of the change in status of such areas, unless their agricultural exploitation or any other use for the public good is dictated for reasons of national economy.

By order of article 24 of the 1975 Constitution, Law 998/1979 was created “concerning the protection of forest and woodland areas of the country” (Govt. Gazette 289/29.12.1979, vol. I). Another part of legislation which should be considered as fundamental is Law 248/1976 “concerning the legislation, ownership register and delineation of woodland areas and the protection of public woodlands” (Govt. Gazette 6/10-1/12-1-1976, vol. I). This was issued in the intermediate period between the enactment of the 1975 Constitution and that of Law 998/1979, and refers to the drawing-up of a land register whose main objective is to bring to an end the problematic is-

sue of ownership with regard to greek forest lands, from the years of the Turkish occupation up to date.

In addition, Law 1541/1985 “regarding agricultural cooperatives” (Govt. Gazette 68/18.4.1985, vol. I) rescinds Law 921/1979 on agricultural cooperatives (Govt. Gazette 125/12.6.1979, vol. I); but Presidential Decree 616/1979 continues to be valid, regarding the terms and conditions for the sale of ready forestry products without auction to forestry worker cooperatives (Govt. Gazette 183/10.8.1979, vol. I). In article 74 of Law 1541/1985, the rights of exploitation and improvement of forests are given over to forestry cooperatives. This particular article has created, on behalf of the agencies and all those interested in forestry matters, several uncertainties and reservations. Similar reactions came from all levels of education associated with forestry matters, despite the fact that these rights are optional. Proof of this fact has been demonstrated today by the lack of interest shown by free forest worker cooperatives in taking full advantage of the provisions of the Act. It is a fact that no cooperative, throughout the country, has so far exercised these rights effectively.

Finally, Law 1734/1987 “regarding grazing land and regulation of matters related to animal rearing, as well as other provisions and matters referring to woodland areas” (Govt. Gazette 189/26.10.1987, vol. I), regulates issues concerning the delineation. Management and exploitation of grazing land and the restitution of livestock breeders; it also takes care of matters related to woodland areas. Unfortunately, however, Law 1734/1987 redesignates “woodland areas” as “grazing land”, and based on the use of land alters the character of the wider area, which is woodland, thus diminishing the importance of the constituent parts of woodland areas; this creates several problems of ecological imbalance in the mountainous areas, since due to the lack of corporate management certain conditions area created, which will lead to the degradation of the country’s sensitive natural ecosystems, with consequences such as reduction in the protective character of woodland areas and the disturbance of the regulation of the aquatic balance between upland and lowland areas. Furthermore, the law in question does not aid the development of livestock rearing, in that it constrains the area available for grazing; I the best of conditions, the situation will remain static for the average livestock breeder. It should also be mentioned that this legislation may lead to uncontrolled land parceling and distribution of woodland areas.

Views on the exploitation of non-public forests

Forests which are not owned by the State occupy an area of 868,000 ha., representing a percentage of woodland cover of 34,6%. They constitute a wide spectrum of different types of forest ownership. As has already been mentioned the non-State owned forests in Greece can be categorized as follows: (a) community-owned, (b) monastery-owned, (c) owned by benevolent institutions, (d) owned by all the residents of an area, (e) owned by more than 3 residents of an area, (f) privately-owned. The first option suggests that privately-owned forests which have been degraded, whose productivity is low, and whose ownership status is not clearly defined should be nationalized, managed and exploited by a system based on the free worker cooperatives, provided that present owners agree with this option and are adequately compensated. In this manner, it is believed that these forests will give maximum return and benefit to the community.

A second option concerns the productive private forests (especially community-owned ones), based on the same system of management and exploitation referred to above. Thus, forest cooperatives will undertake to carry out the functions performed by the State and all forestry activities. However, the auctioning of forest products and the construction of forestry roads will be carried out by the State for the Forest Service. From the money obtained from the sale of forest products the State will retain the production, protection, improvement and maintenance costs, and will hand over the remainder to the forestry owners.

The third option concerns the fact that other kinds of private forests (privately-owned, monastery-owned, etc.) may also come under the self-supervised system of exploitation, based on the free forest worker cooperatives, which will undertake to carry out all forestry work. Forest products on forest roads will be turned over to the owners, with the production costs; the owners may take commercial gain from these products, provided that they undertake from their profits to carry out the necessary infrastructural work, and that they will ensure the protection and improvement of the forests, since they also receive loans from the State on very favorable terms. Perhaps, however, the option mentioned above with regard to community-owned forests ought also to be applied to this type of forest ownership. Thus, this type of exploitation is in danger of creating monopolies in the timber market, keeping prices fixed and holding back individual initiative.

The fourth option is founded on the fact that it is possible for the inte-

grated exploitation of non-public forests to be regulated by legislation, through the establishment of an agency or organization with administration at both central and regional (Prefecture) level in the form of a private limited company, so that on the one hand interventions by individual private forest owners may be restricted to the formulation of views and the taking of decisions (which will be made at Annual General Meetings) regarding approval of the management programs for these forests, and on the other hand, the supervision, organization administration and exploitation of non-public forests could be carried out by a special section of the Forest Service with a permanent staff appointed for this specific purpose. However, where this is not possible, the Forest Service will monitor the policy adopted in these forests.

With all the above options, any questions of lien (servitude) must also be regulated on the basis of the principle of the greatest return, using the public benefit as a standard.

All of the foregoing regarding the country's non-public forests are policy options which could ensure a well-founded control of the issues concerned with the management of these forests aimed at the substantial contribution the forests can make to improve the social and cultural life of the nation

References

- Gikas, D. J. 1987. *The Greek Forest*. Athens – Greece.
- Makris, C. J. 1978. *Forest Policy (Especially in Greece)*. Volume 2. Thessaloniki – Greece.
- Makris, C. J. 1979. *Forest Policy*. Volume 1. Thessaloniki – Greece.
- Papastavrou, A. C. 1981. *The Forest Property. Trends for Acquiring Forest Land in Greece – Yesterday and Today – and the Forest Legislation*. Scientific Yearbook of the School of Agriculture and Forestry. Supplement to Vol. KA', Thessaloniki – Greece.
- Papastavrou, A. C. 1983. *Forest Policy Aspects for the Management of the Greek State Forests*. Forest Chronicle., Athens 10-11 – Greece.
- Papastavrou, A. C. 1984. *Forest Land Use Conflicts in Greece*. Proceedings of the International Conference in IUFRO, Division 4, "Policy Analysis for Forestry Development". Organizing Committee of the Conference. Thessaloniki, Greece. Volume 1.
- Papastavrou, A. C. and C. J. Makris. 1985. *Forest Policy*. Volume 1. Thes-

saloniki – Greece.

Papastavrou, A. C. and C. J. Makris. 1986. Forest Policy. (Especially in Greece). Volume 2. Thessalomiki – Greece.

Tziouvaras, Th. G. 1982. Statues and Implements of Forest policy Application. Proceedings of Panhellenic Congress for the “Forest in the Service of Greek People”. Aims and Principles for a New Forest Policy. Geotechnica. Scientific Bulletin of GEOT. C.G., Thessaloniki – Greece.

Vavouskos, C. A. 1985. Agricultural and Forest Law. Elements of Civil and Corporation Law. Sakkoula Publ., Thessaloniki – Greece.

Principles and goals of a contemporary forest policy

A. C. Papastavrou

**School of Forestry and Natural Environment,
Aristotle University of Thessaloniki, Greece.
E-mail: papastav@for.auth.gr**

Abstract

For every country, the forest is a social good, consists a national inheritance and concerns all the fields of economic and social activities. Naturally, the adjustment of the purposes of forest policy of every country, every forest owner and generally everyone that gets benefits from the forest, needs to be clearly evaluated and also the contribution of the forest in the country economy should be recognized. Moreover, we should be orientated in the protection and development of natural resources, forests and forest lands, so that more working places are created and is secured a satisfactory income for the mountainous populations through the achievement of a forest, agricultural, graze and watershed equilibrium. Hence, a healthy forest policy should accept that forest works in self adjusting biological functions and enormous possibilities for the production of goods and services and their variety defines the complex character of forest policy.

The analysis of the object of forest policy can be realized through three basic and general directions, that is the goals, the guidelines and the means. The cycle of the analysis process of forest policy closes with the assessment of the achievement of goals with new decision-making and the estimation of future changes in the “forest-people” relation.

Key words: forest development, social needs, forest policy

Introduction

It is well known that the increasing social needs in goods and services are served with the use of natural resources. Hence, natural environment product is the result of a procedure where the basic factors of production participate: soil, capital, work. That means that natural resources is the natural environment in the service of people.

Moreover, reasons that are social (demographic and cultural), economic (increase of wealth), legislative, technological, water and energy save and

mainly recreational, have imposed the intense in multiple-use of forest soils.

It is comprehensible that the range of the types of land-use is changing within time, in a rate either slow or fast. So, the increase of the demand in goods and services can define the type of soil-use.

The definition of soil-use is a complicated problem created mainly by human beings. What excels in soil use is that, while land is fixed, the number of people and their desires are not fixed but always changing according to their social and cultural level, their social position and economic ability. Hence, the difficult to solve problem “man-soil” becomes more oxymoron.

Forests and forest lands in every country have, in total, productive, aesthetic, watershed and mainly protective character. That protection covers their own lands from erosions and the cultivations lower from water floods and embankments. In that way, forests and forest lands influence the aquatic equilibrium of agriculture economy. It is then a basic presupposition for the development of every national forestry, the securing of protection and conservation of forest wealth, based on the principle of multiple use of forests and forest lands and under sustainable management and protection.

Forests and forest lands are common inheritance for all citizens in one country and consist national wealth. For that reason, in many countries, they are protected from the Constitution and Forest Legislation. However, with the enact of some laws and provisions, according to the Constitution or not, make the above lands the target for arsons, clearings, illegal acquisitions change to graze lands sites, etc.

Directive lines for a forest policy

The use of forest for man is multiple and various, so that forest policy as the applied group of policies and as a part of the economic policy in every country should be based on orthological exploitation and management of forests and forest lands, public or not, in order to acquire the maximum possible benefit in goods and services, for the greater possible part of society.

Goods and services are the multifarious benefit the forest gives to people. Consequently, forest policy has a many sided and multifarious task, to harmonize the secure of these benefits related to the demands of orthological exploitation not only for public but for non public forests as well.

However, in mountainous zones, where only forest soils are found, there is not only forestry but also agriculture and grazing as well. Conse-

quently, large areas are used for agriculture and extended forests are grazed.

The need for organization of soil use in places is coming up in mountainous areas, in respect to natural activities of soils, so as to achieve the maximum productivity. In parallel, there should be pursuit for the secure of forest-agriculture graze equilibrium, which will contribute to increase income and places of employment. The above can happen because that equilibrium demands infrastructure works, usually capital investments.

The practice of a healthy forest policy should accept that the forest functions in self adjusting biological procedures and unlimited possibilities for the production of goods and services and their variety consists the many sided character of forest policy.

The analysis of forest policy object should be acquired through the three basic general lines, that is the goals, the process and means (Papastavrou and Makris, 1986).

The goals are defined based on the needs that should be served by forest resources of a country having previously analyzed the problems that confronts an organized society, through the framework of principles and already formed structures.

The process (formation) consists of the analysis of the procedure as it is in the reality, so that we can better comprehend a forest policy (which is not unique but a set of policies) can be more effective to achieve the goals defined with specific criteria, especially when the general conditions (social, economic, technological, etc.) differentiate within time. Hence, the differentiation of the above conditions and the confrontation of the forest not only as an economic, but as environmental and social good, impose the respect of the following directive lines:

- a) Principle of sustainable forest profits,
- b) Principle of forests multiple use,
- c) Principle of economicality in a wide socioeconomic meaning and sensitivity, and
- d) Principle of total quality, with constant development effort.

The means consist the modern, adequate techniques that should be used for the materialization of goals, adapted within the dynamic and effective forest policy for a country.

The cycle for the analysis of forest policy close with the evaluation in the achievement of prime goals, with the decision-making and the assessment of future evolutions in the relation "forest-people".

The decision to follow a forest policy is taken, after attentive assess-

ment of the problems that confronts an organized society in relation to forest and forest lands. The assessment of these problems will establish the basic goals and objectives that should be materialized through the proper strategy, which is checked over social, economic and environmental ecological criteria (Papastavrou and Makris, 1985, 1986). Hence, a modern dynamic forest policy should enclose the basic principles, the basic goals and the ways to materialize them and finally, the general, special and partial means.

Basic principles

Based on the presuppositions, directive lines and according to national prototypes, *a contemporary national forest policy* should be directly connected to the following *basic principles*, accepted from the reality.

1. Forest as an economic property,
2. Forest as a protective means and adjuster of watershed,
3. Forest as a recreation area,
4. Forest as an attraction pole of the development of mountainous area,
5. Forest as a social good, and
6. Forest as a means for the development of military defense.

From the above, it comes out that the forest has an economic, social and cultural mission because: a) produces goods with direct economic value, b) is a source of renewable natural resources and energy, c) has an intense protective effect in natural environment, d) contributes in the defeat of atmosphere pollution, adjustment of water flow, regional development, increase of income, e) secures working places in forest areas, f) consists an attraction pole for the tired inhabitants of urban areas seeking for recreation in the healthy, pleasant and quiet forest environment and, g) contributes in the development of life quality.

When these services, supplied by the forest, are evaluated in money, then their contribution in Gross National Product is very important. This fact shows that the contribution of forests in various countries national economies is greater than other soil branches.

Basic goals

The basic goals pursued by the forest policy, during the last decade, are mainly the following:

1. Protection, conservation and improvement of forest property (conservation of biodiversity),
2. Intensiveness, planning and organization of forest exploitation,

3. Re-installation of protective forest in watersheds of torrents,
4. Development of services from forest property and more justice in its contribution,
5. Implementation of urban living centers with green zones,
6. Protection, conservation improvement and touristic implementation of forests,
7. Stabilization and improvement of the economy in the forest and near forest populations,
8. Industrial exploitation of wood and development of wood constructions use,
9. Organization of forest administration and improvement of forest legislation,
10. Re-organization of forest centers co-operations, and
11. Development of forest conscience and pro-forest propaganda.

Materialization of basic goals

The complicated character of forest policy results from the multiple contribution of forest in the production of goods and services (Papastavrou and Makris, 1986). Based on these presuppositions the modern objectives of a dynamic forest policy are mainly the following:

1. Protection, conservation and improvement of the existing forests. That can be fulfilled with: a) conservation of biodiversity and establishment of protective natural areas (national parks, monuments of nature, aesthetic forests, ecosystems and wetlands, virgin forests, etc.), b) decrease of fuel wood intensive production, c) prohibition of forest land clearings, d) identification of forest land and constitution of forest register of property, e) systematic forest supervision, f) modern organization of forest protection from fires, g) extended reforestations, h) development of poplar plantations.

2. Forest exploitation for increasing forest production in goods and services. That can be achieved with the following measures: a) organization and mobilization of production coefficients, b) orthological cultivation for the improvement of the quality forest production, c) elevation and improvement of forests with forestations, d) introduction of new means and methods for the exploitation of forests, e) construction of infrastructure works.

3. Creation of new forests and reinstallation of protective forests in watershed areas of torrents. This objective is achieved with: a) improvement and increase of the protective and watershed effect of forests, b) execution

of planting and construction works in the watershed areas of torrents.

4. Improvement of forest service production with a justified contribution and development. That can be done with: a) increased funding for infrastructure, b) loans in private owners, co operations and local authorities for the development of winter tourism, execution of infrastructure projects, etc.

5. Installation of green areas in urban and suburb areas. That can be achieved with: a) assessment and urban organization of green areas, b) definition of the relation green area/inhabitant, c) funding for the creation of new green urban zones.

6. Protection, conservation, improvement and tourist exploitation of natural parks. That can be fulfilled with: a) enrichment of flora and fauna, b) conservation of natural monuments, c) opening and construction of secondary forest roads, d) construction of houses for forest personnel and visitors, e) aesthetic formation of springs and areas, f) establishment of ownership maps, g) completion of legislation for national parks.

7. Elevation of economic level of forest and near forest population. That can be achieved with the following measures: a) execution of programs for the development and protection of forests, b) development of hunting, fishing and fresh water fishing, c) adjustment and development of aquatic resources in mountain areas, d) exploitation of ore resources, e) construction of forest roads.

8. Industrial wood development. This objective is achieved with: a) assessment of forest industries in livable and non livable, b) modernizing of wood industries, c) creation of new forest industries, d) topical distribution of areas for establishment of new industries, e) granting of wood production in forest co operations, f) increase of funding for forest co operations and private initiative.

9. Organization for the administration and improvement of forest legislation. That can be done with: a) adjustment of allowable interventions in forests, b) definition of forest land use, c) arrangement of ownership problem.

10. Reorganization of forest co-operations. That can be achieved with: a) execution of forest works (state exploitation based on forest co-operations), b) merchandise of forest product with the support of forest service, c) creation of industrial wood processing.

11. Development of forest conscience and pro-forest propaganda. That can be fulfilled with: a) wide use of media, b) publishing of pro-forest brochures, c) introduction of forest courses in education.

General means for forest development

The most important and basic *general means* for modern forest policy are the three following: a) registration and classification of soils in mountainous forest areas, b) coordination of forest and agricultural policy of the state, c) integrated high level forest education and organization of forest research.

However, in order to better comprehend the above three general means for a modern forest policy, there should be analyzed their particular characteristics for their materialization in forestry in action.

The registration of soils in mountainous zone is imposed for the definition of use-zones in three main types of soil-use, as follows: forest, agriculture and graze. That classification consists a basic act and starts for a new healthy and completed modern forest policy. So, to that direction, we distinguish three stages of effective acts.

The *first stage* of act will consist the registration of the natural resources of the mountainous zone. The *second stage* is the definition of natural, social and economic criteria to reorganize and classify the soils in the mountainous forest zone. The *third stage* will need the cooperation of all the interested services of Ministry of Agriculture in the above three basic types of soil-use.

One of the serious causes for the retrograde development and the danger for decline of forests in many places of the earth is the lack of coordination and collaboration of agriculture and forest policy of the state. Consequently, it is necessary to enact, the sooner possible, the proper coordination tool between the two branches, not only in theory but mainly in practical approach.

Moreover, the development of forestry in every country in the area of forest research and forest technical activities should be based on completed projects in research and education in national level. Hence, it is secured the *full education* of foresters in a University (Higher Education) and proper post-graduate studies. The forest research should give the *facts* (data) on which will be based a new, healthy and effective forest policy and forest technical activities. A necessary presupposition is the knowledge of a *foreign language* for every researcher, so that he can be able to be continually informed on the latest international improvements, research results, articles and generally bibliography. The *harmonic cooperation* between the researchers in Universities, Ministry of Agriculture and other Forest Research Institutes is the connection for research and forestry in action.

Professional foresters need to go abroad for post-graduate studies, with the help of programs and scholarships from the state, because every country needs many and high level educated foresters, to help confront the specialties of forestry. In parallel, the development of international relations and scientific collaboration in between other adjoining fields and universities is important and imperative, as the close collaboration with E.E.

Special measurements

It is necessary to take decisive means and try to ensure the adequate funds for the effective protection and systematic development so that the forest will achieve its multiple mission and be in the service of people (Papastavrou and Makris, 1986).

The materialization of the goals mentioned above, should be included in a strict project that consists of the following special forest policy measurements.

1. Registration, mapping and ownership registration of forests and forest lands, classification of forest soils.
2. Effective protection of forests from fires.
3. Increase and extension of productive forests.
4. Elevation of under graded broadleaves and systematic exploitation of high forests.
5. Creation of new protective, watershed forests.
6. Creation of green zones in urban and suburb areas.
7. Protection and conservation of biodiversity and nature monuments, improvement of national parks, aesthetic forests, ecosystems, wetlands, virgin forests.
8. Execution of infrastructure works for the arrangement of torrents, increase of road density.
9. Development of game wildlife and fisheries.
10. Innovation, completion and coding of forest legislation with purpose: a) solving of ownership problem, b) adjustment of servitude, c) planning of use of suburb forest soils, d) adjustment of relationship between forest and graze, e) forest protection service, f) reorganization of forest protection.
11. Modernization and organization of forest industries, funding of forest co-operations.
12. Reorganization of forest co-operations.
13. Participation of local authorities in decision-making.

14. Organization of forest service in central and regional level.
15. Reorganization of forest research for effectiveness. Establishment of special Forest Research Institutes.
16. Establishment of Forest Fund in regional level.
17. Legislative adjustment for unique exploitations of the non-public forests.

Partial means

The possibilities for increasing forests in many countries are encouraging, but towards that goal it is necessary to supply long-term investments, that will give results in long-term but with secure (Papastavrou and Makris, 1985, 1986).

If we want to stop the destructive erosions and continuous movement of materials from mountains to plains, to prevent the creation of bare mountains, to create ideal conditions for quality-life and to protect the reality, then we should move with courage and firmness to materialize the goals of forest policy with the measures mentioned above.

For the materialization, there should be taken into consideration the basic and directive lines for the application of partial measurements of forest policy, as above:

1. Maintenance of public forests because they are national goods and work for the benefit of the society.

2. Materialization of efforts for the increase of forest products and services, that is: a) reforestations in mountains and plain, for the increase of forest lands, b) elevation of degraded forests and cultivation with modern means so to increase the productivity and protection role.

3. Supply of increased investments, as much as 1-2% of the national budget, especially for the plain- populations, because they benefit from the creation of protective forests in mountains.

4. Reorganization of forest service and forest co operations, in specific periods of time, when it is imposed by social, economic, technological changes, in order to effectively confront the problems in mountainous forest areas and improvement of work conditions and income in forest populations.

5. Arrangement of the problem of forest ownership, definition of land use (zones), with result the protection, conservation and development of forests and generally of mountain areas.

6. Establishment of National Forest Council, in order to decide the for-

est policy. Members of that Council will be representatives of the State, Forest Service, Professors of Forestry Department of the University, Members of Forest Department of Geotechnical Chamber, Forest cooperatives, non-public forest owners, wood-industries directors, local authorities and ecologists.

The materialization of goals with the measurement of forest policy, mentioned above, should be reality if there is love for the forest, faith in the effectiveness of measures and projects for that reason, decisiveness in taking the proper measures for the extension, conservation, elevation, development of forests and forest lands, so that are created the necessary presuppositions for the satisfaction of oppressive needs of the society.

Forests and forest lands contribute in the improvement of life quality and improvement of life level, because it is imposed to be materialized the policy we have already analyzed, if we all sincerely believe that our civilization must survive.

References

- Papastavrou, A. C. and C. I. Makris. 1985. Forest Policy. Volume A. Thessaloniki.
- Papastavrou, A. C. and C. I. Makris. 1986. Forest Policy (Especially in Greece). Volume B. Thessaloniki.

ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΑ ΕΡΓΑ

Αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την κατασκευή δασικών δρόμων

**B. I. Γιαννούλας*, B. K. Δρόσος και
Α.-Κ. Γ. Δούκας**

***Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού
Περιβάλλοντος, e-mail: vgiannou@for.auth.gr**

Περίληψη

Η περιοχή των Καρυών βρίσκεται στον ορεινό όγκο του Ολύμπου και περιλαμβάνει ορεινούς οικισμούς και χωριά. Η βιώσιμη ανάπτυξη με τη βοήθεια τεχνικών έργων είναι η μόνη ορθή λύση για την καλύτερη συμβίωση των κατοίκων της περιοχής, με τη διαφύλαξη των προστατευόμενων περιοχών και είναι η γέφυρα που θα βοηθήσει τους ορεινούς πληθυσμούς να αναπτύξουν τον τόπο τους. Οι κατασκευές οι οποίες γίνονται πρέπει να ακολουθούν κριτήρια που είναι αναγκαία και ικανά για να διαφυλάξουν το περιβάλλον της περιοχής. Είναι αναγκαίο να υπάρχει έλεγχος συμβατότητας του τεχνικού έργου με το φυσικό περιβάλλον. Η έλλειψη προδιαγραφών για μια αντικειμενική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και εν συνεχεία για την κατασκευή τεχνικών έργων με κριτήρια άμεσα μετρήσιμα, μας οδήγησε στην εκτίμηση του δασικού δρόμου με τεχνικά (ποσοτικά) κριτήρια, τα οποία ταυτόχρονα αποτελούν ποιοτικούς δείκτες επιπτώσεων στο περιβάλλον και με βάση τα οποία γίνεται η ποσοτική και ποιοτική αξιολόγηση της επίδρασης του δασικού δρόμου στο περιβάλλον. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη δύο δασικών δρόμων ως προς τον τρόπο χάραξης, κατασκευής και συντήρησής τους. Οι δασικοί δρόμοι αξιολογούνται με ειδικά κριτήρια και βρίσκεται ο συντελεστής συμβατότητας ως προς το περιβάλλον, δηλαδή κατά πόσο προσαρμόζονται στο περιβάλλον. Οι δρόμοι για να γίνουν αποδεκτοί χρειάζεται να αναβαθμισθούν αισθητά. Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι εμφανίζονται προβλήματα απορροφητικότητας και στους δύο δασικούς άξονες γιατί: 1) δεν υφίσταται δάσος με τη στενή έννοια του όρου, άρα δεν έχουμε παραγωγή ξύλου, 2) η ποιότητα τόπου δεν είναι άριστη, 3) εμφανίζει μεγάλες κλίσεις το έδαφος. Με τη μέθοδο που ακολουθήθηκε για το χαρακτηρισμό του οδικού δικτύου μπορούν να αξιολογηθούν δρόμοι ή εναλλακτικές χαράξεις δρόμων και να υπολογισθεί ποιος έχει τη μικρότερη επίπτωση στο περιβάλλον ώστε να βελτιωθεί η χάραξη στα σημεία που εμφανίζει μεγαλύτερη επίπτωση. **Λέξεις κλειδιά:** Αξιολόγηση, βιώσιμη ανάπτυξη, μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, κατασκευή δασικών δρόμων.

Εισαγωγή - Τοποθέτηση του θέματος

Η βιώσιμη ανάπτυξη με τη βοήθεια τεχνικών έργων είναι η μόνη ορθή λύση για την καλύτερη συμβίωση των κατοίκων της περιοχής, με τη διαφύλαξη των προστατευόμενων περιοχών και είναι η γέφυρα που θα βοηθήσει τους ορεινούς πληθυσμούς να αναπτύξουν τον τόπο τους. Οι κατασκευές οι οποίες γίνονται πρέπει να ακολουθούν κριτήρια που είναι αναγκαία και ικανά για να διαφυλάξουν το περιβάλλον της περιοχής. Είναι αναγκαίο να υπάρχει έλεγχος συμβατότητας του τεχνικού έργου με το φυσικό περιβάλλον. Η έλλειψη προδιαγραφών για μια αντικειμενική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και εν συνεχεία για την κατασκευή τεχνικών έργων με κριτήρια άμεσα μετρήσιμα, μας οδήγησε στην εκτίμηση του δασικού δρόμου με τεχνικά (ποσοτικά) κριτήρια, τα οποία ταυτόχρονα αποτελούν ποιοτικούς δείκτες επιπτώσεων στο περιβάλλον και με βάση τα οποία γίνεται η ποσοτική και ποιοτική αξιολόγηση της επίδρασης του δασικού δρόμου στο περιβάλλον (Στεργιάδου κ.ά., 2003). Η ανάπτυξη των ορεινών περιοχών προϋποθέτει ανθρωπογενείς επεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον που οδηγούν στην αλλοίωση και συχνά στην υποβάθμισή του. Μία από τις σημαντικότερες παρεμβάσεις του ανθρώπου σε ένα δασικό οικοσύστημα είναι η διάνοιξη του με το σχεδιασμό και κατασκευή ενός δικτύου μεταφορικών εγκαταστάσεων (δασικοί δρόμοι, τρακτερόδρομοι, πάροδοι μετατόπισης κ.ά.) το οποίο συμβάλει καθοριστικά στη μετατόπιση και μεταφορά των δασικών προϊόντων, στην τουριστική ανάπτυξη και στην προστασία του. Εκτός όμως από τις παραπάνω θετικές επιδράσεις, η διάνοιξη επιβαρύνει το περιβάλλον και προξενεί βλάβες στο τοπίο που μπορούν εν μέρει να καλυφθούν αλλά τις περισσότερες φορές είναι αδύνατο να αποκατασταθούν. Η εκτίμηση των επιπτώσεων αυτών είναι πολύ δύσκολο να αποτιμηθεί με οικονομικά μεγέθη στα πλαίσια των γνωστών μεθόδων λήψης απόφασης όπως είναι η ανάλυση κόστους οφέλους και άλλες μαθηματικές μέθοδοι. Με τον όρο συμβατότητα εννοούμε τον καθορισμό, περιγραφή και αξιολόγηση των επιδράσεων ενός έργου στο περιβάλλον και τη λήψη μέτρων για την προστασία του. Έτσι πρωταρχικό μέλημα του δασολόγου πρέπει να είναι η συμβατότητα των έργων διάνοιξης με το περιβάλλον. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται κριτήρια αξιολόγησης των δασοτεχνικών έργων που προσφέρουν τη δυνατότητα εκτίμησης των επιπτώσεων των υφιστάμενων έργων στο φυσικό περιβάλλον όπως, επίσης, και τη δυνατότητα επιλογής της βέλτιστης περιβαλλοντικής λύσης μεταξύ πολλών εναλλακτικών πριν την κατασκευή των δρόμων.

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας των Η/Υ και των λογισμικών των GIS προσφέρει πλέον τη δυνατότητα εξέτασης και ανάλυσης των κριτηρίων αυτών με αντικειμενικό και οικονομικό τρόπο.

Σύμφωνα με αυτούς τους νόμους θα πρέπει πριν την κατασκευή οποιουδήποτε έργου να γίνεται μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων όπου θα φαίνονται οι επιπτώσεις κατά τη διάρκεια κατασκευής και κατά τη χρήση του έργου. Πρέπει να καταγράφονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που διακρίνονται σε (Τσώχος 1997):

- Προσωρινές ή παραμένουσες.

Οι προσωρινές εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της κατασκευής π.χ. θόρυβος μηχανημάτων κατασκευής, σκόνη, ενώ οι παραμένουσες έχουν σταθερή επιρροή, όπως είναι αλλαγή φυσικού περιβάλλοντος, θόρυβος, ρύπανση ατμόσφαιρας κ.λπ.

- Τυχαίες ή αναμενόμενες.

Στις πρώτες περιλαμβάνονται επιπτώσεις όπως πυρκαγιά, μόλυνση περιβάλλοντος λόγω ατυχημάτων, ενώ στις δευτερεύουσες π.χ. η κατάληψη αγροτικής γης με συνέπεια τη μετανάστευση ή τη στροφή σε άλλες οικονομικές δραστηριότητες με μετακίνηση του πληθυσμού σε αστικά κέντρα.

- Αναστρέψιμες ή μη.

Στις πρώτες είναι εκείνες οι επιπτώσεις οι οποίες μπορούν να μηδενισθούν με τα κατάλληλα μέτρα ή τουλάχιστον να διατηρηθούν σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Στις δεύτερες εκείνες οι οποίες δεν επιτρέπουν στο περιβάλλον να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση. Οι δεύτερες μπορούν να θεωρηθούν και ως παραμένουσες.

- Ταχείας ή βραδείας εξέλιξης.

Οι πρώτες παρουσιάζονται κατά την κατασκευή ή αμέσως μετά την περάτωση του έργου. Οι βραδείας εξέλιξης μπορεί να εμφανισθούν είτε κατά την κατασκευή ή μετά από αυτήν, παρουσιάζουν όμως εξέλιξη της οποίας οι συνέπειες εμφανίζονται πολύ αργότερα π.χ. επίδραση στη χλωρίδα και στην πανίδα.

Τα βήματα κατά τις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι:

- Ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της διάνοιξης.
- Ανάλυση των κριτηρίων που επηρεάζουν την χάραξη και κατασκευή ενός μεμονωμένου δασικού δρόμου.
- Ανάλυση των κριτηρίων απορροφητικότητας των επιπτώσεων από την κατασκευή του δρόμου.
- Αποτίμηση των κριτηρίων με αξιοποίηση στοιχείων επιγείων μετρήσεων, φωτογραμμετρικών και φωτοερμηνευτικών εκτιμήσεων και G.I.S.

- Βαθμολόγηση των ίδιων κριτηρίων με αντικειμενική βαθμολογία, δηλαδή κάθε συντελεστής που επηρεάζει την επίπτωση βαθμολογείται με άριστα (100) όταν δεν την επηρεάζει καθόλου.

Με τον όρο συμβατότητα με το περιβάλλον εννοούμε τον καθορισμό, περιγραφή και αξιολόγηση των επιδράσεων ενός έργου στο περιβάλλον. Μετά την ταχύρυθμη κατασκευή δασικών δρόμων από το 1960 μέχρι σήμερα ωρίμασε η σκέψη, ότι κάθε νέα διάνοιξη δρόμου πρέπει να γίνεται με περιβαλλοντική συνείδηση και όπου είναι πραγματικά αναγκαία (Δούκας 2004). Ειδικότερα στο χώρο των προβληματικών δασικών εκτάσεων που προκαλούνται απώλειες ζωτικών χώρων πρασίνου με κίνδυνο πλημμύρων στην ευρύτερη περιοχή και με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας ζωής στον υπόλοιπο χώρο. Είναι σαφές επομένως ότι για κάθε δασοτεχνικό έργο επιβάλλεται ο έλεγχος της συμβατότητας με το περιβάλλον.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη δύο δασικών δρόμων που αποτελούν τμήματα ίσα ενός δρόμου, ως προς τον τρόπο χάραξης, κατασκευής και συντήρησής τους. Οι δασικοί δρόμοι αξιολογούνται με ειδικά κριτήρια και βρίσκεται ο συντελεστής συμβατότητας ως προς το περιβάλλον, δηλαδή κατά πόσο προσαρμόζονται στο περιβάλλον.

Υλικά και Μέθοδος

Περιοχή έρευνας

Η περιοχή των Καρυών βρίσκεται στον ορεινό όγκο του Ολύμπου και περιλαμβάνει ορεινούς οικισμούς και χωριά. Το δημόσιο δάσος Καρυάς βρίσκεται στις ΝΑ πλαγιές του όρους Όλυμπος και διασχίζεται από το ρέμα Ζηλιάνα και τον επαρχιακό δρόμο Ελασσόνας – Καρυάς – Λεπτοκαρυάς Πιερίας. Εκτείνεται από υψόμετρο 600 m έως 2400 m. Βρίσκεται ανατολικά και νότια από το χωριό Καρυά και απέχει 40 km από την Ελασσόνα. Το δάσος σήμερα είναι χωρισμένο σε δύο μεγάλες περιοχές, τη βόρεια με έκταση 3.129,67 ha και τη νότια με έκταση 1.635,52 ha. Ο υπό μελέτη δρόμος βρίσκεται στη βόρεια περιοχή και λόγω του ότι διατρέχει εκτάσεις με διαφορετική βλάστηση θα εξετασθεί ως να ήταν δύο με μοίρασμα σε δύο ίσα μέρη μήκους 2.700 m έκαστος (Σχήμα 1).

Μεθοδολογία

Ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα εργασίας:

Υπολογίσθηκαν τα κριτήρια της απορροφητικότητας του οικοσυστήματος με βάση γνώμες ειδικών επιστημόνων και σχετική βιβλιογραφία.

Τα κριτήρια της απορροφητικότητας διαιρούνται σε τρεις κατηγορίες:
1η δασοκομικά, 2η τοπογραφικά και 3η κοινωνικά.

Οι βαρύτητες των κριτηρίων είναι για τα δασοκομικά τρεις (3), για τα τοπογραφικά δύο (2) και για τα κοινωνικά μία (1).

Τα δασοκομικά κριτήρια είναι:

1. Το είδος της κάλυψης. Αν η περιοχή καλύπτεται από δάσος, από αραιή βλάστηση ή είναι γυμνή.

2. Το δασοπονικό είδος. Αν τα δασοπονικά είδη που συνθέτουν την κάλυψη της περιοχής μπορεί να είναι κωνοφόρα ή πλατύφυλλα ή μίξη αυτών.

3. Η διαχειριστική μορφή. Αν η αναγέννηση γίνεται με σπόρους (σπερμοφυές), με παραβλαστήματα (πρεμνοφυές) ή και τα δύο (διφυές).

4. Η ηλικία (δασοπονική μορφή). Αν τα δένδρα είναι της ίδιας ηλικίας (ομήλικα), διαφορετικής ηλικίας (κηπευτά) ή κατά κλάσεις ηλικίας ίση με κλάσματα του περίτροπου χρόνου (υποκηπευτά).

5. Το ύψος των δένδρων. Μεγάλα > 20 m, μεσαία 10 - 20 m και μικρά < 10 m.

6. Η ποιότητα τόπου. Πολύ καλή (πρώτη και δεύτερη ποιότητα τόπου), μέτρια (τρίτη και τέταρτη ποιότητα τόπου) και κακή (πέμπτη και έκτη ποιότητα τόπου).

7. Η παραγωγικότητα των δασών:

Κατηγορία I (παραγωγικότητα πάνω από $3\text{m}^2/\text{έτος}/\text{ha}$),

Κατηγορία II (παραγωγικότητα από $1-3\text{m}^2/\text{έτος}/\text{ha}$) και

Κατηγορία III (παραγωγικότητα μικρότερη από $1\text{m}^2/\text{έτος}/\text{ha}$).

Τα τοπογραφικά είναι:

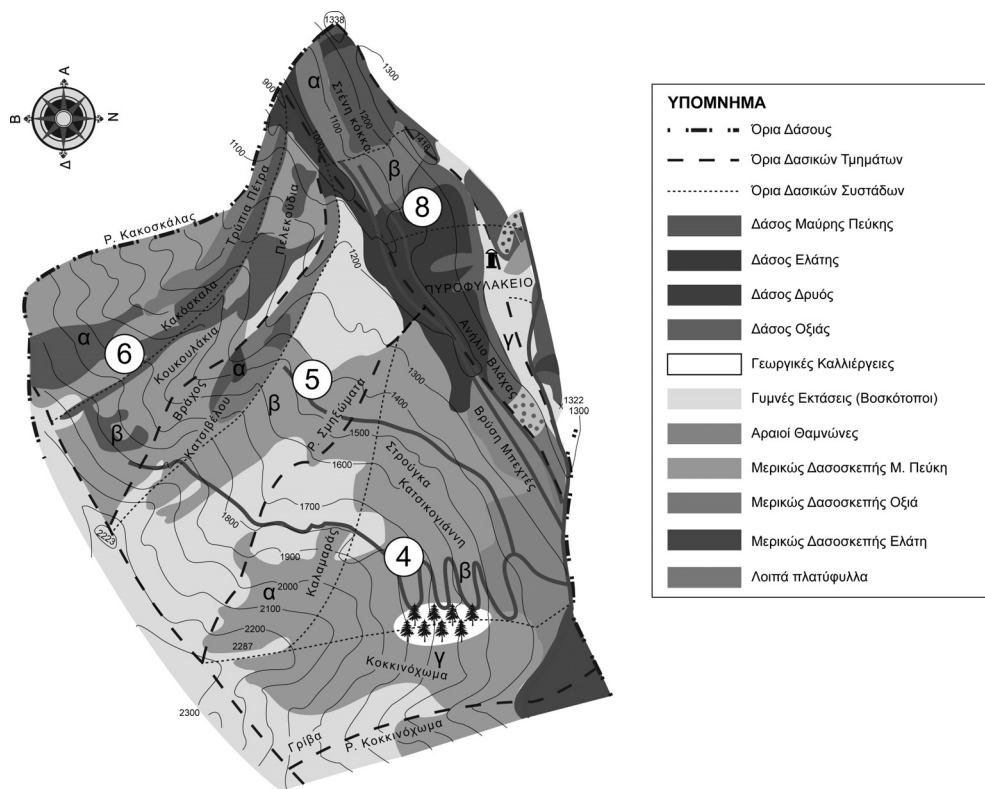
1. Η εγκάρσια κλίση του εδάφους. Μεγάλη > 20%, μεσαία 8%-20% και μικρή < 8%.

2. Η έκθεση. Ανάλογα με την έκθεση αν είναι βόρεια, ανατολική-δυτική ή νότια.

3. Το ανάγλυφο. Αν το ανάγλυφο είναι ήπιο, πολυσχιδές ή ποικίλο.

Τα κοινωνικά εξαρτώνται από τον αριθμό των ανθρώπων που δέχονται την επίδραση. Σπουδαίο ρόλο στην επίπτωση έχει η απόσταση από τουριστικό θέρετρο, εθνικό ή επαρχιακό οδικό δίκτυο, αρχαιολογικό χώρο, παρακείμενη πόλη ή χωριό, ευρωπαϊκό μονοπάτι, λίμνη ή ποταμό.

Υπολογίσθηκαν τα κριτήρια της έντασης τα οποία καθορίστηκαν από τη βιβλιογραφία (Doukas & Akca 1999) και από ερωτηματολόγιο το οποίο απαντήθηκε από τα τμήματα δασοτεχνικών έργων των δασαρχείων της χώρας.



Σχήμα 1. Περιοχή έρευνας.

Τα κριτήρια της έντασης χωρίσθηκαν σε κριτήρια της χάραξης και σε κριτήρια της κατασκευής. Τα κριτήρια της χάραξης είναι:

1. Η καμπύλη συναρμογής (όσο μεγαλύτερη είναι από 25 μέτρα τόσο μειώνεται η βαθμολογία από το άριστο).

2. Η χάραξη της ερυθράς (όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος εδάφους ερυθράς πάνω από 0,5 μέτρο μειώνεται η βαθμολογία).

3. Η κατά πλάτος τομή (όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση του άξονα του δρόμου και του σημείου τομής του δρόμου με το έδαφος πάνω από 0,5 μέτρο μειώνεται η βαθμολογία).

4. Το πλάτος καταστρώματος (όσο μεγαλύτερο είναι από τα 3,5 μέτρα με διαπλατύνσεις κάθε 250 μέτρα μειώνεται η βαθμολογία).

5. Η απόσταση μεταξύ των ελιγμών (όσο μικρότερη είναι η απόσταση μεταξύ των ελιγμών μεταξύ τους από 500 μέτρα μειώνεται η βαθμολογία).

6. Η απόσταση του δασικού δρόμου από ρέμα, από τα όρια του δάσους

και από επικίνδυνες θέσεις.

7. Η θέα του δασικού δρόμου σε μορφολογικούς σχηματισμούς, σε βλάστηση, στην προβολή του χώρου, σε συμβατές κατασκευές, σε υδάτινες επιφάνειες, στην προσαρμογή του δασικού δρόμου στο περιβάλλον.

Τα κριτήρια της κατασκευής είναι: Τα μηχανήματα κατασκευής, τα υλικά κατασκευής, η αναχλόαση των πρανών, τα τεχνικά έργα, αποστράγγιση, παροχέτευση (Becker 1995). Βάση των αποτελεσμάτων των κριτηρίων της έντασης και της απορροφητικότητας βρέθηκε ο συντελεστής συμβατότητας του κάθε δρόμου (Giannoulas et al. 2001). Για τη βαθμολογία των κριτηρίων χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες της περιοχής, ορθοφωτογραφίες της περιοχής σε ψηφιακή μορφή, διαχειριστικό σχέδιο, δασοπονικός χάρτης του συμπλέγματος και γεωλογικός χάρτης. Για τις επιτόπιες μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν πυξίδα, κλισίμετρο, μετροταινία (Watts and Halliwer 1996).

Αποτελέσματα

Από τη μελέτη των δασικών δρόμων και τη βαθμολογία της απορροφητικότητας και της έντασης του οικοσυστήματος προέκυψαν οι πίνακες 1 - 4.

Πίνακας 1. Βαθμολόγηση των κριτηρίων απορροφητικότητας του Ιου δρόμου.

ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ				
A/A	Κριτήρια	Βαρύτητα	Βαθμολογία	Σύνολο
1	2	3	4	5=3×4
Κατάσταση εδάφους				
1	Δασική έκταση	35	3	105
2	Πλατύφυλλα	50	3	150
3	Διφυές	75	3	225
4	Υποκηπευτό	100	3	300
5	Μέσο ύψος	25	3	75
6	Ποιότητα τόπου	50	3	150
7	Παραγωγικότητα	25	3	75
8	Κλίση εδάφους	20	2	40
9	Έκθεση	70	2	140
10	Ανάγλυφο	50	2	100
11	Απόσταση από:			
11.1	Θέρετρο	100	1	100
11.2	Εθνικό οδικό δίκτυο	100	1	100
11.3	Σιδηροδρομική γραμμή	*	1	*
11.4	Αρχαιολογικό χώρο	100	1	100

11.5	Μεγάλη πόλη	*	1	*
11.6	Χωριό	100	1	100
11.7	Μονοπάτι	*	1	*
11.8	Λίμνη	*	1	*
11.9	Ποταμό	*	1	*
Σύνολο			31	1760
Μέση τιμή				56,7742

* Δεν υπάρχουν στην περιοχή.

Πίνακας 2. Βαθμολόγηση των κριτηρίων απορροφητικότητας του 2ου δρόμου.

ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ				
Α/Α	Κριτήρια	Βαρύτητα	Βαθμολογία	Σύνολο
1	2	3	4	5=3×4
Κατάσταση εδάφους				
1	Δάσος	15	3	45
2	Μεικτό	15	3	45
3	Σπερμοφυές	75	3	225
4	Κηπευτό	100	3	300
5	Μέσο ύψος	25	3	75
6	Ποιότητα τόπου	50	3	150
7	Παραγωγικότητα	25	3	75
8	Κλίση εδάφους	20	2	40
9	Έκθεση	100	2	200
10	Ανάγλυφο	50	2	100
11	Απόσταση από:			
11.1	Θέρετρο	100	1	100
11.2	Εθνικό οδικό δίκτυο	100	1	100
11.3	Σιδηροδρομική γραμμή	*	1	*
11.4	Αρχαιολογικό χώρο	100	1	100
11.5	Μεγάλη πόλη	*	1	*
11.6	Χωριό	100	1	100
11.7	Μονοπάτι	*	1	*
11.8	Φυσική ή τεχνητή λίμνη	*	1	*
11.9	Ποταμό	*	1	*
Σύνολο			31	1655
Μέση τιμή				53,3871

* Δεν υπάρχουν στην περιοχή.

Πίνακας 3. Βαθμολόγηση των κριτηρίων έντασης του 1ου δασόδρομου.

ΕΝΤΑΣΗ				
A/A	Κριτήρια	Βαθμολογία	Βαρύτητα	Σύνολο
1	2	3	4	5 = 3 × 4
Χάραξη				
1	Ισοφαρισμός γαιών			
1.1	Καμπύλη συναρμογής	100	2,1	210
1.2	Χάραξη ερυθράς	70	2,01	140,7
1.3	Κατά πλάτος τομή	70	2,25	157,5
2	Πλάτος καταστρώματος	100	2,04	204
3	Κατά μήκος κλίση	80	2,52	201,6
4	Απόσταση ελιγμών	10	2,13	21,3
5	Θέση δασικού δρόμου			
5.1	Από ρέμα	100	1,83	183
5.2	Από όρια δάσους	100	1,65	165
5.3	Από επικίνδυνες θέσεις	100	2,4	240
6	Θέα από δασικό δρόμο			
6.1	Μορφολογικοί σχηματισμοί	100	1,83	183
6.2	Βλάστηση	80	1,8	144
6.3	Προβολή του χώρου	100	1,7	170
6.4	Συμβατές επιφάνειες	*	1,6	*
6.5	Υδάτινες επιφάνειες	70	1,65	115,5
7	Προσαρμογή του δρόμου	50	1,77	88,5
Κατασκευή				
8	Μέθοδος κατασκευής			
8.1	Μηχάνημα κατασκευής	70	2,16	151,5
8.2	Υλικά	*	2,08	*
8.3	Αναγλόαση πρανών	90	1,38	124,2
8.4	Αποστράγγιση	20	2,31	46,2
Σύνολο			33,53	2545,7
Μέση τιμή				75,923054

* Δεν υπάρχουν στην περιοχή.

Πίνακας 4. Βαθμολόγηση των κριτηρίων έντασης του 2ου δασόδρομου.

ΕΝΤΑΣΗ				
A/A	Κριτήρια	Βαθμολογία	Βαρύτητα	Σύνολο
1	2	3	4	5 = 3 × 4
Χάραξη				
1	Ισοφαρισμός γαιών			
1.1	Καμπύλη συναρμογής	100	2,1	210
1.2	Χάραξη ερυθράς	70	2,01	140,7
1.3	Κατά πλάτος τομή	70	2,25	157,5

2	Πλάτος καταστρώματος	100	2,04	204
3	Κατά μήκος κλίση	80	2,52	201,6
4	Απόσταση ελιγμών	100	2,13	213
5	Θέση δασικού δρόμου			
5.1	Από ρέμα	100	1,83	183
5.2	Από όρια δάσους	100	1,65	165
5.3	Από επικίνδυνες θέσεις	100	2,4	240
6	Θέα από δασικό δρόμο			
6.1	Μορφολογικοί σχηματισμοί	100	1,83	183
6.2	Βλάστηση	90	1,8	162
6.3	Προβολή του χώρου	100	1,7	170
6.4	Συμβατές επιφάνειες	*	1,6	*
6.5	Υδάτινες επιφάνειες	100	1,65	165
7	Προσαρμογή του δρόμου	50	1,77	88,5
Κατασκευή				
8	Μέθοδος κατασκευής			
8.1	Μηχάνημα κατασκευής	70	2,16	151,2
8.2	Υλικά	*	2,08	*
8.3	Αναχλόαση πρανών	90	1,38	124,2
8.4	Αποστράγγιση	20	2,31	46,2
Σύνολο			33,53	2804,9
Μέση τιμή				83,65344

* Δεν υπάρχουν στην περιοχή.

Η βαθμολόγηση γίνεται ως εξής:

1. Κάθε βαθμός (%) που αξιολογεί την ένταση της επίδρασης (E), που δεν είναι αρνητική, πολλαπλασιάζεται με τον αντίστοιχο συντελεστή βαρύτητας (B_E) και διαιρείται με το σύνολο των αριθμών βαρύτητας (ΣB_E), για να βρεθεί ο βαρυκεντρικός μέσος όρος, δηλαδή $\Sigma_E = \Sigma(E \times B_E) / \Sigma B_E$, παρόμοια η απορροφητικότητα του δασικού οικοσυστήματος (A) με το συντελεστή βαρύτητας της απορροφητικότητας (B_A), δηλαδή $\Sigma_A = \Sigma(A \times B_A) / \Sigma B_A$. Οι ποσότητες αυτές Σ_E και Σ_A στο βαθμό που οι βαρύτητες δεν είναι υποκειμενικές δίνουν κατά προσέγγιση το βαθμό προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος από την κατασκευή του δασικού δρόμου.

2. Για να υπολογίσουμε το συντελεστή συμβατότητας του δασικού δρόμου πολλαπλασιάζουμε τη μέση τιμή της απορροφητικότητας επί τη μέση τιμή της έντασης της επίπτωσης.

$$\Sigma_{\Sigma} = (\Sigma_A) \times (\Sigma_E)$$

Συντελεστής συμβατότητας = Μέση τιμή Απορροφητικότητας \times Μέση τιμή έντασης.

Φαίνεται ότι τα τμήματα του συγκεκριμένου δασικού δρόμου ο οποίος ανήκει στη Γ' κατηγορία έχουν μέση τιμή απορροφητικότητας 56,77% και 53,39% και μέση τιμή έντασης 75,92% και 83,65% αντίστοιχα το πρώτο και δεύτερο. Ο συντελεστής συμβατότητας του δασικού δρόμου με το φυσικό περιβάλλον είναι για το πρώτο τμήμα 43,11% ή 0,43 και για το δεύτερο 44,66% ή 0,44.

Στο τμήμα του δρόμου όπου:

$\Sigma > 50\%$ γίνεται δεκτή η κατασκευή χωρίς όρους.

$\Sigma < 50\%$ γίνεται δεκτή η κατασκευή με τη βοήθεια έργων αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος.

Στην περίπτωση των δύο τμημάτων του προς μελέτη δασικού δρόμου ο συντελεστής συμβατότητας με το περιβάλλον είναι μικρότερος του 50% άρα κρίνεται επιτακτική η ανάγκη έργων αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Με σκοπό να εξετάσουμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δύο τμημάτων του δασόδρομου, συμπληρώθηκε το ειδικό έντυπο της αξιολόγησης της απορροφητικότητας και της έντασης του ήδη κατασκευασμένου δρόμου, με βάση ορισμένα κριτήρια. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να καταστεί δυνατή η εκτίμηση της ικανότητας της περιοχής, να απορροφήσει την επέμβαση, έτσι ώστε να ισορροπήσει και πάλι το δασικό οικοσύστημα, με τις μικρότερες δυνατές ζημιές στο δάσος, λαμβάνοντας υπόψη ένα σημαντικό αριθμό παραγόντων, ώστε το τελικό αποτέλεσμα να είναι όσο το δυνατό αντικειμενικό.

Οι δρόμοι για να γίνουν αποδεκτοί χρειάζεται να αναβαθμισθούν αισθητά. Με βάση τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι εμφανίζονται προβλήματα απορροφητικότητας και στους δύο δασικούς άξονες γιατί: 1) δεν υφίσταται δάσος με τη στενή έννοια του όρου, άρα δεν έχουμε παραγωγή ξύλου, 2) η ποιότητα τόπου δεν είναι άριστη, 3) εμφανίζει μεγάλες κλίσεις το έδαφος. Όσον αφορά την ένταση το πρώτο εξεταζόμενο κομμάτι παρουσιάζει πρόβλημα με τους συνεχείς ελιγμούς σε μικρή απόσταση ο ένας από τον άλλο, επίσης η προσαρμογή του δρόμου στο περιβάλλον. Ενώ θα πρέπει ο δασικός δρόμος να αποκρύπτεται από τον παρατηρητή και να μη φαίνεται σα μια ουλή μέσα στο σώμα του δάσους. Και αυτό επιτυγχάνεται όταν ο άξονας του δρόμου ακολουθεί τη μορφολογία του εδάφους και δε δημιουργεί μεγάλα εκχώματα αφενός και αφετέρου χρησιμοποιούνται

μικρά πλάτη δασικών δρόμων. Εδώ ο δρόμος όλος είναι κατασκευασμένος σε έκχωμα με όχι τόσο μικρά πλάτη δρόμων. Επίσης ο δρόμος παρουσιάζει προβλήματα κατά θέσεις λόγω έλλειψης αποστραγγιστικών έργων και ανεπάρκεια τεχνικών έργων με αποτέλεσμα να υπόκειται σε συνεχή προβλήματα διάβρωσης. Το δεύτερο κομμάτι παρουσιάζει προβλήματα η προσαρμογή του δρόμου στο περιβάλλον. Ενώ θα πρέπει ο δασικός δρόμος να αποκρύπτεται από τον παρατηρητή και να μη φαίνεται σα μια ουλή μέσα στο σώμα του δάσους. Και αυτό επιτυγχάνεται όταν ο άξονας του δρόμου ακολουθεί τη μορφολογία του εδάφους και δε δημιουργεί μεγάλα εκχώματα αφενός και χρησιμοποιούνται μικρά πλάτη δασικών δρόμων αφετέρου. Εδώ ο δρόμος όλος είναι κατασκευασμένος σε έκχωμα με όχι τόσο μικρά πλάτη δρόμων. Επίσης ο δρόμος παρουσιάζει προβλήματα κατά θέσεις λόγω έλλειψης αποστραγγιστικών έργων και ανεπάρκεια τεχνικών έργων με αποτέλεσμα να υπόκειται σε συνεχή προβλήματα διάβρωσης. Με τη μέθοδο που ακολουθήθηκε για το χαρακτηρισμό του οδικού δικτύου μπορούν να αξιολογηθούν δρόμοι ή εναλλακτικές χαράξεις δρόμων και να υπολογισθεί ποιος έχει τη μικρότερη επίπτωση στο περιβάλλον ώστε να βελτιωθεί η χάραξη στα σημεία που εμφανίζει μεγαλύτερη επίπτωση. Η κατασκευή ενός δασικού δρόμου εξαρτάται βέβαια από τρεις (3) παραμέτρους: 1. το κόστος κατασκευής και αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος, 2. την ένταση της επίδρασης που δεν είναι αρνητική και 3. την απορροφητικότητα του δασικού οικοσυστήματος. Άρα είναι θέμα πολιτικής βούλησης για τη διάθεση των πιστώσεων, για κατασκευή ή συντήρηση οδικού δικτύου συμβατού στο φυσικό περιβάλλον. Προτείνονται σχετικά με τη διάνοιξη:

- 1) κατά τη μελέτη, χάραξη και κατασκευή τεχνικών έργων το αρμόδιο δασοσυνταξικό να ενεργεί βάση ειδικών προδιαγραφών, οι οποίες θα συντάσσονται από ειδικούς επιστήμονες και
- 2) αποκατάσταση – βελτίωση της συμβατότητας σε υπάρχοντες δρόμους.

Βιβλιογραφία

- Becker, G. 1995. Walderschliessung aufdem Prüfstand. AFZ 9: 489-493.
- Doukas, K. and A. Akca. 1999. "Umweltvertraeglichkeitspruefung dei der Waldershliessung in Griechenland". Allgemeine Forst und Forst und Jagdzeitung. 170: 47-53.
- Δούκας, Α.-Κ. 2004. Δασικές κατασκευές και Φυσικό περιβάλλον. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Γιαχούδη.
- Giannoulas, V., K. Doukas, V. Drosos and C. Soutsas. 2001. The Environ-

ment Impact Assessment (E.I.A.) by the forest opening up in the forest complex of Down Olympus. 3rd Balkan scientific conference - Study, Conservation and Utilization of Forest Resources, v. 11: 58 - 66, Sofia.

- Στεργιάδου, Α., Β. Γιαννούλας και Κ. Δούκας. 2003. Δασικά τεχνικά έργα και βιώσιμη ανάπτυξη στην προστατευόμενη περιοχή του Εθνικού Δρυμού 'Βάλια Κάλντα'. Helleco '03: 297-306.
- Τσώχος, Γ. 1997. Περιβαλλοντική κατασκευή δρόμων. Θεσ/νίκη. Υπηρεσία δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.
- Watts, S. and L. Halliwell. 1996. Essential Environmental Science – Methods & Techniques. London. Routledge.

Evaluation of environmental impacts from the construction of forest roads

V. J. Ciannoulas, V. C. Drosos and A.-K. G. Doukas

Abstract

The region of Karies is located on the mountainous volume of Olympus and includes mountainous settlements and villages. The sustainable development with the help of technical works is the only suitable solution for the better coexistence of the residents of the area, with the safeguarding of protected areas and it comprises the bridge that will help the mountainous populations to develop their region. The constructions that are being developed in the area should follow criteria that are necessary and capable in order to preserve the environment of the area. It is necessary exists control of compatibility of technical work with the natural environment. The lack of specifications for an objective environmental impacts assessment and continuity on the construction of technical work with criteria directly measurable, led us to the estimation of the forest road with technically (quantitatively) criteria, which at the same time constitute qualitative indicators of the impacts in the environment and basing on them become the quantitative and qualitative evaluation's effect on the forest road in the environment. Aim of this present work is the study of two forest roads regarding the way of setting out, construction and their maintenance. The forest roads are evaluated with special criteria and the coefficient factor is found as for the environment, that is to say how much these criteria are adapted with the environment. The roads need to they become acceptable it needs they are upgraded perceptibly. Basing on the results we observe that there are problems of absorbency and in the two forest axes because: 1) it does not exist forest with the precise significance of the term, and as result there is no production of timber, 2) the quality of

the location is not excellent, 3) the terrain presents large slopes. The method that followed for the characterization of the road network has been evaluate roads or alternative setting outs of roads and to calculate which one has the smaller impact on the environment so as to improve the setting out in the points that present the biggest impact.

keywords: Evaluation, sustainable development, environmental impact assessment, construction of forest roads.

Περιβαλλοντικός χωροταξικός σχεδιασμός και ανάπτυξη ορεινής δασικής περιοχής

**Β. Κ. Δρόσος*, Κ. Α. Παπασταύρου
και Χ. Σταματίου**

***Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Ορεστιάδα,
e-mail: vdrosos@fmenr.duth.gr**

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια με αφορμή τη μονοδιάστατη οικονομική αναπτυξιακή δραστηριότητα που καταστρέφει αλόγιστα το περιβάλλον, κερδίζει έδαφος, αμέσως ή εμμέσως, η αντίληψη ότι η ανάπτυξη είτε θα είναι ολοκληρωμένη, δηλαδή ταυτόχρονα οικονομική, κοινωνική, τεχνολογική και πολιτισμική, σε αρμονία και με σεβασμό στο συγκεκριμένο φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον, του οποίου μέρος είναι ο άνθρωπος, ή δεν θα υπάρχει καθόλου. Ο τουρισμός και η αναψυχή έχουν γίνει μια από τις πιο σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές αναπτυξιακές δραστηριότητες στην Ευρώπη. Ο αειφορικός τουρισμός, που περιλαμβάνει τον τουρισμό και τις σχετικές υποδομές, είναι αυτός που λειτουργεί μέσα στις φυσικές δυνατότητες ανανέωσης των φυσικών πόρων. Το οδικό δίκτυο είναι ένα έργο υποδομής, ικανό να συμβάλει ουσιαστικά στην αειφόρο ανάπτυξη και αξιοποίηση των ορεινών περιοχών. Κομμάτι της αειφόρου ανάπτυξης είναι και ο αειφόρος τουρισμός. Γενικά οι κατασκευές οι οποίες γίνονται ή οι τυχόν βελτιώσεις τους, οφείλουν να ακολουθούν κριτήρια που είναι αναγκαία και ικανά για να διαφυλάξουν το περιβάλλον και τη βιώσιμη ανάπτυξη της περιοχής με κάθε θυσία. Είναι αναγκαίο να υπάρχει έλεγχος συμβατότητας του τεχνικού έργου με το φυσικό περιβάλλον. Με τον όρο συμβατότητα με το περιβάλλον εννοούμε τον καθορισμό, περιγραφή και αξιολόγηση των επιδράσεων ενός έργου στο περιβάλλον. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης στο περιβάλλον (φυσικό, ανθρώπινο, τεχνητό, πολιτιστικό και θεσμικό) από την τουριστική ανάπτυξη μίας δασικής περιοχής και τη βελτίωση ενός δικτύου δασικών δρόμων, που για διάφορους λόγους, δεν είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες των χρηστών του, ως αντικείμενα τοπικού αναπτυξιακού σχεδιασμού με τη βοήθεια μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού χρησιμοποιήθηκε η επίγεια επιτόπου έρευνα και σύγχρονα εξειδικευμένα συστήματα πληροφοριών όπως είναι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Το αναβαθμισμένο οδικό δίκτυο δασικών δρόμων που προέκυψε ελέγχθηκε και είναι συμβατό με το περιβάλλον.

Λέξεις κλειδιά: Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, δίκτυο δασικών δρόμων, μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, περιβαλλοντική διάνοση, περιβαλλοντικά κριτήρια, φυσικό περιβάλλον.

Εισαγωγή - Τοποθέτηση του θέματος

Τα τελευταία χρόνια με αφορμή τη μονοδιάστατη οικονομική αναπτυξιακή δραστηριότητα που καταστρέφει αλόγιστα το περιβάλλον, κερδίζει έδαφος, αμέσως ή εμμέσως, η αντίληψη ότι η ανάπτυξη είτε θα είναι ολοκληρωμένη, δηλαδή ταυτόχρονα οικονομική, κοινωνική, τεχνολογική και πολιτισμική, σε αρμονία και με σεβασμό στο συγκεκριμένο φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον, του οποίου μέρος είναι ο άνθρωπος, ή δεν θα υπάρχει καθόλου. Δυστυχώς όμως, ακόμα και στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται ως όρος «ολοκληρωμένη ανάπτυξη» σε αναπτυξιακά σχέδια και προγράμματα (π.χ. ολοκληρωμένη ανάπτυξη της υπαίθρου), δεν έχει γίνει πλήρως κατανοητή η αδήριτη ανάγκη για αρμονική συνεργασία των νέων επιστημονικών και τεχνολογικών δυνατοτήτων με τις πραγματικές δυνατότητες και τους περιορισμούς της κάθε φορά φυσικής και κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο.

Ο τουρισμός και η αναψυχή έχουν γίνει μια από τις πιο σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές αναπτυξιακές δραστηριότητες στην Ευρώπη. Ο τουρισμός φέρνει εισόδημα και δουλειές, κατανόηση άλλων πολιτισμών, διατήρηση της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς, ανάπτυξη υποδομής, που με τη σειρά τους έχουν κοινωνικά και οικονομικά οφέλη. Όμως κάποιες μορφές τουρισμού μπορεί να προκαλέσουν καταστροφή βιοτόπων, υποβάθμιση τοπίων, ανταγωνισμό για φυσικούς πόρους και υπηρεσίες (όπως για παράδειγμα τις χρήσεις γης, το γλυκό νερό, την ενέργεια, την παραγωγή και διαχείριση αποβλήτων). Επιπλέον, οι πληθυσμοί-οικοδομητές μπορεί να υποστούν απώλεια των παραδόσεών τους και να εξαρτηθούν υπέρ του δέοντος από το τουριστικό εισόδημα. Ο τουρισμός εξαρτάται πολύ περισσότερο από κάθε άλλη ανθρώπινη δραστηριότητα από την ποιότητα του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος. Όμως καθώς συγκεκριμένες χώρες ή συγκεκριμένες περιοχές γίνονται δημοφιλείς τουριστικοί προορισμοί, η έλλειψη διαχείρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του τουρισμού μπορεί να υπονομεύσει τα μελλοντικά οφέλη.

Έτσι, ο τουρισμός μπορεί να επηρεάσει το φυσικό περιβάλλον σε τέτοιο βαθμό, ώστε να απειλήσει την ίδια του την ύπαρξη. Όπως η γεωργία, η δασοπονία, η αλιεία έτσι και ο τουρισμός και επιδρούν αλλά και επηρεάζο-

νται από το περιβάλλον. Η αναγκαιότητα αειφορικού τουρισμού έχει αναγνωρισθεί διεθνώς σε κείμενα όπως στην Ατζέντα 21 και στο 5ο Κοινοτικό Πρόγραμμα Πλαίσιο. Ακόμη όμως δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός για τον αειφορικό τουρισμό. Μια σειρά από στοιχεία - κλειδιά θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν στην διαμόρφωσή του, όπως:

- μακροπρόθεσμη προοπτική,
- αναγνώριση της αλληλεξάρτησης των οικονομικών και περιβαλλοντικών συστημάτων και
- βιολογικά όρια μέσα στα οποία πρέπει να παραμείνουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες.

Έχει προταθεί ότι είναι αναγκαίο να βρεθεί ισορροπία ανάμεσα σε 5 βασικούς παράγοντες για να επιτευχθεί αειφορικός τουρισμός και συγκεκριμένα στην ικανοποίηση των τουριστών, σε οικονομικούς, κοινωνικούς, πολιτιστικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη εξεύρεσης δεικτών που να μετρούν όλες αυτές τις διαφορετικές πλευρές με σκοπό να εντοπισθούν πιθανές περιοχές σπουδαιότητας και προτεραιότητες για δράση.

Ο αειφορικός τουρισμός, που περιλαμβάνει τον τουρισμό και τις σχετικές υποδομές, είναι αυτός που: λειτουργεί μέσα στις φυσικές δυνατότητες ανανέωσης των φυσικών πόρων, αναγνωρίζει τη συμβολή των ανθρώπων και των κοινωνιών, των εθίμων και του τρόπου ζωής στην τουριστική εμπειρία, δέχεται ότι οι άνθρωποι πρέπει να έχουν ένα ισότιμο μερίδιο στα οικονομικά οφέλη του τουρισμού και οδηγείται από τις επιθυμίες των ντόπιων και των τοπικών κοινωνιών στις περιοχές φιλοξενίας. Αυτό συνεπάγεται:

1. *Αειφορική χρήση πόρων*: η διατήρηση και αειφορική χρήση των πόρων (φυσικών, κοινωνικών και πολιτιστικών) είναι κρίσιμη και απαραίτητη για μακροπρόθεσμες επιχειρήσεις.
2. *Μείωση υπερκατανάλωσης και απορριμμάτων*: αποφεύγει το κόστος της αποκατάστασης μακροπρόθεσμης περιβαλλοντικής βλάβης και συμβάλλει στην ποιότητα του τουρισμού.
3. *Διατήρηση ποικιλότητας*: διατήρηση και προώθηση της φυσικής, κοινωνικής και πολιτιστικής ποικιλότητας είναι απαραίτητη για μακροπρόθεσμο τουρισμό.
4. *Ενσωμάτωση τουρισμού στο σχεδιασμό*: η τουριστική ανάπτυξη που έχει ενταχθεί στην εθνική και τοπική αναπτυξιακή στρατηγική και διαχειριστικά σχέδια και η οποία αναλαμβάνει την εκτίμηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των διάφορων σχεδίων και πολιτικών, αυξάνει τη

μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα του τουρισμού.

5. *Ενίσχυση τοπικών οικονομιών*: ο τουρισμός που υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα τοπικών οικονομικών δραστηριοτήτων και ο οποίος λαμβάνει υπόψη το περιβαλλοντικό κόστος και τις περιβαλλοντικές αξίες και προστατεύει τις τοπικές οικονομίες και αποφεύγει τις περιβαλλοντικές βλάβες.

6. *Συμμετοχή τοπικών κοινωνιών*: η πλήρης συμμετοχή των τοπικών κοινωνιών στον τουριστικό τομέα όχι μόνο ωφελεί αυτούς και το περιβάλλον αλλά βελτιώνει την ποιότητα της προσφερόμενης τουριστικής εμπειρίας.

7. *Συζήτηση και με τους stakeholders και το κοινό*: συνδιασκέψεις ανάμεσα στη τουριστική βιομηχανία και τις τοπικές κοινωνίες, ανάμεσα σε οργανισμούς και ινστιτούτα είναι απαραίτητες για τη συνεργασία και την επίλυση πιθανόν αντικρουόμενων συμφερόντων.

8. *Εκπαίδευση προσωπικού*: η εκπαίδευση προσωπικού που ενσωματώνει τον αειφορικό τουρισμό στις εργασιακές πρακτικές μαζί με την πρόσληψη εντόπιου προσωπικού σε όλα τα επίπεδα βελτιώνει την ποιότητα του τουριστικού προϊόντος.

9. *Υπεύθυνο τουριστικό μάρκετινγκ*: να ενθαρρυνθούν οι τουρίστες να ταξιδέψουν εκτός περιόδων αιχμής ώστε να μειωθούν οι αριθμοί των τουριστών, τότε που τα οικοσυστήματα είναι πιο ανθεκτικά. Το μάρκετινγκ που δίνει πλήρεις και υπεύθυνες πληροφορίες στους τουρίστες, αυξάνει το σεβασμό για το φυσικό, κοινωνικό και πολιτιστικό περιβάλλον στις χώρες προορισμού και αυξάνει την ικανοποίηση των πελατών.

10. *Διεξαγωγή έρευνας*: η συνεχής παρακολούθηση από την τουριστική βιομηχανία, η συλλογή δεδομένων και ανάλυση τους, είναι απαραίτητη συνθήκη για την επίλυση προβλημάτων ώστε να ωφεληθούν οι προορισμοί, η τουριστική βιομηχανία και οι καταναλωτές.

11. *Καλύτερη πληροφόρηση*: να δίνονται πληροφορίες για τον τόπο προορισμού στους τουρίστες πριν το ταξίδι αλλά και στον τόπο προορισμού (π.χ. με κέντρα πληροφόρησης επισκεπτών).

Το οδικό δίκτυο είναι ένα έργο υποδομής, ικανό να συμβάλει ουσιαστικά στην αειφόρο ανάπτυξη και αξιοποίηση των ορεινών περιοχών. Κομμάτι της αειφόρου ανάπτυξης είναι και ο αειφόρος τουρισμός. Οι κατασκευές οι οποίες γίνονται ή οι τυχόν βελτιώσεις τους, οφείλουν να ακολουθούν κριτήρια που είναι αναγκαία και ικανά για να διαφυλάξουν το περιβάλλον και τη βιώσιμη ανάπτυξη της περιοχής. Είναι αναγκαίο να υπάρχει έλεγχος συμβατότητας του τεχνικού έργου με το φυσικό περιβάλλον (Στεργιάδου κ.ά. 2003).

Το δασικό οδικό δίκτυο ως βασικό έργο σύνδεσης πρέπει να μελετηθεί

επισταμένα πριν την κατασκευή του ή την πιθανή βελτίωσή του, γιατί είναι ένα έργο επέμβασης του ανθρώπου στα φυσικά οικοσυστήματα και επιφέρει μεγάλες αλλαγές στη μορφή και στη λειτουργία της φύσης, οι οποίες μπορούν να μεγεθυνθούν ή να ελαχιστοποιηθούν ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής (Στεργιάδης 2000).

Μία δασική περιοχή αναπτύσσεται οικονομικά και γίνεται εκμεταλλεύσιμο μόνο με ένα καλό οδικό δίκτυο. Η διάνοιξη των δασών και δασικών περιοχών μέχρι πριν μερικά χρόνια γινόταν με τα μηχανήματα της κάθε εποχής και με καθαρά τεχνικοοικονομικά κριτήρια. Τα τελευταία χρόνια και μετά από παγκόσμια πίεση για την υποβάθμιση του περιβάλλοντος αναγκάστηκε οι χώρες να επιβάλουν νόμους για την προστασία του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με αυτούς τους νόμους θα πρέπει πριν την κατασκευή οποιοδήποτε έργου να γίνεται μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων όπου θα φαίνονται οι επιπτώσεις κατά τη διάρκεια κατασκευής και κατά τη χρήση του έργου.

Η οικονομική αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι δύσκολη γιατί δεν μπορούν να αποτιμηθούν οικονομικά με ακρίβεια οι επιμέρους παράγοντες οι οποίοι σε πολλές περιπτώσεις είναι ποιοτικοί και σε πολλές περιπτώσεις οι καταστάσεις που δημιουργούνται μπορεί να είναι μόνιμες ή προσωρινές, μπορεί να έχουν διάφορες επιρροές κατά την κατασκευή, την αποκατάσταση - συντήρηση και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας (Τσώχος 1997).

Με τη βελτίωση ενός δασικού δρόμου επιτυγχάνονται οι εξής σκοποί:

1. Η ομαλή και ασφαλής κυκλοφορία των οχημάτων όλες τις εποχές του χρόνου. Έτσι θα αντιμετωπιστούν οι περιπτώσεις διακοπής της συγκοινωνίας λόγω απρόβλεπτων γεγονότων (καταπτώσεις, κατολισθήσεις κ.ά.), μεταξύ των κατοίκων γειτονικών περιοχών, θα εξυπηρετούνται καλύτερα οι πολλαπλοί σκοποί της δασοπονίας (εκμετάλλευση, αναδασώσεις, χώροι αναψυχής κ.ά.) και ο τουρισμός.

2. Καλύτερη επιτήρηση, αντιτυρική προστασία και γενικότερα προστασία από παράνομες υλοτομίες και λαθροθηρία των δασών.

3. Μείωση του κόστους μετατόπισης και μεταφοράς του ξύλου, η οποία συμβάλλει αντίστοιχα στον περιορισμό των συνολικών εξόδων παραγωγής, με παράλληλη δυνατότητα διαμόρφωσης και μεταφοράς ξυλείας μεγαλύτερων διαστάσεων η οποία εξυπηρετεί την αποδοτικότερη αξιοποίηση της ξυλοπαραγωγής.

Όλα τα παραπάνω αποτελούν στοιχεία ενός αειφόρου αναπτυξιακού χωροταξικού σχεδιασμού. Η έννοια του χωροταξικού σχεδιασμού στη χώ-

ρας μας, κατοχυρώνεται νομικά για πρώτη φορά με το άρθρο 24 (παρ. 2) του Συντάγματος του 1975 και μαζί με τις διατάξεις (των παρ. 1 και 6) που αφορούν στο φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον αποτελούν το συνταγματικό πλαίσιο άσκησης της χωροταξικής πολιτικής. Μελέτες τοπικής ανάπτυξης ιδιαίτερα των ορεινών δασικών περιοχών είναι περιορισμένες και σπάνια ολοκληρωμένες στα πλαίσια ενός χωροταξικού σχεδιασμού που θα διασφαλίζει τον ζωτικό χώρο με τη βοήθεια ενός οργανικού και ελαστικού σχεδίου χρήσεως γης (Δούκας 2004).

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης στο περιβάλλον (φυσικό, ανθρώπινο, τεχνητό, πολιτιστικό και θεσμικό) από την τουριστική ανάπτυξη μίας δασικής περιοχής και τη βελτίωση ενός δικτύου δασικών δρόμων, που για διάφορους λόγους, δεν είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες των χρηστών του, ως αντικείμενα τοπικού αναπτυξιακού σχεδιασμού με τη βοήθεια μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Υλικά και Μέθοδος

Περιοχή έρευνας

Το συνιδιόκτητο δάσος Κατούνας βρίσκεται στο Νομό Καρδίτσας στη Νότια Πίνδο και εκτείνεται σε υψόμετρο από 880 μέχρι 1835 m. Εξαπλώνεται στις πλαγιές της κορυφογραμμής «Μπότσος - Σημείο - Τούρλα - Καυκιά» και αποτελεί τμήμα του ορεινού όγκου των Αγράφων. Το παραπάνω δάσος περικλείεται μεταξύ των γεωγραφικών συντεταγμένων: γεωγραφικό πλάτος: από 39° 23' μέχρι 39° 26' και γεωγραφικό μήκος: από 21° 24' μέχρι 21° 28', με βάση το διερχόμενο από την Αθήνα μεσημβρινό. Βρίσκεται Δ της πόλης της Καρδίτσας, ΒΔ της κομόπολης της Πύλης και της πόλης των Τρικάλων σε απόσταση 51, 36 και 54 km περίπου, αντίστοιχα. Ο χρόνος προσέγγισής του ποικίλλει από 20' έως 1 ώρα και 30'.

Η έκταση του δάσους είναι 719 Ha και διακρίνονται οι ακόλουθες χρήσεις γης:

1. Δασοσκεπείς εκτάσεις	365,25 Ha	50,80 %
2. Μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις	132,51 Ha	18,43 %
3. Θαμνότοποι – Βοσκότοποι	175,29 Ha	24,38 %
4. Γυμνές εκτάσεις	16,54 Ha	2,30 %
5. Γεωργικές καλλιέργειες	29,41 Ha	4,09 %

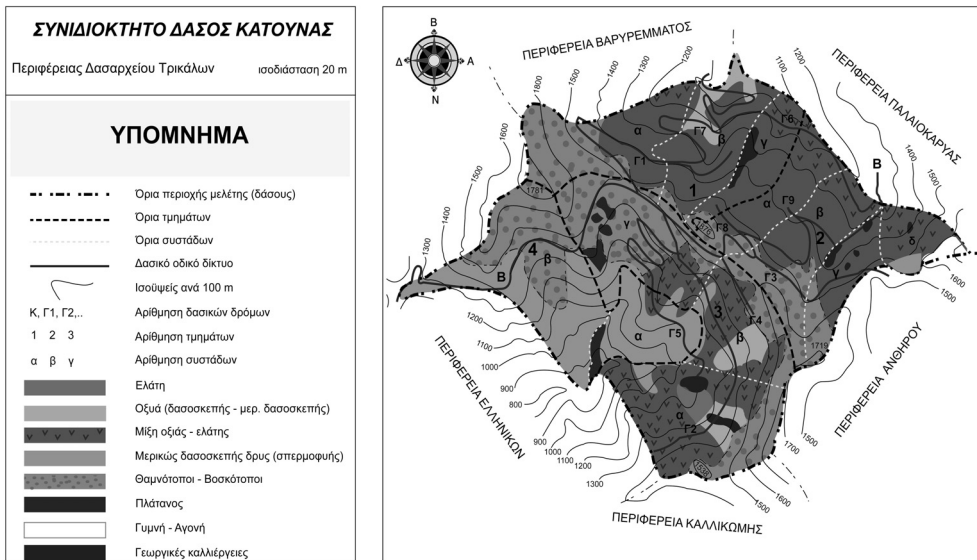
Το Σ. Δ. Κατούνας συνορεύει:

Ανατολικά: περιφέρεια Αθηναίου Μουζακίου και Παλαιοκαρυάς Τρικάλων.

Δυτικά: περιφέρεια Ελληνικών Μουζακίου και Βαλκάνου Τρικάλων.
 Βόρεια: περιφέρεια Βαθουρέματος και Παλαιοκαρυάς Τρικάλων.
 Νότια: περιφέρεια Ελληνικών και Καλλικώμης Μουζακίου.

Μεθοδολογία

Στην Ελλάδα, η κατασκευή δασοτεχνικών έργων, αλλά και οποιωνδήποτε αναπτυξιακών τεχνικών έργων, υπόκειται στην εκ των προτέρων έγκριση μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων σύμφωνα με το κοινοτικό κεκτημένο. Οι μελέτες αυτές καλύπτουν όλη τη διαδικασία μέχρι την κατασκευή του έργου: από την περιβαλλοντική μελέτη για την έγκριση της χωροθέτησης, όπου θα πρέπει να αναπτυχθούν εναλλακτικές λύσεις χωροθέτησης του έργου οι οποίες θα μελετηθούν συγκριτικά για να επιλεγεί η χωροθέτηση με τις λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον, μέχρι την περιβαλλοντική μελέτη για τις επιπτώσεις στη φάση της κατασκευής και βέβαια την περιβαλλοντική μελέτη για τις επιπτώσεις κατά τη λειτουργία του έργου.



Σχήμα 1. Περιοχή έρευνας.

Πριν γίνει οποιαδήποτε εκτίμηση για τις επιπτώσεις του έργου στο περιβάλλον, είναι απαραίτητο να προηγηθεί μια εκτίμηση για τις τάσεις εξέλιξης του περιβάλλοντος στην ευρύτερη περιοχή χωρίς την ύπαρξη του έργου στο μέλλον. Πρόκειται για μια εκτίμηση που στηρίζεται στα δεδομένα της

κάθε περιοχής (πληθυσμοί, οικοσυστήματα, δομημένο περιβάλλον, υποδομές, παραγωγικοί τομείς, χρήσεις γης κ.λπ.) καθώς και σε αναπτυξιακές μελέτες και πολιτικές. Η εκτίμηση αυτή θα χρησιμοποιηθεί ως βάση αναφοράς για τις συγκρίσεις των μεταβολών που θα προκαλέσει το έργο στο περιβάλλον της περιοχής σήμερα και στο μέλλον. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την κατασκευή και τη λειτουργία ενός έργου υπάγονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: τις επιπτώσεις στις μη-βιοτικές (ή αβιοτικές) παραμέτρους, τις επιπτώσεις στις βιοτικές παραμέτρους και τις επιπτώσεις στο ανθρωπογενές περιβάλλον. Ένας συνοπτικός ενδεικτικός κατάλογος των βασικών παραμέτρων που επηρεάζονται από τα έργα είναι:

Μη - βιοτικές παράμετροι: Κλιματικοί παράμετροι [ατμόσφαιρα, διάφορες μορφές ρύπανσης (π.χ. θόρυβος, φωτορύπανση, οσμές, τοξικά / επικίνδυνα απόβλητα κ. ά.)], ορεογραφικοί παράμετροι (Μορφολογία περιοχής, θέση, χαρακτηριστικά του τοπίου – αισθητική) και εδαφικοί παράμετροι (γεωλογικά και εδαφολογικά χαρακτηριστικά).

Βιοτικές παράμετροι: *Φυσικό περιβάλλον.* Εδώ γίνεται μια σφαιρική συνθετική αξιολόγηση όλων των παραμέτρων που αλληλεπιδρούν και επηρεάζουν σε σημαντικό ή υπολογίσιμο βαθμό το οικοσύστημα και τη βιοποικιλότητα της περιοχής. Γίνεται ανάλυση του τοπικού οικοσυστήματος (χερσαίου, υδάτινου), και συνεκτιμώνται οι επιδράσεις από το έργο τόσο στη φάση της κατασκευής όσο και στη λειτουργία του. Στόχος είναι η επιλογή της βέλτιστης χωροθέτησης και σχεδιασμού του έργου, ώστε να περιοριστεί κατά το δυνατό η υποβάθμιση του τοπικού οικοσυστήματος.

Ανθρωπογενές περιβάλλον. Οι μεταβολές που προκαλεί ένα έργο στο ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής είναι ποικίλες και μεταβάλλονται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής. Συνοπτικά, οι κύριες παράμετροι που επηρεάζονται, σε βαθμό που εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες, είναι οι ακόλουθες:

Χρήσεις γης - δομημένο περιβάλλον. Η προσπάθεια είναι να ενσωματωθεί το έργο στη χωρική δομή της περιοχής.

Ιστορικό-πολιτιστικό περιβάλλον. Εντοπίζονται και αξιολογούνται οι επιπτώσεις σε αρχαιολογικούς χώρους και ιστορικά μνημεία της περιοχής.

Κοινωνικό-οικονομικό περιβάλλον. Συνεκτιμούνται τα οφέλη (έμμεσα ή άμεσα) από τη λειτουργία του έργου στην τοπική οικονομία και κοινωνία μαζί με τις πιθανές αρνητικές κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις από την ύπαρξη του έργου.

Υποδομές. Αξιολογούνται οι επιπτώσεις που θα έχει το έργο στις υποδομές: π.χ. στα δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης, στη διαχείριση των

σκουπιδιών κ.λπ.

Δεν αρκεί μόνο να καταγραφούν και να αναλυθούν οι επιπτώσεις από τα έργα στο περιβάλλον. Κάθε μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων πρέπει να περιλαμβάνει και αναλυτική περιγραφή συστήματος παρακολούθησης της καθεμιάς από τις παραμέτρους αυτές κατά τη λειτουργία του έργου, θέτοντας επιτρεπτά όρια επηρεασμού, έτσι ώστε να μπορούν να προληφθούν ανεπιθύμητες εξελίξεις.

Κάθε αναπτυξιακό πρόγραμμα αντιμετωπίζει τις ιδιαιτερότητες της αναπτυξιακής φυσιογνωμίας της εκάστοτε περιοχής για την οποία συντάσσεται και άρα στα πλαίσια της διατήρησης της συμβατότητας με το περιβάλλον για την ανάπτυξη των ορεινών δασικών περιοχών κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη ενός οργανικού και ελαστικού σχεδίου χρήσεων γης, έτσι ώστε μέσω αυτού να επιτυγχάνεται η κατοχύρωση ή εξασφάλιση των δασών και δασικών εκτάσεων, της παραγωγικής γης, της υδάτινης οικονομίας και της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Η κατασκευή των έργων έχει άμεση ή έμμεση επίδραση στο περιβάλλον (φυσικό, ανθρώπινο, τεχνητό, πολιτιστικό και θεσμικό). Τα αναπτυξιακά έργα σε μια τοποθεσία χρησιμοποιούν (αρνητική επίπτωση) ή εμπλουτίζουν (θετική επίπτωση) ορισμένα από τα περιβαλλοντικά αγαθά της.

Για να μπορέσουμε να έχουμε μία αντικειμενική άποψη των επιπτώσεων από τη χάραξη και την κατασκευή των δασικών δρόμων, πρέπει να βρούμε πρώτα τα κριτήρια που τις επηρεάζουν και στη συνέχεια να αξιολογήσουμε με αντικειμενική βαθμολογία τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και μετά να αποφασίσουμε κατά πόσο το έργο, που θα κατασκευάσουμε, είναι συμβατό με το περιβάλλον και αν χρειάζεται βελτίωση. Για τους ήδη υπάρχοντες δρόμους μπορεί να γίνει αξιολόγηση των επιπτώσεων της κατασκευής τους στο περιβάλλον και μετά να αποφασίσουμε κατά πόσο οι δρόμοι, που ήδη κατασκευάστηκαν, είναι συμβατοί με το περιβάλλον ή χρειάζονται βελτίωση.

Τα κριτήρια τα οποία λαμβάνονται για την συμβατότητα των δασικών δρόμων είναι τα κριτήρια της απορροφητικότητας και τα κριτήρια της έντασης. Τα κριτήρια της κατασκευής είναι: Τα μηχανήματα κατασκευής, τα υλικά κατασκευής, η αναχλόαση των πρανών, τα τεχνικά έργα, αποστράγγιση, παροχέτευση (Becker 1995). Βάση των αποτελεσμάτων των κριτηρίων της έντασης και της απορροφητικότητας υπολογίζεται ο συντελεστής συμβατότητας του κάθε δρόμου (Giannoulas et al. 2001).

Για τη βαθμολογία των κριτηρίων χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες της περιοχής, ορθοφωτογραφίες της περιοχής σε ψηφιακή μορφή, διαχει-

ριστικό σχέδιο, δασοπονικός χάρτης του συμπλέγματος και γεωλογικός χάρτης. Για τις επιτόπιες μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν πυξίδα, κλισίμετρο, μετροταινία (Watts and Halliwer 1996).

Αποτελέσματα

Για να καταστεί εφικτή η κατάρτιση ενός αναπτυξιακού χωροταξικού προγράμματος χρειάζεται να ορισθεί η περιοχή για την οποία πρόκειται να καταρτισθεί το πρόγραμμα καθορίζοντας *τη γεωγραφική θέση, τα όρια και την έκταση της υπό μελέτη περιοχής*. Για την παρούσα μελέτη όλα αυτά καθορίστηκαν στην παράγραφο 2.1. της παρούσης εργασίας.

Για να μπορέσει να αντιμετωπίσει τις ιδιαιτερότητες της αναπτυξιακής φυσιογνωμίας της εκάστοτε περιοχής, για την οποία συντάσσεται το πρόγραμμα, χρειάζεται να γίνει *καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του φυσικού ή οικολογικού περιβάλλοντος*, σύμφωνα με την κλίμακα των τοπικών παραγωγικών δυνατοτήτων και τη διασύνδεση με την περιφερειακή αγορά.

Το κλίμα της υπό μελέτη περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεταβατικό, από το μεσογειακό προς το ηπειρωτικό και όσο ανεβαίνουμε γίνεται ορεινό μεσογειακό και πλησιάζει προς το κλίμα της Κεντρικής Ευρώπης.

Από το γεωλογικό χάρτη της Ελλάδας, φαίνεται ότι η υπό μελέτη περιοχή ανήκει στη ζώνη Ολονού – Πίνδου και περιλαμβάνει σχηματισμούς αυτής της γεωτεκτονικής ζώνης που δημιουργήθηκαν κατά το τέλος του Ιουρασικού. Τα πετρώματα που συναντούνται είναι στα χαμηλότερα αργιλικός ψαμμιτικός φλύσχη (κερατόλιθοι) και στα ανώτερα σκληροί ασβεστόλιθοι.

Η μορφολογία της περιοχής χαρακτηρίζεται από απότομες κορυφές, απότομες πλαγιές, αποστρογγυλωμένες κορυφές, επάνω, μέσο και κάτω μέρος κλιτύων, γεγονός που ενισχύει τα έντονα προβλήματα κατολισθήσεων από τις πρώτες κιάλας φθινοπωρινές βροχές. Γενικά το βάθος του εδάφους χαρακτηρίζεται αβαθές έως βραχώδες κατά θέσεις. Επίσης παρουσιάζονται προβλήματα διάβρωσης των εδαφών εξαιτίας της παρουσίας του φλύσχη. Από πλευράς διάβρωσης του εδάφους παρατηρούνται χαραδρώσεις από μέτριες έως έντονες κατά περιοχές. Οι εγκάρσιες κλίσεις κυμαίνονται από μέτριες έως απότομες. Οι εκθέσεις προς τον ορίζοντα ποικίλλουν. Η περιοχή παρουσιάζει μέτρια σεισμικότητα.

Η περιοχή στο σύνολό της δέχεται μεγάλες ποσότητες νερού κάθε χρόνο τροφοδοτώντας τον ποταμό Αχελώο.

Στην περιοχή έρευνας διακρίνουμε υδάτινα οικοσυστήματα που αποτελούνται από τα ρέματα, και χερσαία που αποτελούνται από τα δασικά και

τα ανθρωπογενή. Τα δάση καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής, με γενικά πολύ καλή ποιότητα συστάδων. Τα ανθρωπογενή οικοσυστήματα, που περιλαμβάνουν τις αγροτικές εκτάσεις και τους οικισμούς, χαρακτηρίζονται από ήπιες δραστηριότητες.

Οι ζώνες βλάστησης που συναντούμε είναι οι παρακάτω:

- Οξιάς - ελάτης και ορεινών παραμεσογειών κωνοφόρων (Fagetalia) (ορεινή υπαλπική), στην υποζώνη του Fagion moesiaca και στον αυξητικό χώρο Abieti-Fagetum moesiaca.

Την έκταση αυτή, που είναι και η μεγαλύτερη, καταλαμβάνει η φυτοκοινωνική ένωση της οξιάς, με χαρακτηριστικό είδος τη δασική οξιά (*Fagus sylvatica*), ενώ στα μέσα υψόμετρα και σ' όλες τις εκθέσεις απαντάται η φυτοκοινωνική ένωση της ελάτης σε μίξη με την οξιά και με χαρακτηριστικό είδος την υβριδογενή ελάτη (*Abies borissii regis*).

- Εξωδασική ζώνη υψηλών ορέων (Astragalo - Acantholimonetalia) και στην υποζώνη Astragalo - Daphnion.

Στην έκταση αυτή εμφανίζεται θαμνώδης και ποώδης βλάστηση, η οποία έχει υποβαθμιστεί εξαιτίας της έντονης βόσκησης. Τη συναντούμε πάνω από τα δασόρια και σ' όλες τις εκθέσεις.

- Παραμεσογειακή ζώνη (*Quercetalia pubescentis*) (λοφώδης, υποορεινή), στην υποζώνη των ξηρόφιλων φυλλοβόλων δασών και στον αυξητικό χώρο *Quercetum confertae*.

Στην έκταση αυτή επικρατούν οι φυτοκοινωνικές ενώσεις της δρυός (*Quercus*) με χαρακτηριστικό είδος την ευθύφλοια δρυ (*Q. cerris*, *Q. sessiliflora*, *Q. conferta*). Έχει όμως υποβαθμιστεί σε μεγάλο βαθμό λόγω της υπερβόσκησης και τη συναντούμε στα χαμηλά υψόμετρα του δάσους και στις νότιες εκθέσεις.

Από την ποώδη βλάστηση ξεχωρίζουν τα είδη φτέρη, τσουκνίδα, αγριοφράουλα, ρίγανη, από τη θαμνώδη βλάστηση τα είδη βάτος, αγριοτριανταφυλλιά κ.λπ., από τα αναρριχητικά ο κισσός και από τα παράσιτα ο ιξός.

Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι η βιοποικιλότητά της. Ο μεγάλος αριθμός οικοτόπων προσφέρει μία εξαιρετικά πλούσια πανίδα σε ποσότητα και ποιότητα. Τα είδη που συναντάμε είναι:

- Πουλιά με μόνιμη παρουσία: όρνιο, γύπας, αετός, πέρδικα, γεράκι.

- Θηλαστικά: ελάφι, ζαρκάδι, καφέ αρκούδα, αλεπού, λύκος, αγριογούρουνο, κουνάβι, ασβός, σκαντζόχοιρος, νυφίτσα, λαγός, σκίουρος, νυχτερίδα.

- Ερπετά: σαύρες, φίδια (οχιά).

- Αμφίβια: βάτραχος, νερόφιδο.

Το φυσικό τοπίο της περιοχής παρουσιάζει υψηλή αισθητική ποιότητα και προκαλεί αισθητική απόλαυση στους επισκέπτες. Τα φυσιογραφικά στοιχεία της περιοχής (ανάγλυφο, μορφολογία, βλάστηση και υδάτινοι σχηματισμοί) προσδίδουν την αξία του τοπίου.

Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του ανθρώπινου περιβάλλοντος.

Η περιοχή μελέτης υπάγεται διοικητικά στο Νομό Καρδίτσας και βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του. Οι οικισμοί που εκτείνονται στην ευρύτερη περιοχή μελέτης είναι οι παρακάτω: Ανθηρό, Παλαιοκαρυά, Βαθύρευμα, Βαλκάνο, Ελληνικά και Καλλικώμη.

Σε γενικές γραμμές στα παραπάνω Δ.Δ. παρουσιάζεται κατά κύριο λόγο μείωση του πληθυσμού, ενώ μόνο κατά τη θερινή περίοδο ο πληθυσμός αυξάνεται σημαντικά. Με βάση τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι, τα χαρακτηριστικά της φυσικής κίνησης του πληθυσμού στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, είναι χαρακτηριστικά ενός σαφώς γερασμένου πληθυσμού.

Ο πληθυσμός απασχολείται με τον πρωτογενή τομέα: γεωργία, κτηνοτροφία, αλιεία, δάση και θήρα. Η πολυαπασχόληση είναι συνηθισμένη και δεν εξασφαλίζει πάντοτε επαρκές εισόδημα.

Στην περιοχή διενεργείται προγραμματισμένη εκμετάλλευση των δασών που έχουν παραγωγή τεχνικής, καύσιμης και βιομηχανικής ξυλείας. Η τουριστική κίνηση που διαμορφώνεται σήμερα προς την περιοχή κυρίως κατά την καλοκαιρινή περίοδο, έχει τον χαρακτήρα του «εσωτερικού» και ελάχιστα του «αλλοδαπού τουρισμού» με κριτήριο την προέλευση των τουριστών παραθεριστών.

Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του τεχνητού περιβάλλοντος.

Όσον αφορά την κατάσταση της υπάρχουσας διάνοιξης και δασικής οδοποιίας, αυτή μπορεί να χαρακτηριστεί ικανοποιητική. Οι κτιριακές εγκαταστάσεις και τα δίκτυα παροχών χαρακτηρίζονται από μέτρια έως ανύπαρκτα γιατί δεν έγιναν αξιόλογες και σχεδιασμένες προσπάθειες για την ανάπτυξη της περιοχής.

Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του πολιτιστικού περιβάλλοντος.

Τοπικοί οικισμοί με λαογραφική αξία δεν υπάρχουν στην περιοχή.

Δυνατότητες και προοπτικές ανάπτυξης – στόχοι.

Τα τελευταία χρόνια εμφανίζεται μια κόπωση των τουριστών από την κλασική μορφή τουρισμού. Κατ' αρχήν ο επισκέπτης γίνεται πιο απαιτητικός ως προς το επίπεδο των υπηρεσιών. Ενδέχεται, λοιπόν, οι περιοχές προσκολλημένες στο τουριστικό μοντέλο «Θάλασσα – Ήλιος – Αμμουδιά», χωρίς υψηλά επίπεδα υποδομών και παρεχόμενων υπηρεσιών να παρουσιάσουν πτώση της ζήτησης.

Οι απαιτήσεις όμως των τουριστών για νέες μορφές αναψυχής με περισσότερες και πιο αυθεντικές εμπειρίες, μακριά από εμπορευματοποιημένες περιοχές, με ένα πιο εκλεπτυσμένο τρόπο, συνεπικουρούν για την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση σε θέματα περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα παρορμάζεται μετάβαση από το μοντέλο παθητικού τουρισμού σε ένα πιο ενεργητικό. Η ιδιαίτερη αξία της περιοχής και η δυνατότητα τουριστικής ανάπτυξης της δεν έγιναν αντιληπτά γρήγορα, με αποτέλεσμα να περάσουν πολλά χρόνια χωρίς να γίνει τίποτε ουσιαστικό προς την αξιοποίησή της.

Όλο το δίκτυο έχει ανάγκη βελτίωσης με σκοπό την ασφαλή κυκλοφορία των οχημάτων, την προστασία, την καλύτερη αξιοποίηση των δασών και την τουριστική αξιοποίηση της περιοχής. Γενικά η περιοχή αν και μέχρι σήμερα είχε περιορισμένη προβολή, έχει αποκτήσει σημαντική φήμη για το τοπίο της, που αναγνωρίζεται ως εξαιρετικής ομορφιάς.

Οι στόχοι του έργου αυτού είναι:

- Ομαλή και ασφαλή κυκλοφορία των οχημάτων όλες τις εποχές του χρόνου και επιπλέον θα αντιμετωπιστούν οι περιπτώσεις διακοπής της συγκοινωνίας λόγω απρόβλεπτων γεγονότων (καταπτώσεις, κατολισθήσεις κ.ά.), για την εξυπηρέτηση της δασοπονίας πολλαπλών σκοπών (εκμετάλλευση, αναδασώσεις, χώροι αναψυχής κ.ά.)

- Καλύτερη επιτήρηση, αντιπυρική προστασία και γενικότερα προστασία από παράνομες υλοτομίες και λαθροθηρία του συνιδιόκτητου δάσους της Κατούνας.

- Ασφαλής και γρήγορη διακίνηση των δημοτών των γύρω Δ. Δ. Βαλκάνου, Μοσχοφύτου, Πολυνερίου, Ελληνικών και Καλλικώμης με τα Στουρναρέικα

- Μείωση του κόστους μετατόπισης και μεταφοράς του ξύλου, η οποία συμβάλλει αντίστοιχα στον περιορισμό των συνολικών εξόδων παραγωγής .

- Δυνατότητα διαμόρφωσης και μεταφοράς μεγαλύτερων διαστάσεων ξύλων η οποία εξυπηρετεί την αποδοτικότερη αξιοποίηση της ξυλοπαραγωγής.

Προτάσεις έργων - χρήσεις γης.

Προτείνεται η αναβάθμιση του οδικού δικτύου της περιοχής και στα πλαίσια της διατήρησης της συμβατότητας με το περιβάλλον για την ανάπτυξη της περιοχής κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη ενός οργανικού και ελαστικού σχεδίου χρήσεων γης, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

Προτάσεις για τον τουρισμό:

- Κατασκευή παραθεριστικών κατοικιών σε χωροταξικά σωστά επιλεγμένους χώρους.

- Παράλληλη δημιουργία αθλητικού κέντρου.
- Βελτίωση πρόσβασης από Τρίκαλα και Καρδίτσα.

Προτάσεις για τα δάση – γεωργία:

- Διαμόρφωση χώρων αναψυχής.
- Διαμόρφωση και προστασία 3.340 στρεμμάτων του δάσους που χαρακτηρίστηκαν ως καταφύγιο άγριας ζωής.
- Ίδρυση εργαστηρίου λαϊκής τέχνης.
- Περιβαλλοντική αναβάθμιση του οδικού δασικού δικτύου.
- Βελτίωση της μορφής του δάσους, αναγωγή και καλλιέργειά του για την ποιοτική βελτίωση του ξυλαποθέματος.
- Αναδάσωσης με την εισαγωγή κωνοφόρων.
- Δημιουργία κυνηγητικής ελεγχόμενης περιοχής και εκτροφείου θηραμάτων.
- Μετατόπιση των δασικών προϊόντων από το δασικό συνεταιρισμό και διάθεσή των προϊόντων στο δασόδρομο για καλύτερη απασχόληση των κατοίκων της ευρύτερης περιοχής.
- Ανάπτυξη βιολογικών καλλιεργειών για την αύξηση του εισοδήματος των κατοίκων και την υποστήριξη του τουρισμού.

Προτάσεις για την κτηνοτροφία:

Από το 1997, όλοι οι βοσκότοποι εντάχθηκαν σ' ένα επιδοτούμενο από την Ε.Ο.Κ. πρόγραμμα και σύμφωνα με το «Σχέδιο μακροχρόνιας παύσης εκμετάλλευσης και δημιουργίας – διαχείρισης βιοτόπων» (σε εφαρμογή του Καν. 2078/92 της Ε.Ε.) που εγκρίθηκε από το Υπουργείο Γεωργίας, απαγορεύτηκε παντελώς η βόσκηση για 20 χρόνια.

Ήδη τα αποτελέσματα είναι εμφανή στα πρώτα χρόνια εφαρμογής του προγράμματος και φαίνεται ότι ο βοσκότοπος θα αναβαθμιστεί και θα τεθούν πλέον σωστές βάσεις για την ορθολογική του διαχείριση, μέσα στα πλαίσια που ορίζει η επιστήμη της Λιβαδοπονίας.

Προτείνεται η βελτίωση της υποδομής της ασκούμενης κτηνοτροφίας από νομάδες με την κατασκευή ποτίστρων και τυροκομείου για αυτάρκεια και υποστήριξη του τουρισμού.

Οικονομικοτεχνικά στοιχεία:

Κατά τη βελτίωση του δικτύου δασικών δρόμων, λήφθηκαν υπόψη το έδαφος, το ανάγλυφο, ο κυκλοφοριακός φόρτος, το περιβάλλον, καθώς και οι προδιαγραφές που ισχύουν για δρόμους Β' κατηγορίας. Οικονομικά λαμβάνονται υπόψη τα έξοδα συντήρησης και βελτίωσης δασικών δρόμων Γ' και Β' κατηγορίας. Οι σχέσεις του τουρισμού με την τοπική οικονομία είναι πολύ σημαντική παράμετρος. Ο τουρισμός λειτουργεί σε πολλές περιοχές

ως η κύρια πηγή εισοδήματος και ενίσχυσης της οικονομίας μέσα από το δίκτυο αλληλεπιδράσεων με άλλους οικονομικούς κλάδους (π.χ. κλάδος κατασκευών, μεταφορών).

Προϋπολογισμός έργων:

1.	Κόστος αναπτυξιακών έργων.	
1.1.	4 χώροι στάθμευσης αξίας	40.000 €.
1.2.	Τουριστικά καταλύματα αξίας	1,5 εκ. €.
1.3.	Καταστήματα υπαίθριας εξυπηρέτησης αξίας	20.000 €.
1.4.	Μελέτες Ζ.Ο.Ε. αξίας	500.000 €.
	Συνολικό κόστος αναπτυξιακών έργων	2,06 εκατ. €.
2.	Κόστος διάνοιξης.	
2.1.	Κόστος εργασιών βελτίωσης της διάνοιξης αξίας	450.000 €.
2.2.	Διαμόρφωση χώρων αναψυχής αξίας	150.000 €.
	Συνολικό κόστος διάνοιξης	600.000 €.
	Γενικό κόστος έργων	2,66 εκατ. €.

Μπορεί να επιτευχθεί συγχρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση κατά ένα μεγάλο ποσοστό.

Έλεγχος συμβατότητας με το περιβάλλον

Πρώτα έγινε μία αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και πιο συγκεκριμένα:

- Επιπτώσεις στο φυσικό ή οικολογικό περιβάλλον:

α. Στο έδαφος με αρνητικά αποτελέσματα όπως είναι η απώλεια παραγωγικού εδάφους και οι αποθέσεις υλικών επιχωμάτωσης και η μεταφορά και διανομή χώματος και άλλων εύκολα θρυμματιζόμενων υλικών, κατά την κατασκευή του έργου, ενώ κατά τη λειτουργία του σ' όλες τις θέσεις προσπέλασης δεν θα υπάρξουν σημαντικές αλλοιώσεις των χαρακτηριστικών του εδάφους παρόλο που αναμένεται να υπάρξει ρύπανση του εδάφους από τα υλικά. Στην υπό μελέτη περιοχή δεν υπάρχουν εξορυκτικές ή λατομικές δραστηριότητες έντονες και γενικά δεν υπάρχει κάποια συστηματική εκμετάλλευση του εδάφους και του υπεδάφους.

β. Στο ανάγλυφο κατά την κατασκευή του έργου θα έχουμε αρνητικές επιπτώσεις κατά την υλοποίηση των εκσκαφών και των επιχώσεων με την πιθανή δημιουργία κατολισθήσεων.

γ. Στα νερά οι επιπτώσεις θεωρούνται μέτριες έως ανύπαρκτες, αλλά για να μην οξυνθούν, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην αντιμετώπισή τους. Στο στάδιο της κατασκευής μπορεί να προκύψουν τοπικές αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα των επιφανειακών νερών. Ενώ στο στάδιο της λειτουργίας δεν αναμένονται αρνητικές επιπτώσεις στους υδάτινους πόρους.

δ. Στην ατμόσφαιρα με προσωρινά αρνητικά αποτελέσματα όπως είναι η αύξηση της σκόνης και των καυσαερίων λόγω των χωματουργικών και λοιπών εργασιών της κατασκευής και την κίνηση των οχημάτων που εμπλέκονται στην κατασκευή π.χ. φορτηγά, εκσκαφείς, μπουλντόζες. και με μικρή αύξηση των ατμοσφαιρικών ρύπων από την οδική κυκλοφορία στο κατ' εξοχήν φυσικό περιβάλλον της περιοχής διέλευσής του κατά τη λειτουργία του.

ε. Στη βιόσφαιρα (χλωρίδα και πανίδα) με περιορισμένες αρνητικές επιπτώσεις λόγω του περιορισμένου μεγέθους παρέμβασης κατά την κατασκευή, όπως είναι να παραβλαφθεί ή και να καταστραφεί ο χώρος διαβίωσης φυτών και ζώων και η αύξηση του θορύβου και της ρύπανσης. Κατά τη λειτουργία η πιθανότητα εμφάνισης πυρκαγιάς λόγω αύξησης των επισκεπτών στην περιοχή φαντάζει ως η πιο αρνητική επίπτωση αν και δεν αναμένονται επιπτώσεις στη χλωρίδα της περιοχής του έργου από τη λειτουργία του. Όσον αφορά την πανίδα η έκταση και η μορφή του έργου είναι τέτοια που δεν αναμένονται αλλαγές στην ποικιλία ή τον αριθμό των ειδών.

στ. Στο μικροκλίμα, λόγω των μικρών παρεμβάσεων δεν αναμένονται αρνητικά αποτελέσματα ούτε κατά την κατασκευή αλλά και ούτε κατά τη λειτουργία του έργου.

ζ. Στο ακουστικό κλίμα της περιοχής που επηρεάζεται από τις εργασίες κατά τη φάση της κατασκευής, από τη διακίνηση των φορτηγών και άλλων μηχανοκίνητων οχημάτων κατά τη λειτουργία του έργου δεν αναμένονται αρνητικές επιπτώσεις λόγω των προβλεπόμενων χαμηλών επιπέδων θορύβου.

η. Στην αισθητική του χώρου με περιορισμένα αρνητικά αποτελέσματα όπως είναι ο θόρυβος και οι δονήσεις ιδιαίτερα στη φάση της κατασκευής, αλλά και με θετικά αποτελέσματα όπως είναι η δυνατότητα απόλαυσης του τοπίου και της φύσης, εναλλαγή του τοπίου με το δρόμο ως στοιχείο του τοπίου, κατά το στάδιο της λειτουργίας.

- Επιπτώσεις στο πολιτιστικό περιβάλλον:

Επειδή στην περιοχή του έργου δεν έχει διαπιστωθεί μέχρι σήμερα η ύπαρξη μνημείων ιστορικού και αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, δεν αναμένονται αρνητικές επιπτώσεις στην πολιτιστική κληρονομιά, ούτε κατά τη διάρκεια των εργασιών πολύ περισσότερο δε κατά τη λειτουργία του.

- Επιπτώσεις στο κοινωνικοοικονομικό (ανθρώπινο και τεχνητό) περιβάλλον:

α. Στην υγεία και ασφάλεια των πολιτών, κατά την εκτέλεση του έργου δεν αναμένεται να δημιουργηθούν προβλήματα όσον αφορά την ασφάλεια

της οδικής κυκλοφορίας. Ορισμένα προβλήματα ενδέχεται να προκύψουν από τη διερχόμενη κυκλοφορία στα σημεία όπου θα κατασκευάζονται τα τεχνικά έργα. Κατά τη φάση της λειτουργίας αναμένονται αρνητικά αποτελέσματα όπως είναι ο κίνδυνος δημιουργίας κατολισθήσεων αν δε δοθεί η απαραίτητη προσοχή στην υλοποίηση των εκσκαφών και των επιχωματώσεων, ή να αυξηθούν οι πυρκαγιές μια και τα δάση γίνονται προσπελάσιμα σε μεγαλύτερη έκταση και σε περισσότερο κόσμο, αλλά και θετικά όπως είναι η βελτίωση των παρεχόμενων κυκλοφοριακών συνθηκών με την ευχέρεια κίνησης πυροσβεστικών οχημάτων και μέσων επιτήρησης του δάσους, και η δυνατότητα αναψυχής των πολιτών. Εφόσον ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα δεν αναμένονται επιπτώσεις όσον αφορά την ασφάλεια των διερχομένων.

β. Στη μετακίνηση των πολιτών με δευτερογενής επίπτωση τη μείωση της αγροτικής παραγωγής. Η ολοκλήρωση των έργων θα εξυπηρετήσει ένα μεγάλο αριθμό διερχομένων αλλά και τοπικών χρηστών εξοικονομώντας ώρες καθυστερήσεων ανθρώπων και φορτίων μειώνοντας συγχρόνως τις λειτουργικές δαπάνες.

γ. Στην οικονομική ανάπτυξη με θετικά αποτελέσματα όπως είναι η υποστήριξη της ορεινής οικονομίας με την καλύτερη λειτουργία της μετατόπισης και μεταφοράς του ξύλου, μικρή ενίσχυση της αγοράς εργασίας της περιοχής με την αύξηση της τοπικής απασχόλησης γιατί θα προσληφθούν δημότες των γειτονικών περιοχών για την κάλυψη θέσεων εργασίας, των συνθηκών εργασίας, της παραγωγικότητας της εργασίας, της στοίβαξης του ξύλου, τη βελτίωση της ποιότητας του ξύλου και την ευελιξία στη διάθεση του ξύλου, προσέγγιση και βελτίωση των βοσκοτόπων, τη μείωση του εξαγομένου συναλλάγματος, τη δυνατότητα ρευστοποίησης του ξυλαποθέματος, αύξηση της αξίας γης και του τουριστικού ρεύματος και αρνητικά όπως είναι η αύξηση του τουριστικού ρεύματος, που συχνά υποβαθμίζει το φυσικό και δομημένο περιβάλλον, που ταυτόχρονα αποτελεί την πρώτη ύλη για την ανάπτυξη.

δ. Στις υποδομές, με θετική αξιολόγηση των επιπτώσεων που θα έχει το έργο στις υποδομές: στα δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης, στη διαχείριση των σκουπιδιών κ.λπ.

- Επιπτώσεις στο θεσμικό περιβάλλον:

Στις χρήσεις γης - δομημένο περιβάλλον με αρνητικά αποτελέσματα κατά τη φάση της λειτουργίας του έργου μετά την ενσωμάτωση του στη χωρική δομή της περιοχής, όπως είναι η αλλαγή των χρήσεων γης για τουριστικές εγκαταστάσεις, ως συνεπακόλουθο της αύξησης της τουριστικής

κίνησης, πιθανή ανεπιθύμητη πρόσθετη κυκλοφορία, διαμάχες με τις κατευθυντήριες γραμμές χρήσης της γης, αλλά και θετικά όπως είναι η καλύτερη αξιοποίηση της περιοχής, η διευκόλυνση της διακίνησης προϊόντων και υλικών κατασκευής έργων, η προσφορά ευκαιριών αναψυχής, επέκταση του επαρχιακού δικτύου. Όσον αφορά τη φάση της κατασκευής δεν επιφέρει ορατή επίπτωση στο θεσμικό περιβάλλον, γιατί είναι ένα πρώιμο στάδιο δημιουργίας των αρνητικών ή θετικών επιπτώσεων.

Ο έλεγχος της συμβατότητας των έργων διάνοιξης σύμφωνα με τα κριτήρια και τη μέθοδο που εφαρμόστηκε έδειξε ότι με τις προτεινόμενες βελτιώσεις τα έργα διάνοιξης καθίστανται συνολικά συμβατά με το περιβάλλον. Στον πίνακα 1 που ακολουθεί φαίνονται οι υπό βελτίωση δρόμοι, ενώ παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά και τα έργα που προτείνονται να γίνουν. Τα έντυπα αξιολόγησης των δρόμων που αναβαθμίστηκαν ή συντηρήθηκαν δεν μπορούν να συμπεριληφθούν στην παρούσα εργασία λόγω χώρου.

Πίνακας 1. Βελτιωμένοι δρόμοι και συντελεστής συμβατότητας κάθε δασικού δρόμου.

A/a	Β' κατηγ. – Γ' κατηγ.	Συντελεστής συμβατότητας δασικού δρόμου %
1	B	75
2	Γ1	65
3	Γ2	66
4	Γ3	58
5	Γ4	73
6	Γ5	68
7	Γ6	65
8	Γ7	59
9	Γ8	60
10	Γ9	68
Συνολικό μήκος οδικού δικτύου		6.869 m + 13.974 m

1. Χωματουργικά έργα.

Κατασκευή υπόβασης από αυτούσιο υλικό σ' όλο το μήκος, κατασκευή στρώσης βάσης οδοστρωμάτων με αδρανή υλικά θραυστού λατομείου 3Α, διάστρωση αυτούσιου υλικού πάνω από το 3Α και σε ορισμένη απόσταση και εκσκαφή τάφρων στο 50% του συνολικού μήκους του υπό βελτίωση δρόμου.

2. Τεχνικά έργα.

Επισκευή κατεστραμμένου οχετού, κατασκευή τριών οχετών $D = 0,80$

m, κατασκευή πέντε οχετών $D = 1,00$ m, κατασκευή τεσσάρων τοιχίων μετόν, κατασκευή τσιμεντόστρωσης και κατασκευή οχτώ ιρλανδικών διαβάσεων.

3. Προστατευτικά έργα.

Τοποθέτηση μεταλλικού προστατευτικού κιγκλιδώματος και τοποθέτηση πινακίδων σήμανσης και κολωνάκια φθορισμού στον Β' κατηγορίας δρόμο.

4. Έργα αντιπυρικής προστασίας.

Κατασκευή δύο τσιμεντένιων υδατοδεξαμενών, κατασκευή ενός πυροφυλάκειου και τοποθέτηση αλεξικέρανου.

5. Έργα Πρασίνου.

Διάνοιξη λάκκων φύτευσης και φύτευση δενδρυλλίων.

Όσον αφορά τα αναπτυξιακά έργα:

- Το περιβαλλοντικό κόστος από τον πρόσθετο κυκλοφοριακό φόρτο είναι ίσο με τους χώρους στάθμευσης, και την απώλεια δασικής γης που θα απαιτηθεί για την κατασκευή των παραθεριστικών κατοικιών. Δηλαδή:

α. Κόστος 4 χώρων στάθμευσης $\times 10.000 = 40.000$ €.

β. Η απώλεια δασικής γης από την κατασκευή τουριστικών καταλυμάτων: $6000 \text{ m}^2 \times 5 \text{ €/m}^2 \times \text{Ανατοκισμό} = 25.300$ €.

Κόστος αποτιμώμενων σε χρήμα περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΠΚ): $900.000 + 25.300 = 925.300$ €.

Κόστος έργων (ΚΕ): 2,66 εκατ. €.

Συνολικό κόστος (ΣΚ): Κόστος έργων (ΚΕ) + Περιβαλλοντικό κόστος (ΠΚ): $2.660.000 + 925.300 = 3.585.300$ €.

Η απόσβεση του έργου θα γίνει από την λειτουργία των καταστημάτων υπαίθριας εξυπηρέτησης, των τουριστικών καταλυμάτων, τη λειτουργία εργαστηρίων λαϊκής τέχνης, τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και του πολιτιστικού επιπέδου κ.λπ. Πλην όμως όλα αυτά τα οφέλη δεν μπορούν να αποτιμηθούν σε χρήμα, οπότε άλλα εκτιμώνται σε κανονικές ή συμβατικές μονάδες και άλλα ποιοτικά.

Από την παραπάνω μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, η συνεκτίμηση ποσοτικών παραμέτρων που αποτιμώνται σε χρήμα και ποιοτικών κριτηρίων οδήγησαν στην απόφαση της εκτέλεσης των προτεινόμενων έργων υπό ορισμένες προϋποθέσεις όσον αφορά την προστασία του φυσικού και κοινωνικού περιβάλλοντος.

1. Προϋποθέσεις που αφορούν το φυσικό περιβάλλον.

α. Αναχλόαση των θέσεων που έγιναν χωματουργικές εργασίες δηλαδή τόσο για τα οικήματα, όσο και για τα έργα υποδομής (Αποχέτευση, ύδρευση).

ση, θέσεις στάθμευσης, οδικό δίκτυο).

β. Μέτρα προστασίας της άγριας πανίδας και χλωρίδας με την αποφυγή οποιασδήποτε κατασκευής στα 3.340 στρέμματα του δάσους που χαρακτηρίστηκαν ως καταφύγιο άγριας ζωής.

γ. Μέριμνα για τη συγκέντρωση και αποκομιδή των σκουπιδιών από την τουριστική περιοχή.

δ. Μέτρα κατά της ηχορρύπανσης.

2. Προϋποθέσεις που αφορούν το κοινωνικό περιβάλλον.

α. Το έργο να συνδυάζει τον αναπτυξιακό χαρακτήρα για την περιοχή μαζί με την τουριστική διάνοξη της περιοχής.

β. Προσπάθεια για διασπορά των αυτοκινήτων που παρκάρουν για αναψυχή και οικοτουρισμό για να μην υπάρξει μεγάλη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

γ. Εκλογή κατάλληλης αρχιτεκτονικής των κτηρίων που θα κατασκευασθούν, έτσι ώστε να δένουν με το περιβάλλον και η τοποθέτηση ενημερωτικών πινακίδων σε επιλεγμένες θέσεις τουριστικής σημασίας.

δ. Η υποχρεωτική κατά προτεραιότητα απασχόληση των καταγόμενων από την περιοχή στην κατασκευή και λειτουργία του έργου.

ε. Ενοικίαση των λιβαδιών κάθε 10 χρόνια αλλά με έλεγχο για να μην υποβαθμισθούν με μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων από μελετητές άσχετους με τους αναδόχους του έργου και καθορισμός ποινικής ρήτρας για την επόμενη δεκαετία σε περίπτωση πλημμελούς εφαρμογής των όρων.

Φορέας υλοποίησης της ανάπτυξης - νομικό πλαίσιο.

Επειδή δεν είναι όμως κοινωνικά αποδεκτό τις θετικές αυτές οικονομικές επιχειρήσεις να τις εκμεταλλεύονται ξένοι προς το χώρο ανάπτυξης επιχειρηματίες, γι' αυτό θα πρέπει ο τοπικός φορέας (Δήμος) να καθορίσει τους όρους και τις προϋποθέσεις μέσα στους οποίους θα κινηθεί η ιδιωτική πρωτοβουλία.

Όσον αφορά το νομικό πλαίσιο σύμφωνα με το άρθρο 24 του συντάγματος και τα άρθρα 51, 52 του νόμου 998 κατοχυρώνεται η προστασία και καθορίζονται οι προϋποθέσεις αξιοποίησης δασών για τουριστικές και αθλητικές εγκαταστάσεις.

Συμπεράσματα - Συζήτηση

Συνοπτικά τα σημαντικότερα οφέλη που αναμένονται είναι:

- εξασφάλιση ομαλής και ασφαλούς κυκλοφορίας των οχημάτων,
- καλύτερη επιτήρηση, αντιπυρική προστασία,

- ασφαλής και γρήγορη διακίνηση των δημοτών,
- βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των δασικών προϊόντων λόγω της μείωσης των μεγάλων δαπανών διακίνησης και εμπορίας τους,
- αύξηση της τουριστικής κίνησης και
- μικρή ενίσχυση της οικονομίας της περιοχής με την αύξηση της τοπικής απασχόλησης γιατί θα προσληφθούν δημότες των γειτονικών περιοχών για την κάλυψη θέσεων εργασίας.

Μία μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων περιλαμβάνει τη μελέτη των οικοσυστημάτων της περιοχής σε σχέση με την προτεινόμενη διαχείριση του περιβάλλοντος.

Οι επιπτώσεις από την εκτέλεση ενός αναπτυξιακού έργου πρέπει να εκτιμώνται στα πλαίσια μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων και να ενσωματώνονται στο κόστος κάθε έργου ως περιβαλλοντικό κόστος.

Η αποτίμηση των επιπτώσεων στο φυσικό και κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον (ανθρώπινο και τεχνητό) είναι δυνατή όταν είναι πρωτογενείς ή άμεσα αντιληπτές και μετρήσιμες. Στο πολιτιστικό και θεσμικό περιβάλλον οι αρνητικές επιπτώσεις αποδίδονται περιγραφικά και συνεκτιμώνται με τις θετικές επιπτώσεις που όμως δεν αποτιμώνται.

Κάθε αναπτυξιακό έργο πρέπει να περιέχει τα παρακάτω:

- Σύνταξη προδιαγραφών (κριτηρίων) αξιολόγησης του έργου (π.χ. οδικό δίκτυο κ. ά.) και οι φορείς υλοποίησης της μελέτης και του ελέγχου του, με σκοπό την φιλική στο περιβάλλον διάνοξη του δάσους και τη διατήρηση και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Ως υλοποιητής της κάθε μελέτης είναι ένας χωροτάκτης - Δασολόγος που έχει πάρα πολλά να προσφέρει προς την κατεύθυνση σύνδεσης του χωροταξικού σχεδιασμού με το σχεδιασμό διατήρησης και προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος στα πλαίσια της ξεχωριστής αναπτυξιακής φυσιγνωμίας της κάθε περιοχής. Ενώ ως επιβλέπων φορέας ορίζεται συνήθως η εκάστοτε Περιφέρεια.

- Αποτύπωση και εκτίμηση των τάσεων των χρήσεων γης στα πλαίσια ενός προγραμματισμένου αναπτυξιακού σχεδιασμού.

- Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων με αντικειμενικά και μετρήσιμα κριτήρια πριν την κατασκευή του έργου με βάση λίστες ελέγχου έντασης και απορροφητικότητας των επιπτώσεων.

- Συνύπαρξη δασοπονίας και ανάπτυξης, έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της ανάπτυξης εξασφαλίζοντας παράλληλα την αειφορία των καρπώσεων του δασικού περιβάλλοντος.

Η ολοκληρωμένη ανάπτυξη μπορεί να επιτευχθεί μόνο με διεπιστημονική προσέγγιση, ανάλυση, καταγραφή, παρακολούθηση και αξιοποίηση

των πραγματικών δυνάμεων και δυνατοτήτων της κάθε φορά συγκεκριμένης φυσικής και κοινωνικοοικονομικής πραγματικότητας όπως αυτές πολυδιάστατα σχετίζονται, αλληλεξαρτώνται και αλληλεπιδρούν και αυτή η προσέγγιση και μεθοδολογία θα έπρεπε να ακολουθείται στους αναπτυξιακούς σχεδιασμούς.

Ιδίως για τις ιδιαίτερα ευάλωτες και ευαίσθητες ορεινές περιοχές η ολοκληρωμένη ανάπτυξη δεν είναι μόνο ανάγκη αλλά και εφικτός στόχος. Χρειάζεται συστηματική χαρτογράφηση και παρακολούθηση των χρήσεων γης, με τη βοήθεια τεχνικών όπως η φωτοερμηνεία και η τηλεπισκόπηση σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.). Η ολοκλήρωση των δυνατοτήτων των φωτοερμηνευτικών και τηλεπισκοπικών μεθόδων και τεχνικών και των Γ.Σ.Π. για τη συγκρότηση της απαραίτητης ολοκληρωμένης υποδομής μετρητικών και ποιοτικών πληροφοριών για τις ορεινές περιοχές, μπορεί να αποτελέσει σημαντικότερο εργαλείο για τη χάραξη αξιόπιστης πολιτικής γης. Απαραίτητο συμπλήρωμα των αναπτυξιακών σχεδίων κρίνεται:

1. η σύνταξη χαρτών χρήσεων / καλύψεων γης των ορεινών περιοχών,
2. η θεματική χαρτογράφηση και παρακολούθηση των δασών και των δασικών εκτάσεων (ως προς την έκταση, τα είδη, την ποιότητα, τα μεγέθη, την κατάσταση υγείας κ.τ.λ.),
3. η διερεύνηση, απογραφή, χαρτογράφηση, και παρακολούθηση των φυσικών και ανθρώπινων διαθεσίμων και υφιστάμενων υποδομών των ορεινών περιοχών και
4. η συστηματική παρακολούθηση των μεταβολών στις χρήσεις γης των ορεινών περιοχών.

Ο όγκος και η ποιότητα των σημαντικότερων μετρητικών και ποιοτικών πληροφοριών οι οποίες μπορούν να προκύψουν από την εφαρμογή ενός τέτοιου ολοκληρωμένου συστήματος θα ήταν πολύτιμη υποδομή χάραξης πολιτικών γης στις ορεινές περιοχές, αλλά και σε ολόκληρη την ελληνική ύπαιθρο.

Η πρόκληση και το ζητούμενο είναι να μπορέσουν τα δασοτεχνικά έργα να ενταχθούν στο περιβάλλον, να σεβαστούν τον πολιτισμό και την παράδοση της κάθε περιοχής. Μπορούν να κατασκευάζονται με προσοχή, ελαχιστοποιώντας τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του τουρισμού γίνονται εμφανείς σε πολλά επίπεδα. Στο τοπικό επίπεδο, οι κοινωνίες - υποδοχής υποφέρουν από τον ανταγωνισμό για σπάνιους πόρους (γη, γλυκό νερό), από τη ρύπανση του αέρα και των νερών, από θόρυβο. Στο περιφερειακό επίπεδο, η απώλεια

βιοτόπων και βιοποικιλότητας η ρύπανση του αέρα και των νερών. Στο παγκόσμιο επίπεδο, εκπομπές ρύπων από τα οχήματα και η αποδάσωση μεγάλων περιοχών, μπορεί να συμβάλλουν στις κλιματικές αλλαγές.

Ο τουρισμός διαφέρει από τις υπόλοιπες ανθρώπινες δραστηριότητες διότι δε δημιουργεί νέα περιβαλλοντικά προβλήματα, αλλά - με τους μεγάλους αριθμούς επισκεπτών - επιδεινώνει τις ήδη υπάρχουσες πιέσεις σε κάθε περιοχή.

Οι ανεπιθύμητες συνέπειες του τουρισμού και της αναψυχής είναι ως επί το πλείστον τοπικές, και ποικίλουν ανάλογα με το είδος της περιοχής, το μέγεθος της, τον αριθμό των επισκεπτών, την εποχιακή συγκέντρωση, τον τρόπο ταξιδιού, την χρήση των πόρων, την διάθεση των απορριμμάτων, τις αναπτυξιακές πιέσεις και τον τρόπο διαχείρισης της περιοχής. Γενικές πολιτικές, περιφερειακά σχέδια και τοπικές διαχειριστικές δράσεις είναι σημαντικές για να καθορισθεί αν ο τουρισμός έχει ανεπιθύμητες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Ο τουρισμός και η αναψυχή μπορεί να απειλήσουν το περιβάλλον, εάν δεν υπάρχει σωστή διαχείριση, ενώ την ίδια στιγμή, μπορεί να επηρεαστούν από το περιβάλλον.

Δυστυχώς όμως, καμία μορφή τουρισμού δεν είναι απόλυτα φιλική προς το περιβάλλον. Ο τουρισμός από την ίδια τη φύση του, αποτελεί φορτίο για το περιβάλλον και έτσι χρειάζεται προσεκτικός σχεδιασμός και συνεχής έλεγχος. Μερικές βασικές αρχές που μπορεί να χρησιμοποιηθούν προς την κατεύθυνση του αειφορικού τουρισμού αναπτύχθηκαν στην εισαγωγή.

Συγκεκριμένες νομοθετικές πράξεις και πολιτικές δράσεις, από τις κυβερνήσεις, οργανώσεις προστασίας περιβάλλοντος, την τουριστική βιομηχανία, και τους τουρίστες, για ομαδική ή ατομική δράση για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Οι γενικές πολιτικές σχετικά με τον τουρισμό και το περιβάλλον αναπτύσσονται σε διεθνές ή εθνικό επίπεδο. Ο σχεδιασμός συνήθως γίνεται στο περιφερειακό επίπεδο, ενώ η διαχείριση είναι μάλλον εξειδικευμένη για κάθε συγκεκριμένη περιοχή.

Δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναγνωρισθούν προβληματικές ή σημαντικές επιπτώσεις, ή μπορεί να συνδυαστούν μεταξύ τους ώστε να δώσουν μια ιδέα για τη **φέρουσα ικανότητα** (η φέρουσα ικανότητα είναι ο αριθμός των τουριστών που μπορεί να υποστηρίξει ένα οικοσύστημα έπ' αόριστον, χωρίς να εξαντληθούν οι διαθέσιμοι φυσικοί πόροι) και διακρίνεται σε περιβαλλοντική / φυσική, κοινωνική και πολιτιστική, και ψυχολογική φέρουσα ικανότητα. Η ανάπτυξη τέτοιων δεικτών αποτελεί μακρο-

πρόθεσμο στόχο, σήμερα τέτοια εργαλεία βρίσκονται ακόμη σε εμβρυακό στάδιο.

Έτσι οι άνθρωποι που διαμορφώνουν πολιτικές και που ενδιαφέρονται για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του τουρισμού καθοδηγούνται από την πρακτική εμπειρία και τις πολιτικές επιλογές.

Βιβλιογραφία

- Becker, G. 1995. Walderschliessung aufdem Prüfstand. AFZ 9: 482-483.
- Doukas, K. & A. Akca. 1999. Umweltvertraeglichkeitspruefung dei der Walderschliessung in Griechenland. Allgemeine Forst und Forst und Jagdzeitung. 3: 47-53
- Δούκας, Α.-Κ. 2004. Δασικές κατασκευές και Φυσικό περιβάλλον. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Γιαχούδη.
- Giannoulas, V., K. Doukas, V. Drosos and C. Soutsas. 2001. The Environment Impact Assessment (E.I.A.) by the forest opening up in the forest complex of Down Olympus. 3rd Balkan scientific conference - Study, Conservation and Utilization of Forest Resources 2: 58 – 66.
- Στεργιάδης, Χ. 2000. Τεχνολογίες και Πρακτική Περιβαλλοντικής Προσαρμογής Γεωτεχνικών Έργων. Αντιστηρίξεις – Επιχώματα – Ορύγματα και Είσοδοι Σηράγγων. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Στεργιάδου, Α., Β. Γιαννούλας και Κ. Δούκας. 2003α. Δασικά τεχνικά έργα και βιώσιμη ανάπτυξη στην προστατευόμενη περιοχή του Εθνικού Δρυμού 'Βάλια Κάλντα'. Helleco '03: 297-306.
- Τσώχος, Γ. 1997. Περιβαλλοντική κατασκευή δρόμων. Εκδόσεις Υπηρεσία δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.
- Watts, S. and L. Halliwell. 1996. Essential Environmental Science – Methods & Techniques. Routledge, London.

Environmental zoning planning and development of mountainous forest area

V. C. Drosos, K. A. Papastavrou and C. Stamatiou

Abstract

In the past few years on the pretext of the one-dimensional financial development activity that destroys thoughtlessly the environment, gains ground, directly or indirectly, the notion that the development will either be completed, namely together financial, social, technological and cultural, in harmony and with respect of the particular natural and cultural environment, of which part is the man, or will not exist by no means. Tourism and the recreation have become one from the most important financial and social development activities around Europe. The sustainable tourism, that includes tourism and the relative infrastructures, is the one that functions in the natural potentialities of natural resources' renewal. The road network is a work of infrastructure, capable of sustainable contribution to the sustainable development and exploitation of mountainous regions. Part of the sustainable development is also the sustainable tourism. Generally speaking, the constructions being made or their possible improvements, ought to fulfil the necessary and sufficient criteria in order to protect the environment and the sustainable development of the region at any cost. The compatibility control of the technical work with the natural environment is deemed necessary. With the term "compatibility with the environment" we mean the determination, description and assessment of a work's impacts to the environment. The aim of this particular paper is the investigation of the effect on the environment (natural, human, artificial, cultural and institutional) by the tourist development of a forest region and the improvement of forest roads' network, that due to various reasons, is not able to cover the needs of its users, as objects of a local development planning with the help of environmental impacts assessment. For the achievement of this goal a terrestrial on-the-spot investigation has been performed, and advanced specialized information systems were used, such as the Geographical Information Systems. The improved road network of forest roads that resulted was also checked and it is compatible with the environment.

Keywords: Environment impact assessment, environmental criteria, environmental opening up, Geographical Information Systems, forest road network, natural environment.

Χαρακτηριστικά του κινητού πυθμένα του χειμάρρου Ζηλιανά

B. Παπαθανασίου* και Χ. Γκανάτσιος

*Α.Π.Θ., Σχολή Δασολογίας & Φυσ. Περιβάλλοντος,
Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων, Θεσ/νίκη,
E-mail: vrapatha@for.auth.gr

Περίληψη

Στο πεδινό τμήμα του χειμάρρου “Ζηλιανά”, που εκκινά από τη συμβολή των τριών κλάδων της ορεινής λεκάνης απορροής, σχηματίζεται μια ευρεία κοίτη αναμετακίνησης, μέσου πλάτους 70m περίπου, όπου λαμβάνουν χώρα έντονες διαδικασίες στερεομεταφοράς. Αποτέλεσμα του χειμαρρικού περιβάλλοντος της λεκάνης απορροής (ορεινής και πεδινής) είναι οι εμφανιζόμενες υδατοστερεοπαροχές, που αποτυπώνονται στην κοκκομετρία του κινητού πυθμένα (d_{max} , d_{50}). Εντός της πεδινής κοίτης τα φαινόμενα της κατατριβής των τεμαχίων και της πρानικής διάβρωσης μεταβάλλουν χαρακτηριστικά την κοκκομετρική διαβάθμιση των εσωτερικών αποθέσεων του χειμάρρου στην πορεία του προς τη θάλασσα, ενώ οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις (έργα διευθέτησης, εξόρυξη χαλκιού κ.λ.π.) έχουν αλλοιώσει την μορφολογία και την κοκκομετρία των αποθέσεων σε όλο σχεδόν το μήκος της πεδινής κοίτης.

Στην παρούσα εργασία αναγνωρίζονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των εσωτερικών αποθέσεων του χειμάρρου “Ζηλιανά”. Εφαρμόζοντας κατάλληλες μεθόδους δειγματοληψίας και κοκκομετρικής ανάλυσης, με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία, διερευνάται η οριζόντια και κατακόρυφη μεταβλητότητα της κοκκομετρικής διαβάθμισης του υλικού του κινητού πυθμένα και αναλύονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την κοκκομετρία των αποθέσεων και τη στερεομεταφορική λειτουργία του μελετούμενου τμήματος. Τέλος αξιολογούνται οι εφαρμοσμένες μέθοδοι δειγματοληψίας και κοκκομετρικής ανάλυσης των φερτών υλικών του χειμάρρου.

Λέξεις κλειδιά: Κινητός πυθμένας, κατατριβή, πρानική διάβρωση, κοκκομετρική ανάλυση και διαβάθμιση

Εισαγωγή – Τοποθέτηση του θέματος

Οι κινητοί πυθμένες των χειμαρρικών ρευμάτων συγκροτούνται από τα διάφορου μεγέθους φερτά υλικά, που παρασύρονται και μεταφέρονται από

τα χειμαρρικά ύδατα προς τα κατάντη (Κωτούλας 2001). Με τη στερεομεταφορική λειτουργία των χειμάρρων αναπτύσσεται μια χωρική (οριζόντια και κατακόρυφη) και χρονική μεταβλητότητα των εσωτερικών αποθέσεων.

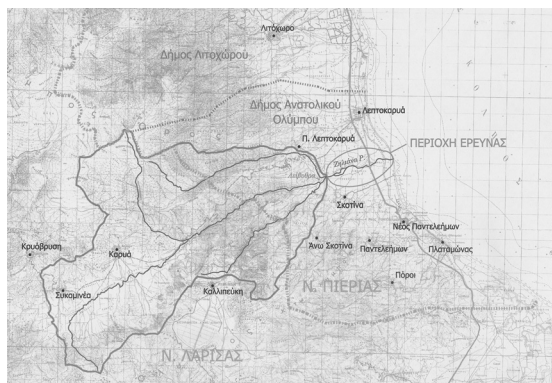
Η οριζόντια μεταβλητότητα κατά μήκος της κοίτης χαρακτηρίζεται από τη μείωση της μέσης διαμέτρου (\bar{d}), ως αποτέλεσμα της μεγαλύτερης μεταφορικής δυνατότητας του λεπτόκοκκου υλικού και της κατατριβής των τεμαχίων των φερτών υλικών (Κωτούλας 2001). Ανάλογα με τις μεταβολές της διατομής, την υφιστάμενη υδατοπαροχή, την ποσότητα και το μέγεθος των φερτών υλών διαμορφώνονται διάφορα είδη εσωτερικών αποθέσεων και σχηματισμών (Church and Jones 1982, Bunte and Abt 2001). Όσον αφορά το κατακόρυφο προφίλ του πυθμένα, τυπικά εμφανίζει μια στρωμάτωση, ένα χονδρόκοκκο (καλυπτήριο) επιφανειακό στρώμα και ένα λεπτόκοκκο (αρχικό μίγμα) από κάτω, ως αποτέλεσμα επιλεκτικής διάβρωσης ή απόθεσης (Sutherland 1987, Κωτούλας 2001). Ωστόσο η τυπική αυτή μορφή μπορεί να ανατραπεί, ιδιαίτερα σε πεδινά τμήματα χειμαρρικών ρευμάτων (Reid et al. 1998).

Για την περιγραφή των μιγμάτων του κινητού πυθμένα χρησιμοποιείται η καμπύλη της λίθο(κοκκο)κατανομής (που παρέχει το βάρος των υλικών κάθε βαθμίδας διαμέτρου) και οι χαρακτηριστικές διαμέτροι (Bunte and Abt 2001, Κωτούλας 2001). Η καμπύλη της κοκκομετρικής διαβάθμισης είναι αποτέλεσμα δειγματοληψίας και κοκκομετρικής ανάλυσης των μιγμάτων τόσο του καλυπτηρίου όσο και του αρχικού στρώματος. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των χειμαρρικών ρευμάτων (χωρική και χρονική μεταβλητότητα πυθμένα, μεγάλο εύρος μεγέθους φερτών υλών, μεταβλητότητα υδατοπαροχών) καθιστούν τη δειγματοληψία του υλικού μια πολύ σύνθετη διαδικασία (Kellerhals and Bray 1971). Η μέθοδος δειγματοληψίας εξαρτάται από το υπό μελέτη μίγμα (καλυπτήριο – αρχικό στρώμα), ενώ η ανάλυση έχει άμεση σχέση με το μέγεθος του υλικού και πραγματοποιείται τόσο στο πεδίο όσο και στο εργαστήριο (Bunte and Abt 2001).

Η πεδινή κοίτη του χειμάρρου Ζηλιάνα, όπου επικεντρώνεται η παρούσα έρευνα, εντοπίζεται στο νότιο άκρο του νομού Πιερίας της Κεντρικής Μακεδονίας (Σχ.1.1, 1.2). Αποτελεί ένα ενιαίο αυτόνομο τμήμα, στην πορεία του προς τη θάλασσα μήκους 4,91 km, χωρίς τη συμβολή άλλων κλάδων, στοιχείο που βοηθά στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την υπάρχουσα μεταβλητότητα του υλικού του κινητού πυθμένα κατά μήκος της κοίτης.



Σχήμα 1.1: Η θέση της περιοχής έρευνας στην Ελλάδα



Σχήμα 1.2: Η θέση της περιοχής έρευνας στο νομό Πιερίας και το Δήμο Ανατολικού Ολύμπου

Μεθοδολογία

Η μέθοδος έρευνας ακολούθησε τα παρακάτω βήματα:

- Μελέτη του χειμαρρικού περιβάλλοντος της πεδινής λεκάνης απορροής, διερεύνηση των συνθηκών πρόσβασης και διαβημάτιση του χειμάρρου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικά διαγράμματα της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:5.000 (φύλλα 4343.5, 4343.6 και 4343.7), καθώς και στοιχεία των χαρτών του Ι.Γ.Μ.Ε. κλίμακας 1:50.000 (φύλλο Λιτόχωρο).
- Αναγνώριση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των εσωτερικών αποθέσεων του χειμάρρου. Με βάση τις δεδομένες συνθήκες και τον αντικειμενικό σκοπό της ερευνητικής εργασίας έγινε επιλογή των κατάλληλων δειγματοληπτικών μεθόδων:
 - Για την περιγραφή της κοκκομετρίας του επιφανειακού υλικού του κινητού πυθμένα κατά μήκος της κοίτης ελήφθησαν κατά τυχαία διαστήματα 21 γραμμικά δείγματα (Σχ.2.1) (Γραμμική μέθοδος δειγματοληψίας) (Wolman 1954, Yuzyk and Winkler 1991, Diplas and Fripp 1992). Η δειγματοληπτική επιφάνεια περιελάμβανε μια ζώνη μεταβλητού πλάτους, εγκάρσια στον άξονα της κοίτης, όπου και εγκαθιστόταν κánaβος διάστασης πλευράς 1 m με τη χρήση μετροταινίας 50 m (Εικ.2.1β). Τελικά συγκεντρωνόταν δείγμα 130 – 310 τεμαχίων. Η κοκκομετρική ανάλυση γινόταν επί τόπου με τη μέτρηση των διαστάσεων (άξονες b και c) των τεμαχίων και κατά-

ταξή τους στο αντίστοιχο μέγεθος κόσκινου (κλίμακα Wentworth, Church et al. 1987). Το ελάχιστο μέγεθος καταγραφής ορίστηκε στα 4 mm (διάσταση κόσκινου).

- ο Πραγματοποιήθηκαν 9 ογκομετρικές δειγματοληψίες τόσο επί των αποθέσεων ανάντη των ουδών στο διευθετημένο τμήμα του χειμάρρου, όσο και στη φυσική κοίτη κατάντη των έργων, στον κεντρικό άξονα ροής (Σχ.2.1). Οι διαστάσεις κάθε δειγματοληπτικής επιφάνειας ορίστηκαν από τη σχέση $A_{tot} = 100 * D_{max}^2$ (Diplas and Fripp 1992), $A_{tot} \leq 2 \text{ m}^2$.

Για το επιφανειακό υλικό των 6 πρώτων δειγματοληψιών εφαρμόστηκε η χειρωνακτική δειγματοληψία επιφάνειας (Εικ.2.1_α) (Billi and Paris 1992, Church et al. 1987), η οποία περιλαμβάνει το σημάδεμα των επιφανειακών τεμαχίων με μοργιά σε μορφή σπρέι, τη συλλογή και μεταφορά τους στο εργαστήριο, όπου ακολουθεί κοκκομετρική ανάλυση.

Για το αρχικό μίγμα έγινε εκσκαφή στο ελάχιστο βάθος των $D = 2 * D_{max}$ (Diplas and Fripp 1992), ενώ η ποσότητα του δείγματος ορίστηκε από τη σχέση $m_s = 2,882 * D_{max} - 47,6$ (Church et al. 1987). Για το καλυπτήριο στρώμα των τριών (3) τελευταίων δειγματοληψιών, έγινε εκσκαφή στο μέγιστο βάθος πρόσχωσης του μεγαλύτερου τεμαχίου*.

- Για την κοκκομετρική ανάλυση των ογκομετρικών δειγμάτων ακολούθηθηκε η εξής διαδικασία:
 - ο *Ανάλυση στο πεδίο*: πραγματοποιήθηκε με τη μεταφορά στο πεδίο των 5 μεγαλύτερων κόσκινων της σειράς (διαστάσεις: 90, 62, 45, 31 και 22 mm) (Εικ.2.1_α). Μεγαλύτερο υλικό μετρίοταν με χάρακα, ενώ από το μικρότερο υλικό παίρνονταν δείγμα βάρους 30 Kg περιπίου με βάση τη σχέση $m_s = 2.650.000 * D_{max}^3$ (ISO 1977). Η ζύγιση γινόταν με ζυγό χειρός, ακρίβειας 100 g.
 - ο *Ανάλυση στο εργαστήριο* (Εικ.2.2_{αβγδεστ}): πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μηχανικού κόσκινου (“Controls”, D/421, Gilson Screen Company), ενώ μετά τη διαλογή του υλικού ακολουθούσε η ζύγιση με μηχανικό ζυγό (OHAUS, Soiltest Inc., cap 20kg, ακρίβεια 1 g).

* Η διάκριση επιφανειακού – καλυπτήριου στρώματος και η επιλογή διαφορετικής μεθόδου δειγματοληψίας οφείλεται αποκλειστικά στο έντονο βαθμό πρόσχωσης των επιφανειακών τεμαχίων των τριών (3) τελευταίων δειγματοληψιών.

Για την αφαίρεση της υγρασίας από το λεπτόκοκκο υλικό (<8mm) έγινε τεχνητή ξήρανση του δείγματος, βάρους 2 – 2,5 kg στους 90 °C για 1 – 3 h.

Η κοκκομετρική ανάλυση του υλικού όλων των δειγματοληψιών ακολούθησε την ολοκληρωμένη κλίμακα Wentworth, οπότε και έγινε χρήση του συνόλου των διαθέσιμων κόσκινων.

- Τα δεδομένα των κοκκομετρικών αναλύσεων για κάθε δείγμα συγκεντρώνονταν σε ειδικό πίνακα (Πίνακας 2.1), ενώ για την παρουσίαση των διαβαθμίσεων χρησιμοποιήθηκε η αθροιστική καμπύλη λιθο(κοκκο)μετρικής σύνθεσης με λογαριθμική κλίμακα. Ο προσδιορισμός της καθοριστικής διαμέτρου d_m έγινε με τη γραφική μέθοδο (Κωτούλας 2001)
- Διερευνήθηκε η διμορφικότητα των αρχικών μιγμάτων του κινητού πυθμένα (Sambrook Smith and others 1997), καθώς και ο βαθμός ανάπτυξης καλυπτήριου στρώματος των δειγμάτων $\Delta_{1.7} - \Delta_{1.9}$ (Parker 1980).
- Έγινε συσχέτιση της μέσης (d_{50}) και της μέγιστης διαμέτρου (d_{max}) του επιφανειακού υλικού της κοίτης με τη χιλιομετρική θέση. Εξαιρέθηκαν οι δειγματοληψίες ($\Delta_{2.2, 2.3}$) (ακραίες τιμές), ($\Delta_{2.11, 2.18}$) (ελλείπουσες τιμές) και ($\Delta_{2.15, 2.16, 2.17}$) (τμήμα διευθέτησης)

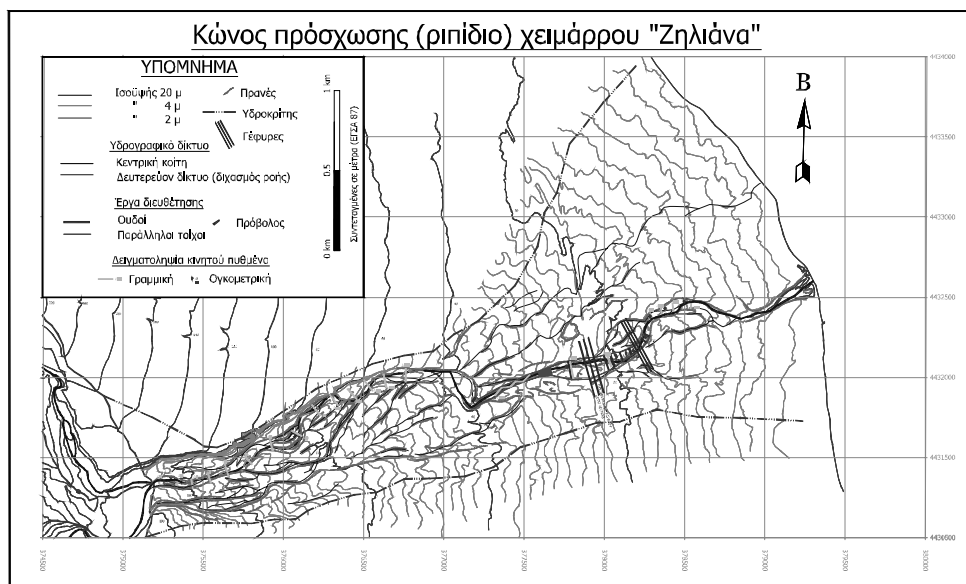
Αποτελέσματα

▪ Εσωτερικές αποθέσεις

Κατά μήκος της πεδινής κοίτης του χειμάρρου Ζηλιάνα και των αναπτυσσόμενων εσωτερικών αποθέσεων, απαντώνται τυπικοί επιφανειακοί σχηματισμοί, αποτέλεσμα της συνδυασμένης δράσης νερού και φερτών υλών. Στις Εικόνες 3.1αβγ δίνονται χαρακτηριστικές απόψεις πλευρικών αποθέσεων (α), διάμεσων αποθέσεων (β) και εγκάρσιων φραγματικών σχηματισμών (Bunte and Abt 2001).

Έντονος παρουσιάζεται ο διχασμός της ροής (Εικόνα 3.2_α), ενώ η πρανική διάβρωση είναι εμφανής σε όλο το μήκος της πεδινής κοίτης (Εικόνα 3.2_{βγ}).

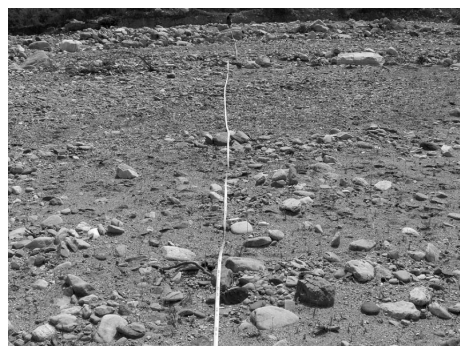
Οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις επί του κινητού πυθμένα εντοπίζονται στα πραγματοποιηθέντα τεχνικά έργα διευθέτησης, τις πλευρικές συσσωρεύσεις χονδρόκοκκου υλικού και την εξόρυξη χαλικιού ως δομικό υλικό από την κοίτη του χειμάρρου (Εικ. 3.3_{αβγ}).



Σχήμα 2.1: Το σχηματιζόμενο ριπίδιο και η πεδινή κοίτη αναμετακίνησης του χειμάρρου Ζηλιάνα. Διακρίνονται τα υπάρχοντα έργα διευθέτησης, καθώς και οι θέσεις των ογκομετρικών ($\Delta_{1,1} - \Delta_{1,9}$) και γραμμικών ($\Delta_{2,1} - \Delta_{2,21}$) δειγματοληψιών.



α.



β.

Εικόνα 2.1_{αβ}: Δειγματοληψία των εσωτερικών αποθέσεων του χειμάρρου. (α) Ογκομετρική δειγματοληψία $\Delta_{1,3}$. (β) Γραμμική δειγματοληψία $\Delta_{2,11}$

Πίνακας 2.1: Κοκκομετρική ανάλυση αρχικού μίγματος δείγματος Δ 1.1

Βαθμίδες διαμέτρου						Μέση διάμετρος		Βάρος βαθμίδας (kg)	Αθροιστικό βάρος βαθμίδας (Kg)	Ποσοστό βαθμίδας (% κ.β.)	Αθροιστικό ποσοστό (% κ.β.)
mm		ψ - κλίμακα				mm	ψ - κλίμακα				
<	0.180	<	<	-2.5	<0.180	<-2.5		3.98	3.98	1.15	1.15
0.180	-	0.250	-2.5	-	-2.0	0.212	-2.25	2.35	6.34	0.68	1.84
0.250	-	0.354	-2.0	-	-1.5	0.297	-1.75	2.75	9.09	0.80	2.63
0.354	-	0.500	-1.5	-	-1.0	0.421	-1.25	7.89	16.98	2.29	4.92
0.500	-	0.707	-1.0	-	-0.5	0.595	-0.75	14.58	31.56	4.22	9.14
0.707	-	1.0	-0.5	-	0.0	0.841	-0.25	17.45	49.02	5.06	14.20
1.0	-	1.41	0.0	-	0.5	1.19	0.25	17.61	66.62	5.10	19.30
1.41	-	2.0	0.5	-	1.0	1.68	0.75	14.68	81.31	4.25	23.56
2.0	-	2.83	1.0	-	1.5	2.38	1.25	13.84	95.15	4.01	27.57
2.83	-	4.0	1.5	-	2.0	3.36	1.75	13.39	108.54	3.88	31.45
4.0	-	5.66	2.0	-	2.5	4.76	2.25	12.22	120.75	3.54	34.99
5.66	-	8.0	2.5	-	3.0	6.73	2.75	15.47	136.23	4.48	39.47
8.0	-	11.3	3.0	-	3.5	9.5	3.25	16.19	152.41	4.69	44.16
11.3	-	16.0	3.5	-	4.0	13.4	3.75	17.62	170.04	5.11	49.27
16.0	-	22.6	4.0	-	4.5	19.0	4.25	19.29	189.33	5.59	54.86
22.6	-	32.0	4.5	-	5.0	26.9	4.75	35.20	224.53	10.20	65.06
32.0	-	45.3	5.0	-	5.5	38.1	5.25	34.70	259.23	10.05	75.11
45.3	-	64.0	5.5	-	6.0	53.8	5.75	48.00	307.23	13.91	89.02
64.0	-	90.5	6.0	-	6.5	76.1	6.25	30.50	337.73	8.84	97.86
90.5	-	128.0	6.5	-	7.0	107.6	6.75	7.40	345.13	2.14	100.00
128.0	-	181.0	7.0	-	7.5	152.2	7.25				
181.0	-	256.0	7.5	-	8.0	215.3	7.75				
256.0	-	362.0	8.0	-	8.5	304.4	8.25				
362.0	-	512.0	8.5	-	9.0	430.5	8.75				
512.0	-	724.1	9.0	-	9.5	608.9	9.25				
724.1	-	1024.0	9.5	-	10.0	861.1	9.75				
1024.0	-	1448.2	10.0	-	10.5	1217.8	10.25				
1448.2	-	2048.0	10.5	-	11.0	1722.2	10.75				
2048.0	-	2896.3	11.0	-	11.5	2435.5	11.25				
2896.3	-	4096.0	11.5	-	12.0	3444.3	11.75				
>	4096.0	>	>	12.0							



α.



β.



γ.



δ.

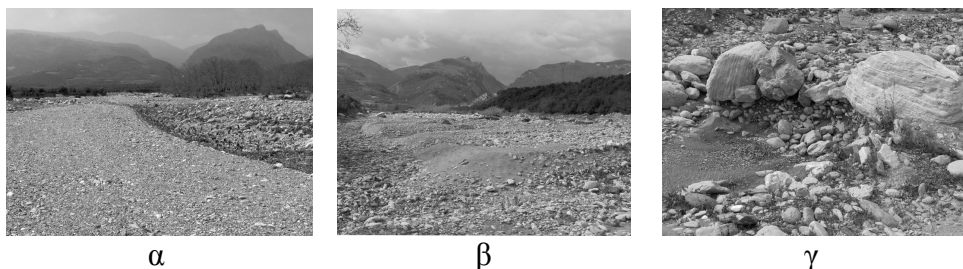


ε.



στ.

Εικόνα 2.2_{α,β,γ,δ,ε,στ}: Εργαστηριακή κοκκομετρική ανάλυση αρχικού και καλυπτήριου στρώματος. (α) Μηχανικό κόσκινο (“Controls”, D/421, Gilson Screen Company). (β) Ζυγός ακριβείας (OHAUS, Soiltest Inc., cap 20kg). (γ) Διαχωριστής μίγματος. (δ) Κοκκομετρική ανάλυση καλυπτήριου στρώματος. (ε) Ανάλυση λεπτής φάσης αρχικού μίγματος. (στ) Φούρνος ξήρασης



α

β

γ

Εικόνα 3.1_{α,β,γ}: Σχηματισμοί εσωτερικών αποθέσεων. (α) Πλευρική. (β) Διάμεση. (γ) Εγκάρσιος φραγματικός σχηματισμός



α

β

γ

Εικόνα 3.2_{α,β,γ}: Διχασμός ροής (α) και πρανικές διαβρώσεις (β), (γ).



α

β

γ

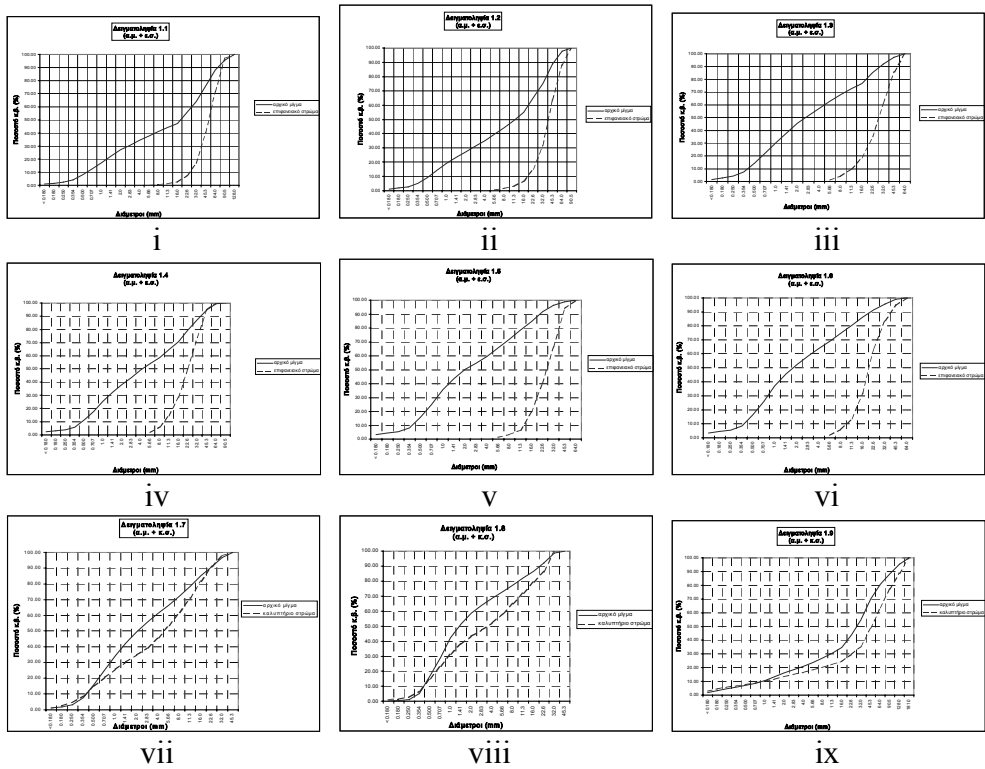
Εικόνα 3.3_{α,β,γ}: Έργα διευθέτησης - παρεμβάσεις. (α) Ουδοί κατόπιν εθνικής οδού Θεσ/νίκης - Λάρισας. (β) Ζωστήρας. (γ) Πλευρική συσσώρευση χονδρόκοκκου υλικού.

▪ Κοκκομετρική διαβάθμιση

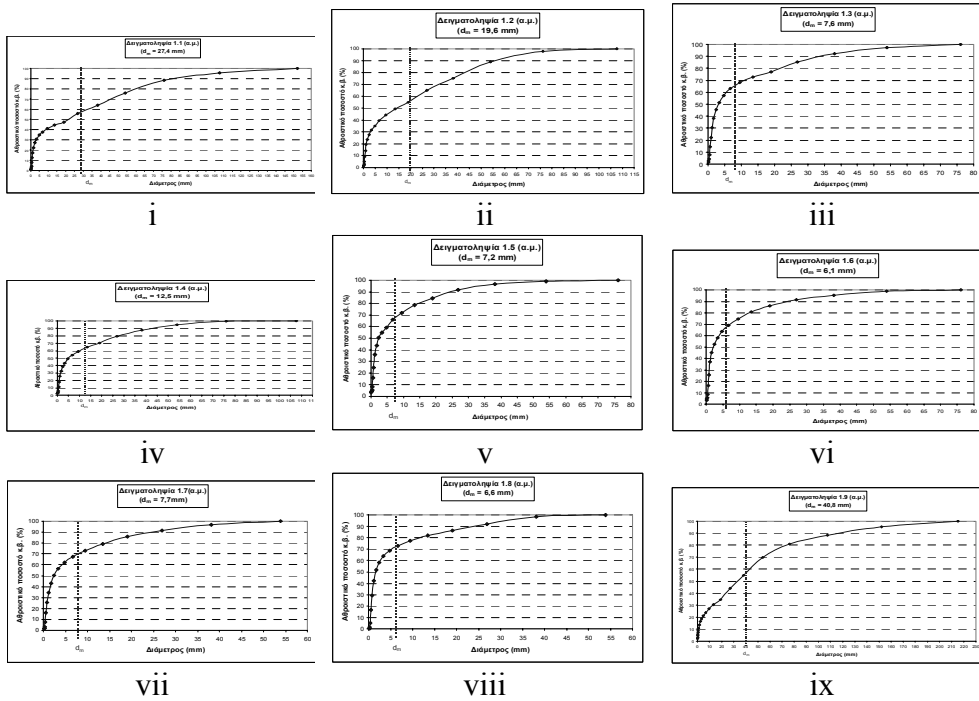
Τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης των ογκομετρικών δειγματοληψιών παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1 και τα Σχήματα 3.1_{i-ix}, 3.2_{i-ix}.

Πίνακας 3.1: Ογκομετρική δειγματοληψία στο κατώτερο τμήμα της πεδινής κοίτης του χειμάρρου Ζηλιάνα.

	Ογκομετρικές Δειγματοληψίες Δ _{1.1} – Δ _{1.9}									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	
Απόσταση από αρχή (km)	1,824	1,613	1,504	1,415	1,371	1,258	1,135	1,044	0,889	
Αρχικό μίγμα	Βάρος δείγματος (Kg)	520,8	348,1 5	295,2	265,6	235,8	303,3	98,8	96,9	684,1
	Βάθος εκσκαφής (cm)	5 - 45	5 - 30	5 - 25	5 - 25	5 - 25	5 - 20	5 - 20	5 - 20	15 - 60
	d ₅₀ (mm)	21	13,8	3	4,8	2,3	2,2	2,4	1,6	32
	d ₉₀ (mm)	80,5	55	34	42	24	24,5	24,4	23	111
	d _{max} (mm)	190	130	104	109	105	93	52	61	255
	d _m (mm)	27,4	19,6	7,6	12,5	7,2	6,1	7,7	6,6	40,8
Καλυπτήριο ή επιφανειακό στρώμα	Επιφανειακό στρώμα						Καλυπτήριο στρώμα			
	Επιφάνεια (m ²)	2,0	1,6	1,2	0,85	1,0	0,7	0,5	0,5	1,0
	Βάθος εκσκαφής (m)	-	-	-	-	-	-	0 - 5	0 - 5	0 - 15
	Βάρος δείγματος (kg)	96,9	79,2	41,4	25,9	34,6	27,7	17,4	15,2	293,5
	d ₅₀ (mm)	58	46	33	26,9	28,5	23	5,7	4,1	54
	d ₉₀ (mm)	99	78,5	58,5	50,2	51	48	26	28,5	159
d _{max} (mm)	145	130	108	90	85	84	55	49	215	
Βαθμός ανάπτυξης καλυπτηρίου στρώματος d _{50κ.σ.} /d _{50α.μ.}	-	-	-	-	-	-	2,38	2,56	1,69	
Διμορφικότητα $B^* = \phi_{m2} - \phi_{m1} * (\frac{P_{2m}}{P_{1m}})$ Κατώτερο όριο: B* ≥ 1,5 – 2,0	2,07	2,33	4,78	3,96	3,03	1,95	2,73	2,39	0,95	



Σχήμα 3.1_{i-ix} : Καμπύλες κοκκομετρικής διαβάθμισης καλυπτήριου και αρχικού στρώματος των ογκομετρικών δειγματοληψιών $\Delta_{1.1} - \Delta_{1.9}$

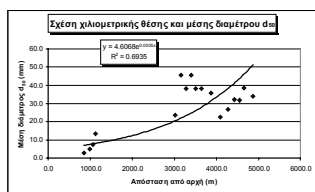


Σχήμα 3.2_{i-ix} : Υπολογισμός με τη γραφική μέθοδο της καθοριστικής διαμέτρου (d_m) του αρχικού στρώματος των ογκομετρικών δειγματοληψιών Δ_{1.1}–Δ_{1.9}

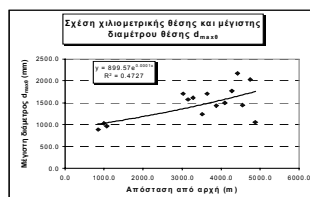
Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται βασικά στοιχεία των γραμμικών δειγματοληψιών (χαρακτηριστικά θέσης, μέγεθος δείγματος, d_{50} , d_{max}), ενώ οι κοκκομετρικές διαβαθμίσεις του υλικού δίνονται στα Σχήματα 3.4_i – _{xxi}. Η μεταβολή της μέσης και της μέγιστης διαμέτρου κατά μήκος της πεδινής κοίτης εκφράζεται στα διαγράμματα των Σχημάτων 3.3_{αβ}.

Πίνακας 3.3: Γραμμική δειγματοληψία κατά μήκος της πεδινής κοίτης του χειμάρρου Ζηλιάνα

A/A	Απόσταση από αρχή (km)	Πλάτος κοίτης (m)	Μέγεθος δείγματος n	d ₅₀ (συχνότητα εμφάνισης) (mm)	d _{max} (θέσης) (mm)
2.1	4,870	32	127	34,0	1060
2.2	4,747	51	102	112,0	2030
2.3	4,659	60	120	38,4	3430
2.4	4,547	65	131	31,7	1450
2.5	4,429	88	172	32,0	2170
2.6	4,272	65	189	27,0	1770
2.7	4,099	85	172	22,7	1500
2.8	3,875	103	206	35,5	1430
2.9	3,649	84	168	38,1	1700
2.10	3,519	80	160	38,0	1240
2.11	3,400	86	180	45,5	-
2.12	3,278	84	162	38,2	1620
2.13	3,162	88	180	45,4	1570
2.14	3,020	89	178	23,5	1700
2.15	2,050	19	265	15,7	1180
2.16	1,799	100	310	13,8	1130
2.17	1,520	90	272	8,7	-
2.18	1,128	47	156	13,5	-
2.19	1,067	56	146	7,5	960
2.20	0,991	46	182	4,8	1030
2.21	0,852	42	210	< 4,0	890

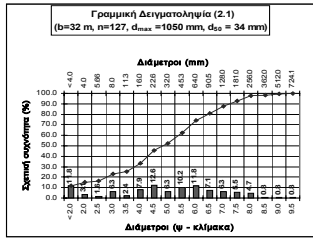


α

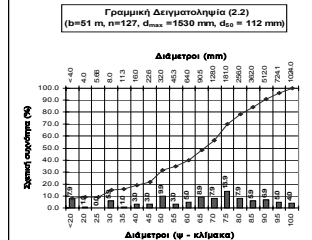


β

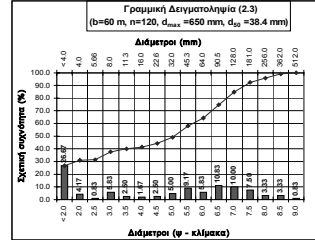
Σχήμα 3.3αβ: Συσχέτιση χιλιομετρικής θέσης με τη μέση (α) και τη μέγιστη (β) διάμετρο του επιφανειακού υλικού



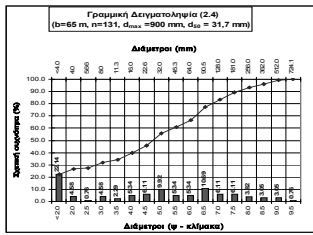
i



ii



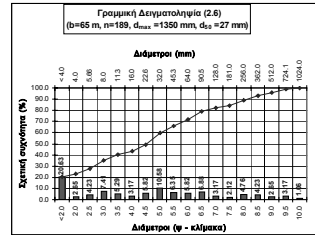
iii



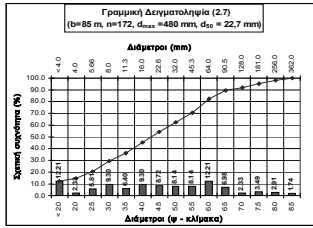
iv



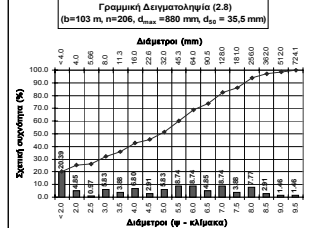
v



vi



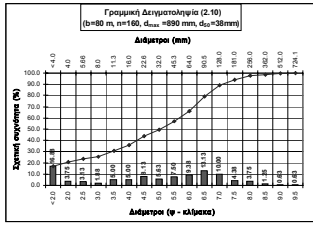
vii



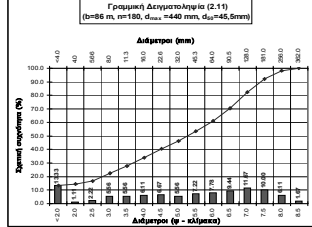
viii



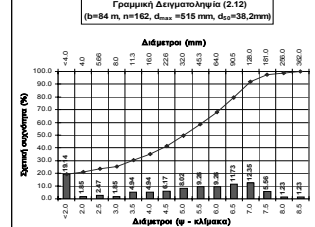
ix



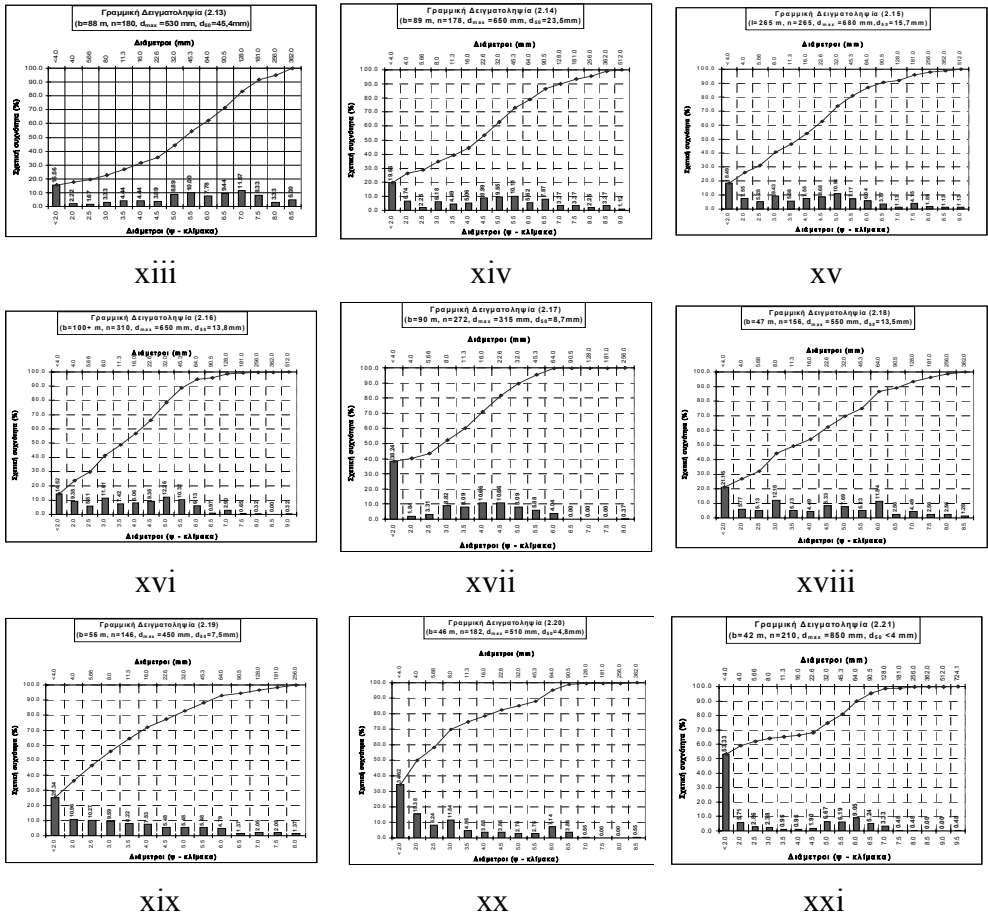
x



xi



xii



Σχήμα 3.4_{i-xxi}: Καμπύλες κοκκομετρικής διαβάθμισης των 21 δειγμάτων του επιφανειακού υλικού της πεδινής κοίτης του χειμάρρου Ζηλιάνα (Δειγματοληψίες Δ_{2.1} - Δ_{2.21}).

Συζήτηση

Η ογκομετρική δειγματοληψία των κινητών πυθμένων χειμαρρικών ρευμάτων απαιτεί τα κατάλληλα μηχανικά μέσα, για την συλλογή του υλικού. Με χειρωνακτικά εργαλεία, η ικανότητα δειγματοληψίας περιορίζεται σε σχετικά λεπτόκοκκες αποθέσεις.

Η γραμμική δειγματοληψία αποτελεί μια γενική μέθοδο συστηματικής δειγματοληψίας, που αποτυπώνει έναν μέσο όρο με αντικειμενικό τρόπο. Η

εφαρμογή της μεθόδου είναι απλή και εύκολη. Το μειονέκτημα είναι ότι δεν γίνεται ανάλυση του λεπτότερου υλικού, καθώς είναι αδύνατη η διάκριση των πολύ λεπτών επιφανειακών τεμαχίων.

Η μεταφορά και ανάλυση του λεπτόκοκκου υλικού (<22mm) των ογκομετρικών δειγμάτων στο εργαστήριο, θεωρείται σωστή πρακτική, που εφαρμόζεται γενικά. Η χρήση μηχανικού κόσκινου βοηθά στην γρήγορη κοκκομετρική ανάλυση του υλικού. Ωστόσο, ο συγκεκριμένος τύπος μηχανικού κόσκινου (“Controls”, D/421, Gilson Screen Company), για το λεπτόκοκκο υλικό < 2,8 mm, φαίνεται να μη ενδείκνυται, καθώς υπάρχει απώλεια - διαφυγή υλικού κατά την παλινδρομική κίνηση των κόσκινων.

Η εποχή της δειγματοληψίας (τέλος χειμώνα – άνοιξη) κρίνεται από μερικώς κατάλληλη ως ακατάλληλη, λόγω της αυξημένης υδατοπαροχής του χειμάρρου. Αργά την άνοιξη και πολύ περισσότερο τους καλοκαιρινούς μήνες, οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, που επικρατούν στην κοίτη του χειμάρρου, καθιστούν κατά την ημέρα αδύνατη την σωματική εργασία. Ως καταλληλότερη εποχή θεωρείται το φθινόπωρο και οι αρχές του χειμώνα, όπου και όταν η θερμοκρασία και η υδατοπαροχή του χειμάρρου το επιτρέπουν.

Η μεταβλητότητα της κοκκομετρίας της πεδινής κοίτης του χειμάρρου Ζηλιάνα περιγράφεται, όσο αφορά το επιφανειακό υλικό, από τα Σχήματα 3.3_{α,β}, όπου φαίνεται να υπάρχει μια ικανοποιητική συσχέτιση μεταξύ της μέσης διαμέτρου και της μέγιστης απαντώμενης διαμέτρου του επιφανειακού υλικού με την απόσταση (εκθετική σχέση με συντελεστές συσχέτισης αντίστοιχα 0,69 και 0,47).

Στο διευθετημένο τμήμα, η κοκκομετρία των εσωτερικών αποθέσεων εμφανίζεται πολύ λεπτότερη ($\Delta_{2.15}$ ως $\Delta_{2.17}$), ως αποτέλεσμα της επίδρασης των πραγματοποιηθέντων έργων διευθέτησης στη στερεομεταφορική λειτουργία του χειμάρρου. Η χρησιμοποίηση μεγάλης ποσότητας χονδρόκοκκου υλικού για την κατασκευή των έργων (συρματοπλεκτα κιβώτια παράλληλων τοίχων, ουδών κ.λ.π.) επέφερε ριζική μεταβολή της φυσικής κοκκομετρίας.

Στο τμήμα της φυσικής κοίτης κατάντη των έργων διευθέτησης, εμφανίζονται νέες αποθέσεις λεπτόκοκκου υλικού ($\Delta_{1.7}$, $\Delta_{1.8}$ και $\Delta_{2.18}$ ως $\Delta_{2.21}$). Η επίδραση των έργων είναι μερική, ενώ ένα μεγάλο ποσοστό της μεταβλητότητας της κοκκομετρίας οφείλεται στην φυσική στερεομεταφορική λειτουργία του χειμάρρου, που διερχόμενος την πεδινή κοίτη μεταβάλλει σταδιακά το χαρακτήρα της στερεομεταφοράς του, μεταφέροντας προς τα κατάντη λιγότερο χονδρόκοκκο υλικό (που αποθέτει σε διάφορες θέσεις εντός της

κοίτης) και περισσότερο λεπτόκοκκο υλικό, αποτέλεσμα της κατατριβής των υλικών και πρηνικών διαβρώσεων (Εικόνες 3.2_{αβγ}).

Επαληθεύεται από τη σύνθεση των αρχικών μιγμάτων των δειγματοληψιών Δ_{1.1} ως Δ_{1.6}, ότι η σύνθεση της στερεομεταφοράς, που δεσμεύθηκε στους ουδούς, περιλαμβάνει μεγάλα ποσά άμμου (Whiting et al, 1999), σε σημείο τα μίγματα να διαμορφώνουν διμορφικές κατανομές (Πίνακας 3.1, δειγματοληψίες Δ_{1.1} ως Δ_{1.8}). Η δειγματοληψία Δ_{1.9} φαίνεται να διατηρεί τη φυσική κοκκομετρία της, η οποία διαμορφώνεται τόσο από την ερχόμενη στερεομεταφορά του τμήματος στα ανάντη, όσο και από τις πλευρικές πρηνικές διαβρώσεις του τμήματος αυτού (Εικόνα 3.2_γ).

Η επίδραση των πρηνικών διαβρώσεων λεπτού υλικού (άμμος – ιλύς) και της αποθετικής λειτουργίας του χειμάρρου στο κατώτερό του τμήμα, φαίνονται στις συγκριτικές καμπύλες καλυπτήριου και αρχικού μίγματος των δειγματοληψιών Δ_{1.7} ως Δ_{1.9}, όπου το ποσοστό της άμμου του μίγματος του ανώτερου στρώματος υπερτερεί αυτού του αρχικού μίγματος.

Ο βαθμός ανάπτυξης καλυπτήριου στρώματος στις δειγματοληψίες Δ_{1.7} ως Δ_{1.9} επιβεβαιώνει τις τιμές που δίνονται στη βιβλιογραφία (Parker 1980, Κωτούλας 2001).

Η επίδραση της πλημμυρικής παροχής του Δεκεμβρίου του 2002 (μέγιστη παροχή μετά τα πραγματοποιηθέντα έργα διευθέτησης, εκτιμώμενη στα $Q_{\max} = 350 \text{ m}^3/\text{sec}$), όσο αφορά το μέγιστο μεταφερόμενο τεμάχιο εντός του τμήματος της διευθέτησης, αποτυπώνεται στις δειγματοληψίες Δ_{1.1} ως Δ_{1.6}. Φυσικά η κοκκομετρία αυτή διαμορφώθηκε από μια μεγάλη πλημμυρική παροχή και τις ακόλουθες μικρότερες, ενώ η κοκκομετρία της φυσικής κοίτης είναι αποτέλεσμα χιλιάδων ετών χειμαρρικής λειτουργίας.

Βιβλιογραφία

- Billi, P. and E. Paris. 1992. Bed sediment characterization in river engineering problems. In: *Erosion and Sediment Transport Monitoring in River Basins*. IAHS Publ. No. 210: 11-20.
- Bunte Kristin, Abt Steven. 2001. *Sampling surface and subsurface particle-size distributions in wadable gravel- and cobble-bed streams for analyses in sediment transport, hydraulics and streambed monitoring*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-74. Fort Collins. CO: U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Rocky Mountain Research Station.
- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. Τοπογραφικά διαγράμματα κλίμακας

- 1:5.000 (φύλλα με κωδικούς 4343.5, 4343.6 και 4343.7 από φύλλο χάρτη “Λιτόχωρο” κλίμακας 1:50.000).
- Church, M. and D. Jones. 1982. Channel bars in gravel – bed rivers. In: *Gravel – bed Rivers. Fluvial Processes, Engineering and Management*. R.D. Hey; J.C. Bathurst and C.R. Thorne (eds.). John Wiley and Sons. Chichester. p. 291-338.
- Church, M. and R. Kellerhals. 1978. On the statistics of grain variation along a gravel river. *Canadian Journal Earth Science* 15(7): 1151-1160.
- Church, M., D.G. McLean and J.F. Walcott. 1987. *River bed gravels: sampling and analysis*. In: *Sediment Transport in Gravel-Bed Rivers*, C.R. Thorne, J.C. Bathurst and R.D. Hey (eds.), John Wiley and Sons. Chichester. p. 43 – 88.
- Diplas, P. and J.B. Fripp. 1992. *Properties of various sediment sampling procedures*. *Journal of Hydraulic Engineering* 118 (7): 955 – 970.
- Ινστιτούτο Γεωλογικών Μεταλλευτικών Ερευνών. Γεωλογικός χάρτης κλίμακας 1:50.000 (φύλλο χάρτη “Λιτόχωρο”).
- ISO 1977. Liquid flow measurement in open channels – bed material sampling. *International Organization of Standardization*, publication no. ISO 4364: 1977 (E): 380-392. International Organization of Standardization. Genève. Switzerland.
- Kellerhals, R. and D.I. Bray. 1971. Sampling procedures for coarse fluvial sediments. *Journal of Hydraulic Engineering* 97 (8): 1165-1180.
- Κωτούλας, Δ. 2001. *Ορεινή Υδρονομική. Τόμος Ι: Τα Ρέοντα Υδατα*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο. Θεσσαλονίκη. 681 σελ.
- Parker, G. 1980. *Experiments on formations of mobile pavement and static armour*. Technical Report. Department of Civil Engineering. University of Alberta. Edmonton. Canada.
- Reid, I, J.B. Laronne and M.D. Powell. 1998. Flash-flood dynamics of desert gravel-bed streams. *Hydrological Processes* 12: 543-557
- Sambrook Smith, G.H., A.P. Nicholas and R.I. Ferguson. 1997. *Measuring and defining bimodal sediments: Problems and implications*. *Water Resources Research* 33 (5): 1179-1185.
- Sutherland, A.J. 1987. Static armor layers by selective erosion. In: *Sediment Transport in Gravel-Bed Rivers*. C.R. Thorne, J.C. Bathurst and R.D. Hey (eds.). John Wiley. Chichester. pp. 243-267.
- Whiting, P.J., J.F. Stamm, D.B. Moog and R.L. Orndorff. 1999. Sediment – transporting flows in headwater streams. *Bulletin of the Geological*

- Society of America* 111 (3): 450-466.
- Wolman, M.G. 1954. A method of sampling coarse river-bed material. *American Geophysical Union* 35 (6): 951-956.
- Yuzyk, T.R. and T. Winkler. 1991. *Procedures for bed-material sampling*. Lesson Package No. 28. Environment Canada. Water Resources Branch. Sediment Survey Section. Ottawa. Canada.

Streambed characteristics of “Ziliana” torrent

V. Papathanasiou and H. Ganatsios

Summary

The torrent Ziliana, commencing from the confluence of the three main tributaries of the catchment area, shapes a wide plain watercourse, of average width 70m approximately, where intense processes of sediment transport take place. The result of the catchment area and alluvial fan complex torrent environment is the greatest flood events, imprinted in the gradation of the gravelbed (d_{max} , d_{50}). Inside the plain watercourse the phenomena of particle abrasion - breakdown and bank erosion alter characteristically the particle – size distribution of incised – channel fill sediments downstream, while the anthropogenic interventions (correction works, mining etc) have degraded the morphology and gradation of depositions almost everywhere.

The present work studies the morphologic characteristics of internal depositions in the plain watercourse of torrent Ziliana. It investigates the horizontal and vertical variability of streambed particle – size distribution, applying suitable sampling and analysis methods, based on the international bibliography and analyses the factors that influence depositions gradation and sediment transport. Finally an evaluation of the applied sampling and analysis methods is done.

Words keys: gravel bed, particle breakdown, bank erosion, particle analysis, particle – size distribution.

Εκτίμηση εδαφικής απώλειας στην λεκάνη απορροής του φράγματος Σισανίου Κοζάνης με την χρήση συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας

Κ. Καραγιώργος, Στ. Αναστασιάδης, και Φ. Μάρης*

* Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων,
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ορεστιάδα, Ελλάδα.
E-mail: fmaris@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Η τεχνητή λίμνη Σισανίου διαμορφώθηκε μετά από την κατασκευή του Φράγματος Σισανίου ύψους 35 m και μήκους 121,5 m στον παραπόταμο του Αλιάκμονα Μυρίχου. Η λεκάνη απορροής του ρέματος του Μυρίχου, έχει έκταση 38,37 km² και μέσο υψόμετρο 1356 m, αποτελεί ένα μοναδικό σε ποικιλομορφία υδατικό οικοσύστημα στο νομό Κοζάνης με σημαντική οικολογική κοινωνική και πολιτιστική σημασία για τους κατοίκους της ευρύτερης περιοχής. Σκοπός της έρευνας αυτής είναι η εκτίμηση της στερεοπαροχής των λεκανών απορροής της τεχνητής λίμνης Σισανίου στον παραπόταμο του Αλιάκμονα Μυρίχου με βάση την παγκόσμια εξίσωση απώλειας εδάφους (Universal Soil Loss Equation) και την χρήση Συστήματος Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ) καθώς και η αξιολόγηση της λειτουργίας της λίμνης.

Λέξεις κλειδιά: Λεκάνη απορροής, φράγμα, παγκόσμια εξίσωση εδαφικής απώλειας, επιφανειακή διάβρωση, σύστημα γεωγραφικής πληροφορίας.

Εισαγωγή

Η τεχνητή λίμνη Σισανίου διαμορφώθηκε μετά από την κατασκευή του Φράγματος Σισανίου ύψους 35 m και μήκους 121,5 m στον παραπόταμο του Αλιάκμονα Μυρίχου. Η λεκάνη απορροής του ρέματος Μυρίχου, έχει έκταση 38,37 km² και μέσο υψόμετρο 1356 m. Αποτελεί ένα μοναδικό σε ποικιλομορφία υδατικό οικοσύστημα στο νομό Κοζάνης με μεγάλη οικολογική κοινωνική και πολιτιστική σημασία για τους κατοίκους της περιοχής.

Στα πλαίσια της αιφορικής διαχείρισης των λεκανών απορροής της λίμνης απαιτείται η αξιολόγηση του συνόλου των δασοτεχνικών έργων κατά λεκάνη απορροής και η προσπάθεια εκτίμησης της επιφανειακής διάβρωσης με την εξίσωση USLE με την ενσωμάτωση των γεωγραφικών δεδομένων

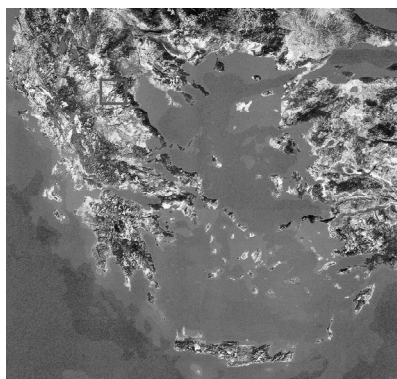
μέσα από την συνεργασία τους με Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ) σε κάθε μια από αυτές. Η χρήση των ΣΓΠ δίνει την δυνατότητα προσομοίωσης στοιχείων του γεωγραφικού χώρου. Ταυτόχρονα, επιτυγχάνεται η σύνδεση της γεωγραφικής πληροφορίας με βάση δεδομένων και η ποσοτική εκτίμηση της χωρικής κατανομής όλων των μεταβλητών που εμπλέκονται στην εκτίμηση της επιφανειακής διάβρωσης.

Σκοπός της εργασίας, είναι η εκτίμηση της επιφανειακής διάβρωσης από υδρομετεωρολογικά και γεωγραφικά δεδομένα καθώς και ο επιμερισμός της διάβρωσης στις ανάντη υπολεκάνες. Για το σκοπό αυτό συνδυάστηκε η παγκόσμια εξίσωση απώλειας εδάφους (Universal Soil Loss Equation) με τα Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας.

Η περιοχή εφαρμογής του μοντέλου είναι οι τρεις σημαντικότερες λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων της τεχνητής λίμνης Σισανίου. Η συνολική λεκάνη έχει έκταση 38,37 km² και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από πλευράς υδατικών πόρων.

Περιοχή έρευνας

Η περιοχή έρευνας βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της Ελλάδας, στον νομό Κοζάνης στο Δήμο Ασκίου (σχήμα 1). Η τεχνητή λίμνη Σισανίου αναπτύσσεται στο ανατολικό τμήμα του νομού Κοζάνης και η καλή λειτουργία της έχει σημαντική επίδραση στη λειτουργία του περιβάλλοντος της ευρύτερης περιοχής.



Σχήμα 1: Η περιοχή έρευνας στην Ελλάδα

Το υδρογραφικό δίκτυο της τεχνητής λίμνης Σισανίου περιλαμβάνει 3

χειμαρρικά ρεύματα (πίνακας 1, χάρτης 1).

Πίνακας 1. Τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής

α/α	Όνομασία χειμαρρικού ρεύματος	H _{min}	H _{max}	DH	L (km)	F (km ²)
1	Πιπισκινάς	820	1900	1080	4,19	4,8
2	Μυρίχος	840	2111	1271	8,14	22,62
3	Σισανίου	860	1640	780	4,05	10,87

Δεδομένα - υλικά

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εφαρμογής διακρίνονται σε γεωγραφικά και υδρομετεωρολογικά. Στα γεωγραφικά περιλαμβάνονται η δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου ανάγλυφου της λεκάνης απορροής (Digital Elevation Model – DEM), η θέση του μετεωρολογικού σταθμού, οι χρήσεις γης, η γεωλογία της λεκάνης και το υδρογραφικό δίκτυο των ορεινών λεκανών απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων της τεχνητής λίμνης Σισανίου. Τα υδρομετεωρολογικά δεδομένα περιλαμβάνουν τις μέσες μηνιαίες τιμές κατακρήμνισης του μετεωρολογικού σταθμού Σισανίου της Δημόσιας Υπηρεσίας Ηλεκτρισμού (πίνακας 2).

Πίνακας 2. Μέσο μηνιαίο ύψος βροχής Μ.Σ. Σισανίου για την περίοδο 1970-2003

Τοποθεσία Σταθμού : Σισάνι		Περίοδος : 1970-2003	
Υψόμετρο	860 m	Γ.Π. : 40°26'	Γ.Μ. : 21°30'
Ιανουάριος	54,7	Ιούλιος	29,6
Φεβρουάριος	41,0	Αύγουστος	29,3
Μάρτιος	43,3	Σεπτέμβριος	44,4
Απρίλιος	50,8	Οκτώβριος	66,9
Μάιος	58,6	Νοέμβριος	72,6
Ιούνιος	31,2	Δεκέμβριος	69,0
Μέσο ετήσιο ύψος βροχής		591,4mm	

Μέθοδος έρευνας

Γενικά - Η Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας

Η παγκόσμια εξίσωση εδαφικής απώλειας εφαρμόζεται συνήθως, όπου θέλουμε να εκτιμήσουμε την εδαφική απώλεια λόγω επιφανειακής διάβρωσης και δεν υπάρχουν στοιχεία μετρήσεων. Σαν εδαφική απώλεια ονομάζουμε την διαφορά του εδαφικού υλικού, που διαβρώθηκε, μείον την ποσότητα, που αποτέθηκε στην ίδια θέση και όλα αυτά σε συγκεκριμένο χρόνο.

Η Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας έχει ως εξής (Wischmeier and Smith, 1978) :

$$A = R * K * LS * C * P$$

όπου :

- A : Εδαφική απώλεια σε t/ha/έτος
- R : Συντελεστής διαβρωτικότητας βροχής
- K : Συντελεστής διαβρωσιμότητας εδάφους
- LS : Συντελεστής ανάγλυφου
- C : Συντελεστής φυτοκάλυψης
- P : Συντελεστής ελέγχου διάβρωσης

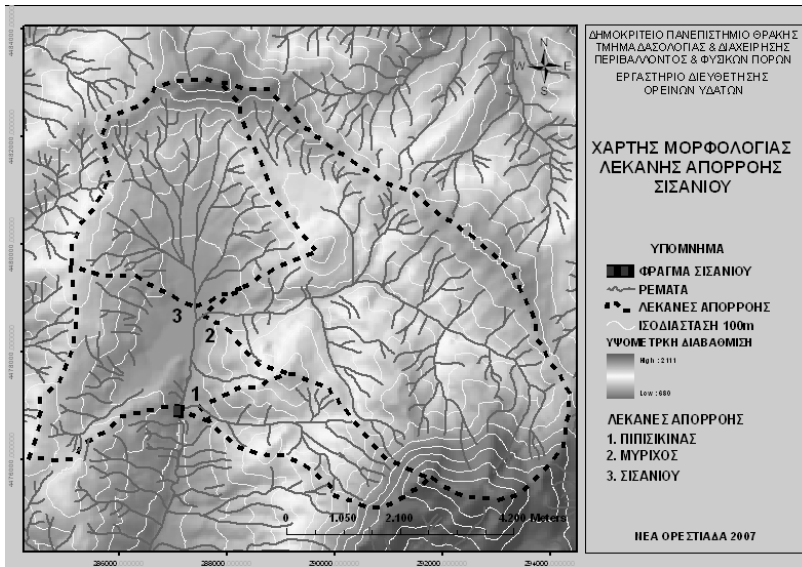
Με την εξίσωση αυτή δίνεται η δυνατότητα να εκτιμηθεί κατά προσέγγιση η μέση ετήσια εδαφική απώλεια σε καλλιεργήσιμες ή μη εκτάσεις.

Αποτελέσματα έρευνας

Εφαρμογή της παγκόσμιας εξίσωσης εδαφικής απώλειας στην λεκάνη απορροής

Εμβαδομέτρηση της λεκάνης απορροής

Η συνολική λεκάνη απορροής όπως υπολογίστηκε με τη χρήση της εντολής Arcas είναι 38,37 km². Περιλαμβάνει τις υπολεκάνες τριών χειμαρρικών ρεμάτων. Το σημαντικότερο χειμαρρικό ρεύμα από αυτά είναι ο χειμαρρος Μυρίχος. Με αντίστοιχο τρόπο καθορίστηκαν τα μήκη της κεντρικής κοίτης των ρευμάτων (πίνακας 1).



Χάρτης 1. Χάρτης Υδρογραφικού Δικτύου Λεκάνης Απορροής Φράγματος Σισανίου

Τέλος, έγινε ψηφιοποίηση των χαρτών με το ArcGIS και υπολογίστηκε η μέση κλίση των μισγαγγείων (πίνακας 3) συμφωνά με τον τύπο: $J = \frac{\Delta H \cdot \Sigma l}{F}$, όπου J: κλίση μισγαγγείων, ΔΗ: ισοδιάσταση χωροσταθμικών καμπύλων, ΣΙ: το άθροισμα των μηκών όλων των χωροσταθμικών καμπύλων, F: εμβαδόν υπολεκάνης.

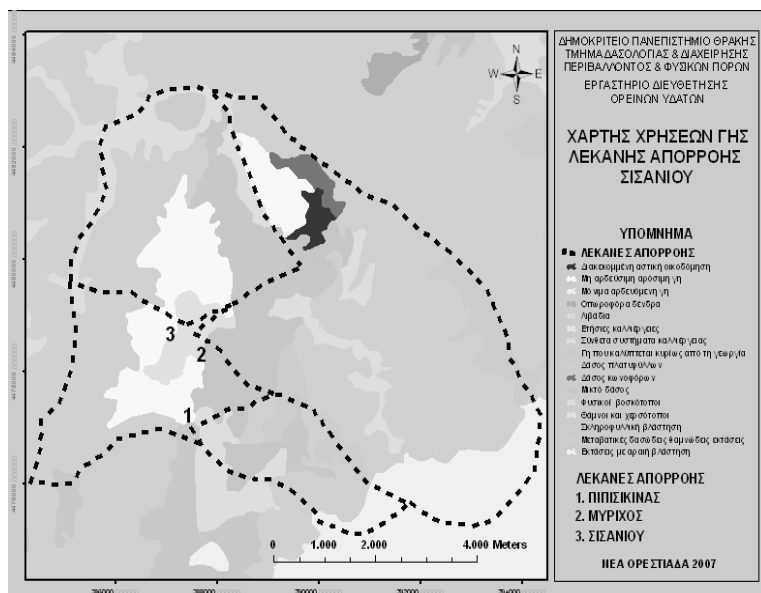
Πίνακας 3. Κλίσεις των λεκανών απορροής του φράγματος Σισανίου

a/a	Όνομασία χειμαρρικού ρεύματος	Κλίση (j%)
1	Πιπικινάς	40,25
2	Μυρίχος	18,57
3	Σισανίου	28,78

Υπολογισμός συντελεστή φυτοκάλυψης C

Ο συντελεστής φυτοκάλυψης στις τρεις υπολεκάνες απορροής της περιοχής έρευνας καθορίστηκαν με βάση το χάρτη χρήσεων γης του έτους

Οι τιμές του συντελεστή εδαφοκάλυψης των τριών λεκανών απορροής δίνονται στον πίνακα 4.



Χάρτης 2. Χάρτης Χρήσεων Γης Λεκάνης Απορροής Φράγματος Σισανίου

Υπολογισμός συντελεστή αναγλύφου LS

Με χρήση του προγράμματος ArcGis υπολογίσαμε τον συντελεστή αναγλύφου για κάθε υπολεκάνη (πίνακας 4). Ο συντελεστής τοπογραφίας του εδάφους είναι διαφορετικός για κάθε λεκάνη και υπολογίζεται σύμφωνα με το τύπο των Mitchell και Bubenzer 1980.

$$LS = \left(\frac{\lambda}{22,13} \right)^m * (0,065 + 0,045 * S + 0,065 * S)$$

Όπου: λ : μήκος κλιτύος, S : κλίση κλιτύος, m : εκθέτης ανάλογος της κλίσης (0.5 για τις υπό μελέτη περιοχές).

Υπολογισμός συντελεστή διαβρωτικότητας βροχής R

Από τα στοιχεία, που προκύπτουν από το μετεωρολογικό σταθμό της Δ.Ε.Η., που βρίσκεται στην περιοχή Σισανίου προκύπτει, ότι το μέσο ετήσιο

ύψος βροχής είναι 591,4 mm. Για τον υπολογισμό του συντελεστή R (σαν συνάρτηση της έντασης και της κινητικής ενέργειας των μεμονωμένων βροχών ενός έτους, που μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση στο έδαφος) είναι απαραίτητη η χρήση των βροχογραφημάτων. Επειδή δεν υπήρχαν διαθέσιμα βροχογραφήματα, χρησιμοποιήθηκε η εμπειρική εξίσωση παλινδρόμησης (Schwertmann et al., 1990):

$$R=0,083 \cdot N - 1,77$$

Όπου, R: σε (N/hour), N: μέσο ετήσιο ύψος βροχής σε (mm)

Έτσι υπολογίστηκε $R=47,31$

Υπολογισμός συντελεστή διαβρωσιμότητας εδάφους K

Με χρήση του προγράμματος ArcGis υπολογίσαμε τον συντελεστή διαβρωσιμότητας για κάθε υπολεκάνη (πίνακας 4). Στην περιοχή έρευνας κυριαρχούν οι ασβεστόλιθοι και οι σχιστολιθικοί σχηματισμοί.

Συντελεστής ελέγχου διάβρωσης P

Ο συντελεστής P ονομάζεται συντελεστής ελέγχου διάβρωσης και εκφράζει το μέτρο της ανθρώπινης παρέμβασης για την προστασία από την διάβρωση. Για την παρούσα εργασία ο συντελεστής P λαμβάνεται ίσος με 0,80 διότι έχουν υλοποιηθεί μικρής έκτασης μέτρα προστασίας από την διάβρωση στις λεκάνες απορροής.

Πίνακας 4. Πίνακας τιμών συντελεστών USLE

a/a	Ονομασία χειμαρρικού ρεύματος	R	K	C	LS	P
1	Πιπισικινάς	47,31	0,475	0,0017	61,83	0,80
2	Μυρίχος	47,31	0,475	0,0056	40,34	0,80
3	Σισανίου	47,31	0,475	0,0086	43,74	0,80

Υπολογισμός της εδαφικής απώλειας με την χρήση της USLE

Μετά την εφαρμογή της εξίσωσης της USLE με την βοήθεια των συντελεστών της οι τιμές των οποίων παρουσιάζονται στον πίνακα 4 προέκυψε η απώλεια του εδάφους στις τρεις υπολεκάνες της λεκάνης απορροής του φράγματος (πίνακας 5).

Στην συνολική διάβρωση της λεκάνης απορροής θα πρέπει να προσθέσουμε και την διάβρωση των οχθών των χειμάρρων, η οποία εκτιμάται ε-

μπειρικά σαν ποσοστό 20% της επιφανειακής διάβρωσης (Roehl, 1962).

Τελικά η διάβρωση της λεκάνης απορροής είναι το άθροισμα της επιφανειακής διάβρωσης και της διάβρωσης των υδατορευμάτων (πίνακας 5), δηλαδή:

$$\Sigma A_{ολ} = \Sigma A + 0,2 \cdot \Sigma A \text{ (σε t/έτος)}$$

Πίνακας 5. Πίνακας τιμών απώλειας εδάφους σύμφωνα με την εξίσωση της USLE

Υπολεκάνη	F (0,1* ha)	A (t/0,1* ha, έτος)	A (t/έτος)	ΣA (t/έτος)
Πιπικινιάς	4866	0,43	2107	2529
Μυρίχος	22626	1,40	31755	38106
Σισανίου	10879	1,81	19769	23722

Υπολογισμός βαθμού στερεοπαροχής DR

Το ποσοστό των παραγόμενων φερτών υλών που φθάνει σε ετήσια βάση στην έξοδο της λεκάνης απορροής λέγεται βαθμός στερεοπαροχής

Σύμφωνα με την εφαρμογή της μεθόδου υπολογισμού του βαθμού στερεοπαροχής DR υπολογίσθηκαν οι τιμές DR₁, DR₂ και τελικά το DR για κάθε χειμαρρικό ρεύμα, οι οποίες παρατίθενται στον πίνακα 6 που ακολουθεί.

Τελικά ο βαθμός DR στερεοπαροχής δίνεται από τον τύπο:

$$DR = (DR_1 + DR_2) / 2$$

Πίνακας 6. Πίνακας τιμών βαθμού στερεοπαροχής DR κάθε χειμαρρικού ρεύματος

a/a	Ονομασία χειμαρρικού ρεύματος	H _{min}	H _{max}	DH	L	F (m ²)	DR ₁ %	DR ₂ %	DR %	DR
1	Πιπικινιάς	820	1900	1080	4,19	1,898	34,91	8,88	21,89	0,21
2	Μυρίχος	840	2111	1271	8,14	8,824	43,55	22,44	33,00	0,33
3	Σισανίου	860	1640	780	4,05	4,243	36,42	12,27	24,35	0,24

Οι υπολογισμοί αυτοί είναι ιδιαίτερα σημαντικοί διότι θα μας δώσουν την εκτίμηση του όγκου φερτών υλών που θα μεταφερθούν στην έξοδο της λεκάνης απορροής κάθε χειμαρρικού ρεύματος (πίνακας 7). Ο όγκος αυτός

των φερτών υλών είναι αυτός που δημιουργεί και πιθανόν να δημιουργήσει προβλήματα στην ομαλή λειτουργία της λίμνης.

Πίνακας 7. Πίνακας τιμών βαθμού στερεοπαροχής DR κάθε χειμαρρικού ρεύματος

α/α	Όνομασία χειμαρρικού ρεύματος	ΣΑ(t/έτος)	DR	Σύνολο
1	Πιπικινιάς	2529	0.21	553
2	Μυρίχος	38106	0.33	12575
3	Σισανίου	23722	0.24	5777

Συμπεράσματα

Η τεχνητή λίμνη του φράγματος Σισανίου δεν εμφανίζει σημαντικά προβλήματα πρόσχωσης λόγω σημαντικής διάβρωσης στις ορεινές λεκάνες απορροής της. Οι μικρές κλίσεις και οι συμπαγείς πετρολογικοί σχηματισμοί που κυριαρχούν στις ορεινές λεκάνες απορροής της, σε συνδυασμό με το μικρό σχετικά ετήσιο ύψος βροχής δεν δημιουργούν συνθήκες, που να ευνοούν την επιφανειακή διάβρωση.

Δύο μόνο χειμάρροι εμφανίζουν σημαντική παραγωγή φερτών υλών. Το ρέμα της Μυρίχος 12575 tn/a και 5777 tn/a στο ρεύμα του Σισανίου. Στους χειμάρρους αυτούς πρέπει να λοιπόν να υλοποιηθούν έργα διευθέτησής τους, τόσο τεχνικά επί της κεντρικής κοίτης αλλά και φυτοτεχνικά στο σύνολο της ορεινής τους λεκάνης.

Ταυτόχρονα όμως πρέπει να διατηρηθεί το καλό ποσοστό δασοκάλυψης του συνόλου των λεκανών και να αυξηθεί όπου αυτό είναι εφικτό.

Καταλήγοντας συμπεραίνουμε, ότι η υπό σύσταση τεχνητή λίμνη του φράγματος Σισανίου δεν απειλείται άμεσα από την δράση των χειμάρρων της, με απαραίτητη προϋπόθεση την διατήρηση των σημαντικών ποσοστών δασοκάλυψης των ορεινών λεκανών απορροής της.

Βιβλιογραφία

- Date, C.J. 1990. An Introduction to Database Systems. Addison-Wesley, New York.
- Forest Service: Bioclimatic stores and characteristics of the Mediterranean climate for the prefectures of Thrace. (In the vegetation maps

- 1:200.000).
- Kotoulas, D. 1973. The torrential problem in Greece. Report Nr. 47. Laboratory of Silviculture and Mountainous Water Science. School of Agriculture and Forestry. Thessaloniki.
- Kotoulas, D. 1986. Natuerliche Entwicklung der Laengen- und Querprofilform der Fluesse, ein Beitrage zum Naturnahen Flussbau. Veroeff. d. Inst. Siedl. wass. wirtsch. 12, T.U. Graz.
- Κωτούλας, Δ. 2001. Διευθετήσεις Χειμαρρικών Ρευμάτων Ι. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Mitchell, JK. Bubbenzer, GD., 1980 "Soil loss estimation" Soil Erosion.
- Morgan, R.P.C., J.N. Quinton and R.J. Rickson .1991. "EUROSEM – A user guide" Sisloe college, MK 45 4DT, UK
- Nielsen, S. A., B. Storm and M. Styzen.1986. "Development of distributed soil erosion component for the SHE hydrological modelling system", International conference on water quality modelling in island natural environment", Bournemouth, England. p. 1-13
- Poesen, J. 1985. "An improved splash transport model", Zeitschrift fur Geomorphologie 29(2): 193-211
- Roehl, J.W., 1962. "Sediment source areas, delivery ratios and influencing morphological factors" International Association of Scientific Hydrology.
- Σακκάς, Ι. Γ. 2004. «Τεχνική υδρολογία» τεύχος 1, Υδρολογία Επιφανειακών υδάτων, Θεσσαλονίκη 2004.
- Schwertmann, U., W. Vogel and M. Kainz. 1987. Bodenerosion durch Wasser: Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmassnahmen. Stuttgart.
- Van Vuuren, W. E. 1982. "Prediction of sediment yield for mountainous basins in Colombia, South America" proceedings of the Exeter symposium: "Recent developments in explanation and prediction of erosion and sediment yield", IAHS publication No. 137: 313-325 Harper and Row, Publishers, New York, Cambridge, San Francisco, London.
- Viessman, Jr. W., G. L. Levis and J.W. Knappt.1989. Introduction to Hydrology.
- Williams, J.R. 1975. "Sediment routing for agricultural watersheds", water resources bulletin, vol. 11(5): 965-974.
- Williams, J.R. 1997. "Sediment delivery ratio determined with sediment and runoff models", proceedings of the Paris Symposium, IAHS publi-

cation No. 122, p.168-179.

- Beasley D.B., Huggins L.F. and Monke E.J., 1980. "Answers: A model for watershed planning", transactions of the ASAE, 23: 938-944
- Williams, J.R. and H.D. Berndt. 1972. "Sediment yield computed with universal equation". Proceedings ASCE journal of the Hydraulics division, vol. 98: 2087-2098.
- Wischmeier, W. H. and D. Smith. 1978. "Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning", US Department of Agriculture, Handbook no 537.
- Woolhiser, D.A., R.E. Smith and D.C. Goodrich. 1990. "A cinematic runoff and erosion model" Documentation and user manual. USDA, Agricultural research service, ARS-77
- Yang, C.T. and J. B. Stall .1976. "Applicability of unit stream power equation", "Journal of the hydraulics division", ASCE, vol. 102: 559-568

Soil loss evaluation in the watershed of Sisanio dam using Geographical Information Systems

K. Karagiorgos, S. Anastasiadis and F. Maris

Abstract

The artificial lake of Sisanio was formed after the manufacture of Sisanio dam, height 35 m and length 121.5 m, in tributary Miricho of Aliakmona River. The watershed of Mirichou stream has 38.37 km² extent and the average altitude is 1356 m. The area is a unique water ecosystem in great ecological social and cultural importance for areas residents. The objective of this paper is to evaluate the soil loss of the watershed of Sisanio artificial lake in tributary Miricho of Aliakmona river based on Universal Soil Equation and the use of Geographical Information System and evaluation of lake's operation.

Keywords: *Watershed, dam, Universal soil loss equation, Geographical Information System, surface erosion*

Υδρολογική διερεύνηση της λεκάνης απορροής του φράγματος Σισανίου Κοζάνης

Φ. Μάρης*, Στ. Αναστασιάδης και Κ. Καραγιώργος

*Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ορεστιάδα, Ελλάδα. E-mail: fmaris@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής της λίμνης Σισανίου. Η δημιουργία της λίμνης έγινε μετά την κατασκευή του φράγματος Σισανίου ύψους 35 m και μήκους 121,5 m, τραπεζοειδούς διατομής. Το υψόμετρο στη στέψη του φράγματος είναι 823 μέτρα και η χωρητικότητά του 900.000 m³. Η υδρολογική διερεύνηση επιτυγχάνεται με την ανάλυση και την επεξεργασία γεωγραφικών και υδρολογικών δεδομένων για τη συνολική λεκάνη απορροής του. Ο συνδυασμός μεθόδων Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) για την επιφανειακή ολοκλήρωση των υδρομετεωρολογικών παραγόντων της περιοχής και η εφαρμογή του μοντέλου υδατικού ισοζυγίου των Thornthwaite & Mather μας οδηγεί στην εξαγωγή σημαντικών συμπερασμάτων για την περιοχή έρευνας. Η μέση μηνιαία απορροή υπολογιστική ίση με 1,77 m³/sec, η οποία είναι πολύ καλή για την έκταση της λεκάνης και η μέση υπερετήσια πραγματική εξατμισιοδιαπνοή ίση με 414,73 mm.

Λέξεις κλειδιά: υδατικό ισοζύγιο, μοντέλο Thornthwaite & Mather, λεκάνη απορροής, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών.

Εισαγωγή

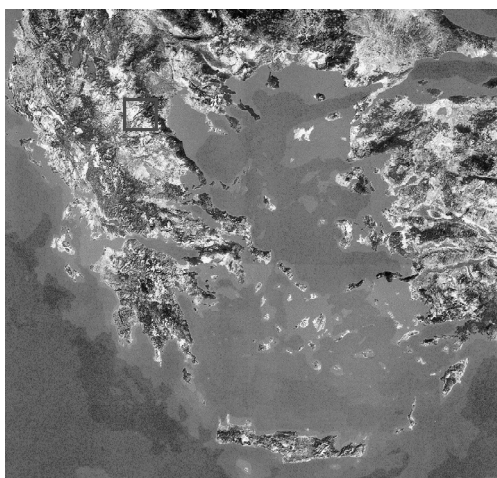
Η τεχνητή λίμνη Σισανίου διαμορφώθηκε μετά από την κατασκευή του Φράγματος Σισανίου ύψους 35 m και μήκους 121,5 m στον παραπόταμο του Αλιάκμονα Μυρίχο. Η λεκάνη απορροής του ρέματος Μυρίχου, έχει έκταση 38,37 km² και μέσο υψόμετρο 1356 m. Αποτελεί ένα μοναδικό σε ποικιλομορφία υδατικό οικοσύστημα στο νομό Κοζάνης με τεράστια οικολογική κοινωνική και πολιτιστική σημασία για τους κατοίκους της περιοχής.

Στην παρούσα εργασία, επιχειρείται μια επισταμένη ανάλυση της εκτίμησης του υδατικού ισοζυγίου της ευρύτερης υδρολογικής λεκάνης του

φράγματος του Σισανίου με την εφαρμογή του υδατικού μοντέλου Thornthwaite & Mather (Thornthwaite and Mather, 1957) όπου υπολογίζεται η μέση μηνιαία απορροή, καθώς επίσης, πραγματοποιείται μια συγκριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματικής εξατμισιοδιαπνοής όπως αυτή προκύπτει από το μοντέλο και τις εμπειρικές εξισώσεις των Turk (Turk, 1961), Coutage (Viessman et al., 1989), Ol'Dekor (Flokas, 1997).

Περιοχή έρευνας

Η περιοχή έρευνας βρίσκεται στην βόρεια Ελλάδα στο νομό Κοζάνης στο δήμο Ασκίου. Η λίμνη δημιουργήθηκε με την κατασκευή του φράγματος Σισανίου. Το φράγμα έχει ύψος 35 m, μήκος 121,5 m και είναι τραπεζοειδούς διατομής. Το υψόμετρο στη στέψη του φράγματος είναι 823 m. Το φράγμα βρίσκεται στην λεκάνη απορροής του ρέματος Μυρίχου, η οποία έχει έκταση 38,37 km² και μέσο υψόμετρο 1356 m. Στη θέση της λεκάνης, όπου κατασκευάστηκε το φράγμα, η κοίτη του ποταμού βρίσκεται σε υψόμετρο 795 m ενώ το ψηλότερο σημείο του υδροκρίτη βρίσκεται σε υψόμετρο 2111 m. Η μέση κλίση της λεκάνης απορροής είναι 29,2% ενώ το μήκος της κύριας μισγάγγειας είναι 9 km (Κωτούλας, 2001, 1986, 1973).



Σχήμα 1: Η περιοχή έρευνας στην Ελλάδα

Οι χρήσεις γης της λεκάνης απορροής κατανέμονται ως εξής: δάση (41,76%), θαμνώδεις εκτάσεις (44,01%), χέρσες εκτάσεις (13,36%) και τέ-

λος σε οικισμούς (0,86%) (Cogine, 2000). Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι έχουμε σημαντική δασοκάλυψη της λεκάνης απορροής του φράγματος, ενώ εκτεταμένοι είναι και οι θαμνώνες.

Όσον αφορά τους γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής μελέτης το υπόβαθρο της περιοχής δομείται από παλαιοζωικούς σχηματισμούς οφθαλμογενεσίων και εναλλαγών γρανατούχων αμφιβολιτικών σχιστολίθων με γρανατούχους διαμαρμαρυγικούς σχιστολίθους και ακτινολιθικούς πρασινίτες, ακτινολιθικούς σερικιτικούς σχιστολίθους με γρανάτες, μοσχοβιτικούς σχιστολίθους, γρανατούχους διαμαρμαρυγικούς σχιστολίθους με τουρμαλίνη, σχιστογενεσίους και χαλαζίτες μικρού πάχους, από νεοπαλαιοζωική – τριαδική ελαφρά μεταμορφωμένη – ημιμεταμορφωμένη σειρά από εναλλαγές μοσχοβιτικών, επιδοιτικών, χλωριτικών, σερικιτικών και γραφιτικών σχιστολίθων και από τριαδικούς – μεσοϊουρασικούς κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους με παρεμβολές δολομιτών και δολομιτικών ασβεστόλιθων. Στις λεκάνες και στις κοιλάδες οι σχηματισμοί του υποβάθρου καλύπτονται από αλλουβιακές αποθέσεις, πλευρικά κορήματα και πλειστοκαινικές χερσαίες αναβαθμίδες. Τέλος, στα νότια και νοτιοδυτικά της περιοχής οι σχηματισμοί του υποβάθρου καλύπτονται από μολασσικούς σχηματισμούς της Μεσοελληνικής Αύλακας (ΙΓΜΕ, 1990, Demiris, 1986).

Για τη διερεύνηση του κλίματος της περιοχής ελήφθησαν κύρια υπόψη τα κλιματικά στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού Σισανίου της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) που βρίσκεται σε υψόμετρο 860 m με γεωγραφικό μήκος $21^{\circ}30'$ και γεωγραφικό πλάτος $40^{\circ}26'$.

Στον πίνακα 1 δίνονται οι τιμές του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής, όπως προέκυψαν μετά από την επεξεργασία των παρατηρήσεων για την περίοδο 1970-2003, καθώς και οι αντίστοιχες τιμές των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών αέρα. Τέλος στο σχήμα 1 δίνεται το ομβροθερμικό διάγραμμα του σταθμού, που δημιουργήθηκε με βάση τις τιμές του πίνακα 1.

Το κλίμα στην περιοχή έρευνας είναι ο τύπος που κυριαρχεί σε ολόκληρη την Μακεδονία και Θράκη και χαρακτηρίζεται κατά Koepfen είναι C_{sa} , δηλαδή μεσογειακός τύπος κλίματος ή μεσόθερμος τύπος κλίματος με ξηρό θερμό θέρος. Τέλος με την εφαρμογή της μεθόδου κατάταξης κατά Thornthwaite το κλίμα είναι τύπου $C_{1s}B'_{2}b'_{3}$ (Φλόκας, 1997, Thornthwaite and Mather, 1957).

Πίνακας 1. Μέσο μηνιαίο ύψος βροχής , θερμοκρασίας Μ.Σ. Σισανίου για την περίοδο 1970-2003

Τοποθεσία Σταθμού : Σισάνι		Περίοδος : 1970-2003	
Υψόμετρο 860 m		Γ.Π. : 40°26'	Γ.Μ. : 21°30'
α/α	Μήνας	Μέσο μηνιαίο ύψος κατακρημνισμάτων (mm)	Μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα (° C)
1	Ιανουάριος	54,7	2,7
2	Φεβρουάριος	41,0	3,7
3	Μάρτιος	43,3	7,2
4	Απρίλιος	50,8	11,7
5	Μάιος	58,6	16,6
6	Ιούνιος	31,2	21,8
7	Ιούλιος	29,6	23,7
8	Αύγουστος	29,3	22,7
9	Σεπτέμβριος	44,4	18,4
10	Οκτώβριος	66,9	13,0
11	Νοέμβριος	72,6	7,1
12	Δεκέμβριος	69,0	3,5
Έτος		591,4	12,7

Μεθοδολογία

Μοντέλο υδατικού ισοζυγίου

Το μοντέλο, που επιλέχθηκε, για την εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου είναι των Thornthwaite & Mather και βασίζεται στην εξομοίωση της υδρολογικής λειτουργίας της λεκάνης απορροής με τη λειτουργία μιας απλής δεξαμενής (Thornthwaite and Mather, 1957).

$$\Delta S = P_n - E_n - Q_{An} - D \rightarrow E_n = P_n - \Delta S - Q_n$$

Όπου: ΔS : μεταβολή του αποθηκευμένου νερού (mm), P_n : μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm), E_n : μέση μηνιαία πραγματική εξατμισοδιαπνοή (mm), Q_n : πλεόνασμα νερού(mm), Q_{An} : επιφανειακή απορροή (mm), D_n : διηθούμενο νερό (mm).

Η παραπάνω λειτουργία του μοντέλου μπορεί να κωδικοποιηθεί ως εξής (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1997) :

Αν

- $$P_n \geq E_{pn} \rightarrow S_n = \min(S_{n-1} + P_n - E_{pn}, K)$$

$$Q = \max(S_{n-1} + P_n - E_{pn} - K, 0)$$
- $$P_n \leq E_{pn} \rightarrow S_n = S_{n-1} * \exp\left(\frac{P_n - E_{pn}}{K}\right)$$

$$Q_n = 0$$

Σε κάθε περίπτωση η πραγματική εξατμισοδιαπνοή προκύπτει από την εξίσωση :

$$E_n = (S_{n-1} - S_n) + P_n - Q_n = P_n - \Delta S_n - Q_n = P_n - \Delta S_n - Q_{An} - D_n$$

Όπου: P_n : μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm), E_{pn} : μέση μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή (mm), E_n : μέση μηνιαία πραγματική εξατμισοδιαπνοή (mm), S_n : αποθηκευμένο νερό στο έδαφος (mm), Q_n : πλεόνασμα νερού (mm), Q_{An} : επιφανειακή απορροή (mm), D_n : διηθούμενο νερό (mm), K : μέγιστη εδαφική χωρητικότητα.

Υπολογισμός παραμέτρων μοντέλου

Απορροϊκός συντελεστής CN (Curve Number) και μέγιστη χωρητικότητα εδαφικής δεξαμενής (K)

Οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν την επιφάνεια μιας περιοχής περιγράφονται από τον απορροϊκό συντελεστή CN (US. Soil Conservation Service, 1972) και τη μέγιστη χωρητικότητα της εδαφικής δεξαμενής K. Ο απορροϊκός συντελεστής εκτιμάται από την εκτίμηση των επιμέρους συντελεστών C_1, C_2, C_3, C_4 οι οποίοι εξαρτώνται αντίστοιχα, από το ανάγλυφο της επιφάνειας της λεκάνης, τη διηθητικότητα του εδάφους, την έκταση και την πυκνότητα της φυτοκάλυψης, την κλίση των πρανών και την αποθηκευτική ικανότητα σε χαμηλά σημεία της επιφάνειας της λεκάνης απορροής.

Η μέγιστη χωρητικότητα εδαφικής (K) δεξαμενής εκφράζει την μέγιστη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας στο έδαφος και δίνεται από την σχέση :

$$K = 25.4 \left[\left(\frac{1000}{CN} \right) - 10 \right]$$

Δυνητική εξατμισοδιαπνοή

Η μέθοδος για τον υπολογισμό της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής που επιλέχθηκε είναι αυτή του Thornthwaite λόγω των μικρών απαιτήσεων σε δεδομένα εισόδου, ειδικότερα απαιτεί μόνο τη μέση θερμοκρασία αέρα.

Η εξίσωση που μας δίνει την δυνητική εξατμισοδιαπνοή είναι :

$$E_p = 16 \left(\frac{10t_i}{I} \right)^\alpha \frac{\mu N}{360}$$

Όπου: E_p : μέση μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή (mm), t_i : μέση μηνιαία θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$), μ : αριθμός ημερών του μήνα, N : μέση αστρονομική διάρκεια ημέρας του μηνά (hr), I : ετήσιος δείκτης θερμοκρασίας ($I = \sum_{i=1}^{12} i$), i : μηνιαίος δείκτης θερμοκρασίας ($i = 0.09t_i^{3/2}$), α : εμπειρική παράμετρος ($\alpha = 0.016I + 0.5$).

Πραγματική εξατμισοδιαπνοή

Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή εκτιμήθηκε με τις εμπειρικές μεθόδους του Turk (Turk, 1961) του Coutage (Viessman et al., 1989) και την πρώτη μέθοδο του Ol'Dekor (Flokas, 1997) για τη ρύθμιση του μοντέλου υδατικού ισοζυγίου.

Η εξίσωση της ετήσιας πραγματικής εξατμισοδιαπνοής σύμφωνα με τη μέθοδο του Turk έχει ως εξής :

$$E = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L_T^2}}}$$

$$\text{με } L_T = 300 + 25T + 0.05T^2$$

Όπου: E : ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή (mm/έτος), P_n : ετήσιο ύψος βροχής (mm), T : μέση ετήσια θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$), L_T : θερμικός συντελεστής.

Η εξίσωση της ετήσιας πραγματικής εξατμισοδιαπνοής σύμφωνα με τη μέθοδο του Coutage έχει ως εξής :

$$E = P \left(1 - \frac{P}{l} \right) \quad \text{για } \frac{l}{8} \leq P \leq \frac{l}{2}$$

$$E = P \quad \text{για } P < \frac{l}{8}$$

$$E = 200 + 35T \quad \text{για } P > \frac{l}{2}$$

Όπου: E: ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή (mm/έτος), P_n: ετήσιο ύψος βροχής (mm), T: μέση ετήσια θερμοκρασία (°C), l: συνάρτηση θερμοκρασίας ($l = 800 + 140T$).

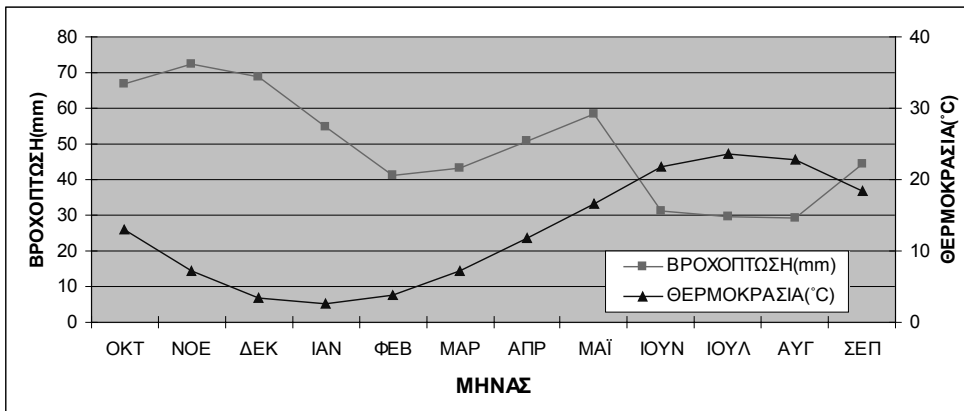
Η εξίσωση της ετήσιας πραγματικής εξατμισοδιαπνοής σύμφωνα με τη μέθοδο του Ol' Dekor έχει ως εξής :

$$E = P \left[1 - \exp\left(-\frac{PE}{P}\right) \right]$$

Όπου: E: ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή (mm/έτος), P_n: μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm), PE: ετήσια δυνητική εξατμισοδιαπνοή κατά Thornthwaite.

Αποτελέσματα

Για τον υπολογισμό των μετεωρολογικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα μετεωρολογικά στοιχεία του σταθμού Σισανίου. Από την κατανομή της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας σε όλη τη λεκάνη για την περίοδο 1970-2003 προκύπτει ότι η μέγιστη βροχόπτωση παρατηρείται τον μήνα Νοέμβριο και η ελάχιστη τον μήνα Αύγουστο ενώ η μέγιστη θερμοκρασία κατά το μήνα Ιούλιο και η ελάχιστη κατά το μήνα Ιανουάριο. Η μέση ετήσια βροχόπτωση υπολογίστηκε για την περίοδο μελέτης ίση με 591,4 mm και η μέση ετήσια θερμοκρασία ίση με 12,7°C.

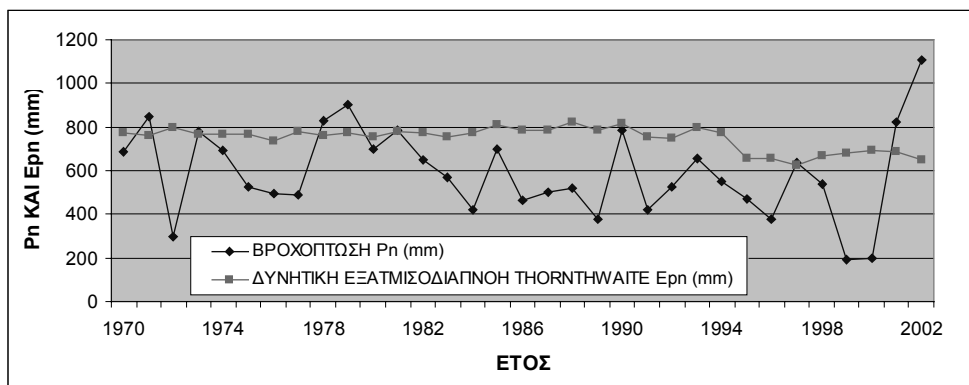


Σχήμα 2. Ετήσια θερμοκρασία και ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1970-2003.

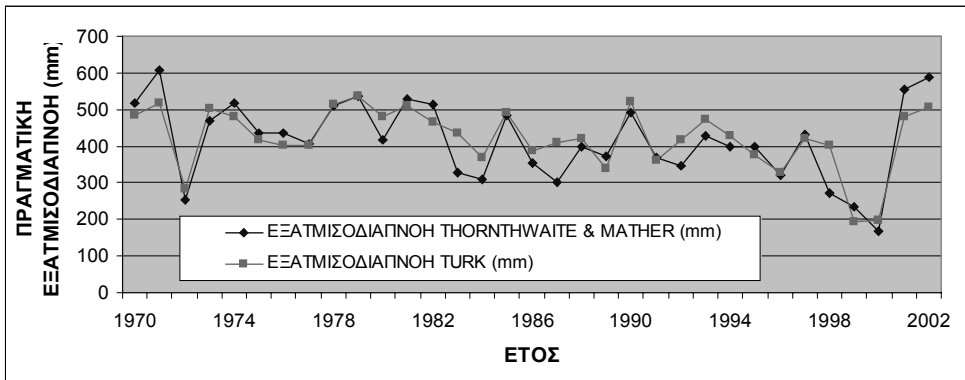
Όσον αφορά τον απορροϊκό συντελεστή CN η εκτίμηση του έγινε με βάση τα εδαφολογικά και τα γεωλογικά χαρακτηριστικά καθώς και τις χρήσεις γης του έτους 2000 (Cogine, 2000). Ο τύπος εδαφών είναι του τύπου B (μέσοι ρυθμοί διήθησης) με τύπο υγρασιακής κατάστασης II (μέσες συνθήκες: βροχή μεταξύ 13 και 38 mm ή μεταξύ 35 και 53 mm για περιοχή με φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης). Οπότε ο απορροϊκός συντελεστής εκτιμήθηκε ίσος με 72 και η μέγιστη χωρητικότητα της εδαφικής δεξαμενής ίση με 98,77 mm.

Από τον υπολογισμό της ετήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής με τη μέθοδο των Thornthwaite & Mather προέκυψε ότι η μέση ετήσια δυνητική εξατμισοδιαπνοή για την περίοδο μελέτης είναι ίση με 749,01 mm.

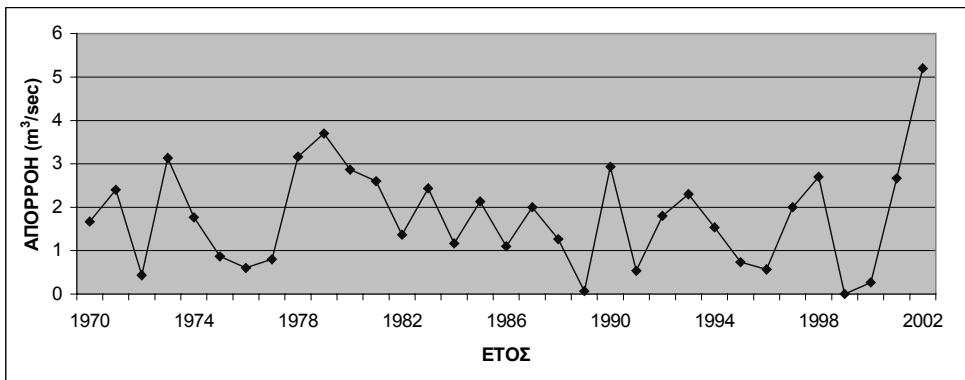
Η μέση ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή για την περίοδο 1970-2003 εκτιμήθηκε με βάση τους τύπους των Turk, Coutage, OI'Dekor και υπολογίστηκε σε 422,72 mm, 440,86 mm και 408,67 mm αντίστοιχα. Επειδή τα αποτελέσματα της μεθόδου του Turk κυμαίνονται ανάμεσα από τα αποτελέσματα των μεθόδων του Coutage και την πρώτη του OI'Dekor λαμβάνονται υπόψη για την σύγκριση με την ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή του μοντέλου των Thornthwaite & Mather. Η μέση ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή που προέκυψε από το μοντέλο είναι ίση με 414,73 mm.



Σχήμα 3. Ετήσια δυνητική εξατμισοδιαπνοή Thornthwaite & Mather και ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1970-2003.

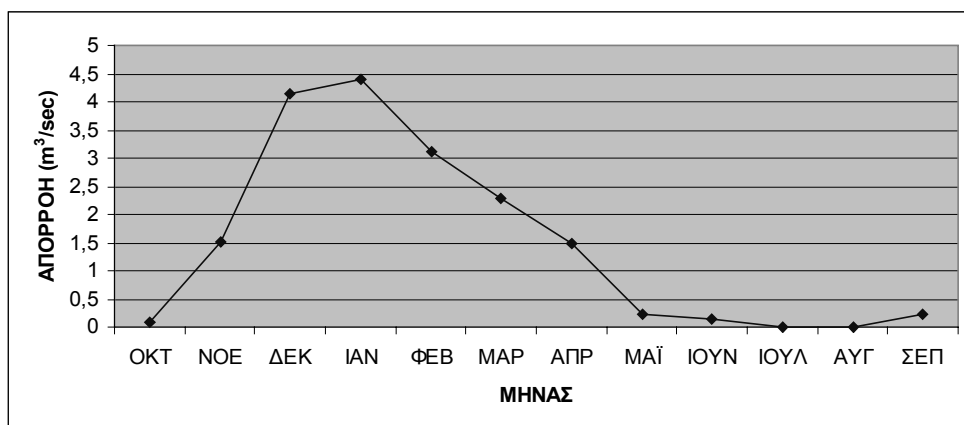


Σχήμα 4. Πραγματική εξατμισοδιαπνοή Thornthwaite & Mather (1957) & Πραγματική Εξατμισοδιαπνοή Turk (1961) περιόδου 1970-2003.



Σχήμα 5. Ετήσια επιφανειακή απορροή σύμφωνα με το μοντέλο Thornthwaite & Mather για την περίοδο μελέτης 1970-2003

Τα αποτελέσματα της ετήσιας επιφανειακής απορροής για την περίοδο 1970-2003 που εξήχθησαν από το μοντέλο του υδατικού ισοζυγίου των Thornthwaite & Mather απεικονίζονται γραφικά στο σχήμα 5. Η μέση υπερετήσια επιφανειακή απορροή για όλη την περίοδο μελέτης υπολογίστηκε σε $1,77 \text{ m}^3/\text{sec}$. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι η μέγιστη απορροή παρατηρήθηκε κατά τους μήνες Ιανουάριο Φεβρουάριο ενώ για τούς μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο το μοντέλο έδειξε σχεδόν μηδενική απορροή (σχήμα 6).



Σχήμα 6. Μέση μηνιαία επιφανειακή απορροή σύμφωνα με το μοντέλο *Thornthwaite & Mather* για την περίοδο μελέτης 1970-2003

Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας παρατηρείται διαθεσιμότητα υδατικών πόρων στην περιοχή και σωστή λειτουργία της συνολικής λεκάνης απορροής.

Για το λόγω αυτό κρίνεται απαραίτητη:

- η συστηματική ενημέρωση και συνεργασία των αγροτών και των φορέων ύδρευσης με σκοπό την διατήρηση της σωστής αξιοποίησης των υδατικών πόρων της περιοχής,
- η δημιουργία εδαφολογικής και υδρογεωλογικής μελέτης της περιοχής για ακριβέστερη εκτίμηση των παραμέτρων που χαρακτηρίζουν την υδρολογική συμπεριφορά της λεκάνης και τέλος,
- η διερεύνηση καταλλήλων μεθόδων άρδευσης και χρήσεων γης με ταυτόχρονη εφαρμογή της νέας αγροτικής πολιτικής που θα ωθήσει τους αγρότες της περιοχής να στραφούν σε καλλιέργειες με μικρότερες απαιτήσεις σε νερό.

Βιβλιογραφία

- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού, 1977. Τοπογραφικοί Χάρτες κλίμακας 1:50.000 περιοχών έρευνας.
- Corine. 2000. Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος. Χρήσεις γης 2000.

- Demiris, K. 1986. "Technical Geology", Aristotle University Thessalonica, University Studio Press, Thessalonica.
- Flokas, A. 1997. "Courses Meteorology and Klimatology", Aristotle University Thessalonica.
- Forest Service. Bioclimatic stores and characteristics of the Mediterranean climate for the prefectures of Thrace. (In the vegetation maps 1:200.000).
- Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών 1990. Γεωλογικοί χάρτες περιοχών έρευνας 1:50.000.
- Thornthwaite, C. και J. Mather. 1957. "Instruction and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance", Publ. in climatology, Vol. X – No 3. New Jersey 1957.
- Κουτσογιάννης, Δ. και Ξανθόπουλος, Θ. 1999. "Τεχνική υδρολογία", Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- Kotoulas, D. 1973. "The torrential problem in Greece", Report Nr. 47. Laboratory of Silviculture and Mountainous Water Science. School of Agriculture and Forestry. Thessaloniki.
- Kotoulas, D. 1986. "Naturliche Entwicklung der Laengen- und Querprofilform der Fluesse, ein Beitrag zum Naturnahen Flussbau", Veroeff. d. Inst. Siedl. wass. wirtsch. 12, T.U. Graz.
- Κωτούλας, Δ. 2001. "Διευθετήσεις Χειμαρρικών Ρευμάτων Ι", Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Turk, L. 1961. "Evaluation des besoins en eau d'irrigation, evapotranspiration potentielle, formule climatique simplifice et mise en jour". *Annuel Agronomie*. 12: 13-49.
- Viessman, Jr. W., G.L. Levis και J.W.Knappt. 1989. "Introduction to Hydrology".

Hydrologic investigation of the watershed of Sisanio dam in Kozani

F. Maris, S. Anastasiadis and K. Karagiorgos

Abstract

The objective of this paper is to evaluate the water balance of the watershed of Sisanio Lake. The lake was formed after the manufacture of Sisanio dam height 35 m and length 121,5 m, trapezoidal intersection. The altitude in crest dam is

823 m and capacity is 900.000 m³. The investigation is concentrated in the analysis and combination of geographical and hydrological data of the watershed. The combination of Geographical Information System methods for the surface completion of hydro - meteorological factors of the study area and the application of water balance model of Thornthwaite & Mather will lead us to export important conclusions for the study area. The average monthly draining computing equal 1,77 m³/sec, which is very good for the area of the basin and the average real evapotranspiration equal to 414,73 mm.

Keywords: *Water budget, Thornthwaite & Mather model, watershed, geographical information systems*

Εκτίμηση εδαφικής απώλειας στην λεκάνη απορροής του φράγματος Παπαδιάς-Σκοπού με την παγκόσμια εξίσωση απώλειας εδάφους με χρήση συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας

Στ. Αναστασιάδης, Κ. Καραγιώργος και Φ. Μάρης*

*Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων,
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ορεστιάδα, Ελλάδα.
fmaris@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Το νερό είναι ένα από τα πιο απαραίτητα στοιχεία για τη λειτουργία και την παραγωγή ενέργειας σε κάθε ατμοηλεκτρικό σταθμό. Χρησιμοποιείται τόσο για την παραγωγή ατμού και ενέργειας, όσο και σαν ψυκτικό μέσο των εγκαταστάσεων. Παράλληλα το απαιτούμενο νερό πρέπει να εξασφαλίζεται με τέτοιον τρόπο, ώστε η επιβάρυνση για το γύρω περιβάλλον να περιορισθεί στο ελάχιστο και να μην γίνεται ανεξέλεγκτη χρήση άσκοπων ποσοτήτων νερού. Γι' αυτόν το σκοπό κατασκευάζεται το φράγμα της Παπαδιάς. Το νερό εξασφαλίζεται από πηγές του όρους Καϊμακτσαλάν και τον ποταμό Γεροπόταμο. Η τεχνητή λίμνη που θα δημιουργηθεί μ' αυτόν τον τρόπο θα αποτελέσει την πηγή τροφοδότησης νερού για τον Α.Η.Σ. Μελίτης - Αχλάδας. Υπολογίζεται ότι η χωρητικότητα θα είναι 13 εκ. m³, από τα οποία το 55% θα διατίθεται στον ΑΗΣ και το υπόλοιπο 45% σε αρδεύσεις. Εκτιμάται ακόμα ότι μπορεί να δημιουργηθεί υδροβιότοπος στο χώρο του Φράγματος, και να αποτελέσει τουριστικό πόλο έλξης. Σκοπός της έρευνας αυτής είναι η εκτίμηση της στερεοπαροχής των λεκανών απορροής του φράγματος με βάση την παγκόσμια εξίσωση απώλειας εδάφους (Universal Soil Loss Equation) και την χρήση Συστήματος Γεωγραφικής Πληροφορίας.

Λέξεις κλειδιά: Λεκάνη απορροής, φράγμα, παγκόσμια εξίσωση εδαφικής απώλειας, επιφανειακή διάβρωση, σύστημα γεωγραφικής πληροφορίας.

Εισαγωγή

Ο ΑΗΣ Μελίτης-Αχλάδας κατασκευάζεται στο Δυτικό τμήμα του Νομού Φλώρινας, σε τοποθεσία που βρίσκεται ανάμεσα στις κοινότητες Μελίτη, Αχλάδα και Λόφους. Ανήκει στη ΔΕΗ και υπάγεται στο Δήμο Αγ. Αθανασίου. Αναμφισβήτητα το νέο εργοστάσιο θα επιφέρει σημαντικές αλλαγές

στο περιβάλλον της περιοχής. Οι αλλαγές αυτές θα έχουν θετική και αρνητική χροιά. Το ότι θα χρησιμοποιείται υπόλοιπο νερού στην άρδευση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων της περιοχής θα διευκολύνει σημαντικά πολλούς αγρότες. Η υπερβολική όμως άντληση νερού και η συνεχής τροφοδότηση για τις ανάγκες του σταθμού θα περιορίσουν αρκετά τους διαθέσιμους πόρους ύδρευσης της περιοχής, καθιστώντας υπαρκτό τον κίνδυνο της λειψυδρίας. Το 50% του νερού που θα αντλείται, θα χάνεται χωρίς να ξαναχρησιμοποιείται και γι' αυτό ο Α.Η.Σ. θα πρέπει να τροφοδοτείται ασταμάτητα.

Για τον εξορθολογισμό λοιπόν, της διαχείρισης των λεκανών απορροής του φράγματος απαιτείται η αξιολόγηση του συνόλου των δασοτεχνικών έργων κατά λεκάνη απορροής και η προσπάθεια εκτίμησης της επιφανειακής διάβρωσης με την εξίσωση USLE με την ενσωμάτωση των γεωγραφικών δεδομένων μέσα από την συνεργασία τους με Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ) σε κάθε μια από αυτές. Ταυτόχρονα, επιτυγχάνεται η σύνδεση της γεωγραφικής πληροφορίας με βάση δεδομένων και η ποσοτική εκτίμηση της χωρικής κατανομής όλων των μεταβλητών που εμπλέκονται στην εκτίμηση της επιφανειακής διάβρωσης. Σκοπός της εργασίας, είναι η εκτίμηση της επιφανειακής διάβρωσης από υδρομετεωρολογικά και γεωγραφικά δεδομένα καθώς και ο επιμερισμός της διάβρωσης στις άνω υπολεκάνες. Για το σκοπό αυτό συνδυάστηκε η παγκόσμια εξίσωση απώλειας εδάφους (Universal Soil Loss Equation) με τα Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας. Η περιοχή εφαρμογής του μοντέλου περιλαμβάνει τις πέντε (5) σημαντικότερες λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων της λεκάνης απορροής του φράγματος Παπαδιάς – Σκοπού. Η συνολική λεκάνη έχει έκταση 7200 εκτάρια και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από πλευράς υδατικών πόρων.

Περιοχή έρευνας

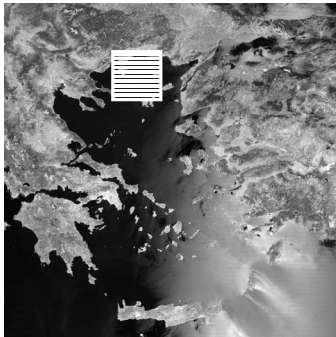
Το φράγμα Σκοπού-Παπαδιάς θα κατασκευαστεί στο Β.Α. τμήμα του Νομού Φλώρινας κοντά στα ερείπια του ομώνυμου εγκαταλειμμένου χωριού. Η θέση αυτή στο ρέμα Γεροπόταμος απέχει 4 χλμ περίπου Β-Α από το χωριό Σκοπός, 7 χλμ. περίπου Β-Α από το χωριό Αχλάδα, 11 χλμ. περίπου Β-Α από την Κωμόπολη Μελίτη και 26 χλμ Β-Α από τη Φλώρινα. Η περιοχή έρευνας φαίνεται στο σχήμα 1.

Η λεκάνη απορροής του Έργου βρίσκεται στις δυτικές υπώρειες του Όρους Βόρας (Καϊμακτσαλάν-2519 μέτρα). Έχει βόρειο υδροκρίτη τα ελληνικά σύνορα και συνορεύει ανατολικά με τη λεκάνη της Αριδαίας και νότια

με τη λεκάνη της Βεγορίτιδας του Νομού Πέλλας.

Ολόκληρη η λεκάνη Φλώρινας αποτελεί τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού Εριγώνος, παραπόταμο του Αξιού. Το υψόμετρο της κοίτης στη θέση του φράγματος είναι 870 μέτρα και το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής περίπου 1545 μέτρα. Στην γύρω περιοχή δεν υπάρχουν οικισμοί ανάντη του έργου. Υπάρχει οδός προσπέλασης που φθάνει μέχρι τη θέση του Έργου. Οι δασικοί δρόμοι σε μέτρια κατάσταση συνεχίζονται πέραν της λεκάνης κατάκλυσης. Η επιφάνεια του ταμιευτήρα στην ανώτατη στάθμη λειτουργίας (+928 μέτρα) ανέρχεται σε $600 \times 103 \text{ m}^3$. Ο ωφέλιμος όγκος της λίμνης είναι $13 \times 106 \text{ m}^3$ ενώ ο όγκος του φράγματος είναι περίπου $3,3 \times 106 \text{ m}^3$.

Η μορφολογία της περιοχής είναι τυπική μορφολογία μικρών ορεινών κοιλάδων αντιστοίχων χειμάρρων (Ρ. Φαρμάκη, Ρ. Τσιγγελίτσα, Νέο Ρεύμα, Παλαιό Ρεύμα, Καριτσιτσα) που ενοποιούμενες καταλήγουν στην φυσική κοιλάδα του χειμάρρου Γεροπόταμος με σχήμα μακρόστενο. Το υψόμετρο κυμαίνεται μεταξύ 800 και 2000 μέτρα. Το ανάγλυφο θεωρείται έντονο-ορεινό. Τα εδάφη της περιοχής είναι κυρίως βασικά. Το βάθος τους είναι μικρό ως ελάχιστο και σε μεγάλη έκταση βρίσκεται σε αποκάλυψη το μητρικό υλικό που αποτελείται από ορθογενέσιους (μαρμαρυγιανούς, οφθαλμογενέσιους ή με σχιστώδη δομή) και σχιστόλιθους σε μικρό τμήμα στο νοτιοδυτικό άκρο της περιοχής. Στις κοιλάδες των παραχειμάρρων και του Γεροπόταμου υπάρχουν ανεξέλικτα αλλουβιακά εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα σε κροκάλες και άμμο. Η αντίδραση των εδαφών, με βάση τη γεωλογική σύσταση του υπεδάφους, εκτιμάται να είναι όξινη ως μετρίως βασική.



Σχήμα 1. Η περιοχή έρευνας στην Ελλάδα

Πίνακας 1. Τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής του φράγματος Παπαδιάς – Σκοπού

α/α	Ονομασία χειμαρρικού ρεύματος	H _{min}	H _{max}	DH	L	F (km ²)
1	Φαρμάκη	945	1660	715	5002,943236	9,803023
2	Καριτσιτσα	960	1730	770	5462,845774	7,77623
3	Τσιγκελίτσα	965	1915	950	6129,839361	6,43747
4	Νέο ρέμα	965	2030	1065	5703,257525	6,430199
5	Παλαιό ρέμα	1085	1860	775	12745,07278	43,44945

Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής φράγματος Παπαδιάς – Σκοπού περιλαμβάνει 5 χειμαρρικά ρεύματα (πίνακας 1, χάρτης 1).

Δεδομένα - υλικά

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εφαρμογής διακρίνονται σε γεωγραφικά και υδρομετεωρολογικά. Στα γεωγραφικά περιλαμβάνονται η δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου ανάγλυφου της λεκάνης απορροής (Digital Elevation Model – DEM) η θέση του μετεωρολογικού σταθμού, οι χρήσεις γης, η γεωλογία της λεκάνης και το υδρογραφικό δίκτυο των ορεινών λεκανών απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων του φράγματος.

Τα υδρομετεωρολογικά δεδομένα περιλαμβάνουν τις μέσες μηνιαίες τιμές κατακρήμνισης και θερμοκρασίας του μετεωρολογικού σταθμού Φλώρινας της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (πίνακας 2).

Πίνακας 2. Μέσες μηνιαίες τιμές κατακρήμνισης και θερμοκρασίας 10ετίας 1991 – 2000

Τοποθεσία Σταθμού : Φλώρινα		Υψόμετρο : 650 μέτρα	
Γεωγραφικό μήκος 22° 26' ανατολικό,			
Γεωγραφικό πλάτος 40° 47' βόρειο			
Περίοδος : Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία 10ετίας 1991 - 2000			
Ιανουάριος	0,6	Ιούλιος	23,5
Φεβρουάριος	2,6	Αύγουστος	23,3
Μάρτιος	6,2	Σεπτέμβριος	18,5
Απρίλιος	11,3	Οκτώβριος	13,2
Μάιος	16,4	Νοέμβριος	7,1

Ιούνιος	21,6	Δεκέμβριος	2,5
<i>Περίοδος : Μηνιαίο ύψος νετού 10ετίας 1991 - 2000</i>			
Ιανουάριος	49,2	Ιούλιος	29,3
Φεβρουάριος	47,5	Αύγουστος	36,8
Μάρτιος	44,1	Σεπτέμβριος	55,4
Απρίλιος	60,6	Οκτώβριος	82,4
Μάιος	52,8	Νοέμβριος	70,6
Ιούνιος	26,3	Δεκέμβριος	71,7

Μέθοδος έρευνας

Γενικά - Η Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας

Η παγκόσμια εξίσωση εδαφικής απώλειας εφαρμόζεται συνήθως, όπου θέλουμε να εκτιμήσουμε την εδαφική απώλεια λόγω επιφανειακής διάβρωσης και δεν υπάρχουν στοιχεία μετρήσεων. Σαν εδαφική απώλεια ονομάζουμε την διαφορά του εδαφικού υλικού, που διαβρώθηκε, μείον την ποσότητα, που αποτέθηκε στην ίδια θέση και όλα αυτά σε συγκεκριμένο χρόνο.

Η Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας έχει ως εξής (Wischmeier & Smith, 1978) :

$$A = R * K * LS * C * P$$

όπου :

- A : Εδαφική απώλεια σε t/ha/έτος
- R : Συντελεστής διαβρωτικότητας βροχής
- K : Συντελεστής διαβρωσιμότητας εδάφους
- LS : Συντελεστής ανάγλυφου
- C : Συντελεστής φυτοκάλυψης
- P : Συντελεστής ελέγχου διάβρωσης

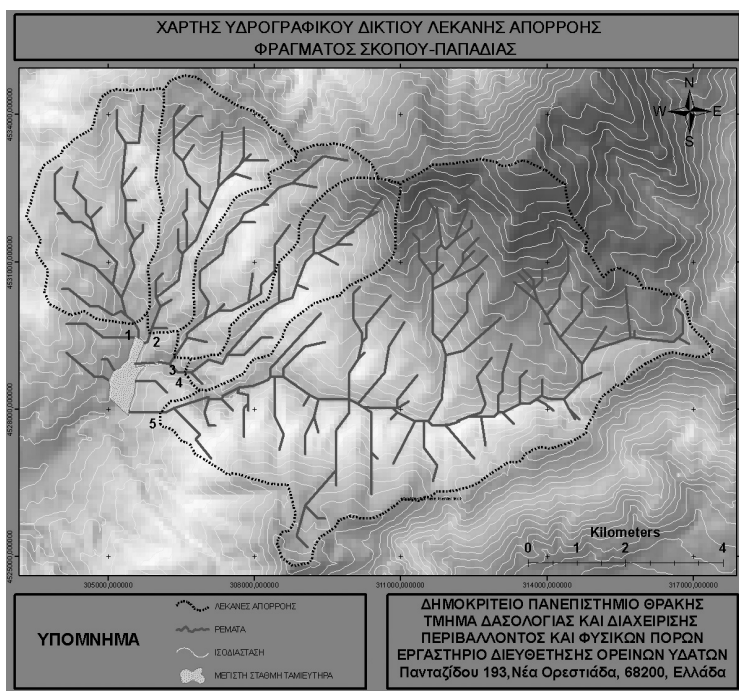
Με την εξίσωση αυτή δίνεται η δυνατότητα να εκτιμηθεί κατά προσέγγιση η μέση ετήσια εδαφική απώλεια σε καλλιεργήσιμες ή μη εκτάσεις.

Αποτελέσματα έρευνας

Εφαρμογή της παγκόσμιας εξίσωσης εδαφικής απώλειας στην λεκάνη απορροής

Εμβαδομέτρηση της λεκάνης απορροής

Η συνολική λεκάνη απορροής όπως υπολογίστηκε με τη χρήση της εντολής Areas είναι 77,64 km². Περιλαμβάνει τις υπολεκάνες 5 χειμαρρικών ρεμάτων. Τα σημαντικότερα από αυτά με βάση το μέγεθος είναι: ο χείμαρρος Νέο ρέμα και ακολουθούν το Παλιό ρέμα, το Τσιγκελίτσα και αυτά Φαρμάκη και Καριτσιτσα. Με αντίστοιχο τρόπο καθορίστηκαν τα μήκη της κεντρικής κοίτης των ρεμάτων (πίνακας 1).



Χάρτης 1. Χάρτης Υδρογραφικού Δικτύου Λεκάνης Απορροής Φράγματος Παπαδιάς

Τέλος, έγινε ψηφιοποίηση των χαρτών με το ArcGIS και υπολογίστηκε η μέση κλίση των μισαγγειών (πίνακας 3) συμφωνά με τον τύπο:

$J = \frac{\Delta H \cdot \Sigma I}{F}$, όπου J: κλίση μισγαγγείων, ΔH: ισοδιάσταση χωροσταθμικών καμπύλων, ΣI: το άθροισμα των μηκών όλων των χωροσταθμικών καμπύλων, F: εμβαδόν υπολεκάνης.

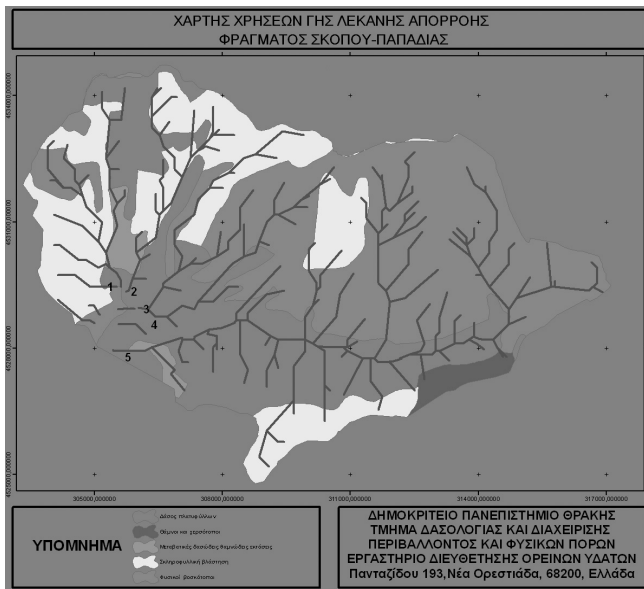
Πίνακας 3. Κλίσεις των λεκανών απορροής του Φράγματος Παπαδιάς – Σκοπού

a/a	Ονομασία χειμαρρικού ρεύματος	J (%)
1	Φαρμάκη	29,35
2	Καριτσίτσα	14,02
3	Τσιγκελίτσα	29,87
4	Νέο ρέμα	34,09
5	Παλαιό ρέμα	31,49

Υπολογισμός συντελεστή φυτοκάλυψης C

Ο συντελεστής φυτοκάλυψης στις 5 υπολεκάνες απορροής της περιοχής έρευνας καθορίστηκαν από τον χάρτη χρήσεων γης 2000.

Οι τιμές του συντελεστή εδαφοκάλυψης των 5 λεκανών απορροής δίνονται στον πίνακα 4.



Χάρτης 2. Χάρτης Χρήσεων Γής Λεκάνης Απορροής Φράγματος Παπαδιάς

Υπολογισμός συντελεστή αναγλύφου *LS*

Με χρήση του προγράμματος ArcGis υπολογίσαμε τον συντελεστή αναγλύφου για κάθε υπολεκάνη (πίνακας 4). Ο συντελεστής τοπογραφίας του εδάφους είναι διαφορετικός για κάθε λεκάνη και υπολογίζεται σύμφωνα με το τύπο των Mitchell και Bubenzer 1980.

$$LS = \left(\frac{\lambda}{22,13} \right)^m * (0,065 + 0,045 * S + 0,065 * S)$$

Όπου: λ: μήκος κλιτύος, S: κλίση κλιτύος, m : εκθέτης ανάλογος της κλίσης (0.5 για τις υπό μελέτη περιοχές).

Υπολογισμός συντελεστή διαβρωτικότητας βροχής *R*

Από τα στοιχεία που προκύπτουν από το μετεωρολογικό σταθμό της E.M.Y. που βρίσκεται στη περιοχή της Φλώρινας προκύπτει ότι το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 626,7 mm. Για τον υπολογισμό του συντελεστή R (σαν συνάρτηση της έντασης και της κινητικής ενέργειας των μεμονωμένων βροχών ενός έτους, που μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση στο έδαφος) είναι απαραίτητη η χρήση των βροχογραφημάτων. Επειδή δεν υπήρχαν διαθέσιμα βροχογραφήματα, χρησιμοποιήθηκε η εμπειρική εξίσωση παλινδρόμησης (Schwertmann et al. ,1990):

$$R=0,083 \cdot N - 1, 77$$

Όπου: R: σε N/hour, N: μέσο ετήσιο ύψος βροχής σε (mm)

Έτσι υπολογίσθηκε ***R=50,24***

Υπολογισμός συντελεστή διαβρωσιμότητας εδάφους *K*

Με χρήση του προγράμματος ArcGis υπολογίσαμε τον συντελεστή διαβρωσιμότητας για κάθε υπολεκάνη (πίνακας 4). Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντούν στην περιοχή του φράγματος, σύμφωνα με στοιχεία της προκαταρκτικής Γεωλογικής Έκθεσης της ΔΕΗ (ΔΕΗ, 1990), ανήκουν στην «Πελαγονική γεωτεκτονική ζώνη» η οποία βασικά συγκροτείται από παλαιοζωικά και προπαλαιοζωικά κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα που συνιστούν μια συμπαγή μάζα, καθώς επίσης και το Μεσοζωικό της κάλυμμα.

Οι σχηματισμοί αυτοί είναι οι ακόλουθοι:

- Γνεύσιοι
- Σχιστόλιθοι
- Πλειοκαινικές αποθέσεις
- Ποταμοχειμάρριες αποθέσεις

Από τους παραπάνω σχηματισμούς οι γνεύσιοι και οι σχιστόλιθοι αποτελούν το κρυσταλλοσχιστώδες (βραχώδες) υπόβαθρο της περιοχής ενώ οι πλειοκαινικές αποθέσεις (μάργες, άργιλοι, κροκαλοπαγή) καθώς και οι ποταμοχειμάρριες αποθέσεις (προσχώσεις, αναβαθμίδες, κορήματα) καταλαμβάνουν σημαντική έκταση και πάχος στην περιοχή του φράγματος και αποτελούν το ημισυνεκτικό και χαλαρό αντίστοιχα επιφανειακό κάλυμμα της περιοχής του φράγματος.

Συντελεστής ελέγχου διάβρωσης P

Ο συντελεστής P ονομάζεται συντελεστής ελέγχου διάβρωσης και εκφράζει το μέτρο της ανθρώπινης παρέμβασης για την προστασία από την διάβρωση. Για την παρούσα εργασία ο συντελεστής P λαμβάνεται ίσος με 0,85 διότι έχουν υλοποιηθεί μικρής έκτασης μέτρα προστασίας από την διάβρωση στις λεκάνες απορροής.

Πίνακας 4. Πίνακας τιμών συντελεστών USLE

Υπολεκάνη	R	K	LS	C	P
1.Φαρμάκη	50,24	0,475	0,0073799	29,35	0,85
2.Καριτσιίτσα	50,24	0,475	0,004765	14,02	0,85
3.Τσιγκελίτσα	50,24	0,475	0,0024949	29,87	0,85
4.Νέον ρέμα	50,24	0,475	0,0015763	34,09	0,85
5.Παλαιό ρέμα	50,24	0,475	0,0083051	31,49	0,85

Υπολογισμός της εδαφικής απώλειας με την χρήση της USLE

Μετά την εφαρμογή της εξίσωσης της USLE με την βοήθεια των συντελεστών της οι τιμές των οποίων παρουσιάζονται στον πίνακα 4 προέκυψε ότι η απώλεια του εδάφους στις 5 υπολεκάνες της λεκάνης απορροής Φράγματος Παπαδιάς-Σκοπού (πίνακας 5).

Στην συνολική διάβρωση της λεκάνης απορροής θα πρέπει να προσθέσουμε και την διάβρωση των οχθών των χειμάρρων, η οποία εκτιμάται εμπειρικά σαν ποσοστό 20% της επιφανειακής διάβρωσης (Roehl, 1962, Σακκάς, 2004).

Τελικά η διάβρωση της λεκάνης απορροής είναι το άθροισμα της επιφανειακής διάβρωσης και της διάβρωσης των υδατορευμάτων (πίνακας 5), δηλαδή:

$$\Sigma A_{\text{ολ}} = \Sigma A + 0,2 \cdot \Sigma A \text{ (σε t/έτος)}$$

Πίνακας 5. Πίνακας τιμών απώλειας εδάφους σύμφωνα με την εξίσωση της USLE

Υπολεκάνη	F (km ²)	F (0,1* ha)	A (t/0,1* ha, έτος)	A (t/έτος)	ΣΑ (t/έτος)
1. Φαρμάκη	9,803023	9803	4,39	43070	51684
2. Καριτσίτσα	7,77623	7776	1,35	10537	12645
3. Τσιγκελίτσα	6,43747	6437	1,51	9731	11677
4. Νέο ρέμα	6,430199	6430	1,09	7009	8410
5. Παλαιό ρέμα	43,44945	43449	5,30	230497	276597

Υπολογισμός βαθμού στερεοπαροχής DR

Το ποσοστό των παραγόμενων φερτών υλών που φθάνει σε ετήσια βάση στην έξοδο της λεκάνης απορροής λέγεται βαθμός στερεοπαροχής

Σύμφωνα με την εφαρμογή της μεθόδου υπολογισμού του βαθμού στερεοπαροχής DR υπολογίσθηκαν οι τιμές DR₁, DR₂ και τελικά το DR για κάθε χειμαρρικό ρεύμα, οι οποίες παρατίθενται στον πίνακα 6 που ακολουθεί.

Τελικά ο βαθμός DR στερεοπαροχής δίνεται από τον τύπο:

$$DR = (DR_1 + DR_2) / 2$$

Πίνακας 6. Πίνακας τιμών βαθμού στερεοπαροχής DR κάθε χειμαρρικού ρεύματος

Χειμάρρος	H _{min}	H _{max}	DH	L	F(mi ²)	DR ₁ %	DR ₂ %	DR%
Φαρμάκη	945	1660	715	5002,943	3,823179	44,89	60,60	52,75
Καριτσίτσα	960	1730	770	5462,846	3,03273	46,39	59,91	53,15
Τσιγκελίτσα	965	1915	950	6129,839	2,510613	47,66	64,78	56,22
Νέο ρέμα	965	2030	1065	5703,258	2,507778	47,66	75,53	61,60
Παλαιό ρέμα	1085	1860	775	12745,07	16,94529	36,34	29,98	33,16

Οι υπολογισμοί αυτοί είναι ιδιαίτερα σημαντικοί διότι θα μας δώσουν την εκτίμηση του όγκου φερτών υλών που θα μεταφερθούν στην έξοδο της λεκάνης απορροής κάθε χειμαρρικού ρεύματος (πίνακας 7). Ο όγκος αυτός των φερτών υλών είναι αυτός που δημιουργεί και πιθανόν να δημιουργήσει προβλήματα στην ομαλή λειτουργία της λίμνης.

Πίνακας 7. Πίνακας τιμών βαθμού στερεοπαροχής DR κάθε χειμαρρικού ρεύματος

Όνομασία χειμαρρικού ρεύματος	ΣΑ(t/έτος)	DR	Σύνολο
Φαρμάκη	51684	52,75	27264
Καριτσίτσα	12645	53,15	6721
Τσιγκελίτσα	11677	56,22	6565
Νέο ρέμα	8410	61,60	5181
Παλαιό ρέμα	276597	33,16	91731

Συμπεράσματα

Οι ορεινές υπολεκάνες που σχηματίζουν την λεκάνη απορροής του φράγματος Παπαδιάς – Σκοπού δεν αντιμετωπίζουν σημαντικά προβλήματα επιφανειακής διάβρωσης. Οι σημαντικότερες ποσότητες φερτών υλών παράγονται στην υπολεκάνη Παλαιό Ρέμα 91731 t/έτος και 27264 t/έτος στην υπολεκάνη Φαρμάκη. Λαμβάνοντας υπόψη την χωρητικότητα του ταμιευτήρα συμπεραίνουμε ότι αυτός δεν απειλείται από προσχώσεις. Η σημαντική δασοκάλυψη των υπολεκανών ασκεί σημαντικό ρυθμιστικό ρόλο. Σε ότι αφορά την γεωλογία της περιοχής, τα υφιστάμενα πετρώματα προκρίνουν την εμφάνιση όλων σχεδόν των χειμαρρικών φαινομένων (διαβρώσεις, αποσαθρώσεις, γεωκατακρημνίσεις). Τα στερεά υλικά που παράγονται, είναι διαφόρου μεγέθους. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι δεν έχουν υλοποιηθεί έργα σταθεροποίησης εδαφών στις επιμέρους λεκάνες απορροής. Πρέπει λοιπόν να υλοποιηθούν από τώρα όλα τα απαραίτητα έργα προστασίας στις δύο υπολεκάνες τουλάχιστον, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί στο διηνεκές η λειτουργία του ταμιευτήρα ο οποίος μπορεί να αναπτυχθεί σε σημαντικό εργαλείο ανάπτυξης της περιοχής.

Βιβλιογραφία

- Date, C.J. 1990. An Introduction to Database Systems. Addison-Wesley, New York.
- Engelund, F. and E. Hansen .1967. «A monograph on sediment transport in alluvial streams», Teknisk Forlag, Copenhagen Forest Service: Bioclimatic stores and characteristics of the Mediterranean climate for the prefectures of Thrace. (In the vegetation maps 1:200.000).
- Giakoumakis, S., G. Tsakiris and D. Efremides. 1991 “On the rainfall runoff

- modeling in a Mediterranean island environment” Advantages in water resources technology, Balkema 1991.
- Γιακουμάκης, Σ. και Γ. Τσακίρης .1992. «Μοντελοποίηση της εδαφικής διάβρωσης στο βόρειο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του Μόρνου», 5^ο Πανελλήνιο συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, Λάρισα, Νοέμβριος 1992
- Δ.Ε.Η., 1990 “Προκαταρκτικής Γεωλογικής Έκθεσης”, Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και επανορθωτικών μέτρων για την περιοχή του έργου «Φράγμα Σκοπού Παπαδιάς και συναφή έργων» στο νομό Φλώρινας. Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, Αθήνα.
- Κωτούλας, Δ., 2001. Διευθετήσεις Χειμαρρικών Ρευμάτων Ι. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Kotoulas, D., 1973 The torrential problem in Greece. Report Nr. 47. Laboratory of Silviculture and Mountainous Water Science. School of Agriculture and Forestry. Thessaloniki.
- Kotoulas, D., 1986. Natuerliche Entwicklung der Laengen- und Querprofilform der Fluesse, ein Beitrag zum Naturnahen Flussbau. Veroeff. d. Inst. Siedl. wass. wirtsch. 12, T.U. Graz.
- Mitchell, JK. Bubenzer, GD., 1980 “Soil loss estimation” Soil Erosion.
- Morgan, R.P.C., J.N. Quinton and R.J. Rickson..1991. “EUROSEM – A user guide” Sisloe college, MK 45 4DT, UK
- Nielsen, S. A., B. Storm and M. Styzen 1986. “Development of distributed soil erosion component for the SHE hudrological modelling system”, International conference on eater quality modelling in island natural environment”, Bournemouth, England. p. 1-13
- Poesen, J. 1985. “An improved splash transport model”, Zeitschrift fur Geomorfologie 29(2): 193-211.
- Roehl, JW., 1962 “Sediment source areas, delivery ratios and influencing morphological factors” International Association of Scientific Hydrology.
- Σακκάς, Ι.Γ. 2004. «Τεχνική υδρολογία» τεύχος 1, Υδρολογία Επιφανειακών υδάτων, Θεσσαλονίκη 2004
- Schwertmann, U. W. Vogel and M. Kainz. 1987.«Bodenerosion durch Wasser: Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmassnahmen». Stuttgart.
- Wischmeier, W. H. and D. Smith .1978. “Predicting rainfall erosion losses. A guide to conversation planning”, US Department of Agriculture, Handbook no 537.

Soil loss evaluation in the watershed of Papadias and Skopou dam using Geographical Information Systems

S. Anastasiadis, K. Karagiorgos and F. Maris

Abstract

The water is one from the most essential elements for the operation and the production of energy in each Steam-electric Station. Water is used so much for the production of steam and energy, what as cooling means of installations. At the same time the required water should be ensured with such way, in order that the tax for the around environment is limited in minimal and does not become unverifiable use of pointless quantities of water. For this aim manufactured the dam of Papadias. The water is ensured by his sources terms Kaimaktsalan and the river Geropotamo. The artificial lake that will be created with this way will constitute the source of feed-in of water for the A.I.S. Melitis - Achladas. It is calculated that the capacity will be 13 mill. of m^3 , by which the 55% will be been disposed in the A.I.S. Melitis - Achladas and rest 45% in irrigations. It is still appreciated that it can be created hydro-biotope in the space of Dam, and constitute tourist pole of attraction. Aim of this research is to estimate of soil loss of the watershed with base the world equation of soil loss (Universal Soil Loss Equation) with the use of System of Geographic Information.

Keywords: *Watershed, dam, Universal soil loss equation, Geographical Information System, surface erosion*

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ
ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Ποιος πρέπει να επωμιστεί το κόστος προστασίας του περιβάλλοντος; Η χρήση αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών ερευνών στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

Ε. Μανωλάς*, W. L. Filho,
Σ. Ταμπάκης και Π. Καρανικόλα

*Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Πανταζίδου 193, 68200 Ορεστιάδα

Περίληψη

Η διαφορετικότητα στις τεχνοτροπίες μάθησης που χαρακτηρίζει τους φοιτητές στην τριτοβάθμια εκπαίδευση καθιστά αναγκαία τη χρήση από τους διδάσκοντες διαφορετικών τεχνικών διδασκαλίας με στόχο την πλήρη εμπλοκή των σπουδαστών στις μαθησιακές διαδικασίες. Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός απαιτείται η χρήση μεθόδων ενεργητικής παρά παθητικής μάθησης. Η ενεργητική μάθηση μπορεί να αυξήσει την περιέργεια, να διευκολύνει τη συγκράτηση πληροφορίας, να βελτιώσει την επίδοση στο μάθημα και να καλλιεργήσει την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης. Η εργασία αυτή προτείνει ένα σχήμα ενεργητικής μάθησης με χρήση αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών ερευνών. Μετά την παρουσίαση ενός συστήματος βασικών κανόνων για την αξιοποίηση αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών ερευνών στη μαθησιακή διαδικασία, η εργασία επιχειρεί να εφαρμόσει αυτό το σύστημα κανόνων στην περίπτωση του επιμερισμού του κόστους προστασίας του περιβάλλοντος.

Λέξεις κλειδιά: ενεργητική μάθηση, διαφορετικές τεχνοτροπίες μάθησης, αποτελέσματα δειγματοληπτικών ερευνών, προστασία περιβάλλοντος

Εισαγωγή

Η ποικιλία τεχνοτροπιών μάθησης που χαρακτηρίζει τους φοιτητές στα ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα επιβάλλει στους διδάσκοντες τη χρησιμοποίηση διαφορετικών μεθόδων διδασκαλίας (Frederick 2000, Drummond 2002). Επιπλέον, αποτελεσματική μάθηση σημαίνει χρήση ενεργητικών και όχι παθητικών μαθησιακών προσεγγίσεων.

Στην ενεργητική μάθηση οι εκπαιδευόμενοι δεν είναι απλά αποδέκτες

πληροφόρησης αλλά και συμμετέχουν και πράττουν (McKeachie 2001). Δηλαδή, πρέπει να δίνεται στους σπουδαστές η δυνατότητα να διαβάζουν, να ακούν, να βλέπουν, να εκφράζονται και να πράττουν. Έρευνες που έχουν διεξαχθεί προτείνουν ότι η χρήση τεχνικών ενεργητικής μάθησης έχει πολλά πλεονεκτήματα: μπορεί να δημιουργήσει περισσότερα κίνητρα για μάθηση, να αυξήσει την περιέργεια, να διευκολύνει τη συγκράτηση πληροφορίας, να βελτιώσει την επίδοση στο μάθημα, να καλλιεργήσει την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης και να ενθαρρύνει τη δια βίου εκπαίδευση για προσωπικούς και επαγγελματικούς σκοπούς (Adams 1993, Hartman 1995, Δερβίσης 1998, Yuretich 2003).

Για να ενθαρρύνει την επίτευξη των παραπάνω στόχων στην περιβαλλοντική εκπαίδευση, η εργασία αυτή προτείνει μια προσέγγιση ενεργητικής μάθησης με χρήση αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών ερευνών. Μετά την παρουσίαση ενός συστήματος βασικών κανόνων για την αποτελεσματική χρήση αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών ερευνών στη διδακτική / μαθησιακή διαδικασία, η εργασία επιχειρεί να εφαρμόσει αυτό το σύστημα κανόνων στην περίπτωση του επιμερισμού του κόστους προστασίας του περιβάλλοντος.

Η σημασία της χρήσης αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών ερευνών στη διδασκαλία και μάθηση

Στην περιβαλλοντική εκπαίδευση έχει γίνει πολλές φορές χρήση αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών ερευνών (Miller 1982, Williamson 1996). Τα αποτελέσματα δειγματοληπτικών ερευνών αποτελούν χρήσιμη πληροφορία για τη διαμόρφωση κυβερνητικής πολιτικής ή για εμπλοκή σε δράση.

Η χρήση αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών ερευνών ως μέσα διδασκαλίας και μάθησης μπορεί να:

- δημιουργήσει περισσότερα κίνητρα για μάθηση
- προσελκύσει την προσοχή
- διατηρήσει την προσοχή
- αυξήσει την περιέργεια
- διευκολύνει τη συγκράτηση πληροφορίας
- ενθαρρύνει τη συνεργασία
- βελτιώσει την επίδοση στο μάθημα

- καλλιεργήσει την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης

Η επιλογή για το «πως» και «πότε» πρέπει να χρησιμοποιούνται δειγματοληπτικές έρευνες είναι θέμα υποκειμενικό, και το ίδιο ισχύει και για τη χρήση των δυνατοτήτων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην εκπαίδευση διαφορετικών κατηγοριών εκπαιδευομένων όπως μαθητές ή φοιτητές. Στο πλαίσιο αυτό τα άτομα που έχουν την ευθύνη για τη λήψη αποφάσεων όσον αφορά εφαρμογή προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης πρέπει όχι μόνο να γνωρίζουν τα προβλήματα που υπάρχουν (Leal Filho 2006) αλλά και τους στόχους που πρέπει να επιτευχθούν:

- να εξετάζονται σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα από την τοπική, εθνική, περιφερειακή και διεθνή σκοπιά, ούτως ώστε οι φοιτητές να αποκτούν γνώσεις για την κατάσταση του περιβάλλοντος σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές
- να δίνεται έμφαση τόσο σε πραγματικά γεγονότα όσο και σε καταστάσεις που είναι δυνατό να συμβούν
- να προωθείται η σπουδαιότητα και αναγκαιότητα της συνεργασίας σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο για την πρόληψη και επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων
- να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη οι ανάγκες του περιβάλλοντος όταν επιχειρείται σχεδιασμός αναπτυξιακών και επενδυτικών προγραμμάτων
- να ενθαρρύνεται η συμμετοχή των εκπαιδευομένων στο σχεδιασμό της εκπαίδευσής τους και να παρέχονται στους σπουδαστές ευκαιρίες λήψης αποφάσεων καθώς και ευκαιρίες αντιμετώπισης των συνεπειών των αποφάσεων αυτών
- να ενθαρρύνεται η ανακάλυψη από τους εκπαιδευόμενους των συμπτωμάτων και αιτιών περιβαλλοντικών προβλημάτων
- να δίνεται έμφαση στην πολυπλοκότητα των περιβαλλοντικών προβλημάτων και, κατά συνέπεια, στην ανάγκη καλλιέργειας κριτικής σκέψης και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων
- να γίνεται χρήση διαφορετικών τεχνικών διδασκαλίας και μάθησης με έμφαση σε πρακτικές δραστηριότητες και βιωματικές εμπειρίες

Η προσπάθεια υλοποίησης των παραπάνω στόχων αυξάνει τις πιθανότητες καλλιέργειας όχι μόνο μιας ευρύτερης περιβαλλοντικής συνείδησης αλλά και των απαραίτητων ηθικών αρχών για προσωπική ολοκλήρωση και

επαγγελματική επιτυχία.

Βασικοί κανόνες αξιοποίησης αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών ερευνών στη διδασκαλία και μάθηση

Οι βασικοί κανόνες για τη αξιοποίηση αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών ερευνών στη διδασκαλία και μάθηση είναι οι εξής:

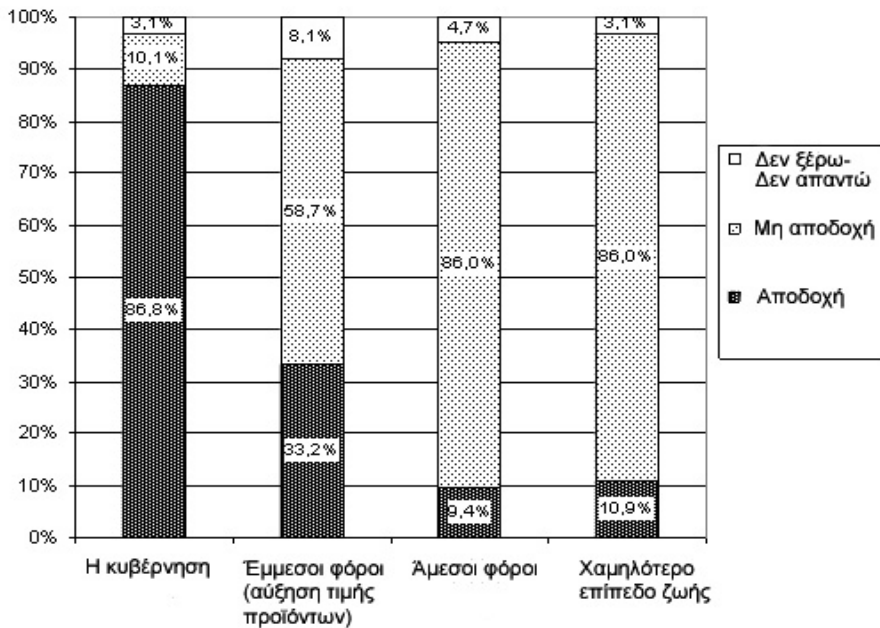
- Σημείο αναφοράς κάθε εκπαιδευτικής δραστηριότητας αποτελεί η διατύπωση των στόχων της δραστηριότητας αυτής. Το βασικό ερώτημα που πρέπει να θέτει ο διδάσκων στον εαυτό του είναι «Τι πρέπει να μπορούν να κάνουν οι φοιτητές στο τέλος μιας δραστηριότητας;» Οι στόχοι πρέπει να διατυπώνονται με σαφήνεια και συντομία. Η διατύπωση των στόχων μιας δραστηριότητας αποτελεί το 25% της επιτυχίας της προσπάθειας αυτής (Module 2: Helping People to Learn 1991).
- Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται πολλά αποτελέσματα δειγματοληπτικών ερευνών. Αρκεί η χρήση αποτελεσμάτων από μια μόνο καλά επιλεγμένη δειγματοληπτική έρευνα για κάθε ένα από τα κύρια σημεία που πρέπει να θιχθούν (Module 2: Helping People to Learn 1991).
- Τα αποτελέσματα της κάθε δειγματοληπτικής έρευνας πρέπει να συνοδεύονται από σύντομη λεκτική επεξήγηση του περιεχομένου τους. Στην επεξήγηση αυτή, πρέπει να συμπεριλαμβάνεται η διασαφήνιση νέων όρων, εννοιών, αρχών κλπ., που πιθανότατα είναι άγνωστες στο ακροατήριο (Goldsmid and Wilson 1980, Module 2: Helping People to Learn 1991).
- Κάθε είδους προφορική επεξήγηση είναι σημαντικό να ακολουθείται από συζήτηση για το πώς το ακροατήριο μπορεί να ωφεληθεί από τα συγκεκριμένα αποτελέσματα και τη λεκτική επεξήγηση που ακολούθησε. Σημαντική προϋπόθεση για την επιτυχία της συζήτησης αυτής αποτελεί η ποιότητα των ερωτήσεων που χρησιμοποιούνται. Οι καλές ερωτήσεις είναι σαφείς, σύντομες, χρησιμοποιούν γλώσσα προσιτή, προκαλούν τη σκέψη και προωθούν την αξιοποίηση της πληροφόρησης που παρέχεται (Good and Brophy 1973).
- Μετά το τέλος της συζήτησης μέσα στην τάξη, είναι σημαντικό να προταθούν στους φοιτητές ερωτήσεις ή δραστηριότητες ενδυνάμωσης των πρώτων εντυπώσεων από τη συγκεκριμένη εκπαιδευτική διαδικασία. Υπάρχει, επομένως, αναγκαιότητα για ερωτήσεις και δραστηριότητες που θα υποβοηθούν στη σύνδεση παλαιότερης και νέας γνώσης και στην α-

ξιοποίηση της εμπειρίας που υπάρχει για να προχωρήσει το άτομο σε νέους ορίζοντες. Η εκπαίδευση έχει ως στόχο όχι μόνο να επεκτείνει τους γνωσιολογικούς ορίζοντες του φοιτητή, αλλά και να τον βοηθήσει να αποκτήσει δεξιότητες συνεχούς αυτομόρφωσης (Θεοφιλίδης 1988).

Μια εφαρμογή: Ποιος πρέπει να επωμιστεί το κόστος προστασίας του περιβάλλοντος;

Στόχοι

- Να δημιουργηθεί ενδιαφέρον για το ζήτημα της προστασίας του περιβάλλοντος
- Να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα μιας δειγματοληπτικής έρευνας
- Να δοθούν ερεθίσματα για σκέψη
- Να διερευνηθεί η δυνατότητα μετάβασης σε μια βιώσιμη κοινωνία



Σχήμα 1: Η άποψη των πολιτών της Ορεστιάδας για το ποιος πρέπει να επωμιστεί το κόστος προστασίας του περιβάλλοντος (Μανωλάς, Κουτρομανίδη, Ταμπάκης, 2004)

Ερμηνεία

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία σχεδόν εννέα στα δέκα άτομα στην πόλη της Ορεστιάδας πιστεύουν ότι τα περισσότερα χρήματα για την προστασία του περιβάλλοντος πρέπει να ξοδεύονται από το κράτος. Το 33,2% του πληθυσμού είναι πρόθυμο να αγοράζει προϊόντα σε υψηλότερες τιμές ενώ μόνο 9,4% του πληθυσμού δέχεται το μέτρο της άμεσης φορολογίας για σκοπούς προστασίας του περιβάλλοντος. Και μόνο 10,9% των ατόμων που απάντησαν δέχεται μείωση του βιοτικού του επιπέδου για χάρη του περιβάλλοντος. Ίσως, η κοινωνία δέχεται ότι η προστασία του περιβάλλοντος είναι σημαντικό ζήτημα αλλά μόνο σε επίπεδο πεποιθήσεων. Δεν είναι βέβαιο ότι η πλειοψηφία του πληθυσμού δέχεται να κάνει τις απαιτούμενες θυσίες για να επιτευχθεί η μετάβαση στη βιωσιμότητα.

Οι απαντήσεις που δόθηκαν από τους πολίτες της Ορεστιάδας δείχνουν ότι η κοινωνία τους έχει δεχθεί και τον υλισμό και τη φιλοκτημοσύνη. Αυτό σημαίνει ότι οι άνθρωποι δεν έχουν αντιληφθεί ότι αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος σημαίνει αλλαγή των απόψεων τους και για τους ίδιους και για τον κόσμο που τους περιβάλλει. Σημαίνει ότι δεν έχουν αντιληφθεί ότι το παρόν συνδέεται με το μέλλον και ότι οι πράξεις του σήμερα διαμορφώνουν το αύριο. Σημαίνει ότι δεν έχουν μάθει να αξιολογούν τις βραχυπρόθεσμες επιλογές τους με βάση τις μακροπρόθεσμες συνέπειες των επιλογών αυτών για το φυσικό περιβάλλον.

Η βιωσιμότητα συνεπάγεται ένα περισσότερο οικοκεντρικό τρόπο ζωής, ένα τρόπο ζωής που λαμβάνει σοβαρά υπόψη την προστασία του περιβάλλοντος. Η έννοια, μιας περιβαλλοντικά βιώσιμης κοινωνίας, κατά συνέπεια, αναφέρεται σε ένα τρόπο ζωής που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να υπονομεύει τις ανάγκες του μέλλοντος. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής δείχνουν ότι οι πολίτες της Ορεστιάδας δεν έχουν αντιληφθεί ή δεν θέλουν να αντιληφθούν ότι το παρόν συνδέεται με το μέλλον. Δεν έχουν μάθει ή δεν θέλουν να μάθουν να αξιολογούν τις πράξεις τους με βάση τις μακροπρόθεσμες συνέπειες που έχουν οι πράξεις αυτές για το περιβάλλον και για τις μελλοντικές γενιές.

Εφόσον αποτελέσματα όπως τα παραπάνω δεν συναντώνται μόνο στην Ελληνική κοινωνία αλλά και σε άλλες Δυτικές κοινωνίες (Dunlap and Mertig 1992, NORC 1992, NILT 2000) τότε πρέπει κανείς να διερωτηθεί εάν η μετάβαση στη βιωσιμότητα είναι εφικτή.

Η αλήθεια είναι ότι η ιστορία είναι γεμάτη από παραδείγματα σημαντικών κοινωνικών μετασχηματισμών. Το 19^ο αιώνα καταργήθηκε ο φεουδαλισμός στην Ιαπωνία, και το ίδιο συνέβη σε παγκόσμιο επίπεδο και για τη

δουλεία. Τον 20^ο αιώνα νικήθηκε ο ιμπεριαλισμός και δημιουργήθηκε η ηνωμένη Ευρώπη. Στην εποχή μας, κατέρρευσε η Σοβιετική Ένωση κυρίως μέσα από τη δράση εσωτερικών δυνάμεων. Αυτό που, ίσως, είναι περισσότερο εντυπωσιακό είναι ότι το 1993 η Νότιος Αφρική μετασχηματίστηκε ειρηνικά και δημοκρατικά από ένα εξαιρετικά απάνθρωπο, αυταρχικό και ρατσιστικό σύστημα διακυβέρνησης σε μια πολυκομματική και πολυεθνική κοινωνία με δημοκρατικά εκλεγμένο μαύρο πρωθυπουργό. Καμία από τις αλλαγές αυτές δεν ολοκληρώθηκε ακριβώς όπως σχεδιάστηκε ή δημιούργησε κοινωνίες χωρίς προβλήματα. Όμως, τα παραδείγματα που αναφέρθηκαν δείχνουν περίτρανα ότι οι μετασχηματισμοί που απαιτούνται για τη δημιουργία περιβαλλοντικά βιώσιμων κοινωνιών είναι εφικτοί.

Η δράση των ανθρώπων με την επικουρία των απαραίτητων δομών είναι τα δύο εκείνα στοιχεία που όταν ενωθούν μπορούν να παράγουν την πράξη που φέρνει την αλλαγή...

Ερωτήσεις για συζήτηση

- Γιατί διεξήχθη μια τέτοια έρευνα;
- Τι ερωτήματα εγείρει η ερμηνεία των αποτελεσμάτων; Ποιες άλλες πληροφορίες θα ήταν απαραίτητες για τη βαθύτερη κατανόηση του θέματος;
- Ποιες επιπρόσθετες πληροφορίες μπορούν να εξαχθούν από την ανάλυση των αποτελεσμάτων;
- Ποιες θα ήταν οι δικές σας απαντήσεις στα ερωτήματα του ερωτηματολογίου;

Ερωτήσεις προέκτασης

- Να συγκεντρώσετε τις απαντήσεις που έδωσαν οι συμφοιτητές σας για κάθε ένα από τα ερωτήματα του ερωτηματολογίου. Να συγκρίνετε και να αντιπαραβάλλετε τις απαντήσεις των συμφοιτητών σας με αυτές της πραγματικής έρευνας.
- Ποια η σημασία των ερευνητικών αποτελεσμάτων που παρουσιάστηκαν και συζητήθηκαν στην τάξη για τη διαμόρφωση κρατικής πολιτικής;
- Εάν έπρεπε να συγκρίνετε και να αντιπαραβάλλετε την περιβαλλοντική πολιτική της χώρας σας με την περιβαλλοντική πολιτική μιας άλλης χώρας, ποια χώρα θα επιλέγατε; Γιατί;
- Σε ποια σημεία διαφέρουν τα μικρά από τα μεγάλα πολιτικά κόμματα στη χώρα σας στο ζήτημα της προστασίας του περιβάλλοντος; Ποιες οι

ομοιότητες μεταξύ των μικρών κομμάτων της αριστεράς και της δεξιάς;
Ποιες οι σημαντικές διαφορές;

Συμπέρασμα

Η ενεργητική μάθηση, σε αντίθεση με την παθητική μάθηση, προωθεί την άμεση εμπλοκή των σπουδαστών στη μαθησιακή διαδικασία. Αυτό σημαίνει ότι οι εκπαιδευόμενοι δεν είναι απλά αποδέκτες πληροφόρησης, αλλά και δέχονται πληροφορίες και συμμετέχουν και πράττουν. Η εργασία αυτή ασχολήθηκε με τα αποτελέσματα δειγματοληπτικών ερευνών ως μέσα πλήρους εμπλοκής των φοιτητών στη μαθησιακή διαδικασία. Η περίπτωση που χρησιμοποιήθηκε αφορούσε την άποψη των πολιτών της Ορεστιάδας για το ποιος πρέπει να επωμιστεί το κόστος προστασίας του περιβάλλοντος.

Παρά τα πλεονεκτήματά της, η χρήση για διδακτικούς και μαθησιακούς σκοπούς συγκεκριμένων αποτελεσμάτων δειγματοληπτικών ερευνών από μόνη της δεν αρκεί. Τα αποτελέσματα που χρησιμοποιούνται πρέπει να συνοδεύονται από συγκεκριμένους στόχους, είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται τα αποτελέσματα μιας μόνο δειγματοληπτικής έρευνας για κάθε ένα από τα κύρια θέματα / σημεία που θίγονται, τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας πρέπει να ακολουθούνται από σύντομη επεξήγηση του περιεχομένου τους, η συζήτηση που θα ακολουθήσει πρέπει να υποστηρίζεται από κατάλληλες ερωτήσεις, ενώ στο τέλος της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής δραστηριότητας είναι σημαντικό να ανατίθενται στους εκπαιδευόμενους ερωτήσεις / δραστηριότητες που θα συνδέουν τη γνώση που αποκτήθηκε με νέα γνώση και που θα προωθούν την απόκτηση δεξιοτήτων συνεχούς αυτομόρφωσης. Μερικά πλεονεκτήματα μιας τέτοιας προσέγγισης είναι:

- *Ενεργός συμμετοχή*

Οι εκπαιδευόμενοι αισθάνονται ότι συμμετέχουν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ο τρόπος προσέγγισης των σπουδαστών δεν είναι «εγώ μιλάω, εσείς ακούτε» αλλά «ας μιλήσουμε».

- *Συνεργασία*

Δεν χρησιμοποιείται η προσέγγιση «Θα το κάνω εγώ» αλλά «ας το επιχειρήσουμε μαζί» η οποία στις περισσότερες περιπτώσεις αποδεικνύεται περισσότερο επιτυχής.

- *Διεπιστημονικότητα*

Εφόσον το περιβάλλον δεν είναι αποκλειστικά αντικείμενο μελέτης μιας και

μόνο επιστήμης για να επιτευχθεί βαθύτερη κατανόηση των ζητημάτων που εξετάζονται είναι απαραίτητη η χρήση διαφορετικών επιστημών.

Βιβλιογραφία

I. Ελληνόγλωσση

- Δερβίσης, Σ. Ν. 1998. *Οι Μαθητές μιας Τάξης ως Κοινωνική Ομάδα και η Ομαδοκεντρική Διδασκαλία*. Α΄ Έκδοση. Gutenberg, Αθήνα.
- Μανωλάς, Ε., Σ. Ταμπάκης και Θ. Κουτρομανίδης. 2004. Διερεύνηση της Άποψης των Πολιτών της Ορεστιάδας σχετικά με το Κόστος Προστασίας του Περιβάλλοντος. *Πρακτικά 1^{ου} Πανελληνίου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου*, Ορεστιάδα, σελ. 338-344.
- Θεοφιλίδης, Χ. 1988. *Η Τέχνη των Ερωτήσεων*. Τρίτη Έκδοση. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

II. Ξενόγλωσση

- Adams, D. L. 1993. Instructional Techniques for Critical Thinking and Life-Long Learning in Science Courses. *Journal of College Science Teaching* 23(2): 100-104.
- Drummond, T. 2002. A Brief Summary of the Best Practices in Teaching. Available <http://northonline.sccd.ctc.edu/eceprog/bstprac.html>
- Dunlap, R. E. and A. G. Mertig. 1992. The Evolution of the U.S. Environmental Movement from 1970 to 1990 : An Overview. In : R. E. Dunlap and A. G. Mertig, eds., *American Environmentalism : The U.S. Environmental Movement, 1970-1990*. Taylor & Francis. New York. 1-10 pp.
- Frederick, P. J. 2000. Student Involvement: Active Learning in Large Classes. In: G. S. Bridges and S. Desmond, eds., *Teaching and Learning in Large Classes*. American Sociological Association / Teaching Resources Center. Washington. D.C. pp. 143-150.
- Goldsmid, C. and K. Wilson. 1980. *Passing on Sociology: The Teaching of a Discipline*. American Sociological Association / Teaching Resources Center. Washington. D.C.
- Good, T. and J. Brophy. 1973. *Looking in Classrooms*. Harper & Row. New York.
- Hartman, V. F. 1995. Teaching and Learning Style Preferences: Transitions through Technology. *VCCA Journal* 2 : 18-20. Available <http://www.br.cc.va.us/vcca/hart.htm>
- Leal Filho, W. (Ed) 2006. *Innovation, Education and Communication for*

- Sustainable Development*. Peter Lang Scientific Publishers, Frankfurt.
- McKeachie, W. 2001. Active Learning. Available http://hydro4.sci.fau.edu/~rjordan/active_learning.htm
- Miller, A. 1982. Integrative Thinking as a Goal to Environmental Education. *Journal of Environmental Education* 12(4): 3-8.
- Module 2: Helping People to Learn*. 1991. Slough: Polytechnic of West London.
- NILT. 2000. *Module: Environment*. Available <http://www.ark.uk/nilt/2000/Environment/>
- NORC. 1992. *General Social Surveys, 1972-1992: Cumulative Codebook*. Chicago: National Opinion Research Center.
- Williamson, C. 1996. *Training in Environmental Education*. Unpublished MPhil thesis. ERTCEE/University of Bradford, Bradford.
- Yuretich, R. F. 2003. Encouraging Critical Thinking – Measuring Skills in Large Introductory Science Classes. *Journal of College Science Teaching*, 33(3): 40-45.

Who should bear the cost of environmental protection? The use of survey results in environmental education

E. Manolas, W. L. Filho, S. Tampakis and P. Karanikola

Abstract

The diversity of learning styles, which characterizes students in higher education, makes it necessary for teachers to constantly look for variety in the methods they use. Fully engaging students to be actively involved in their own learning seems to be a task best achieved through active rather than passive learning approaches. Active learning can enhance motivation, increase inquisitiveness, facilitate retention of material, improve classroom performance, and foster development of critical thinking skills. This paper puts forward an active learning approach regarding the use of survey results in environmental education. Following presentation of a system of basic rules for effectively using survey results in the teaching / learning process, an effort is made to apply this system of rules to the case of who should bear the cost of environmental protection.

**Ποιος ευθύνεται για την κατάσταση του περιβάλλοντος;
Ποιος πρέπει να επωμιστεί το κόστος προστασίας
του περιβάλλοντος; Οι απόψεις των φοιτητών του τμήματος
Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών
Πόρων του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης**

**Σ. Ταμπάκης*, Π. Καρανικόλα, Ε. Μανωλάς
Γ. Νίκου, Β. Ξανθόπουλος και Σ. Καρασταμάτης**

***Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων,
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Πανταζίδου 193, 68200 Ορεστιάδα**

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία με την βοήθεια ερωτηματολογίου αυτοδιαχείρισης έγινε διερεύνηση των απόψεων των φοιτητών Δασολογίας για το ποιος ευθύνεται για την κατάσταση του περιβάλλοντος στις μέρες μας αλλά και για το ποιος πρέπει να επωμιστεί το κόστος προστασίας του. Οι απόψεις των φοιτητών διαφοροποιούνται μέσα από την παρακολούθηση του προγράμματος σπουδών της σχολής, το οποίο έχει σαφώς ένα περιβαλλοντικό προσανατολισμό. Το μεγαλύτερο ποσοστό των φοιτητών πιστεύει ότι η ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος χειροτερεύει, αργά ή γρήγορα. Η πλειοψηφία των φοιτητών πιστεύει το ίδιο και για το αστικό περιβάλλον. Υπεύθυνοι για την κατάσταση του περιβάλλοντος θεωρούνται οι βιομήχανοι και οι επιχειρήσεις, ακολουθούν οι πολιτικοί και οι νόμοι, η δημόσια διοίκηση και οι ελεγκτικοί μηχανισμοί, οι πολίτες ως καταναλωτές και οι αγρότες ως παραγωγοί. Μικρότερη ευθύνη, κατά τους φοιτητές, έχουν οι ερευνητές και επιστήμονες, οι δικαστές και η απόδοση της δικαιοσύνης, οι δάσκαλοι και καθηγητές (εκπαίδευση), οι δημοσιογράφοι και τα ΜΜΕ. Τέλος, από τις απαντήσεις στην ερώτηση για το ποιος πρέπει να επωμιστεί το κόστος προστασίας του περιβάλλοντος, διαφαίνεται μια ανώριμη πολιτικά συμπεριφορά εκ μέρους των φοιτητών οι οποίοι θεωρούν σε συντριπτικά μεγάλο ποσοστό, ότι αυτό πρέπει να βαρύνει την κυβέρνηση. Αντίστοιχα μικρή αποδοχή έχουν η έμμεση και άμεση φορολογία καθώς και η αποδοχή ενός χαμηλότερου επιπέδου ζωής.

Λέξεις κλειδιά: Φυσικό περιβάλλον, αστικό περιβάλλον, κόστος, ιεραρχική ανάλυση σε συστάδες

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει «κοινή συνείδηση» των ανθρώπων ότι η ποιότητα του περιβάλλοντος, τόσο του φυσικού όσο και του αστικού, χειροτερεύει συνεχώς, με συνέπειες που δεν μπορούν ακόμη να εκτιμηθούν (Κουιμτζή κ.α. 1998). Υπεύθυνος της υποβάθμισης αυτής είναι το άτομο ως χρήστης των οικοσυστημάτων και ως καταναλωτής των προϊόντων που παράγονται από τις διάφορες ρυπογόνες δραστηριότητες. Δεν πρέπει να παραβλέπεται όμως και ο σημαντικός ρόλος των οργανωμένων συμφερόντων του παραγωγικού συστήματος και του Κράτους στην επιλογή του τρόπου και του βαθμού εκμετάλλευσης του περιβάλλοντος (Κούση 1998). Οι ιδιωτικές επιχειρήσεις είναι μια από τις σημαντικότερες δυνάμεις που διαμορφώνουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ανθρώπων και του περιβάλλοντος. Όμως η ιδιωτική επιχείρηση δεν είναι η μόνη δύναμη που βλάπτει το περιβάλλον, το ίδιο συμβαίνει και με τις κρατικές επιχειρήσεις (Doyle and McEachern 1989). Αυτό που συμβαίνει στο περιβάλλον καθορίζεται από την αυθαίρετη αλληλεπίδραση των δυνάμεων αγοράς και όχι από την προγραμματισμένη λήψη αποφάσεων (Jacobs 1991). Στην ουσία, η εκβιομηχάνιση αντιπροσωπεύει την επιταχυνόμενη επεξεργασία των πόρων που απαιτούνται από τις οικονομικές κοινωνίες (McBurney 1990). Τα πολιτικά κόμματα καθορίζουν τη στάση τους απέναντι στο περιβάλλον με γνώμονα τη δημιουργία λιγότερων συγκρούσεων με την κοινωνία (Dalton 1994).

Σε κοινοτικό επίπεδο υπάρχει θετική στάση των κοινοτικών οργάνων ως προς τους περιβαλλοντικούς φόρους και επιβαρύνσεις (Γκιζάρη-Ξανθοπούλου 2003). Τα φορολογικά μέτρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποθαρρύνουν την ανεπιθύμητη χρήση προϊόντων που επιβαρύνουν το περιβάλλον (Pearse 1998). Όμως, οι φόροι ρύπανσης μπορούν να θεωρηθούν «άδικοι» δεδομένου ότι επιτρέπουν στα πλούσια άτομα και στις επιχειρήσεις να μολύνουν επειδή το αντέχουν οικονομικά (Jacobs 1991). Είναι βασισμένοι στην αρχή ότι αυτός που μολύνει πρέπει να πληρώνει, έτσι επιφέρουν μια μείωση της ρύπανσης (αυξάνοντας το κόστος χρήσης του πόρου), καθώς τα φορολογικά έσοδα βοηθούν την Κυβέρνηση να βελτιώσει το περιβάλλον (Kula 1994).

Η ρύπανση του φυσικού περιβάλλοντος παραμένει ένα τεράστιο πρόβλημα με το οποίο ασχολούνται πλήθος επιστημόνων (δασολόγοι, γεωπόνοι, χημικοί, βιολόγοι κλπ.) οι οποίοι προσπαθούν ο καθένας μέσα από το δικό του πρίσμα, να βοηθήσουν στη αντιμετώπιση του προβλήματος. Οι δασολόγοι κατά την διάρκεια της φοίτησης τους μέσα από το συνολικό

πρόγραμμα των σπουδών τους παίρνουν γνώσεις οι οποίες σχετίζονται περισσότερο με το φυσικό περιβάλλον και την επίδραση της ρύπανσης σ' αυτό και λιγότερο με το αστικό περιβάλλον. Εντούτοις η απόκτηση όλο και περισσότερο τεχνικών γνώσεων δεν είναι η απάντηση στο πρόβλημα της προστασίας του περιβάλλοντος. Οι νέοι Δασολόγοι πρέπει να εκπαιδευτούν έτσι ώστε να γίνουν ολοκληρωμένες προσωπικότητες (Nautiyal 1996). Έτσι, στην παρούσα εργασία στην προσπάθεια μας να διερευνήσουμε αν και κατά πόσο οι φοιτητές μας διαθέτουν ώριμη πολιτική σκέψη και πως αυτή διαμορφώνεται στα πέντε χρόνια της φοίτησης τους, οι φοιτητές καλούνται να αξιολογήσουν την ποιότητα του αστικού και φυσικού περιβάλλοντος, να απαντήσουν ποιους θεωρούν υπεύθυνους για την κατάσταση του περιβάλλοντος, αλλά και ποιος θα πρέπει να επωμισθεί το κόστος για την προστασία του.

Μεθοδολογία έρευνας

Η περιοχή έρευνας ήταν ο χώρος του τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης στην Ορεστιάδα. Επειδή είναι σημαντική η επιλογή του κατάλληλου χρόνου πραγματοποίησης της έρευνας (Δαουτόπουλος 1994), αυτή πραγματοποιήθηκε κατά την διάρκεια των εξεταστικών περιόδων του Ιουνίου και Σεπτεμβρίου του 2005 και περιελάμβανε τους φοιτητές που συμμετείχαν στις εξετάσεις τουλάχιστον σ' ένα μάθημα του ακαδημαϊκού έτους 2005, δηλαδή αυτούς που ονομάζουμε «ενεργούς φοιτητές». Μας ενδιαφέρουν λοιπόν οι απόψεις των φοιτητών και πως αυτές διαφοροποιούνται από έτος σε έτος μετά από την παρακολούθηση των μαθημάτων. Ερωτήθηκαν όλοι οι ενεργοί φοιτητές (έγινε απογραφή), που αποτέλεσαν τον υπό έρευνα πληθυσμό. Οι εγγεγραμμένοι φοιτητές του Τμήματός ήταν 391 ενώ αυτοί που πήραν μέρος στην έρευνα 297.

Η διεξαγωγή της έρευνας έγινε με τη χρήση ερωτηματολογίων αυτοδιαχείρισης. Τα ερωτηματολόγια ήταν ονομαστικά και δίνονταν στους φοιτητές πριν τις εξετάσεις τους. Αφού τους εξηγήθηκε ο σκοπός της έρευνας και ο τρόπος συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου οι ερωτώμενοι αφέθηκαν να απαντήσουν μόνοι τους και να επιστρέψουν τα ερωτηματολόγια. Γενικά, δεν υπήρξε πρόβλημα στο να συμμετάσχουν οι φοιτητές στη διαδικασία. Για ορισμένους που αμέλησαν υπήρξε προσωπική πρόσκληση (ανακοίνωση, τηλέφωνο). Ο χρόνος ο οποίος απαιτούνταν για να απαντήσει ο ερωτώμενος στις ερωτήσεις ήταν 10 ως 15 λεπτά. Η τεχνική της συγκέντρωσης

δεδομένων με το ερωτηματολόγιο αυτο-διαχείρισης εξασφαλίζει υψηλό βαθμό ανταπόκρισης από πλευράς ερωτώμενων, ακρίβεια δειγματοληψίας και περιορίζει σημαντικά τους κινδύνους επηρεασμού από πλευράς συνεντευκτή, παρέχει τις αναγκαίες επεξηγήσεις σ' αυτούς που προορίζεται και έχει το σημαντικό πλεονέκτημα της διατήρησης της προσωπικής επαφής μεταξύ συνεντευκτή και ερωτώμενου (Oppenheim 1973 και Σιάρδος 1997). Στους νεοεισαγόμενους στο τμήμα, η προσέγγιση έγινε για τους παραπάνω λόγους στην διάρκεια των πρώτων μαθημάτων.

Επίσης για να διαπιστώσουμε κατά πόσο υπάρχουν φυσικές και χρήσιμες ομαδοποιήσεις δεδομένων στη μεταβλητή που αναφέρεται για το ποιος είναι υπεύθυνος για την κατάσταση του περιβάλλοντος χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση σε συστάδες. Ομαδοποίηση σημαίνει ότι θέτουμε στις ίδιες κλάσεις τα άτομα που βρίσκονται «κοντά» το ένα στο άλλο. Έτσι τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια κλάση «μοιάζουν» μεταξύ τους, με την έννοια ότι οι τιμές των μεταβλητών (τα διανύσματα) που τα περιγράφουν «μοιάζουν» επίσης (Μαυρομάτης 1999).

Η ανάλυση σε συστάδες (cluster analysis) έγινε με την τεχνική της ιεραρχικής (hierarchical) ομαδοποίησης. Ξεκινώντας με κάθε παρατήρηση να είναι από μόνη της μια ομάδα, σε κάθε βήμα ενώνουμε τις παρατηρήσεις που έχουν την πιο μικρή απόσταση, έτσι ώστε τα στοιχεία μιας ομαδοποίησης να περιέχονται στα στοιχεία της ιεραρχικά επόμενης (Μπεχράκης 1999, Σιάρδος 1999, Φίλιας κ.α. 2000, Καραπιστολής 2001 και Καρλής 2005). Μάλιστα αυτή μπορεί να λειτουργήσει όχι μόνο προς την κατεύθυνση ομαδοποίησης παρατηρήσεων, αλλά και προς την κατεύθυνση ομαδοποίησης μεταβλητών (Σιάρδος 1999).

Επειδή μονάδα ανάλυσης είναι η μεταβλητή, συνεπώς υπολογίζονται τα μέτρα απόστασης ή ομοιότητας για όλα τα ζεύγη των μεταβλητών. Ως μέτρο απόστασης χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson και ως μέθοδος του συνδυασμού των παρατηρήσεων σε συστάδες χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του πλήρους δεσμού, γνωστή και ως μέθοδος του «απώτερου γείτονα». Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή ως απόσταση, μεταξύ δύο συστάδων παίρνεται αυτή μεταξύ των απώτερων σημείων τους (Σιάρδος 1999). Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με την βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Το μεγαλύτερο μέρος των φοιτητών που συμμετείχαν στην έρευνα (ε-

νεργοί φοιτητές) είναι άνδρες σε ποσοστό 62,3%, ενώ οι γυναίκες αποτελούν περισσότερες του ενός τρίτου αυτών (37,7%). Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το τμήμα Δασολογίας της πόλης της Ορεστιάδας επιλέγεται κυρίως από άνδρες.

Όμως, το γεγονός αυτό δεν τους κάνει λιγότερο αυστηρούς στην αξιολόγηση της ποιότητας του φυσικού και αστικού περιβάλλοντος. Στον Πίνακα 1 καταγράφονται οι απόψεις των φοιτητών για το φυσικό περιβάλλον και πως αυτές διαφοροποιούνται σε κάθε έτος σπουδών. Βλέπουμε ότι στο σύνολο των φοιτητών το 40,7% και 31,6% πιστεύουν ότι το φυσικό περιβάλλον χειροτερεύει αργά και γρήγορα αντίστοιχα, ενώ το 19,2% και 2% βελτιώνεται αργά και γρήγορα αντίστοιχα. Επίσης το 5,4% πιστεύει ότι η κατάσταση παραμένει η ίδια, ενώ το 1% δεν απάντησε στην ερώτηση αυτή, μάλιστα τα άτομα αυτά εντοπίζονται στα πρώτα έτη σπουδών.

Γενικά, βλέπουμε ότι οι φοιτητές μεγαλύτερων ετών τείνουν σε ηπιότερη στάση για την κατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος καθώς η άποψη τους ότι το περιβάλλον χειροτερεύει αργά ή παραμένει ίδιο, κερδίζει έδαφος. Μπορούμε να πούμε ότι μέσα από την διαδικασία της εκπαίδευσης ωριμάζουν και αρχίζουν να κρίνουν τις καταστάσεις μέσα από τις γνώσεις και την λογική και λιγότερο από το συναίσθημα.

Παρόμοιες απόψεις εκφράζουν οι φοιτητές και για το αστικό περιβάλλον (Πίνακας 2) με τη διαφοροποίηση όμως ότι οι δυσμενείς σ' αυτό αλλαγές γίνονται γρηγορότερα (ποσοστό 37%), λογικό αν σκεφτούμε την ταχύτητα με την οποία το αστικό περιβάλλον αλλάζει. Η άποψη ότι το αστικό περιβάλλον χειροτερεύει αργά βρίσκει σύμφωνο το 29,3% των φοιτητών, ενώ το 20,2% των φοιτητών θεωρεί ότι το περιβάλλον βελτιώνεται αργά. Η άποψη ότι παραμένει ίδιο και ότι βελτιώνεται γρήγορα αποσπά ποσοστά 6,7% και 4,7% αντίστοιχα. Δεν απάντησε στην ερώτηση το 2% των φοιτητών.

Γενικά, δεν διαπιστώθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές στους φοιτητές στα διάφορα έτη σπουδών, γεγονός που μας οδηγεί στην άποψη ότι το περιεχόμενο σπουδών τους δεν επηρεάζει τις απόψεις τους για το αστικό περιβάλλον. Αυτό μπορεί να αιτιολογηθεί μέσα από την ανάλυση του περιεχομένου του προγράμματος σπουδών, το οποίο σε μικρό μόνο βαθμό (ελάχιστα μαθήματα) επεξεργάζεται το αστικό περιβάλλον. Όμως, το αστικό περιβάλλον επηρεάζει τις ζωές ολοένα και περισσότερων ανθρώπων, που επιλέγουν να ζήσουν σ' αυτό. Θα πρέπει λοιπόν ως περιβαλλοντικό Τμήμα να κινηθούμε προς την κατεύθυνση αυτή αν δεν θέλουμε να απομονωθούμε από το χώρο αυτό.

Πίνακας 1. Αξιολόγηση των φοιτητών για την ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος.

		Νεοεισαγ.	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος	Σύνολο
Βελτιώνεται γρήγορα	αριθμ. ατ.	4	-	1	1	-	-	6
	ποσοστό	7,4%	-	2,0%	2,2%	-	-	2,0%
Βελτιώνεται αργά	αριθμ. ατ.	12	6	11	14	7	7	57
	ποσοστό	22,2%	12,0%	22,4%	30,4%	17,1%	12,3%	19,2%
Παραμένει η ίδια	αριθμ. ατ.	2	2	2	1	3	6	16
	ποσοστό	3,7%	4,0%	4,1%	2,2%	7,3%	10,5%	5,4%
Χειροτερεύει αργά	αριθμ. ατ.	19	16	20	22	18	26	121
	ποσοστό	35,2%	32,0%	40,8%	47,8%	43,9%	45,6%	40,7%
Χειροτερεύει γρήγορα	αριθμ. ατ.	15	26	14	8	13	18	94
	ποσοστό	27,8%	52,0%	28,6%	17,4%	32,0%	31,6%	31,6%
Δεν γνωρίζω	αριθμ. ατ.	2	-	1	-	-	-	3
	ποσοστό	3,7%	-	2,0%	-	-	-	1,0%

Πίνακας 2. Αξιολόγηση των φοιτητών για την ποιότητα του αστικού περιβάλλοντος.

		Νεοεισαγ.	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος	Σύνολο
Βελτιώνεται γρήγορα	αριθμ. ατ.	5	1	2	3	2	1	14
	ποσοστό	9,3%	2,0%	4,1%	6,5%	4,9%	1,8%	4,7%
Βελτιώνεται αργά	αριθμ. ατ.	6	12	12	12	6	12	60
	ποσοστό	11,1%	24,0%	24,5%	26,1%	14,6%	21,1%	20,2%
Παραμένει η ίδια	αριθμ. ατ.	1	2	8	3	4	2	20
	ποσοστό	1,9%	4,0%	16,3%	6,5%	9,8%	3,5%	6,7%
Χειροτερεύει αργά	αριθμ. ατ.	9	16	11	16	14	21	87
	ποσοστό	16,7%	32,0%	22,4%	34,8%	34,1%	36,8%	29,3%
Χειροτερεύει γρήγορα	αριθμ. ατ.	32	17	15	12	13	21	110
	ποσοστό	59,3%	34,0%	30,6%	26,1%	31,7%	36,8%	37,0%
Δεν γνωρίζω	αριθμ. ατ.	1	2	1	-	2	-	6
	ποσοστό	1,9%	4,0%	2,0%	-	4,9%	-	2,0%

Επίσης, οι φοιτητές στην αξιολόγηση τους για τους ποιος φέρει την ευθύνη για την κατάσταση του περιβάλλοντος (Πίνακας 3), με τη βοήθεια μιας κλίμακας από το ένα έως το δέκα, καταλογίζουν την μεγαλύτερη ευθύνη με μεγάλη διαφορά από τους άλλους, στους βιομηχάνους και στις επιχειρήσεις (μ.ο.=8,22), ακολουθούν οι πολιτικοί και οι νόμοι (μ.ο.=7,07) και

πολύ κοντά η δημόσια διοίκηση και οι ελεγκτικοί μηχανισμοί (μ.ο.=7,00). Μάλιστα, βλέπουμε ότι οι φοιτητές μεγαλύτερων ετών τείνουν, ενδεχομένως μέσω της ενασχόλησής τους με τις φοιτητικές παρατάξεις, να γίνονται περισσότερο διεκδικητικοί από την κεντρική εξουσία και να της καταλογίζουν περισσότερες ευθύνες. Είναι σημαντικό επίσης ότι κατανοούν την ευθύνη των πολιτών ως καταναλωτών αγαθών (μ.ο.=6,87), γιατί αυτοί δημιουργούν τη ζήτηση που έρχεται να καλύψει η βιομηχανική παραγωγή.

Πίνακας 3. Υπεύθυνοι για την κατάσταση του περιβάλλοντος σύμφωνα με τους φοιτητές.

Υπεύθυνοι για το περιβάλλον	Νεοεισαγ.							Σύνολο
	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος	297		
	n	54	50	49	46	41	57	297
Πολιτικοί – Νόμοι	μ.ο.	6,37	6,44	6,96	7,37	7,61	7,63	7,07
	τ.α.	2,783	2,808	2,638	2,351	2,682	2,512	2,664
Δημόσια διοίκηση – Ελεγκτικοί μηχανισμοί	μ.ο.	6,93	6,60	6,94	6,96	7,29	7,32	7,00
	τ.α.	2,524	2,491	2,258	2,087	2,421	2,181	2,326
Δικαστές – Απόδοση δικαιοσύνης	μ.ο.	5,67	4,90	5,33	5,87	6,54	5,91	5,68
	τ.α.	2,868	2,950	2,512	2,579	2,461	2,182	2,628
Ερευνητές – Επιστήμονες	μ.ο.	6,67	5,90	5,55	5,46	6,39	4,95	5,80
	τ.α.	2,387	2,517	2,887	2,697	2,923	2,689	2,721
Δάσκαλοι και Καθηγ. – Εκπαίδευση	μ.ο.	5,33	5,14	4,96	6,02	6,41	5,82	5,59
	τ.α.	3,034	2,650	2,533	2,679	2,617	2,197	2,651
Δημοσιογράφοι – ΜΜΕ	μ.ο.	5,59	4,96	5,10	6,20	6,00	5,42	5,52
	τ.α.	2,610	2,634	2,381	2,325	2,540	2,291	2,482
Βιομήχανοι – Επιχειρήσεις	μ.ο.	8,04	8,46	8,10	8,50	7,98	8,23	8,22
	τ.α.	3,059	2,082	2,266	2,041	2,806	2,180	2,421
Πολίτες ως καταναλωτές	μ.ο.	6,94	6,76	6,80	7,09	6,12	7,30	6,87
	τ.α.	2,595	2,607	2,345	2,308	2,512	2,521	2,492
Αγρότες ως παραγωγοί	μ.ο.	5,87	6,04	6,00	5,87	5,39	6,30	5,94
	τ.α.	2,953	2,748	2,407	2,647	2,897	2,236	2,639

όπου n = αριθμός ατόμων μ.ο. = μέσος όρος τ.α. = τυπική απόκλιση

Οι αγρότες ως παραγωγοί αξιολογούνται ως λιγότερο υπεύθυνοι (μ.ο.=5,94) έστω και αν η αλόγιστη χρήση από μέρους τους, λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στο περιβάλλον. Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι φοιτητές έχουν θετική προδιάθεση προς τους αγρότες, θεωρώντας τους γενικά ως αδύναμη κοινωνική ομάδα, έτσι συναισθηματικά τους παρέχουν κάποιας μορφής άλλοθι. Πολύ κοντά στους γεωργούς τοποθετούν τους ερευνητές και τους επιστήμονες (μ.ο.=5,80) οι οποίοι θα πρέπει να καθοδηγήσουν τους αγρότες, τους πολίτες, τους πολιτι-

κούς κλπ. προς την κατεύθυνση της προστασίας του περιβάλλοντος. Ακολουθούν οι δικαστές και η απόδοση της δικαιοσύνης (μ.ο.=5,68) από τους οποίους προσδοκούμε να δρουν κατασταλτικά για την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της απονομής ποινών σ' αυτούς που ρυπαίνουν. Επίσης οι δάσκαλοι, καθηγητές και γενικότερα η εκπαίδευση είναι αυτή που θα διαμορφώσει τους υπεύθυνους πολίτες, αρωγούς στην προστασία του περιβάλλοντος. Οι φοιτητές αντιλαμβάνονται ότι τουλάχιστον γίνεται προσπάθεια από την πλευρά τους και γι' αυτό τους αξιολογούν χαμηλά ως υπεύθυνους (μ.ο.=5,52). Για τον ίδιο λόγο οι δημοσιογράφοι και τα μέσα μαζικής επικοινωνίας αξιολογούνται τελευταία (μ.ο.=5,52) γιατί αναδεικνύουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα, βοηθούν στην ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης και τη δραστηριοποίηση των υπεύθυνων.

Για τις παραπάνω μεταβλητές χρησιμοποιήθηκε η ομαδοποίηση σε συστάδες από την οποία κατασκευάζεται το συσσωρευτικό σχέδιο της ανάλυσης σε συστάδες (Πίνακας 4) και το δεντρόγραμμα των μεταβλητών (Σχήμα 1).

Σύμφωνα με αυτά, οι δάσκαλοι, καθηγητές και γενικότερα η εκπαίδευση συνδέονται με τους δημοσιογράφους και τα μέσα μαζικής επικοινωνίας και σε μεγαλύτερο επίπεδο με τους ερευνητές και τους επιστήμονες. Οι παραπάνω αποτελούν την πρώτη συστάδα που χαρακτηρίζεται ως «ομάδα αλλαγών για την προστασία του περιβάλλοντος».

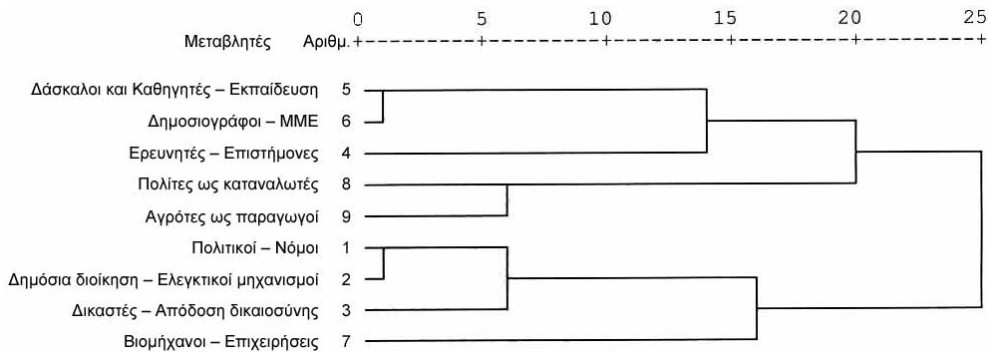
Η δεύτερη συστάδα με την ταυτότητα «απλός λαός» περιέχει τις μεταβλητές πολίτες ως καταναλωτές και αγρότες ως παραγωγί. Μάλιστα σε μεγαλύτερο επίπεδο βλέπουμε πως αυτή συνδέεται με την πρώτη συστάδα.

Η τρίτη συστάδα με την ταυτότητα «πολιτική εξουσία» περιλαμβάνει τους πολιτικούς και τους νόμους που συνδέονται με την δημόσια διοίκηση και τους εκλεκτικούς μηχανισμούς καθώς και τους δικαστές και την απόδοση δικαιοσύνης. Σ' αυτήν σε μεγαλύτερο επίπεδο συνδέονται οι βιομήχανοι και οι επιχειρήσεις (η δύναμη του χρήματος).

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων γίνεται φανερό ότι οι φοιτητές του Τμήματος θεωρούν περισσότερο υπεύθυνους για την κατάσταση του περιβάλλοντος την «πολιτική εξουσία», εκτός από τους δικαστές και την απόδοση δικαιοσύνης. Ακολουθεί ο «απλός λαός», ενώ τέλος έχουμε την «ομάδα αλλαγών για την προστασία του περιβάλλοντος». Από αυτούς περιμένουμε να δημιουργήσουν πολίτες με οικολογική συνείδηση, να ενημερώσουν και να προβάλουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα και να δώσουν τεχνολογικές λύσεις που θα βοηθήσουν στην προστασία του περιβάλλοντος.

Πίνακας 4. Συσσωρευτικό σχέδιο μεταβλητών και συστάδων.

Στάδιο	Συστάδες σε συνδιασμό		Συντελεστής	Στάδιο πρωτοεμφάνισης συστάδας		Επόμενο στάδιο
	Συστάδα 1	Συστάδα 2		Συστάδα 1	Συστάδα 2	
1	5	6	0,551	0	0	5
2	1	2	0,543	0	0	4
3	8	9	0,401	0	0	7
4	1	3	0,389	2	0	6
5	4	5	0,170	0	1	7
6	1	7	0,117	4	0	8
7	4	8	0,000	5	3	8
8	1	4	-0,152	6	7	0



Σχήμα 1. Δεντρόγραμμα μεταβλητών σχετικά με τους υπεύθυνους για την κατάσταση του περιβάλλοντος.

Το ότι οι φοιτητές αντιμετωπίζουν την Πολιτεία (Κυβέρνηση) ως κάτι ξένο γίνεται φανερό και από την ανάλυση των απόψεων τους σχετικά με το ποιος θα πρέπει να επωμισθεί το κόστος για την προστασία του περιβάλλοντος (Πίνακας 5). Στο σύνολο των φοιτητών ποσοστό 87,5% πιστεύουν ότι το κόστος θα πρέπει να το επωμισθεί το κράτος, ενώ μ' αυτό δεν συμφωνεί μόλις το 9,4% και το 3,0% δεν απάντησε στην ερώτηση. Αντίστοιχα πολύ μικρό ποσοστό (11,8%) αποδέχεται τους έμμεσους φόρους (π.χ. ειδικό τέλος στα καύσιμα), ενώ δεν αποδέχονται αυτούς το 66,7% και το 21,5% δεν απάντησαν στην ερώτηση. Παρόμοια ήταν και η στάση τους για τους άμεσους φόρους, όπου μόνο σε ποσοστό 12,5% γίνονται αποδεκτοί, ενώ 70,4%

δεν τους αποδέχονται και 17,2% δεν απαντούν στην ερώτηση. Τέλος η αποδοχή ενός χαμηλότερου επιπέδου ζωής ως μέσου προστασίας του περιβάλλοντος γίνεται αποδεκτό από το 14,1%, μη αποδεκτό από το 75,8% και δεν απάντησαν στην ερώτηση το 10,1%. Η στάση των πολιτών να θεωρούν ότι η κυβέρνηση θα πρέπει να επωμισθεί το οικονομικό κόστος της προστασίας του περιβάλλοντος φανερώνει μια ανώριμη πολιτικά συμπεριφορά, γιατί κάθε πολίτης γνωρίζει ότι οι πόροι του Κράτους που διαχειρίζεται η εκάστοτε Κυβέρνηση, προέρχονται από έμμεσους και άμεσους φόρους.

Πίνακας 5. Η άποψη των φοιτητών δασολογίας σχετικά με το ποιος θα πρέπει να επωμιστεί το κόστος της προστασίας του περιβάλλοντος.

			Νεοεισαγ.	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος	Σύνολο
Η κυβέρνηση	Αποδοχή	αριθμ. ατ.	46	43	46	40	34	51	260
		ποσοστό	85,2%	86,0%	93,9%	87,0%	82,9%	89,5%	87,5%
	Μη αποδοχή	αριθμ. ατ.	4	5	3	6	5	5	28
		ποσοστό	7,4%	10,0%	6,1%	13,0%	12,2%	8,8%	9,4%
	Δεν ξέρω / δεν απαντών	αριθμ. ατ.	4	2	-	-	2	1	9
		ποσοστό	7,4%	4,0%	-	-	4,9%	1,8%	3,0%
Έμμεσοι φόροι	Αποδοχή	αριθμ. ατ.	3	7	6	8	6	5	35
		ποσοστό	5,6%	14,0%	12,2%	17,4%	14,6%	8,8%	11,8%
	Μη αποδοχή	αριθμ. ατ.	33	31	30	29	31	44	198
		ποσοστό	61,1%	62,0%	61,2%	63,0%	75,6%	77,2%	66,7%
	Δεν ξέρω / δεν απαντών	αριθμ. ατ.	18	12	13	9	4	8	64
		ποσοστό	33,3%	24,0%	26,5%	19,6%	9,8%	14,0%	21,5%
Άμεσοι φόροι	Αποδοχή	αριθμ. ατ.	5	4	10	5	3	10	37
		ποσοστό	9,3%	8,0%	20,4%	10,9%	7,3%	17,5%	12,5%
	Μη αποδοχή	αριθμ. ατ.	36	35	30	36	32	40	209
		ποσοστό	66,7%	70,0%	61,2%	78,3%	78,0%	70,2%	70,4%
	Δεν ξέρω / δεν απαντών	αριθμ. ατ.	13	11	9	5	6	7	51
		ποσοστό	24,1%	22,0%	18,4%	10,9%	14,6%	12,3%	17,2%
Χαμηλ. επίτ. ζωής	Αποδοχή	αριθμ. ατ.	4	11	8	4	6	9	42
		ποσοστό	7,4%	22,0%	16,3%	8,7%	14,6%	15,8%	14,1%
	Μη αποδοχή	αριθμ. ατ.	41	37	32	40	31	44	225
		ποσοστό	75,9%	74,0%	65,3%	87,0%	75,6%	77,2%	75,8%
	Δεν ξέρω / δεν απαντών	αριθμ. ατ.	9	2	9	2	4	4	30
		ποσοστό	16,7%	4,0%	18,4%	4,3%	9,8%	7,0%	10,1%

Παρ' ότι οι περιβαλλοντικές υπηρεσίες παρέχονται συλλογικά σ' όλους τους πολίτες και η άμεση φορολογία κλιμακώνεται ανάλογα με το εισόδημα των πολιτών, επομένως οι πλούσιοι πληρώνουν αναλογικά περισσότερο για την προστασία του περιβάλλοντος από τους φτωχούς (Jacobs 1991), μολαταύτα οι φτωχοί είναι περισσότερο εκτεθειμένοι στην ρύπανση από τους πλουσιότερους, επειδή δεν έχουν την οικονομική άνεση να αντιδράσουν π.χ. να αλλάξουν τόπο διαμονής. Η ρύπανση όμως, ως αποτέλεσμα της οικονομικής ανάπτυξης θα πρέπει να πιστώνεται σ' αυτές τις κοινωνικές ομάδες που καρπώνονται το μεγαλύτερο μέρος του πλούτου ο οποίος παράγεται μέσω αυτής, επομένως η άμεση φορολογία πρέπει να θεωρείται κοινωνικά δικαιότερη.

Σε αντίστοιχη έρευνα που έγινε στην πόλη της Ορεστιάδας οι πολίτες, σε ποσοστό 86,8%, θεωρούν ότι το κόστος πρέπει να το επωμιστεί η Κυβέρνηση, ενώ με την θέση αυτή δεν συμφωνεί το 10,1% και το 3,1% δεν απαντά στην ερώτηση. Ένα μικρότερο ποσοστό 33,2% δέχεται να επωμιστεί το κόστος προστασίας του περιβάλλοντος μέσω της έμμεσης φορολογίας (π.χ. ειδικό τέλος στα καύσιμα), αλλά, οι περισσότεροι, σε ποσοστό 58,7%, δεν αποδέχονται το μέτρο αυτό ενώ δεν απάντησε στην ερώτηση το 8,1%. Επίσης η άμεση φορολογία βρίσκει αποδοχή από το 9,4% των πολιτών, ενώ αντιδρά σ' αυτό το 86,0% και δεν απάντησε στην ερώτηση το 4,7% των πολιτών. Στις ίδιες περίπου αναλογίες δεν αποδέχονται ένα χαμηλότερο επίπεδο στη ζωή τους για την καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος. Ειδικότερα, αποδεκτό γίνεται μόνο από το 10,9% και μη αποδεκτό από το 85,0%, ενώ δεν απάντησαν στην ερώτηση το 3,1% (Μανωλάς κ.α. 2004).

Μια σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο έρευνες είναι το γεγονός ότι οι φοιτητές είναι το ίδιο αρνητικοί για την έμμεση και άμεση φορολογία, σε αντίθεση με τους πολίτες της Ορεστιάδας που είναι θετικότεροι στην έμμεση φορολογία ως μέσο για την εξοικονόμηση πόρων που θα χρησιμοποιηθούν για την προστασία του περιβάλλοντος.

Συμπεράσματα

Οι φοιτητές του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων οι οποίοι είναι στην πλειοψηφία τους (κατά τα 2/3 άνδρες) πιστεύουν γενικά ότι η ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος στις μέρες μας χειροτερεύει, αργά ή γρήγορα. Οι φοιτητές των μικρότερων ετών διακρίνονται από μια αυστηρότερη στάση σχετικά με το ρυθμό υποβάθμισης του φυσικού περιβάλλοντος, ενώ αντίθετα οι φοιτητές των μεγαλύτε-

ρων ετών έχουν ηπιότερη στάση πάνω σ' αυτό, η οποία οφείλεται στην όξυνση της κρίσης τους και την παροχή γνώσεων από την εκπαίδευση τους στο τμήμα. Παρόμοιες απόψεις εκφράζουν οι φοιτητές και για το αστικό περιβάλλον με τη διαφοροποίηση όμως ότι οι δυσμενείς αλλαγές πραγματοποιούνται σ' αυτό γρηγορότερα, δεν διαπιστώνονται όμως αξιοσημείωτες αλλαγές στη στάση των φοιτητών στα διάφορα έτη σπουδών, γεγονός που φανερώνει ότι το περιεχόμενο των σπουδών τους δεν σχετίζεται άμεσα με το οικιστικό περιβάλλον.

Υπεύθυνους για την κατάσταση του περιβάλλοντος οι φοιτητές θεωρούν τους βιομηχάνους και τις επιχειρήσεις, ακολουθούν οι πολιτικοί και οι νόμοι και πολύ κοντά η δημόσια διοίκηση και οι ελεγκτικοί μηχανισμοί. Μάλιστα οι φοιτητές μεγαλύτερων ετών τείνουν να γίνονται αυστηρότεροι στην αξιολόγηση τους. Οι πολίτες ως καταναλωτές και οι αγρότες ως παραγωγοί έχουν επίσης μεγάλη ευθύνη για την κατάσταση του περιβάλλοντος, ενώ σχετικά μικρότερη ευθύνη σύμφωνα με την άποψη των φοιτητών, έχουν οι ερευνητές και επιστήμονες, οι οποίοι θα πρέπει να καθοδηγούν τους πολίτες, τους πολιτικούς κλπ. προς την κατεύθυνση της προστασίας του περιβάλλοντος. Οι δικαστές από τους οποίους προσδοκούμε την προστασία του περιβάλλοντος δρουν κατασταλτικά μέσω της απόδοσης δικαιοσύνης και της απονομής ποινών σ' αυτούς που ρυπαίνουν, οι δάσκαλοι, καθηγητές και γενικότερα η εκπαίδευση γιατί μέσω αυτής διαμορφώνονται υπεύθυνοι πολίτες, αρωγοί στην προστασία του περιβάλλοντος και τέλος οι δημοσιογράφοι και τα μέσα μαζικής επικοινωνίας, έχουν, κατά τους φοιτητές, τη μικρότερη ευθύνη, γιατί αναδεικνύουν τα περιβαλλοντικά προβλήματα και βοηθούν στην ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης και στην δραστηριοποίηση των υπεύθυνων.

Με τη βοήθεια της ιεραρχικής ανάλυσης κατά συστάδες οι υπεύθυνοι για την κατάσταση του περιβάλλοντος ομαδοποιούνται σε τρεις ομάδες. Η πρώτη συστάδα χαρακτηρίζεται «ομάδα αλλαγών για την προστασία του περιβάλλοντος» και σ' αυτή έχουμε τους δάσκαλους, καθηγητές και γενικότερα την εκπαίδευση, τους δημοσιογράφους και τα μέσα μαζικής επικοινωνίας οι οποίοι συνδέονται σε μεγαλύτερο επίπεδο με τους ερευνητές και τους επιστήμονες και είναι οι λιγότερο υπεύθυνοι σύμφωνα με την αξιολόγηση των φοιτητών. Μάλιστα από αυτούς περιμένουμε να δημιουργήσουν πολίτες με οικολογική συνείδηση, να ενημερώσουν και να προβάλουν τα περιβαλλοντικά θέματα και να δώσουν τεχνολογικές λύσεις που θα βοηθήσουν στην προστασία του περιβάλλοντος. Στη δεύτερη συστάδα περιέχονται οι μεταβλητές πολίτες ως καταναλωτές και αγρότες ως παραγωγοί και

η συστάδα αυτή μπορεί να χαρακτηριστεί ως «απλός λαός» και έχει την ενδιάμεση υπευθυνότητα. Στην τρίτη συστάδα με την ταυτότητα «πολιτική εξουσία» περιλαμβάνονται οι πολιτικοί και οι νόμοι που συνδέονται με την δημόσια διοίκηση και τους εκλεκτικούς μηχανισμούς καθώς και οι δικαστές και η απόδοση δικαιοσύνης. Σ' αυτήν σε μεγαλύτερο επίπεδο συνδέονται οι βιομήχανοι και οι επιχειρήσεις. Μάλιστα θεωρούνται από τους φοιτητές ως οι περισσότερο υπεύθυνοι για την κατάσταση του περιβάλλοντος, εκτός από τους δικαστές και την απόδοση δικαιοσύνης.

Τέλος, στην ερώτηση για το ποιος πρέπει να επωμιστεί το κόστος προστασίας του περιβάλλοντος διακρίνουμε μια ανώριμη πολιτικά συμπεριφορά εκ μέρους των φοιτητών οι οποίοι θεωρούν σε συντριπτικά μεγάλο ποσοστό, ότι το κόστος αυτό πρέπει να βαρύνει την κυβέρνηση, ενώ αντίστοιχα έχουν μικρή αποδοχή η έμμεση και άμεση φορολογία καθώς και η αποδοχή ενός χαμηλότερου επιπέδου ζωής. Φαίνεται επίσης ότι οι περισσότεροι αντιλαμβάνονται το γεγονός ότι η προστασία του περιβάλλοντος κοστίζει και πιστεύουν ότι θα πρέπει να διατεθούν χρήματα, όχι όμως από τους ίδιους. Η στάση γενικά φανερώνει μια αντίφαση, όλοι γνωρίζουν ότι η Κυβέρνηση είναι ο διαχειριστής των χρημάτων μας που συγκεντρώνονται κυρίως από την άμεση και έμμεση φορολογία. Όταν λέμε λοιπόν όχι εμείς αλλά η Κυβέρνηση δηλαδή κάποιιοι άλλοι, απλά θέλουμε να μεταβιβάσουμε το βάρος σε κάποιον άλλον, στην ουσία όμως το μεταβιβάζουμε σε εμάς τους ίδιους.

Ακόμα οι φοιτητές δεν αντιλαμβάνονται ότι για να κάνουν το περιβάλλον που ζουν καλύτερο και πιο καθαρό από την ρύπανση, πρέπει να αναθεωρήσουν την στάση τους απέναντι στο περιβάλλον, εγκαταλείποντας τα βραχυπρόθεσμα συμφέροντα τους και κάνοντας υποχωρήσεις ακόμα και στο επίπεδο της ζωής τους. Οι φοιτητές και γενικότερα οι πολίτες πρέπει να συνειδητοποιήσουν ότι οι ανάγκες και οι απαιτήσεις της σημερινής γενιάς πρέπει να καλύπτονται σε τέτοιο βαθμό ώστε να μη στερήσουμε από τις μελλοντικές γενιές την δυνατότητα να ζήσουν σε ένα καθαρό περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

- Γκιζάρη-Ξανθοπούλου, Α. 2003. *Οι νέοι μηχανισμοί περιβαλλοντικής πολιτικής στην Ευρωπαϊκή Ένωση*. Αθήνα-Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σάκκουλα.
- Dalton, R. J. 1994. *The Green Rainbow: Environmental Groups in Western Europe*. New Haven, Conn., and London: Yale University Press.

- Δαουτόπουλος, Γ. Α. 1994. *Μεθοδολογία κοινωνικών ερευνών στον αγροτικό χώρο. Δεύτερη έκδοση*. Θεσσαλονίκη.
- Doyle, T. and D. McEachern. 1998. *Environment and Politics*. Routledge.
- Jacobs, M. 1991. *The Green Economy, Environment, Sustainable Development and the Politics of the Future*. London: Pluto Press.
- Καραπιστολής, Δ. Ν. 2001. *Ανάλυση Δεδομένων και Έρευνα Αγοράς*. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Ανικούλας.
- Καρλής, Δ. 2005. *Πολυμεταβλητή Στατιστική Ανάλυση*. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης.
- Κουιμτζή, Θ., Κ. Φυτιάνου και Κ. Σαμαρά-Κωνσταντίνου. 1998. *Χημεία Περιβάλλοντος*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press
- Κούση, Μ. 1998. “Μια Κοινωνιολογική Θεώρηση των Περιβαλλοντικών Προβλημάτων στην Ελλάδα”, *Η Περιβαλλοντική Πολιτική στην Ελλάδα, Ανάλυση του Περιβαλλοντικού Προβλήματος από τη Σκοπιά των Κοινωνικών Επιστημών*. Αθήνα: Εκδόσεις «Τυπωθήτω». σελ. 277-291.
- Kula, E. 1994. *Economics of Natural Resources, the Environment and Policies*. Second edition, Chapman and Hall.
- Μανωλάς, Ε., Θ. Κουτρομανίδης και Σ. Ταμπάκης. 2004. Διερεύνηση των απόψεων των πολιτών της Ορεστιάδας σχετικά με το κόστος προστασίας του περιβάλλοντος. *Πρακτικά του 1^{ου} Περιβαλλοντικού Συνεδρίου*, Ν. Ορεστιάδα 7 - 9 Μαΐου 2004. σελ. 338 – 344.
- Μαυρομάτης, Γ. 1999. *Στατιστικά Μοντέλα και Μέθοδοι Ανάλυσης Δεδομένων*. University Studio Press.
- McBurney, S. 1990. *Ecology into Economics Won't Go: Or Life Is Not a Concept*. Green Books.
- Μπεχράκης, Θ. 1999. *Πολυδιάστατη Ανάλυση Δεδομένων, Μέθοδοι και Εφαρμογές*. Εκδόσεις Λιβάνη.
- Nautiyal, J. C. 1996. Perspectives on Educating Forestry Professionals in an Environmentally Conscious Age. *Forestry, Economics and the Environment*. Cab International. pp. 258-267.
- Oppenheim, A. N. 1973. *Questionnaire Design and Attitude Measurement*. London: Heinemann.
- Pearse, P. H. 1998. “Economic Instruments for Promoting Sustainable Forestry: Opportunities and Constraints”, in *The Wealth of Forests: Markets, Regulation, and Sustainable Forestry*, Vancouver: UBC Press. pp. 19-41.
- Σιάρδος, Γ. Κ. 1999. *Μέθοδοι Πολυμεταβλητής Στατιστικής Ανάλυσης*. Μέ-

ρος πρώτο. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.
Φίλιας, Β., Π. Παππάς, Μ. Αντωνοπούλου, Ο. Ζαρνάρη, Ι. Μαγγανάρα, Μ. Μειμάρης, Η. Νικολακόπουλος, Ε. Παπαχρήστου, Ι. Περαντζάκη, Ε. Σαμψών και Ε. Ψυχογιός. 2000. *Εισαγωγή στη Μεθοδολογία και τις Τεχνικές των Κοινωνικών Ερευνών*. Αθήνα: Gutenberg.

Who is responsible for the condition of the environment? Who should bear the cost of environmental protection? The views of forestry students in a Greek University

**S. Tampakis, P. Karanikola, E. Manolas
G. Nikou, B. Xanthopoulos and S. Karastamatis**

Abstract

This paper, through the use of a self-management questionnaire, investigates the views of the students of the Department of Forestry and Management of the Environment and Natural Resources at the University of Thrace, on two questions: a) who they consider responsible for the condition of the environment today and b) who should bear the cost of environmental protection. The views of the students change as they progress in their studies. The majority of the students believe that the quality of the environment is worsening. According to their opinion, and in order of significance, the following parties are most responsible for the condition of the environment: the industrialists and the enterprises, the politicians and the laws, the public administration and the control mechanisms, the citizens as consumers and the farmers as producers. The students think that, in order of significance, researchers and scientists, judges and the institution of justice attribution, teachers and professors, and, journalists and the mass media, are less responsible for the condition of the environment. Finally, on the question on who should bear the cost of environmental protection, the students show a politically immature behavior as the vast majority of them thinks that this is a task for the government. Indirect taxation, direct taxation and acceptance of a lower standard of living follow with much lower agreement percentages.

Key words: Natural environment, urban environment, cost, hierarchical cluster analysis

Συγκομιδή βιομάζας από υποαξιοποιούμενα δάση για παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων: Μια μέθοδος εκπαίδευσης δασεργατών

Μ. Ν. Τσατήρης και Ε. Ι. Μανωλάς

Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Πανταζίδου 193, 68200 Ορεστιάδα

Περίληψη

Η αποτελεσματική εκπαίδευση δασεργατών σε θέματα συγκομιδής βιομάζας από υποαξιοποιούμενα δάση για παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων προϋποθέτει την εφαρμογή διαδικασιών ενεργητικής, παρά παθητικής, μάθησης. Η μη απόκτηση των απαραίτητων δεξιοτήτων από τους εκπαιδευόμενους μπορεί να προκαλέσει ατυχήματα, μείωση της παραγωγικότητας του εδάφους και διάβρωσή του ιδίως σε περιοχές με μεγάλη κλίση καθώς και ζημιές στα νεαρά φυτά και στα δένδρα που απομένουν στο δάσος. Για να επιτευχθεί απόκτηση των απαραίτητων δεξιοτήτων από τους δασεργάτες, η εργασία αυτή προτείνει μια διαδικασία εκπαίδευσης η οποία συνδυάζει τέσσερις τρόπους μάθησης και συγκεκριμένα, διδασκαλία / ενημέρωση, δοκιμή και πλάνη, μίμηση και σκέψη.

Λέξεις κλειδιά: ενεργητική μάθηση, συγκομιδή βιομάζας, υποαξιοποιούμενα δάση, παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων

Εισαγωγή

Οι εργασίες της συγκομιδής ξύλου γίνονται με την τεχνική καθοδήγηση δασολόγων που είναι υπεύθυνοι για την καλή οργάνωση και διεξαγωγή τους, αλλά εκτελεστές είναι οι δασεργάτες και γι' αυτό η συμβολή τους είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Οργανωμένη εκπαίδευση δασεργατών σε επαγγελματικό σχολείο και στο δάσος γίνεται μόνο σε λίγες χώρες, όπως στην Γερμανία, Σουηδία, Αυστρία, Ελβετία κ.ά., διαρκεί 2-3 έτη, είναι θεωρητική κατά 75% και πρακτική κατά 25% και προϋποθέτει απασχόληση των δασεργατών για ολόκληρο το έτος ή κατά το μεγαλύτερο μέρος αυτού σε διάφορες δασικές εργασίες, γεγονός που τους παρέχει ένα αρκετά ικανοποιητικό εισόδημα από το δάσος και εξασφαλίζει την διατήρηση του απαραίτητου αριθμού ειδικευμένων δα-

σεργατών. Οι εργασίες συγκομιδής γίνονται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Τσουμής 1987).

Με την εκπαίδευση των δασεργατών επιδιώκεται η καλύτερη αξιοποίηση του ξύλου, αύξηση της αποδόσεως και έγκαιρη διεξαγωγή των εργασιών όσο είναι δυνατόν οικονομικότερα, χωρίς δυσμενείς συνέπειες στην υγεία τους καθώς και προστασία του δάσους και του δασικού εδάφους.

Στην Ελλάδα οι εργασίες συγκομιδής πραγματοποιούνται κυρίως το καλοκαίρι, δεν γίνονται το χειμώνα, ενώ όλοι οι δασεργάτες είναι εμπειρικοί με εποχιακή απασχόληση. Η εκπαίδευσή τους είναι πρακτική στο δάσος κοντά σε έμπειρους δασεργάτες (Τσουμής 1987).

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες εκπαιδύσεως των δασεργατών διαμέσου ειδικών σεμιναρίων που οργανώνονται από τα δασαρχεία, ενώ το ρόλο των εκπαιδευτών αναλαμβάνουν δασολόγοι σε συνεργασία με παλιούς έμπειρους δασεργάτες (Δασαρχείο Λαρίσης 2002).

Στα πλαίσια της εκπαίδευσης των δασεργατών διαμέσου των σεμιναρίων αυτών και προκειμένου να επιτευχθεί απόκτηση των απαραίτητων δεξιοτήτων, η εργασία αυτή προτείνει μια διαδικασία εκπαίδευσης η οποία συνδυάζει τέσσερις τρόπους μάθησης και συγκεκριμένα διδασκαλία / ενημέρωση, δοκιμή και πλάνη, μίμηση και σκέψη.

Η αποτελεσματική εκπαίδευση δασεργατών σε θέματα συγκομιδής βιομάζας από υποαξιοποιούμενα δάση για παραγωγή ενέργειας προϋποθέτει την εφαρμογή διαδικασιών ενεργητικής, παρά παθητικής, μάθησης. Στην ενεργητική μάθηση συμμετέχει ο εκπαιδευόμενος ενεργά, π.χ. δια της δοκιμής και πλάνης ή σκέψης, ενώ στην παθητική μάθηση ο εκπαιδευόμενος δεν συμμετέχει ενεργά, π.χ. δια της διδασκαλίας / ενημέρωσης.

Η μη απόκτηση των απαραίτητων δεξιοτήτων από τους εκπαιδευόμενους μπορεί να προκαλέσει ατυχήματα, μείωση της παραγωγικότητας του εδάφους και διάβρωσή του ιδίως σε περιοχές με μεγάλη κλίση καθώς και ζημιές στα νεαρά φυτά και στα δένδρα που απομένουν στο δάσος.

Σε δάση που υποαξιοποιούνται ή δεν αξιοποιούνται καθόλου, είτε λόγω μη υπάρχουσας πίεσης εκ μέρους της αγοράς των προϊόντων ξύλου είτε λόγω γεωγραφικής απομόνωσης και υψηλού κόστους μεταφοράς του ξύλου στους τόπους κατεργασίας του, μπορεί να γίνει διαχείριση με κύριο σκοπό την εκμετάλλευση του ξύλου για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων.

Η παραγωγή ενέργειας συνίσταται στην παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την καύση ξυλοτεμαχιδίων, τηλεθέρμανσης καθώς και στην παραγωγή θερμικής ενέργειας από την καύση καυσοξύλων και μπρικετών (τεχνητών καυσοξύλων). Η δε παραγωγή βιοκαυσίμων συνίστα-

ται στην παραγωγή πυρολυτικού λαδιού (συνθετικού πετρελαίου), ξυλαερίου, κ.ά.

Σε αυτές τις περιπτώσεις το δυναμικό της διαθέσιμης βιομάζας είναι υψηλό, η δε ενεργειακή αξιοποίησή της συμβάλλει στην προσπάθεια επίτευξης ενεργειακής αυτόαρκειας σε περιφερειακή και τοπική κλίμακα στα πλαίσια της αποκεντρωμένης ανάπτυξης και στη μείωση των εισαγωγών πετρελαίου και εξοικονόμηση πολύτιμου συναλλάγματος. Το δυναμικό της βιομάζας σε αυτές τις περιπτώσεις περιλαμβάνει τη βιομάζα του κορμόξυλου και των υπολειμμάτων συγκομιδής.

Στην Ελλάδα η χρησιμοποίηση μηχανικών μέσων στις εργασίες συγκομιδής είναι σχετικά περιορισμένη, επικρατεί ο παραδοσιακός τρόπος εργασίας και οι κυριότεροι λόγοι είναι τα μικρά λήμματα, η ανώμαλη τοπογραφική διαμόρφωση στα δάση και οι επιλογικές υλοτομίες.

Στις εργασίες της συγκομιδής του κορμόξυλου περιλαμβάνεται η ρήξη των δένδρων και η διαμόρφωση και μετατόπιση του ξύλου. Παραδοσιακά, η διαμόρφωση γίνεται κοντά στον τόπο της ρίψεως – υλοτόμιο (περιλαμβάνει αποκλάδωση, τεμαχισμό, αποφλοιώση κωνοφόρων, σχίση) και βασικός λόγος είναι ότι κατά κανόνα η μετατόπιση γίνεται με ζώα. Ύστερα, το προϊόν, που στην περίπτωση αυτή είναι τα καυσόξυλα, μετατοπίζεται σε τόπους συγκεντρώσεως.

Η εκλογή της διαδρομής μετατόπισης έχει μεγάλη σημασία για να περιορίζονται οι ζημιές στα δέντρα που απομένουν στο δάσος, στα νεαρά φυτά και στα κορμοτεμάχια που μετατοπίζονται. Όταν διενεργούνται επιλογικές υλοτομίες και δεν γίνει σωστή εκλογή της διαδρομής μετατόπισης, τότε μπορεί να συμβεί εκτεταμένη πλήγωση των δέντρων που απομένουν στο δάσος και δημιουργία εστιών προσβολής από μύκητες καθώς και καταπλάκωσεις νεαρών φυτών, θραύσεις μετατοπιζόμενων κορμοτεμαχίων και μεγάλες καθυστερήσεις κατά τη μετατόπιση. Πρέπει να αποφεύγονται απότομες στροφές, άσκοπα μεγάλες διαδρομές και μετακίνηση του ξύλου ανάμεσα σε λάσπες, πέτρες, βράχους, νερά, πυκνό δάσος και νεαρά φυτά (Τσουμής 1987).

Ο παραδοσιακός χαρακτήρας των εργασιών συγκομιδής ξύλου στην Ελλάδα δεν επιτρέπει λόγω κόστους την αξιοποίηση των υπολειμμάτων, εγκαταλείποντας αυτά καθ' ολοκληρία αναξιοποίητα μέσα στο δάσος, ενώ σύμφωνα με τα διαχειριστικά σχέδια ένα σημαντικό μέρος αυτών, π.χ. κορυφές, χονδρά κλαδιά, θα μπορούσε να αποκομίζεται ετησίως χωρίς να διαταραχθεί η οικολογική ισορροπία των δασών (Κοκκινίδης 1989, Τσατήρης κ. α., 1995).

Σύμφωνα με τον Ντάφη (1986) απομάκρυνση από το δάσος υπολειμμάτων μικρών διαστάσεων (φύλλωμα, λεπτά κλαδιά) δεν συνιστάται, γιατί με την αποσύνθεσή τους συντηρούν την παραγωγικότητα του εδάφους, ενώ η ύπαρξή τους σε περιοχές με μεγάλη κλίση προστατεύει το έδαφος από διάβρωση. Άλλωστε το φύλλωμα των δένδρων σε σχέση με το ξύλο περιέχει περισσότερα ανόργανα συστατικά. Επίσης, υψηλό ποσοστό ανόργανων συστατικών περιέχουν οι λεπτοί κλάδοι και ο φλοιός (Φιλίππου 1986).

Η ανάπτυξη μεθόδων συγκομιδής των δασικών υπολειμμάτων ήδη πραγματοποιείται στις περισσότερες χώρες της βόρειας, κεντρικής και δυτικής Ευρώπης. Γενικά οι δασικές εργασίες ακολουθούν την εξής σειρά: συλλογή και δεματοποίηση της βιομάζας, μετατόπιση με μηχανήματα, θρυμματισμός στους τόπους συγκεντρώσεως, μεταφορά των τεμαχιδίων στον χρήστη (Tillman 1987, ΟΟΣΑ 1989, Mitchell and Bridgwater 1989).

Μια μέθοδος εκπαίδευσης Δασεργατών

Στην εργασία αυτή προτείνεται μία διαδικασία ενεργητικής μάθησης η οποία περιλαμβάνει την εφαρμογή ενός συνδυασμού τεσσάρων διαφορετικών τρόπων μάθησης οι οποίοι θα ακολουθούν την παρακάτω συγκεκριμένη σειρά προτεραιότητας: 1. διδασκαλία / ενημέρωση, 2. μίμηση με μαγνητοσκόπηση, 3. σκέψη, 4. δοκιμή και πλάνη με μαγνητοσκόπηση, 5. σκέψη, και 6. δοκιμή και πλάνη. Η προτεινόμενη αυτή διαδικασία αποσκοπεί στην επίτευξη μάθησης η οποία θα ελέγχεται με τη διεξαγωγή της δοκιμής και πλάνης στο τέλος της μαθησιακής διαδικασίας (Γιαννούλης 1980, Δερβίσης 1982, Libby 1984, Module 2: Helping People to Learn 1991, Χαραλαμπίδης 1999).

Διδασκαλία / Ενημέρωση

Οι διδάσκοντες είναι κυρίως δασολόγοι οι οποίοι προσφέρουν πληροφόρηση στους διδασκόμενους δασεργάτες υπό τη μορφή προφορικού και γραπτού λόγου.

Στην περίπτωση όπου οι εκπαιδευόμενοι διδάσκονται ή ενημερώνονται για κάτι προφορικά, στην ουσία αυτό που απαιτείται απ' αυτούς είναι να κατανοήσουν και να αφομοιώσουν τη συγκεκριμένη πληροφόρηση τη στιγμή που η πληροφόρηση αυτή προσφέρεται από το διδάσκοντα. Αν πρόκειται για μικρή ποσότητα της πληροφόρησης που αναμένεται απ' τους δασεργάτες να θυμούνται, τότε ίσως να μην υπάρχει πρόβλημα. Όμως, αν πρόκειται για μεγάλη σε όγκο πληροφόρηση, τότε η πληροφόρηση αυτή πρέπει να

παρουσιάζεται σε γραπτή μορφή ώστε να δίνεται η δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να την χρησιμοποιήσουν όποτε αυτό απαιτείται.

Οι διδάσκοντες δασολόγοι έχουν τις απαιτούμενες γνώσεις επάνω σε θέματα συγκομιδής βιομάζας από τα δάση ως οι πλέον αρμόδιοι επιστήμονες, ενώ οι διδασκόμενοι υποψήφιοι δασεργάτες δεν έχουν τις γνώσεις αυτές.

Οι εκπαιδευόμενοι δασεργάτες συνήθως θέλουν να αποκτήσουν γνώσεις επάνω σε τέτοια θέματα, γιατί αυτοί είναι συνήθως μόνιμοι κάτοικοι παραδασόβιων ορεινών και ημιορεινών περιοχών όπου η απασχόλησή τους με τη συγκομιδή ξύλου ή γενικότερα βιομάζας θα τους αποφέρει επιπρόσθετο εισόδημα και κατ' επέκταση βελτίωση του βιοτικού τους επιπέδου και παραμονή στις εστίες τους.

Μίμηση με μαγνητοσκόπηση

Στη μάθηση μέσω μίμησης οι εκπαιδευόμενοι δασεργάτες μαθαίνουν βλέποντας και αντιγράφοντας τις ενέργειες των παλαιών εμπειρων δασεργατών – υλοτόμων οι οποίοι ήδη διαθέτουν τις δεξιότητες που αποτελούν αντικείμενο μάθησης.

Στην εκπαίδευση μέσω μίμησης πρέπει οι ενέργειες που εκτελούν οι παλιοί υλοτόμοι να είναι οι σωστές ενέργειες καθώς και η δραστηριότητα μάθησης πρέπει να επιτρέπει πλήρη παρατήρηση από τους εκπαιδευόμενους.

Οι ενέργειες των παλιών υλοτόμων εκπαιδευτών και των εκπαιδευόμενων υποψηφίων υλοτόμων πρέπει να μαγνητοσκοπούνται. Κατόπιν με την προβολή της σχετικής βιντεοταινίας, οι εκπαιδευόμενοι θα έχουν τη δυνατότητα να δουν εάν αντιγράφουν σωστά και σε ποιο βαθμό τις ενέργειες των εκπαιδευτών, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τις υποδείξεις των εκπαιδευτών για το σωστό ή το λάθος των ενεργειών τους. Οι υποδείξεις αυτές των εκπαιδευτών (συμβουλές) είναι στην περίπτωση διεξαγωγής των διαφόρων εργασιών συγκομιδής βιομάζας αναγκαίες, γιατί εάν οι εργασίες αυτές δεν γίνουν με την κατάλληλη τεχνική και δέουσα προσοχή, τότε μπορεί να αποβούν πολύ επικίνδυνες για την ζωή των δασεργατών (π.χ. ρίψη των δέντρων) καθώς και ζημιογόνες για τα δένδρα που απομένουν στο δάσος (πληγώσεις, εστίες μυκήτων) και τα νεαρά φυτά (καταπλακώσεις) και το έδαφος (μείωση της παραγωγικότητάς του και διάβρωσή του ιδίως σε περιοχές με μεγάλη κλίση ένεκα της απομάκρυνσης των υπολειμμάτων μικρών διαστάσεων).

Σκέψη

Να σκεφτεί από μόνος του ο εκπαιδευόμενος υποψήφιος υλοτόμος τους λόγους για τους οποίους οι εκπαιδευτές παλιοί υλοτόμοι εκτελούσαν τις ενέργειές τους με τον τρόπο που τις εκτελούσαν καθώς και τι πρέπει να κάνει ώστε να αντιγράψει (μιμείται) σωστά τις ενέργειες των εκπαιδευτών.

Δοκιμή και πλάνη με μαγνητοσκόπηση

Οι εκπαιδευόμενοι υποψήφιοι υλοτόμοι προσπαθούν να αναλάβουν οι ίδιοι ατομικά τη διεξαγωγή των διαφόρων εργασιών συγκομιδής και η μάθηση επιτυγχάνεται όταν βλέπουν τους λόγους για τους οποίους πέτυχαν ή απέτυχαν.

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της μάθησης μέσω δοκιμής και πλάνης είναι η γνώση των αποτελεσμάτων. Όταν ο εκπαιδευόμενος προσπαθεί να κάνει κάποια συγκεκριμένη ενέργεια, η προσπάθειά του ενισχύεται από την παροχή πληροφόρησης η οποία επιβεβαιώνει ή την επιτυχία ή την αποτυχία της συγκεκριμένης προσπάθειας.

Οι δραστηριότητες μάθησης μέσω δοκιμής και πλάνης θα πρέπει να μαγνητοσκοπούνται, ώστε κατόπιν με την προβολή της σχετικής βιντεοταινίας να δει ο εκπαιδευόμενος υποψήφιος υλοτόμος τις ενέργειές του κατά την ατομική του προσπάθεια.

Σκέψη

Ο εκπαιδευόμενος υποψήφιος υλοτόμος βλέποντας τη σχετική βιντεοταινία με την ατομική του προσπάθεια έχει την ευκαιρία να σκεφτεί για τις λανθασμένες ενέργειες που διέπραξε, να εκτιμήσει τις συνέπειες, ώστε σε άλλες ατομικές του προσπάθειες να μην υποπέσει στα ίδια λάθη. Η σκέψη αυτή αποτελεί τη βάση για περαιτέρω μάθηση.

Ο ρόλος των εκπαιδευτών παλαιών υλοτόμων πρέπει να είναι συμβουλευτικός. Κατά τη διάρκεια του μαθησιακού γεγονότος μέσω σκέψης πρέπει να δοθεί αρκετός χρόνος ούτως ώστε ο κάθε εκπαιδευόμενος υποψήφιος υλοτόμος να ωφεληθεί όσο το δυνατόν περισσότερο από τη συγκεκριμένη μαθησιακή εμπειρία. Η οποιαδήποτε προσπάθεια του εκπαιδευτή να επιταχύνει τη συγκεκριμένη δραστηριότητα είναι πολύ πιθανό να καταλήξει σε αποτυχία.

Δοκιμή και πλάνη

Με τη δοκιμή και πλάνη στο τέλος της μαθησιακής διαδικασίας ελέγχεται εάν έχει επιτευχθεί μάθηση και σε ποιο βαθμό.

Συμπέρασμα

Η διαδικασία ενεργητικής μάθησης η οποία προτείνεται στην εργασία αυτή σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε μετά την ολοκλήρωσή της οι εκπαιδευόμενοι δασεργάτες – υλοτόμοι να έχουν αυξημένες πιθανότητες για επιτυχείς προσπάθειες κατά την εκτέλεση των διαφόρων εργασιών συγκομιδής βιομάζας από υποαξιοποιούμενα δάση για παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων, με ελαχιστοποίηση της πιθανότητας πρόκλησης ατυχημάτων και ζημιών στα δένδρα που απομένουν στο δάσος, στα νεαρά φυτά και στο έδαφος. Επιπλέον, η συγκεκριμένη μέθοδος θα μπορούσε να εφαρμοστεί για την εκπαίδευση δασεργατών που απασχολούνται σε διάφορες άλλες δασικές εργασίες όπως αναδάσωση, κατασκευή δασικών δρόμων, κατασκευή τεχνικών δασικών έργων, κλπ.

Βιβλιογραφία

I. Ελληνόγλωσση

- Γιαννούλης, Ν. 1980. *Εισαγωγή στη Γενική Διδακτική*. Αθήνα.
 Δασαρχείο Λαρίσης. 2002. Προφορική πληροφορία.
 Δερβίσης, Σ. 1982. *Σύγχρονη Γενική Διδακτική*. Θεσσαλονίκη.
 Κοκκινίδης, Γ. 1989. *Η βιομάζα των δασών της Ελλάδας*. Έκδοση ΚΑΠΕ, Αθήνα.
 Ντάφης, Σ. 1986. *Δασική Οικολογία*. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
 ΟΟΣΑ. 1989. *Παραγωγή ενέργειας από βιομάζα. Οικονομική και πολιτική προσέγγιση*. Έκδοση ΕΛΚΕΠΑ, Αθήνα.
 Τσατήρης, Μ., Ι. Φιλίππου, και Γ. Λυριντζής. 1995. Δυνατότητες ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας στην Ελλάδα. *Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Αξιοποίηση Δασικών Πόρων»*. 11-13 Οκτωβρίου. Καρδίτσα. σελ. 703-711.
 Τσουμής, Γ. 1987. *Συγκομιδή Δασικών Προϊόντων*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.
 Φιλίππου, Ι. 1986. *Χημεία και Χημική Τεχνολογία του Ξύλου*. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
 Χαραλαμπίδης, Β. 1999. *Οργάνωση της Διδασκαλίας και της Μάθησης Γενικά*. Gutenberg, Αθήνα.

II. Ξενόγλωσση

- Libby, B. 1984. Creativity and Counseling. <http://www.ericdigests.org/pre->

922/creativity.htm

Mitchell, C. and A. Bridgwater. 1989. Pretreatment and characterization of feedstocks. In *Pyrolysis and Gasification* (Ferrero et al., eds). Elsevier Applied Science. pp. 43-56.

Module 2: Helping People to Learn. 1991. Polytechnic of West London, Slough.

Tillman, D. 1987. Biomass combustion. In *Biomass – Regenerable Energy* (Hall, D. and R. Overend, eds). John Wiley, New York.

Biomass harvesting from under-exploited forests for the production of energy and biofuels: a training method for forest workers

M. N. Tsatiris and E. I. Manolas

Abstract

The effective training of forest workers on issues of biomass harvesting from under-exploited forests for the production of energy and biofuels pre-supposes the application of active, rather than passive, learning processes. If forest workers do not obtain the necessary qualifications, then this could cause: a) accidents, b) reduction of soil productivity, c) soil erosion especially in areas with a steep slope, and d) damages on the young plants and trees which remain in the forest. In order for forest workers to acquire the necessary skills, this paper puts forward an active learning approach which combines four ways of learning, namely being told, trial and error, thinking and imitation.

Οι Περιβαλλοντικές στάσεις των νέων: Η περίπτωση των μαθητών Λυκείων και ΤΕΕ του νομού Ροδόπης

Ε. Παπαδημητρίου

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης Τμήμα Κοινωνικής Διοίκησης
E-mail: svtrap@otenet.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία εξετάζονται οι περιβαλλοντικές στάσεις των μαθητών Λυκείων και ΤΕΕ του Νομού Ροδόπης. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με τις απόψεις των μαθητών για το περιβάλλον γενικότερα, οι εκτιμήσεις τους σχετικά με τις διαστάσεις του περιβαλλοντικού προβλήματος καθώς και με τις πιθανές μελλοντικές εξελίξεις. Ένα άλλο υπό εξέταση ζήτημα αποτελεί η πρόθεση των μαθητών να υποστούν οικονομική επιβάρυνση για χάρη του περιβάλλοντος.

Η ανάλυση έδειξε ότι οι μαθητές -και ιδιαίτερα τα κορίτσια- δείχνουν σε γενικές γραμμές την τάση να συμφωνούν με φιλοπεριβαλλοντικές απόψεις, και ταυτόχρονα η καταστροφή του περιβάλλοντος δείχνει να προκαλεί αρκετά μεγάλη ανησυχία. Επίσης εμφανής είναι όμως και η τάση να τηρούν οι μαθητές υπό ορισμένες προϋποθέσεις και μια σχετικά ουδέτερη στάση απέναντι σε μη φιλοπεριβαλλοντικές απόψεις ή ακόμη και να τις επικροτεί σημαντικό μέρος από αυτούς. Το φύλο δείχνει να αποτελεί σημαντικό παράγοντα για το είδος των περιβαλλοντικών στάσεων των μαθητών (θετικές/αρνητικές) χωρίς όμως να είναι ο μοναδικός. Ανεξάρτητα όμως από το είδος των στάσεών τους, όταν τίθεται το ζήτημα της ανάληψης κάποιου κόστους, προκειμένου να προστατευτεί το περιβάλλον, οι μαθητές εμφανίζονται διστακτικοί.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντική έρευνα, περιβαλλοντικές στάσεις, περιβαλλοντική εκπαίδευση.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια αυξάνεται διαρκώς ο αριθμός μελετών οι οποίες εστιάζουν στο ζήτημα των περιβαλλοντικών στάσεων και της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς. Σημαντική ήταν γι αυτήν την εξέλιξη η συμβολή των Dunlap and Van Liere, οι οποίοι δημιούργησαν μια κλίμακα για την ανάλυση των περιβαλλοντικών στάσεων (Dunlap 1978 και Dunlap et al. 2000) και διαπίστωναν τη διάχυση θετικών περιβαλλοντικών στάσεων (“New Eco-

logical Paradigm – NEP) ανά τον κόσμο. Έκτοτε, όχι μόνο πληθαίνουν διαρκώς οι σχετικές μελέτες, αλλά έχει σαφώς διευρυνθεί και η οπτική υπό την οποία εξετάζεται το ζήτημα των περιβαλλοντικών στάσεων και της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς (Παπαδημητρίου 1998). Ορισμένα από τα κυριότερα ερωτήματα που εξετάζονται είναι η ανάπτυξη και εξέλιξη της περιβαλλοντικής συνείδησης σε διάφορες χώρες (Schulz and Zelezny 1998, Corral-Vertugo and Armendariz 2000, Gooch 1995, Leung and Rice 2002, Vikan et al. 2007, Rauwald and Moore 2002), η σχέση του New Ecological Paradigm με συστήματα αξιών και πεποιθήσεων (Schulz et al. 2000, Olofsson and Öhman 2006), η σχέση του NEP με την πολιτική δράση των ατόμων (Rauwald and Moore 2002, Poortinga et al. 2002) καθώς επίσης και με την κοινωνική δομή (Stern et al. 1995).

Στον ελληνικό χώρο παρατηρείται τα τελευταία χρόνια ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον των ερευνητών για το ζήτημα των περιβαλλοντικών στάσεων του γενικού πληθυσμού ή και συγκεκριμένων ομάδων (Πάντειο Πανεπιστήμιο 2002). Σχετικές εργασίες με τα χαρακτηριστικά και τις τάσεις των μαθητών και των φοιτητών έχουν πραγματοποιηθεί και στην Ελλάδα (Αϊβαζίδης 1998 και Ντούβλη 1997). Άλλες μελέτες εστιάζουν σε θέματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, στις εφαρμογές και τα προβλήματα που αφορούν σε σχετικά προγράμματα, ενώ άλλες καταγράφουν και αναλύουν τα χαρακτηριστικά και τις περιβαλλοντικές στάσεις του εκπαιδευτικού προσωπικού (Ρακιντζής 1997, Τσαχαλίδης κ.α. 2002α και β, Τσαχαλίδης 2006α και β, Tsachalidis 2006)

Λαμβάνοντας υπόψη τις πλέον πρόσφατες εκθέσεις για την κατάσταση στο περιβάλλον, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι σήμερα περισσότερο από ποτέ υπάρχει η ανάγκη για μελέτες στο συγκεκριμένο πεδίο για ποικίλους και προφανείς λόγους. Η θετική περιβαλλοντική στάση αποτελεί σημαντική παράμετρο από την οποία εξαρτάται και η έκβαση της προσπάθειας για την αντιμετώπιση της σύγχρονης οικολογικής κρίσης και για την αναχαίτιση των κινδύνων που προβάλλουν απειλητικά πλέον στον ορίζοντα. Επίσης η υλοποίηση της ιδέας της αειφόρου ανάπτυξης προϋποθέτει την ύπαρξη σε όλα τα επίπεδα –κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό- μιας νέας αντίληψης για τα περιβαλλοντικά προβλήματα, αλλά και γενικότερα για τη σχέση μεταξύ ανθρώπου και φύσης.

Στην παρούσα μελέτη εξετάζονται οι περιβαλλοντικές στάσεις ατόμων που φοιτούν σε γενικά Λύκεια και ΤΕΕ του Ν. Ροδόπης. Η ανάλυση γίνεται στη βάση μιας σειράς ερωτήσεων που αφορούν στη σχέση του ανθρώπου με τη φύση, στις συνέπειες της ανθρώπινης δραστηριότητας για το περιβάλλον,

στα συναισθήματα που προκαλεί η συνειδητοποίηση της καταστροφής του περιβάλλοντος, και τέλος, στη σχέση οικονομικής ανάπτυξης και προστασίας του περιβάλλοντος. Περαιτέρω διερευνάται ο βαθμός προθυμίας των μαθητών να υποστούν οικονομικές επιβαρύνσεις για χάρη του περιβάλλοντος.

Μέθοδος – Ανάλυση

Δεδομένα και μεταβλητές

Τα στοιχεία της έρευνας συγκεντρώθηκαν σε Γενικά Λύκεια και σε ΤΕΕ του Ν. Ροδόπης κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2005-2006. Η έρευνα έγινε με τη βοήθεια ενός ερωτηματολογίου το οποίο συμπληρώθηκε από τους μαθητές κατά τη διάρκεια μιας περίπου σχολικής ώρας, παρουσία πάντοτε και ενός τουλάχιστον μέλους του διδακτικού προσωπικού των σχολείων. Τα ερωτηματολόγια ήταν ανώνυμα. Τα προσωπικά στοιχεία που καλούνταν να δηλώσουν οι μαθητές ήταν το φύλο, το έτος γέννησης, η τάξη και το εκπαιδευτικό επίπεδο των γονέων.

Οι απαντήσεις των ερωτώμενων κυμαίνονται σε μια κλίμακα επτά (7) σημείων (Lickert-type scale). Το κάθε σημείο είχε την εξής έννοια: 1 = 'διαφωνώ απόλυτα', 2= 'διαφωνώ πολύ', 3= 'μάλλον διαφωνώ', 4= 'ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ', 5= 'μάλλον συμφωνώ', 6= 'συμφωνώ πολύ', 7= 'συμφωνώ απόλυτα'.

Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε συνολικά από 415 μαθητές. Από αυτούς το 49,4% είναι κορίτσια και το 50,6% αγόρια. Το 80,4% του δείγματος είναι μαθητές Γενικού Λυκείου και το 19,6% φοιτά σε ΤΕΕ.

Το δείγμα από τα Γενικά Λύκεια αποτελείται σε ποσοστό 49,7% από κορίτσια και 50,3% από αγόρια. Το δείγμα από τα ΤΕΕ αποτελείται κατά 48,1% από κορίτσια και κατά 51,9% από αγόρια.

Για τους σκοπούς της ανάλυσης, κρίθηκε σκόπιμο να γίνει διάκριση μεταξύ «υψηλότερου» και «χαμηλότερου» μορφωτικού επιπέδου των γονέων. Το υψηλότερο επίπεδο περιλαμβάνει τους απόφοιτους ΑΕΙ και ΤΕΙ και το χαμηλότερο μορφωτικό επίπεδο περιλαμβάνει όλους τους υπόλοιπους. Με βάση αυτή τη διάκριση, οι μαθητές των οποίων ένας τουλάχιστον από τους γονείς έχει υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο αποτελούν μια ομάδα και οι υπόλοιποι μια άλλη. Έτσι, το 48,2% των μαθητών του δείγματος έχουν γονείς (ή τουλάχιστον έναν γονέα) με υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο και το 57,8% έχουν και τους δύο γονείς με χαμηλότερο μορφωτικό επίπεδο. Η κατανομή κατά εκπαιδευτικό ίδρυμα έχει ως εξής: Από τους μαθητές που φοιτούν σε Γενικά Λύκεια το 55,1% έχει γονείς με χαμηλότερο και το 44,9%

γονείς με υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο. Τα αντίστοιχα ποσοστά για τους μαθητές που φοιτούν σε ΤΕΕ είναι 69,1% και 30,9%.

Παραγοντική ανάλυση

Η παραγοντική ανάλυση (factor analysis) πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS. Στον πίνακα 1 έχουμε το δείκτη ΚΜΟ (δείκτης επάρκειας του δείγματος ή δείκτης Kaiser-Meyer-Olkin), ο οποίος μετρά το βαθμό συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών και την καταλληλότητα της παραγοντικής ανάλυσης. Ο δείκτης έχει την πολύ ικανοποιητική τιμή 0,782.

Στον ίδιο πίνακα υπάρχει και το Bartlett's Test of Sphericity το οποίο αποφαίνεται για την παρουσία συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών. Το sig του δείκτη είναι 0,000, το οποίο εννοεί ότι υπάρχουν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών.

Πίνακας 1. Η καταλληλότητα της παραγοντικής ανάλυσης και η μεταξύ των μεταβλητών συσχέτιση

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,782
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	774,807
	df	91
	Sig.	,000

Από τον πίνακα 2, προκύπτει ότι το 42,889% της διακύμανσης περιγράφεται από τους τρεις παράγοντες.

Τέλος, στον πίνακα 3 έχουμε τους τρεις παράγοντες με τις αντίστοιχες φορτίσεις (loadings) των μεταβλητών σ' αυτούς, μετά την ορθογωνική περιστροφή των παραγόντων (Rotated Component Matrix).

Ο πρώτος παράγοντας προσδιορίζεται από ένα σύνολο μεταβλητών, που υποδηλώνουν ποικιλοτρόπως μια περισσότερο αρνητική στάση απέναντι στην προστασία του περιβάλλοντος (παράγοντας «1»). Ο δεύτερος παράγοντας περιλαμβάνει φιλικές προς το περιβάλλον μεταβλητές, (παράγοντας «2») και ο τρίτος αναφέρεται στο ζήτημα της αύξησης των τιμών των μη φιλικών για το περιβάλλον προϊόντων ως μέτρο για την προστασία του (παράγοντας «3»).

Πίνακας 2. Επεξήγηση ολικής διακύμανσης από τους παράγοντες

Component	Initial Eigenvalues			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3,135	22,392	22,392	2,472	17,658	17,658
2	1,859	13,277	35,669	2,437	17,408	35,065
3	1,011	7,220	42,889	1,095	7,824	42,889
4	,981	7,006	49,895			
5	,953	6,810	56,705			
6	,893	6,375	63,080			
7	,799	5,710	68,790			
8	,736	5,256	74,045			
9	,718	5,126	79,171			
10	,646	4,615	83,786			
11	,643	4,591	88,376			
12	,595	4,252	92,628			
13	,586	4,189	96,818			
14	,446	3,182	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Πίνακας 3. Φορτίσεις παραγόντων και οι μέσες τιμές

Περιβαλλοντικές μεταβλητές	Παράγοντες			Μέση τιμή
	«1»	«2»	«3»	
E1. Όταν πληροφορούμαι από τα ΜΜΕ σχετικά με τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα και τις καταστροφές, αυτό μου προκαλεί οργή και ανησυχία.	-,121	,611	-,028	5,00
E2. Κατά την άποψή μου, ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζεται το περιβαλλοντικό πρόβλημα είναι υπερβολικός. Στην πραγματικότητα η κατάσταση δεν είναι τόσο ανησυχητική.	,594	,246	,163	3,38
E3. Οι σύγχρονες κοινωνίες θα κατορθώσουν ούτως ή άλλως με τη βοήθεια της τεχνολογίας και της επιστήμης να ελέγξουν το περιβαλλοντικό πρόβλημα.	,551	,007	-,047	3,92
E4. Ο άνθρωπος θα πρέπει να σέβεται τη φύση επειδή και ο ίδιος αποτελεί μέρος της.	-,085	,614	,307	5,71
E5. Η φύση έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται και να επιδιορθώνει από μόνη της τις βλάβες που προκαλεί σ' αυτήν ο άνθρωπος.	,648	,081	,010	3,61
E6. Ακόμη και μικρές παρεμβάσεις του ανθρώπου στη φύση μπορούν να έχουν ανεπανόρθωτες συνέπειες.	-,064	,609	-,102	5,34

E7. Τα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος αποτελούν εμπόδιο για την περαιτέρω οικονομική ανάπτυξη της περιοχής μου και θα πρέπει να λαμβάνονται μόνο σε ιδιαίτερες περιπτώσεις.	,682	-,137	-,087	3,40
E8. Τα περισσότερα τεχνολογικά επιτεύγματα έχουν μέχρι σήμερα συμβάλει στην όξυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.	,039	,572	,323	4,99
E9. Η περαιτέρω οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη θα δώσουν μελλοντικά τη λύση σε όλα τα περιβαλλοντικά προβλήματα.	,595	,148	,043	4,03
E10. Εάν διατηρήσουμε τους ίδιους ρυθμούς οικονομικής ανάπτυξης θα οδηγηθούμε σύντομα σε οικολογική καταστροφή.	,054	,647	,184	5,01
E11. Δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούμε περισσότερους περιβαλλοντικούς πόρους απ' ό,τι μπορεί η φύση να ανανεώνει.	-,243	,456	,065	5,37
E12. Αυστηρά μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος περιορίζουν την ατομική ελευθερία και εμποδίζουν την οικονομική ανάπτυξη.	,685	,077	-,143	3,96
E13. Η αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος θα βελτιώνει αισθητά την ποιότητα ζωής.	-,125	,493	,219	5,71
E14. Θα πρέπει να επιβάλλεται φόρος και να γίνονται ακριβότερα όλα τα προϊόντα των οποίων η παραγωγή και η κατανάλωση ή χρήση επιβαρύνει το περιβάλλον.	-,050	,067	,861	4,63

Πίνακας 4. Συσχέτιση των παραγόντων «1», «2» και «3» με βάση το συντελεστή Pearson

		«1»	«2»	«3»
«1»	Pearson Correlation	1	-,264(**)	-,077
	Sig. (2-tailed)	.	,000	,122
	N	408	393	405
«2»	Pearson Correlation	-,264(**)	1	,160(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	.	,001
	N	393	397	395
«3»	Pearson Correlation	-,077	,160(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,122	,001	.
	N	405	395	409

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 4, οι παράγοντες «1» και «2» συσχετίζονται αρνητικά ($r = -0,264$), δηλαδή σε μικρές τιμές του παράγοντα «1» αντιστοιχούν μεγάλες τιμές του παράγοντα 2, και αντίστροφα. Ο παράγοντας «3» εμφανίζει μόνο μια ασθενή θετική συσχέτιση με τον παράγοντα «2».

Έλεγχος αξιοπιστίας

Η εσωτερική αξιοπιστία των μεταβλητών διαπιστώθηκε χρησιμοποιώντας τις τυποποιημένες εκτιμήσεις του συντελεστή Alpha του Cronbach (πίνακας 5). Χωρίς εξαίρεση, τα μέτρα αξιοπιστίας υπερέβησαν το όριο του 0,70 για όλες τις μεταβλητές των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, ο συντελεστής Alpha για τον παράγοντα «1» είναι 0,80 και για τον παράγοντα «2» είναι 0,77.

Ανάλυση διακύμανσης

Σημαντικό παράγοντα για την περιβαλλοντική στάση των νέων αποτελεί το φύλο. Η ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA) δίνει σημαντικότητες μεταξύ φύλου και παραγόντων 1 ($p = 0,002$) και 2 ($p < 0,001$). Το φύλο δεν είναι όμως προσδιοριστικός παράγοντας για την πρόθεση να επωμιστεί το άτομο κάποιο κόστος (οικονομικό εν προκειμένω) για χάρη της προστασίας του περιβάλλοντος ($p = 0,420$).

Πίνακας 5. Αξιοπιστία παραγόντων «1» και «2» με βάση το συντελεστή Cronbach

Παράγοντας	Τιμή κατά Cronbach's Alpha	(N)
«1»	.806	6
«2»	.779	7

Περαιτέρω, εμφανίζονται σημαντικότητες μεταξύ της παραμέτρου «εκπαιδευτικό ίδρυμα (δηλ. Γεν. Λύκειο ή ΤΕΕ)» και των παραγόντων «1» ($p = 0,042$) και «2» ($p < 0,001$), όπως επίσης μεταξύ του μορφωτικού επιπέδου των γονέων και του παράγοντα «1» ($p = 0,025$).

Αποτελέσματα

Η ανάλυση των δεδομένων της έρευνας δείχνει κατ' αρχήν την ύπαρξη δύο κύριων τάσεων μεταξύ των μαθητών όσον αφορά στις απόψεις τους για

το περιβάλλον και στα συναισθήματα τα οποία προκαλεί σ' αυτούς η συνειδητοποίηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Η σαφέστερη τάση διαγράφεται σε σχέση με τις φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές, όπου η ταύτιση των μαθητών με αυτές είναι αρκετά υψηλή (μέση τιμή για παράγοντα «2» 5,30 – Πίνακας 6). Η ταύτιση με φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές συνοδεύεται και από ένα υψηλότερο βαθμό ανησυχίας σε σχέση με τις πραγματικές διαστάσεις του περιβαλλοντικού προβλήματος, αλλά και αναφορικά με τις προοπτικές για την επίλυσή του.

Από την άλλη, οι λιγότερο φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές βρίσκουν τους μαθητές από λίγο αντίθετους έως ουδέτερους. Η διαφωνία τους δηλαδή με αυτές εμφανίζεται σχετικά 'ασθενής' (μέση τιμή για παράγοντα «1» 3,71 – Πίνακας 6) και γίνεται ασθενέστερη όταν πρόκειται για μεταβλητές οι οποίες εμπεριέχουν κάποιο δίλημμα. Συγκεκριμένα οι μαθητές, παρ' όλη τη γενικότερα θετική τους περιβαλλοντική στάση, σε περιπτώσεις όπου η προστασία του περιβάλλοντος υπονοεί την εμφάνιση αρνητικών συνεπειών σε σχέση με άλλες προτεραιότητες, είτε δεν τοποθετούνται υπέρ της προστασίας του περιβάλλοντος είτε λύνουν τη 'σύγκρουση' αυτή επιλέγοντας τιμές κοντά στο ουδέτερο 4.

Πίνακας 6. *Οι μέσες τιμές για τους παράγοντες*

Παράγοντες	(N)	Min	Max	Mean	Std. Deviation
«1»	415	1,00	6,67	3,7145	1,19631
«2»	415	2,43	7,00	5,3059	,93298
«3»	415	1,00	7,00	4,6333	1,88323
Valid N (listwise)	415				

Από τις φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές, εκείνες οι οποίες παρουσιάζουν την υψηλότερη αποδοχή από τους μαθητές είναι η E4 και η E13 (με επακριβώς την ίδια μέση τιμή 5,71). Και οι δύο ερωτήσεις αναφέρονται στην ανάγκη να προστατευθεί το περιβάλλον προβάλλοντας στη μία περίπτωση μια 'ηθική' διάσταση και στην άλλη μια 'ωφελμιστική' (με την έννοια ότι η προστασία του περιβάλλοντος ανταποδίδεται με μία βελτίωση της ποιότητας ζωής). Να σημειωθεί εδώ ότι υπάρχει σημαντικός αριθμός ερωτώμενων που δίνουν τιμές αρκετά χαμηλότερες από τη μέση τιμή.

Σε ένα δεύτερο επίπεδο όσον αφορά στην αποδοχή των φιλοπεριβαλλοντικών μεταβλητών, βρίσκονται δύο από αυτές, η E11 και E6, (με μέση τιμή

5,37 και 5,34 αντίστοιχα), οι οποίες υπονοούν την ύπαρξη ορίων για την ανθρώπινη παρέμβαση στη φύση και ταυτόχρονα –κατά μια έννοια- προβάλλουν την ανάγκη για αυτοπεριορισμό των κοινωνιών σε σχέση με την εκμετάλλευση του φυσικού περιβάλλοντος.

Από τις λιγότερο ή μη φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές, την υψηλότερη μέση τιμή (ωστόσο σχεδόν ίση με το ουδέτερο 4) παρουσιάζει η μεταβλητή E9. Επίσης στα ίδια σχεδόν επίπεδα αποδοχής (μέση τιμή 3,96) βρίσκεται η μεταβλητή E12 (για όλα τα παραπάνω βλ. Πίνακα 3).

Κατά μέσο όρο λοιπόν οι απαντήσεις των μαθητών είναι ουδέτερες, ωστόσο και εδώ εμφανίζονται οι τιμές μια σημαντική διακύμανση καθώς βρίσκονται διάσπαρτες εντός ενός ευρέως πεδίου εκατέρωθεν της μέσης τιμής. Η σχετικά μεγάλη αυτή διασπορά καθιστά σκόπιμη μια περαιτέρω διαφοροποίηση. Ξεχωρίσαμε λοιπόν τις περιπτώσεις μη θετικών για το περιβάλλον μεταβλητών για τις οποίες έχουμε τιμές 6 και 7. Διαπιστώνεται ότι για τη μεταβλητή E9 το ποσοστό είναι 21,8% και για την E12 24,9%. Με άλλα λόγια, ο ένας στους τέσσερις περίπου μαθητές συμφωνεί από πολύ έως απόλυτα με τις παραπάνω δύο μη φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές.

Περαιτέρω, οι μαθητές τηρούν μια ουδέτερη έως ελαφρά θετική στάση απέναντι στην άποψη ότι το πρόβλημα στο περιβάλλον θα πρέπει να αντιμετωπιστεί και με την επιβολή περιβαλλοντικών φόρων σε προϊόντα (μέση τιμή 4,63). Το γεγονός ότι η μεταβλητή αυτή αναφέρεται σαφώς στο οικονομικό κόστος που δημιουργούν συγκεκριμένα μέτρα που λαμβάνονται για την προστασία του περιβάλλοντος, φαίνεται να οδηγεί τους μαθητές σε μια αρκετά διστακτική στάση. Η ύπαρξη αυτής της διστακτικότητας επιβεβαιώνεται μάλιστα όχι μόνο για εκείνους τους μαθητές που συμφωνούν πολύ ή και απόλυτα με μη φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές, αλλά ακόμη και για εκείνους που δίνουν τις υψηλότερες τιμές στις φιλοπεριβαλλοντικές. Αναλυτικότερα, για την ομάδα των ερωτώμενων οι οποίοι δίνουν τιμές 6 έως 7 στις μη φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές, η μέση τιμή για τον παράγοντα «3» είναι 4,52. Για εκείνους οι οποίοι δίνουν στις φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές τιμές 6 έως 7 η μέση τιμή είναι 4,76. Η διαφορά αυτή είναι, κατά τη γνώμη μας, αρκετά μικρή, αν λάβει κανείς υπόψη ότι στην προκειμένη περίπτωση συγκρίνονται δύο ομάδες με αντίθετες περιβαλλοντικές απόψεις. Ωστόσο η ανάλυση διακύμανσης δίνει σημαντικότητα μεταξύ αυτής της υποομάδας και του παράγοντα «3». Λαμβάνοντας λοιπόν αυτό υπόψη, μπορούμε να πούμε ότι η σταθερή πρόθεση για προστασία του περιβάλλοντος, ακόμη κι αν αυτό έχει κόστος, αποτελεί χαρακτηριστικό των μαθητών, οι οποίοι παρουσιάζουν ιδιαίτερα θετικές περιβαλλοντικές στάσεις. Η αντίστοι-

χη στάση των υπόλοιπων ερωτώμενων είναι από ουδέτερη έως αρνητική.

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω, η ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA) δίνει σημαντικότητες μεταξύ φύλου και παραγόντων «1» ($p=0,002$) και «2» ($p<0,001$). Αυτό σημαίνει ότι υφίστανται διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζουν το περιβαλλοντικό ζήτημα. Συγκεκριμένα, εξετάζοντας τις τιμές που προκύπτουν για τους παράγοντες μας διαπιστώνουμε τα εξής:

- Σε όλες ανεξαιρέτως τις μεταβλητές που εκφράζουν μια φιλοπεριβαλλοντική άποψη δίνουν τα κορίτσια υψηλότερη μέση τιμή από τα αγόρια.
- Σε όλες ανεξαιρέτως τις μεταβλητές που εκφράζουν μια μη φιλοπεριβαλλοντική (ή λιγότερο φιλοπεριβαλλοντική) άποψη δίνουν τα αγόρια υψηλότερη μέση τιμή από τα κορίτσια.

Με άλλα λόγια, τα αγόρια συμφωνούν λιγότερο από τα κορίτσια με φιλοπεριβαλλοντικές απόψεις και ταυτόχρονα διαφωνούν λιγότερο από τα κορίτσια με μη φιλοπεριβαλλοντικές απόψεις. Περαιτέρω διαπιστώνεται ότι, εάν απομονώσουμε τους μαθητές που δίνουν τις υψηλότερες τιμές (6 και 7), στις φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές, τα ποσοστά των κοριτσιών είναι για όλες ανεξαιρέτως τις περιπτώσεις πολύ υψηλότερα από τα αντίστοιχα των αγοριών (διαφορά από 4,2 έως 19,1 ποσοστιαίες μονάδες) (Πίνακας 7). Κάνοντας το ίδιο με τις μη φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές, διαπιστώνεται για τις συγκεκριμένες τιμές (6 και 7) πάντοτε ένα υψηλότερο ποσοστό στα αγόρια απ' ό,τι στα κορίτσια (διαφορά από 3 έως 10,2 ποσοστιαίες μονάδες (Πίνακας 8).

Πίνακας 7. Υψηλός βαθμός ταύτισης («συμφωνώ πολύ» και «συμφωνώ απόλυτα») με τις φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές με βάση το φύλο

Μεταβλητή	Κορίτσια (%)	Αγόρια (%)
E1	50,5	31,4
E4	72,1	59,9
E6	61	52,2
E8	45,3	37,4
E10	49,7	39,3
E11	58,6	46,1
E13	67,2	63

Πίνακας 8. Υψηλός βαθμός ταύτισης («συμφωνώ πολύ» και «συμφωνώ απόλυτα») με τις μη φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές με βάση το φύλο

Μεταβλητή	Κορίτσια (%)	Αγόρια (%)
E2	16,2	21,7
E3	17,1	27,3
E5	16,2	20,8
E7	11,3	19,3
E9	19,2	24,6
E12	23,6	26,6

Μια σημαντική διαφορά εμφανίζεται σε σχέση με μεταβλητές οι οποίες αναφέρονται στο πως εκτιμά η κάθε ομάδα την κατάσταση στο περιβάλλον, και –κατ’ επέκταση– στα συναισθήματα που τους προκαλεί αυτή η εκτίμηση. Συναισθήματα όπως ανησυχία και οργή εντοπίζονται και στις δύο ομάδες. Στα κορίτσια όμως δείχνουν τα συναισθήματα αυτά να είναι περισσότερο έντονα απ’ ό,τι στα αγόρια. Αυτό αντικατοπτρίζεται και στο γεγονός ότι τα κορίτσια δείχνουν να είναι περισσότερο απαισιόδοξα από τα αγόρια όσον αφορά την προοπτική να αντιμετωπιστούν στο μέλλον τα περιβαλλοντικά προβλήματα με τη βοήθεια της τεχνολογίας, της επιστήμης και της περαιτέρω οικονομικής ανάπτυξης. Επίσης τα κορίτσια είναι πολύ περισσότερο αρνητικά στο να γίνεται η οικονομική ανάπτυξη εις βάρος του περιβάλλοντος και επίσης μάλλον διαφωνούν με την άποψη ότι τα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος περιορίζουν την ατομική ελευθερία και εμποδίζουν την οικονομική ανάπτυξη.

Χωρίς αυτό να σημαίνει ότι τα αγόρια έχουν μια αρνητική περιβαλλοντική στάση, μπορούμε γενικά να διατυπώσουμε την άποψη ότι, από σημαντικές σκοπιές, η στάση των κοριτσιών μπορεί να χαρακτηριστεί ως περισσότερο φιλοπεριβαλλοντική από εκείνη των αγοριών. Ωστόσο, αυτό δεν μεταφράζεται και σε αντίστοιχα μεγαλύτερη προθυμία των κοριτσιών να αποδεχτούν ένα υψηλότερο κόστος για τα προϊόντα χάριν του περιβάλλοντος. Αντίθετα μάλιστα, τα αγόρια δείχνουν –έστω και ελάχιστα βέβαια– μεγαλύτερη πρόθεση να υποστούν οικονομικές επιβαρύνσεις απ’ ό,τι τα κορίτσια (Πίνακας 9).

Πίνακας 9. Μέση τιμή για τους παράγοντες «1», «2» και «3» με βάση το φύλο

	Κορίτσια	Αγόρια
«1»	3,53	3,91
«2»	5,47	5,14
«3»	4,56	4,71

Η σύγκριση μεταξύ των μαθητών που φοιτούν σε Γεν. Λύκεια και εκείνων που φοιτούν σε ΤΕΕ δείχνει επίσης διαφορές. Σε γενικές γραμμές μπορούμε κατ' αρχήν να πούμε ότι οι μαθητές των Γεν. Λυκείων έχουν, σε σχέση με τους μαθητές των ΤΕΕ, εντονότερη την τάση να συμφωνούν με φιλοπεριβαλλοντικές απόψεις. Συγκεκριμένα, η μέση τιμή που προκύπτει για τον παράγοντα «2» είναι για την πρώτη ομάδα 5,43 και για τη δεύτερη ομάδα 4,75. Για τις λιγότερο φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές (παράγοντας «1») η κατάσταση παρουσιάζεται αντίστροφη, ωστόσο η διαφορά στη μέση τιμή είναι αρκετά μικρότερη (Λύκειο: 3,65 – ΤΕΕ: 3,95).

Πίνακας 10. Μέσες τιμές και υψηλός βαθμός αποδοχής (%) των μεταβλητών με βάση το εκπαιδευτικό ίδρυμα

Μεταβλητή	Γεν. Λύκειο		ΤΕΕ	
	Μέση τιμή	«συμφωνώ πολύ» και «συμφωνώ απόλυτα» (%)	Μέση τιμή	«συμφωνώ πολύ» και «συμφωνώ απόλυτα» (%)
E1	5,06	41,4	4,76	40
E2	3,29	17,9	3,79	23,4
E3	3,83	26,7	4,30	28,4
E4	5,95	71,7	4,72	43,2
E5	3,53	17,5	3,94	22,2
E6	5,41	59,1	5,04	46,3
E7	3,30	14,9	3,78	18,5
E8	5,18	45,6	4,21	23,8
E9	4,11	23,3	3,70	16,1
E10	5,08	45,8	4,70	38,3
E11	5,50	56,5	4,86	36,3
E12	3,89	24,4	4,23	27,1
E13	5,89	70,2	4,94	44,3
E14	4,65	39	4,56	39,5

Το ζήτημα στο οποίο εμφανίζεται η μεγαλύτερη διαφορά στις απόψεις των δύο ομάδων είναι αυτό του σεβασμού που οφείλει ο άνθρωπος να δείχνει απέναντι στη φύση (E4. Μέση τιμή για Γεν. Λύκειο 5,95 και για TEE 4,72) (Πίνακας 10). Εξετάζοντας το συγκεκριμένο στοιχείο διαφορετικά διαπιστώνεται ότι το 1,5% των μαθητών των Γεν. Λυκείων και το 19,8% των μαθητών των TEE δεν συμφωνεί καθόλου ή συμφωνεί πολύ λίγο με την παραπάνω άποψη. Για τις επιλογές «συμφωνώ πολύ» και «συμφωνώ απόλυτα» τα αντίστοιχα ποσοστά είναι 71,7% και 43,2%. Αρκετά σημαντική είναι και η διαφορά των απόψεων όσον αφορά στη σχέση μεταξύ της ποιότητας του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής. Οι μαθητές των Γεν. Λυκείων αποδέχονται πολύ περισσότερο απ' ό,τι οι μαθητές των TEE την άποψη ότι η έννοια της ποιότητας ζωής είναι συνυφασμένη με την έννοια της ποιότητας του περιβάλλοντος (μέση τιμή για E13: Λύκειο 5,89 και TEE 4,94). Περισσότερο συγκεκριμένα, με την άποψη αυτή συμφωνεί «πολύ» έως «απόλυτα» το 70,2% των μαθητών των γενικών Λυκείων και το 44,3% των μαθητών των TEE. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι οι δύο ομάδες εμφανίζονται εξίσου διστακτικές απέναντι στο ενδεχόμενο αύξησης της τιμής μη φιλικών προς το περιβάλλον προϊόντων (E14). Αυτό δείχνει τόσο η ασήμαντη διαφορά στη μέση τιμή για το συγκεκριμένο ερώτημα (Γεν. Λύκειο 4,65 και TEE 4,56) (Πίνακας 10), όσο και το ποσοστό των ερωτώμενων και από τις δύο ομάδες οι οποίοι συμφωνούν πολύ έως απόλυτα με τη συγκεκριμένη άποψη (Γεν. Λύκειο 39%, TEE 39,5%).

Τέλος, όπως ήδη αναφέραμε, η ανάλυση της διακύμανσης εμφανίζει σημαντικότητες και μεταξύ της παραμέτρου μορφωτικό επίπεδο των γονέων» και του παράγοντα «1». Συγκεκριμένα διαπιστώνεται ότι οι μαθητές των οποίων οι γονείς έχουν χαμηλότερο μορφωτικό επίπεδο είναι περισσότερο ουδέτεροι (ή λιγότερο αρνητικοί) απέναντι σε μη φιλοπεριβαλλοντικές μεταβλητές. Η σχέση αυτή δεν δείχνει βέβαια να είναι ιδιαίτερα ισχυρή. Δεδομένου ότι για τα TEE το ποσοστό των μαθητών με γονείς χαμηλότερου μορφωτικού επιπέδου είναι αρκετά υψηλότερο από το αντίστοιχο των μαθητών που φοιτούν σε Γεν. Λύκεια, μπορούμε ίσως εδώ να παρατηρήσουμε ότι το συγκεκριμένο εύρημα μπορεί σε κάποιο βαθμό να εξηγήσει ένα μέρος των διαφορών που εντοπίστηκαν μεταξύ των μαθητών των Γεν. Λυκείων και εκείνων των TEE.

Συζήτηση

Αν θέλαμε να περιγράψουμε το άτομο που παρουσιάζει τις περισσότερες

έντονης φιλοπεριβαλλοντικές στάσεις, τότε θα λέγαμε ότι αυτό είναι ένα κορίτσι που φοιτά σε γενικό Λύκειο. Αντίστοιχα, το άτομο που επιδοκιμάζει λιγότερο έντονα τις φιλοπεριβαλλοντικές απόψεις και είναι λιγότερο ουδέτερο ή ακόμη και θετικό απέναντι σε μη φιλοπεριβαλλοντικές απόψεις είναι ένα αγόρι που φοιτά σε ΤΕΕ και οι γονείς του έχουν σχετικά χαμηλό μορφωτικό επίπεδο. Ωστόσο, οι περιγραφές αυτές θα ήταν αρκετά απλουστευτικές δεδομένου ότι παράλληλα ορισμένες μη φιλοπεριβαλλοντικές απόψεις βρίσκουν σύμφωνο ένα αρκετά σημαντικό ποσοστό των μαθητών, γεγονός που αποδεικνύει ότι οι ερωτώμενοι διαθέτουν μεικτά χαρακτηριστικά με την έννοια ότι –κατά περίπτωση- μπορούν να έχουν απόλυτα θετικές περιβαλλοντικές απόψεις είτε όμως και ουδέτερες έως αρνητικές. Επίσης αποδεικνύεται ότι δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε με απόλυτη σαφήνεια εκείνον τον ‘τύπο’ ατόμου που με προθυμία θα δεχόταν να επωμιστεί κάποιο συγκεκριμένο κόστος (π.χ. να επιβαρυνθεί οικονομικά) για χάρη της προστασίας του περιβάλλοντος. Αυτό σημαίνει ότι η διαμόρφωση πρόθεσης για θετική περιβαλλοντική συμπεριφορά αποτελεί διαδικασία εξαιρετικά πολύπλοκη κατά την οποία μπορούν να επιδρούν στον άτομο πλήθος παραγόντων. Μπορούμε δε με βάση τα παραπάνω να υποθέσουμε ότι παρόμοιο πρόβλημα θα αντιμετωπίζαμε σε σχέση με την περιβαλλοντική συμπεριφορά των ατόμων, όπου -προφανώς- ιδιαίτερα θετικές περιβαλλοντικές απόψεις δεν αποτελούν εχέγγυο για την εκδήλωση θετικής περιβαλλοντικής συμπεριφοράς.

Περαιτέρω διαπιστώνεται ότι ακόμη και άτομα με θετική περιβαλλοντική στάση δείχνουν παρόμοια αντανακλαστικά με τους υπόλοιπους εκεί όπου φαίνεται άλλες προτεραιότητες, αξίες κλπ. να ανταγωνίζονται την ανάγκη για προστασία του περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα διαπιστώνεται ότι η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών, όταν η αναφορά στην προστασία του περιβάλλοντος συνδέεται με πιθανούς περιορισμούς (συλλογικούς ή/και ατομικούς) εκφράζεται λιγότερο έντονα υπέρ του περιβάλλοντος. Και ακόμη περισσότερο διαπιστώνεται αυτό στην περίπτωση του οικονομικού κόστους της προστασίας του περιβάλλοντος (Μανωλάς κ.α. 2004). Τα παραπάνω αποδεικνύουν κατά τη γνώμη μας ότι αυτό που θα χαρακτηρίζαμε ως «περιβαλλοντική συνείδηση» αποτελεί κάτι ιδιαίτερα εύθραυστο. Αυτό διότι η θετική περιβαλλοντική στάση των μαθητών έχει εμφανή την τάση να μετατρέπεται σε ουδετερότητα (ή ακόμη και να αντιστρέφεται) σε περιπτώσεις όπου εμφανίζονται κάποια διλήμματα και ποικίλοι ‘ανταγωνισμοί’.

Οι διαφορές που, όπως είδαμε, υφίστανται μεταξύ –κυρίως- κοριτσιών και αγοριών δεν είναι ασήμαντες, και αυτό το εύρημα βρίσκεται σε αντι-

στοιχία με μια σειρά άλλων σχετικών μελετών στις οποίες διαπιστώνεται μια κατά περίπτωση λιγότερο ή περισσότερη ισχυρή σχέση μεταξύ φύλου και περιβαλλοντικών στάσεων (Van Liere and Dunlap 1980, Olsson 1994, Olofsson and Öhman 2006). Παρ' όλ' αυτά ο ρόλος του φύλου αποτελεί ζήτημα αμφιλεγόμενο καθώς υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν ότι το φύλο δεν μπορεί να εξηγήσει τις περιβαλλοντικές στάσεις (Hayes 2001). Και οι Τσαχαλίδης κ.α. 2002α, δεν διαπιστώνουν καμία διαφορά στις περιβαλλοντικές στάσεις ανδρών και γυναικών εκπαιδευτών περιβαλλοντικής εκπαίδευσης). Είναι λοιπόν προφανές ότι το στοιχείο αυτό θα πρέπει να διερευνηθεί ακόμη περισσότερο εις βάθος. Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας διαπιστώνεται π.χ. ένας υψηλότερος βαθμός ανησυχίας των κοριτσιών για την κατάσταση στο φυσικό περιβάλλον και τις πιθανές μελλοντικές εξελίξεις και συνέπειες. Αυτό είναι πολύ πιθανό να επιδρά στον τρόπο με τον οποίο τα κορίτσια αντιμετωπίζουν γενικότερα τα περιβαλλοντικά ζητήματα, είναι όμως βέβαιο ότι από μόνο του δεν μπορεί να απαντήσει σε όλα τα ερωτήματα που παρουσιάζονται. Γι αυτό, τα υφιστάμενα στοιχεία θα πρέπει να εμπλουτιστούν και με άλλα ακόμη, τα οποία θα φωτίζουν περαιτέρω συνδέσεις μεταξύ φύλου, περιβαλλοντικών στάσεων και άλλων παραμέτρων (π.χ. αξίες). Η ανάγκη αυτή επιβεβαιώνεται με τον καλύτερο τρόπο από τη σύγκριση μεταξύ των μαθητών που φοιτούν σε Γεν. Λύκεια και σε ΤΕΕ. Εκεί, όπως είδαμε, διαπιστώθηκε μια σημαντική διαφορά στον τρόπο με τον οποίο οι δύο ομάδες αντιμετωπίζουν την 'ανάγκη' να σέβεται ο άνθρωπος το περιβάλλον. Εδώ βέβαια δεν μπορούμε να απαντήσουμε με βεβαιότητα στο γιατί η συγκεκριμένη διαφορά παρατηρείται μεταξύ μαθητών Γεν. Λυκείων και μαθητών ΤΕΕ, παρ' όλο που το στοιχείο του κατά μέσο όρο χαμηλότερου μορφωτικού επιπέδου των γονέων των μαθητών των ΤΕΕ δείχνει να παίζει κάποιον -λιγότερο ή περισσότερο σημαντικό- ρόλο. Ωστόσο από μόνο του αυτό το στοιχείο μαρτυρά την επίδραση που μπορούν να έχουν συγκεκριμένες αξίες στις περιβαλλοντικές στάσεις και, ίσως και στην περιβαλλοντική συμπεριφορά.

Τέλος, είναι προφανές ότι υπάρχει ανάγκη να προβληθούν (και μέσω των εκπαιδευτικών προγραμμάτων) οι πολύμορφες επιδράσεις της ποιότητας του φυσικού περιβάλλοντος στην ποιότητα ζωής, αλλά και γενικότερα να αναδειχθεί η περιβαλλοντική παράμετρος σε συστατικό στοιχείο αυτού που οι νέοι (και όχι μόνο) σήμερα ορίζουν ως «ποιότητα ζωής».

Βιβλιογραφία

Ι. Ξενόγλωσση

- Corral-Vertugo, V. and L. I. Armendariz. 2000. The “New Environmental Paradigm” in a Mexican Community. *The Journal of Environmental Education* 31: 25-31.
- Dunlap, R. E and K. D. Van Liere. 1978. The “New Environmental Paradigm”: A proposed measuring instrument and preliminary results. *The Journal of Environmental Education* 9: 10-19.
- Dunlap, R. E., K. D. Van Liere, A. g. Mertig and R. E. Jones. 2000. Measuring endorsement of the New Ecological Paradigm: A revised NEP scale. *Journal of Social Issues* 56: 425-442.
- Gooch, G. D. 1995. Environmental beliefs and attitudes in Sweden and the Baltic states. *Environment and Behavior* 27: 513-539.
- Hayes, B. C. 2001. Gender, scientific knowledge and attitudes toward the environment: A cross-national analysis. *Political research Quarterly* 54 (3): 657-671.
- Leung, C. and J. Rice. 2002. Comparison of Chinese-Australian and Anglo-Australian environmental attitudes and behavior. *Social Behavior and Personality* 30: 251-262.
- Olsson, S. 1994. What happened to the ‘silent revolution’? Postmaterialist values across generations. Στο Kloep, M. (ed.). *Youth in a changing world* (Vol. 20, pp. 13-30) Östersund: Mid Sweden University.
- Olofsson, A. and S. Öhman. 2006. General beliefs and environmental concern: Transatlantic comparisons. *Environment and Behavior* 38 (6): 768-790.
- Poortinga, W., L. Steg and C. Vlek. 2002. Environmental risk concern and preference for energy saving measures. *Environment and Behavior* 34: 455-478.
- Rauwald, K. S. and C. E. Moore. 2002. Environmental attitudes as predictors of policy support across three cultures. *Environment and Behavior* 34: 709-739.
- Schulz, P. W. and L. Zelezny. 1998. Values and proenvironmental behaviour. A five country survey. *Journal of Cross-Cultural Psychology* 29: 540-558.
- Schulz, P. W., L. Zelezny and N. J. Dalrymple. 2000. A multinational perspective on the relation between Judeo-Christian religious beliefs and attitudes of environmental concern. *Environment and Behavior*

32: 576-591.

- Stern, P. C., T. Dietz and G. A. Guagnano. 1995. The new ecological paradigm in a social-psychological context. *Environment and Behavior* 27: 723-743.
- Tsachalidis, E. P., G. E. Tsantopoulos, S. Tampakis and D. Zografou. 2006. *Teachers and environmental education in Greece*. Proceedings, 1st International Congress on “Sustainable Management and Development of Mountainous and Island areas “ in Naxos, 29 September-1 October, 2006. Naxos Island. Greece. Volume 2: 163-171
- Van Liere, K. D and R. E. Dunlap. 1980. The social bases of environmental concern: A review of hypotheses, explanations and empirical evidence. *Public Opinion Quarterly* 44: 181-199.
- Vikan, A., C. Camino, A. Biaggio and H. Nordvik. 2007. Endorsement of the New Ecological Paradigm: A Comparison of two Brazilian Samples and One Norwegian Sample. *Environment and Behavior* 39 (2): 217-228.

II. Ελληνική

- Αϊβαζίδης, Κ. 1998. Διερεύνηση των γνώσεων και στάσεων – απόψεων των φοιτητών του Α.Π.Θ. Πτυχιακή εργασία. Βιολογικό Τμήμα Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Μανωλάς, Ε., Σ. Ταμπάκης και Θ. Κουτρομανίδης. 2004. «Διερεύνηση της Άποψης των Πολιτών της Ορεστιάδας σχετικά με το Κόστος Προστασίας του Περιβάλλοντος». Πρακτικά 1^{ου} Πανελλήνιου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου. Ορεστιάδα. 7-9 Μαΐου 2004. σελ. 338-344.
- Ντούβλη, Π. 1997. Καταγραφή γνώσεων απόψεων και στάσεων των μαθητών της Α' Λυκείου σε θέματα περιβάλλοντος. Μεταπτυχιακή εργασία. Τμήμα Βιολογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.
- Παπαδημητρίου, Β. 1998. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Σχολείο: Μια Διαχρονική Θεώρηση, Εκδόσεις Τυπωθήτω. Αθήνα.
- Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών. 2000. *Περιβάλλον και αναβάθμιση της ποιότητας ζωής. Οι κοινωνικές αναπαραστάσεις του περιβάλλοντος* (Ερευνητική ομάδα Πάντειου Πανεπιστημίου). Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Ρακιντζή, Ι. 1997. Διερεύνηση των γνώσεων, στάσεων και απόψεων των καθηγητών της Μέσης Εκπαίδευσης σχετικά με το περιβάλλον. Μεταπτυχιακή εργασία. Τμήμα Βιολογίας του Αριστοτελείου Πα-

- νεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.
- Τσαχαλίδης, Ε. Π., Σ. Γαλατσίδης και Γ. Τσαντόπουλος. 2002α. *«Τα ατομικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών στα Δημοτικά Σχολεία των Νομών της Ανατολικής Μακεδονίας και σχέσεις τους με τις περιβαλλοντικές γνώσεις και στάσεις τους»*. Πρακτικά, VI^ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο. Ελληνική Γεωγραφική Εταιρεία. *Φυσική Γεωγραφία – Ανθρωπογεωγραφία - Γεωγραφική Εκπαίδευση*. Θεσσαλονίκη. 3-6 Οκτωβρίου. 2002. Θεσσαλονίκη. σελ. 577-584.
- Τσαχαλίδης, Ε. Π., Σ. Γαλατσίδης, Ο. Χριστοπούλου και Γ. Τσαντόπουλος. 2002β. *«Διερεύνηση της παρεχόμενης Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στα Γυμνάσια και Λύκεια της Ανατ. Μακεδονίας»*. Πρακτικά, IV^ο Συνέδριο HELECO' 03. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος. Τεχνολογία Περιβάλλοντος. Αθήνα. 29/1 – 3/2/03, Αθήνα. σελ. 417-424.
- Τσαχαλίδης, Ε., Γ. Τσαντόπουλος, Σ. Γαλατσίδης και Θ. Αμοιρίδου. 2006α. *«Πρωτοβάθμια Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Ανατολική Μακεδονία: Εφαρμογές – προβλήματα»*. Πρακτικά, ΙΙ^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εταιρείας Επιστημών Αγωγής Δράμας "Θεωρητικές και Ερευνητικές Προσεγγίσεις στην Εκπαίδευση". 4-6 Νοεμβρίου 2005. Δράμα. σελ. 835-843.
- Τσαχαλίδης, Ε., Γ. Τσαντόπουλος, Σ. Γαλατσίδης και Θ. Αμοιρίδου. 2006β. *«Διερεύνηση των Περιβαλλοντικών Γνώσεων και στάσεων του εκπαιδευτικού προσωπικού της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στο Νόμο Δράμας»*. Πρακτικά, ΙΙ^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εταιρείας Επιστημών Αγωγής Δράμας "Θεωρητικές και Ερευνητικές Προσεγγίσεις στην Εκπαίδευση". 4-6 Νοεμβρίου 2005. Δράμα. σελ. 844-853.

Environmental attitudes of youths: The case of the Students of the Lyceum and Technical School of Rodopi

E. Papadimitriou

Abstract

The present article examines the environmental attitudes of High School (Lyceum) and Technical School (TEE) students of the Rodopi District. Specifically it presents data concerning the opinions of students on the environment in gen-

eral, their estimate of the size of the environmental problem and of future developments. Another issue examined is the student's willingness to sustain the financial burden for the sake of the environment.

The analysis indicates that students and particularly female students, exhibit an overall trend towards agreement with pro-environmental views, while the destruction of the environment seems to cause considerable concern. There is also an obvious trend to maintain, under certain conditions, a neutral stance towards some non pro-environment views and for a significant proportion, even to support these views. Sex seems to be a significant factor affecting the students environmental attitudes (pro/against) but it is not a unique factor. Irrespective of the kind of attitude, when it comes to the issue of sustaining the cost for protecting the environment, the students appear to be reluctant.

Key words: Environmental research, environmental attitudes, environmental education.

Γεωργική εκπαίδευση και αειφορική ανάπτυξη της υπαίθρου

**Ι. Καλαϊτζίδης, Ζ. Αραμπατζή, Σ. Αρβανιτάκη
και Γ. Αραμπατζής***

***Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας
και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων,
e-mail: garamp@fmenr.duth.gr**

Περίληψη

Στην εργασία αυτή εξετάζεται η ιστορική εξέλιξη της γεωργικής εκπαίδευσης στην Ελλάδα στο πλαίσιο της εκπαίδευσης ενηλίκων και ο ρόλος της στην αειφορική ανάπτυξη της υπαίθρου.

Σε κάθε κοινωνία ιδιαίτερα όμως σε μια αναπτυσσόμενη, η εκπαίδευση είναι απαραίτητη για όλα τα άτομα ανεξαρτήτως ηλικίας για την απόκτηση γνώσεων, δεξιοτήτων και τρόπων δράσης. Η εκπαίδευση των γεωργών από μόνη της δεν αποτελεί μια ικανή συνθήκη για την ανάπτυξη της υπαίθρου, είναι όμως οπωσδήποτε μια αναγκαία συνθήκη. Η ανάπτυξη της υπαίθρου μπορεί να περιορίζεται σημαντικά λόγω του χαμηλού εκπαιδευτικού επιπέδου των γεωργών και τις αδυναμίες τους να υιοθετήσουν καινοτομίες. Από την εκπαίδευσή τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η ορθολογική αξιοποίηση των συντελεστών παραγωγής και διάθεσης των αγροτικών προϊόντων. Σήμερα ο καλά εκπαιδευμένος γεωργός αποτελεί τη βάση της καλής οργάνωσης και διαχείρισης της γεωργικής εκμετάλλευσης ενσωματώνοντας και την περιβαλλοντική διάσταση.

Λέξεις κλειδιά: Γεωργική εκπαίδευση, αειφορία, ανάπτυξη

Εισαγωγή

Στην σημερινή εποχή αποτελεί κοινή πεποίθηση ότι η αξιοποίηση των ανθρώπινων πόρων ενός έθνους μπορεί να συμβάλει στην κοινωνική-οικονομική ανάπτυξη. Βέβαια η ύπαρξη πόρων δεν μπορεί από μόνη της να εγγυηθεί την βελτίωση του επιπέδου διαβίωσης σε κάποια τοπική ομάδα ανθρώπων. Γι' αυτό, λοιπόν, τόσο οι πόροι όσο και η ικανότητα για ανάπτυξη μπορούν να αξιοποιηθούν μέσω της εκπαίδευσης. Μελέτες στη Γαλλία, Ιταλία και Μ. Βρετανία έχουν δείξει πόσο σοβαρό ρόλο μπορούν να διαδραματίσουν η επαγγελματική εκπαίδευση – κατάρτιση, στη διατήρηση και αναζωογόνηση διαφόρων οικονομικών δραστηριοτήτων (CEDEFOP,

1986). Επίσης, αρκετά οικονομικά και εργασιακά προβλήματα σε περιοχές με μειούμενη απασχόληση ή βιομηχανική δραστηριότητα αντιμετωπίστηκαν με διάφορα εκπαιδευτικά προγράμματα (Πεσμαζόγλου, 1987).

Αναφορικά με τον αγροτικό τομέα η έλλειψη εκπαιδευμένου δυναμικού θεωρείται βασικός περιοριστικός παράγοντας της ανάπτυξης. Για να υπάρξει ανάπτυξη της υπαίθρου, τόσο η γνώση ως βασικός παράγοντας που επηρεάζει την επικοινωνία πληροφοριών – ιδεών – πρακτικών, όσο και οι ικανότητες, οι στάσεις και η αυτοπεποίθηση των γεωργών πρέπει να βελτιώνονται ανταποκρινόμενες στα προβλήματα και τις προκλήσεις του παρόντος, αλλά και αυτές που υπαγορεύονται για το μέλλον (Σιάρδος, 2002).

Τα όρια της ανάπτυξης του αγροτικού τομέα χαράσσονται από το επίπεδο των οικονομικών και τεχνικών γνώσεων των γεωργών και από τις μορφές οργάνωσης της παραγωγής και της διακίνησης των προϊόντων. Συνεπώς είναι καθοριστικός παράγοντας το εκπαιδευτικό επίπεδο των γεωργών και γενικότερα των κατοίκων της υπαίθρου στη μετάδοση τεχνοοικονομικών γνώσεων, στην υιοθέτηση καινοτομιών και στον επηρεασμό νοοτροπιών και πρακτικών (Πεσμαζόγλου, 1987, Αραμπατζής κ.α., 2006).

Πολλές μελέτες έχουν δείξει τη θετική σχέση μεταξύ υιοθέτησης καινοτομιών και του εκπαιδευτικού επιπέδου των γεωργών. Έτσι λοιπόν, η παροχή γενικής εκπαίδευσης στους ασχολούμενους με τη γεωργία θα τους δώσει τη δυνατότητα να έρθουν σε επαφή με διάφορα γραπτά κείμενα, να συγκεντρώνουν σημειώσεις για μετέπειτα χρήση και να ελέγχουν τα διάφορα μηνύματα που δέχονται (Σιάρδος, 2002, Ζιωγάνας, 2003).

Ευρύτερα η εκπαίδευση συντελεί στη διεύρυνση των οριζόντων από την πλευρά του εκπαιδευόμενου. Υποθετικά μπορούμε να αναρωτηθούμε. Ποια θα ήταν η κοινωνικο-οικονομική εξέλιξη του γεωργού, εάν είχε πανεπιστημιακή εκπαίδευση; Είναι χαρακτηριστικές οι περιπτώσεις στη χώρα μας, όπου αρκετοί γεωτεχνικοί ασχολούμενοι με τον αγροτικό τομέα ανέπτυξαν σημαντική επιχειρηματική δραστηριότητα. Όταν λοιπόν ένα μορφωμένο άτομο απασχοληθεί με το γεωργικό επάγγελμα, είναι πολύ πιθανό να γίνει ένας φιλόδοξος καινοτόμος επιχειρηματίας, ο οποίος να αναζητεί με επιμονή χρήσιμες γνώσεις για μια πιο ορθολογική διαχείριση των καλλιεργειών του, για μια πιο ευέλικτη, περιβαλλοντικά συνειδητή και εμπορικά ανταγωνιστική δράση στο χώρο του.

Κατά συνέπεια ο γεωργός πρέπει να εκπαιδευτεί για να αυξηθεί η αποτελεσματικότητά του. Ο στόχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί αν οι γεωργοί παρακινηθούν να αλλάξουν επαγγελματική στάση και συμπεριφορά με την παροχή γνώσεων και άλλων κινήτρων με σκοπό τη βελτίωση της διαχείρι-

σης των γεωργικών τους εκμεταλλεύσεων και την αλλαγή νοοτροπίας κατά τη διαδικασία της λήψης αποφάσεων (Mellor, 1966, Σιάρδος, 2002).

Η έννοια και το περιεχόμενο της γεωργικής εκπαίδευσης

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, η γεωργική εκπαίδευση, προσαρμοσμένη στις τοπικές ανάγκες και συνθήκες, θεωρείται ως παράγοντας – κλειδί στην γεωργική ανάπτυξη. Η γεωργική εκπαίδευση αποτελεί μια σημαντική δύναμη στην προσπάθεια διαμόρφωσης ενός προοδευτικού, υψηλά παραγωγικού και φιλο-περιβαλλοντικού γεωργού που χρειάζεται κάθε χώρα.

Ως γεωργική εκπαίδευση μπορεί να οριστεί ένα οργανωμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα που συνδυάζει αντικείμενα, όπως η γεωργική παραγωγή, οι διαχειριστικές διαδικασίες και οι συνδεδεμένες μ' αυτήν υπηρεσίες, η κατασκευή και προμήθεια του μηχανολογικού εξοπλισμού και των υπόλοιπων εισροών, η μεταποίηση, αποθήκευση και εμπορία των γεωργικών προϊόντων, ακόμη η προστασία του περιβάλλοντος και η προσεκτική χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που συνδέεται με τη σχετική με τα αντικείμενα αυτά, έρευνα και εκπαίδευση (Κουτσούρης, 1997).

Η εξειδίκευση στην τεχνική-επαγγελματική εκπαίδευση δεν πρέπει να καταπνίγει τα ευρύτερα ενδιαφέροντα του ατόμου. Η γεωργική εκπαίδευση ως διαμορφωτική διαδικασία πρέπει να αποσκοπεί στη βελτίωση του πολιτιστικού επιπέδου του ατόμου, αλλά και της κοινωνίας συνολικά. Αυτό υποδηλώνει τη μετάδοση της υπάρχουσας γνώσης και κατανόησης της, ώστε όσο το δυνατόν περισσότερα άτομα να μοιραστούν από κοινού την επιστημονική και διανοητική πρόοδο. Σε αυτό περιέχονται όλες οι μορφές τεχνολογίας καθώς και πνευματικές και κοινωνικές αρετές, όπως η κοινωνική υπευθυνότητα, η αίσθηση δικαίου, ευελιξίας, ωριμότητα, αυτοκαθοδήγηση, ορθολογικότητα κ.τ.λ. Στόχος δεν πρέπει να είναι μόνο η διάδοση του πολιτισμού, αλλά και η σταθερή βελτίωση της ποιότητας του υπάρχοντος πολιτιστικού επιπέδου των γεωργών. Ο γεωργός λοιπόν, εκπαιδεύεται για να γίνει ένας υπεύθυνος επαγγελματίας, ικανός να λαμβάνει ορθολογικές αποφάσεις βασισμένες στη σωστή πληροφόρηση.

Σύντομη ιστορική ανασκόπηση

Η γεωργική εκπαίδευση ως ανθρώπινη δραστηριότητα λαμβάνει χώρα μέσα σε συγκεκριμένο πλαίσιο κοινωνικών, πολιτικών, οικονομικών και πολιτισμικών συνθηκών, από τις οποίες, είναι επόμενο να επηρεάζεται.

Γι' αυτό λοιπόν η προσπάθειά μας έγκειται στο να παρουσιάσουμε συνοπτικά την ιστορική εξέλιξη της γεωργικής εκπαίδευσης υπό το πρίσμα των στρατηγικών δράσης που αναπτύχθηκαν στο ευρύτερο πλαίσιο της εκπαίδευσης ενηλίκων στη χώρα μας. Γενικά οι στρατηγικές δράσης στις οποίες εντάσσονται οι δραστηριότητες της εκπαίδευσης ενηλίκων, όπως αναπτύχθηκαν ιστορικά στην Ελλάδα είναι:

- α. η πολιτική-ιδεολογική στρατηγική.
- β. η στρατηγική της επιστημονικής εξειδίκευσης.
- γ. η στρατηγική της συμπληρωματικής κατάρτισης.
- δ. η στρατηγική της κοινωνικής και επαγγελματικής ένταξης και της αντιμετώπισης του αποκλεισμού.
- ε. η στρατηγική της κοινωνικο-πολιτιστικής ανάπτυξης.
- στ. η στρατηγική της ολοκληρωμένης τοπικής ανάπτυξης (Βεργίδης κά., 1999).

Αναλυτικότερα λοιπόν έχουμε:

1^η περίοδος: Μετά τη δημιουργία του νεοελληνικού κράτους και ιδιαίτερα κατά το δεύτερο μισό του 19^{ου} αιώνα

Την περίοδο αυτή ο ρόλος της εκπαίδευσης ενηλίκων στη χώρα μας εντάσσεται στα πλαίσια της πολιτικο-ιδεολογικής στρατηγικής καθώς και της συμπληρωματικής κατάρτισης (Βεργίδης κά., 1999).

Χαρακτηριστικό της κοινωνικο-οικονομικής πραγματικότητας αποτελεί η προσπάθεια ανάπτυξης της αγροτικής οικονομίας. Έτσι λοιπόν, με αφετηρία το 1829 με κυβερνήτη τον Ι. Καποδίστρια, ιδρύεται η Γεωργική Σχολή της Τύρινθας στο Ναύπλιο. Σημαντικότερο βήμα για τη γεωργική εκπαίδευση γίνεται από την κυβέρνηση του Χαρίλαου Τρικούπη (1887) με την ίδρυση Τμήματος Γεωργίας στο Υπουργείο Εσωτερικών. Το 1889 ιδρύονται τρία γεωργικά σχολεία: α) στο Βοτανικό - Αθήνα, β) στη Τύρινθα - Ναύπλιο, το οποίο είχε καταργηθεί από το 1838, και γ) στο Αϊδίνιο - Λάρισα. (Παπαδάκη - Κλαυδιανού, 2005-2006).

2^η περίοδος: Αρχές του 20^{ου} αιώνα

Η επανάσταση στο Γουδί (1909) σηματοδοτεί την άνοδο της φιλελεύθερης αστικής τάξης με συνέπεια την μετονομασία του ιδρυθέντος Υπουργείου Γεωργίας, Βιομηχανίας και Εμπορίου (1910), σε Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας (1911). Την περίοδο αυτή συντάσσεται ο καταστατικός χάρτης της γεωργικής εκπαίδευσης με την προσωπική συμβολή του Σπύρου Χασιώτη ο οποίος θεωρείται πατέρας της γεωργικής εκπαίδευσης. Παράλληλα

το 1911 ιδρύεται η Αβερώφειος Γεωργική Σχολή Λάρισας με τριετή φοίτηση και το 1914 τα κατώτερα πρακτικά γεωργικά σχολεία. Οι εκπαιδευτικές υπηρεσίες που παρείχαν οι σχολές αυτές εντάσσονταν στα πλαίσια της συμπληρωματικής κατάρτισης (Βεργίδης κά., 1999).

3^η περίοδος: Μεσοπόλεμος

Από το 1920 αρχίζει συστηματικά η οργάνωση της γεωργικής εκπαίδευσης από ομάδα γεωπόνων. Καθιερώνονται για πρώτη φορά διάφορες μορφές γεωργικής εκπαίδευσης (σχολική και εξωσχολική, επαγγελματική, ανώτερη και ανώτατη γεωργική εκπαίδευση). Ωστόσο την περίοδο αυτή στην εκπαίδευση ενηλίκων επικρατεί η πολιτικο-ιδεολογική στρατηγική με σκοπό την αφομοίωση προσφύγων και ξενόγλωσσων (Βεργίδης κά., 1999).

4^η περίοδος: Κατοχή και Εθνική Αντίσταση

Την περίοδο αυτή καταργήθηκαν οι 2 μέσες Γεωργικές Σχολές (Λάρισα – Πάτρας), καθώς και τα περισσότερα από τα Γεωργικά Σχολεία. Στη δεκαετία 1939-1949 τέθηκαν σε διαθεσιμότητα όλες οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες στο χώρο της Γεωργίας λόγω του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και στη συνέχεια του Εμφυλίου Πολέμου (Παπαδάκη-Κλαυδιανού, 2005-2006).

Παρόλα αυτά την περίοδο αυτή υπάρχει η τάση επαγγελματικής κατάρτισης της αγροτικής νεολαίας στην ελεύθερη Ελλάδα στο πλαίσιο της πολιτικο-ιδεολογικής στρατηγικής (Βεργίδης κά., 1999). Η τάση αυτή ήταν συνέπεια της επίσκεψης το 1947, μιας επιτροπής του Διεθνούς Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) στην Ελλάδα. Η επιτροπή αυτή διαπίστωσε την ανάγκη ίδρυσης μιας υπηρεσίας η οποία θα αναλάμβανε την ευθύνη για τη διάδοση τεχνικών γνώσεων και πληροφοριών στον αγροτικό πληθυσμό. Σκοπός της πρωτοβουλίας αυτής ήταν η ανύψωση του βιοτικού του επιπέδου, μέσω εφαρμογής βελτιωμένων μεθόδων εργασίας στη γεωργία, την κτηνοτροφία και γενικά την αγροτική οικονομία (Παπαδάκη – Κλαυδιανού, 2005-2006).

5^η περίοδος: Εμφύλιος πόλεμος και Δικτατορία

Την περίοδο αυτή με τον Α.Ν. 1547/1950 ιδρύεται η Διεύθυνση Γεωργικών Εφαρμογών και Εκπαίδευσης στο Υπουργείο Γεωργίας, ιδιαίτερα σημαντικό βήμα σε ότι αφορά το σύστημα γεωργικών εφαρμογών και εκπαίδευσης. Ο νόμος αυτός στη συνέχεια τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε από το Ν. 1643/1951 (Σιάρδος, 2002).

Η Διεύθυνση Γεωργικών Εφαρμογών και Εκπαίδευσης είχε θέσει ως α-

ντικειμενικούς σκοπούς: α) Την εφαρμογή βελτιωμένων μεθόδων εργασίας για την προαγωγή της γεωργίας, της κτηνοτροφίας και της αγροτικής οικονομίας, β) την εκτέλεση μικρών εγγειοβελτιωτικών έργων, γ) την εκμετάλλευση των Πρότυπων Δημόσιων Κτημάτων, δ) τη βελτίωση και την καλύτερη εκμετάλλευση των ορεινών βοσκοτόπων και ε) την παροχή στο γεωργικό πληθυσμό, αλλά και γενικότερα στον αγροτικό, γνώσεων και πληροφοριών για την ανύψωση του βιοτικού επιπέδου.

Ο ιδρυτικός νόμος 1643 στη Διεύθυνση Γεωργικών Εφαρμογών και Εκπαίδευσης προέβλεπε τη συγκρότηση: α) Γραφείου Διεύθυνσης, β) Τμήμα Γεωργικών Εφαρμογών, γ) Τμήμα Γεωργικής Εκπαίδευσης, δ) Τμήμα Γεωργικών Πληροφοριών, ε) Τμήμα Αγροτικής Οικιακής Οικονομίας και στ) Τμήμα Εγγείων Βελτιώσεων (Σιάρδος, 2002).

Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι την περίοδο αυτή γίνεται μια ευρύτερη προσπάθεια ίδρυσης και λειτουργίας δημόσιων φορέων εκπαίδευσης ενηλίκων γεωργών, ενταγμένη βέβαια στη φιλοσοφία της πολιτικο-ιδεολογικής στρατηγικής αλλά και της στρατηγικής της συμπληρωματικής κατάρτισης (Βεργίδης κά., 1999).

Βασική επιδίωξη του Υπουργείου Γεωργίας ήταν να οργανώσει και να λειτουργήσει ένα δίκτυο από εκπαιδευτικές δομές του αγροτικού χώρου, που θα παίξουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της υπαίθρου. Μια πολιτική η οποία πρεσβεύει ότι δεν αρκεί μόνο η οικονομική στήριξη της γεωργίας, αλλά απαιτείται και η χορήγηση βοήθειας με τη μορφή εκπαίδευσης, ενημέρωσης και πληροφόρησης. Έτσι την περίοδο αυτή και συγκεκριμένα τη δεκαετία του '60 ιδρύθηκαν τα Κέντρα Γεωργικής Εκπαίδευσης (ΚΕ.Γ.Ε.) (Κουτσούρης, 1997).

6^η περίοδος: Μεταπολίτευση έως το τέλος της δεκαετίας του 1980

Την περίοδο αυτή έχουμε μια γενικότερη αύξηση και βελτίωση των δραστηριοτήτων εκπαίδευσης ενηλίκων καθώς και επέκταση των φορέων εκπαίδευσης ενηλίκων στο πλαίσιο της στρατηγικής της συμπληρωματικής κατάρτισης (Βεργίδης, κά., 1999).

Η περίοδος αυτή θεωρείται αρχή μιας νέας δυναμικής ανασυγκρότησης της χώρας σ' όλους τους τομείς της οικονομίας ενόψει της ένταξης στην Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα. Η γεωργική εκπαίδευση προσανατολίζεται στην ενημέρωση – πληροφόρηση του γεωργικού πληθυσμού. Καθιερώνονται για πρώτη φορά (1974-75) και τίθενται σε εφαρμογή τηλεοπτικές εκπομπές, ενώ κυκλοφορούν σε πολλές χιλιάδες, έντυπα που αφορούν κοινοτικά θέματα και οργανώνονται στα ΚΕ.Γ.Ε. ομιλίες, διαλέξεις, σεμινάρια

με ομιλητές ειδικούς επιστήμονες (Σιάρδος, 2002).

Έχουμε επανίδρυση των ΚΕ.Γ.Ε. με το Ν.Δ. 438/1974 καθώς και τα πρακτικά Γεωργικά Σχολεία. Η παρεχόμενη εκπαίδευση στα ΚΕ.Γ.Ε. απευθύνεται τόσο σε νέα άτομα όσο και σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας ανάλογα με τις ανάγκες του προγράμματος. Τα εκπαιδευτικά τους προγράμματα είναι συνήθως ολιγοήμερα, μικρής διάρκειας και έχουν στόχο τη μεταφορά γνώσεων και την εκμάθηση κάποιων δεξιοτήτων για διάφορες γεωργοκτηνοτροφικές εργασίες (Σιάρδος, 2002). Από το 1981 τα ΚΕ.Γ.Ε. αναβαθμίζονται καθώς τα προγράμματα τους συγχρηματοδοτούνται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (Κουτσούρης, 1997).

7^η περίοδος: Α΄Κ.Π.Σ. (1989-1993) – Β΄Κ.Π.Σ. (1994-1999) – Γ΄Κ.Π.Σ. (2000-2006)

Τις τρεις αυτές υποπεριόδους χαρακτηρίζει το φαινόμενο της παγκοσμιοποίησης της οικονομίας. Οι επιδράσεις τη παγκοσμιοποίησης αυτές τις περιόδους γίνονται περισσότερο εμφανείς στην Ελλάδα. Οι φορείς εκπαίδευσης ενηλίκων εντατικοποιούν τις προσπάθειές τους παρέχοντας προγράμματα προκειμένου να ανταποκριθεί η χώρα μας στους ρυθμούς ανάπτυξης που απαιτεί η θέση μας στο Ευρωπαϊκό στερέωμα.

Με το Ν. 2550/97 (ΦΕΚ 173/Α/97) ιδρύεται ο «Οργανισμός Γεωργικής Επαγγελματικής Εκπαίδευσης, Κατάρτισης και Απασχόλησης, ο Ο.Γ.Ε.Ε.Κ.Α. «ΔΗΜΗΤΡΑ» στον οποίο υπάχθηκαν τα Τεχνικά Εκπαιδευτήρια και τα ΚΕ.Γ.Ε.

Το δίκτυο των κέντρων «ΔΗΜΗΤΡΑ» (πρώην ΚΕ.Γ.Ε.) και των Τ.Ε.Ε. καλύπτει συνολικά και τους 52 Νομούς της χώρας. Υπάρχει δηλαδή σε κάθε Νομό περίπου ένα κέντρο εκπαίδευσης, συνήθως στην πρωτεύουσα του Νομού, ενώ σε μερικές περιπτώσεις υπάρχουν περισσότερες από μία εκπαιδευτικές δομές ανά Νομό.

Βασικός στόχος του Ο.Γ.Ε.Ε.Κ.Α. «ΔΗΜΗΤΡΑ» είναι η άμεση και αποτελεσματική αντιμετώπιση της Γεωργικής Εκπαίδευσης – Κατάρτισης και η κατοχύρωση του γεωργικού επαγγέλματος σε αντιδιαστολή με τη γενική ιδιότητα του αγρότη. Η εκπαίδευση που παρέχεται από τα κέντρα «ΔΗΜΗΤΡΑ» αφορούν «Αδιαβάθμητη Εξωσχολική Γεωργική Κατάρτιση» αποκαλούμενη και συνεχιζόμενη Κατάρτιση Αγροτών, και είναι πρόγραμμα ενταγμένο στο 3^ο Κ.Π.Σ. (2000-2006) συγχρηματοδοτούμενο από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (Ε.Κ.Τ.).

Τα Ινστιτούτα Επαγγελματικής Κατάρτισης (Ι.Ε.Κ.) στα πλαίσια του Οργανισμού Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης (Ο.Ε.Ε.Κ.), που

εποπτεύεται από το Υπουργείο Παιδείας και τα Κέντρα Επαγγελματικής Κατάρτισης (Κ.Ε.Κ.) υπό την αιγίδα του Υπουργείου Εργασίας, είναι δύο ακόμη είδη ιδρυμάτων που καλύπτουν και προγράμματα στα οποία περιλαμβάνεται και ο πρωτογενής τομέας.

Η Γενική Γραμματεία Εκπαίδευσης Ενηλίκων (Γ.Γ.Ε.Ε.) του Υπουργείου Παιδείας σχεδίασε και υλοποιεί το επιμορφωτικό πρόγραμμα «Εκπαίδευση Αγροτών για την Ανάληψη Δράσεων στο Δευτερογενή και τον Τριτογενή Τομέα της οικονομίας – Ησίοδος» το οποίο βάσει του Ν. 3369/6-7-05 άρθρο 5 οδηγεί στην απόκτηση του «Πιστοποιητικού Δια Βίου Εκπαίδευση».

Τέλος, εκπαιδευτικές δραστηριότητες στο γεωργικό τομέα έχουν και άλλοι φορείς όπως: Ο.Α.Ε.Δ., ΠΑ.Σ.Ε.ΓΕ.Σ., ΕΛ.ΚΕ.ΠΑ., Γ.Γ. Νέας Γενιάς, Α.Τ.Ε

Το Κέντρο Επαγγελματικής Κατάρτισης και Απασχόλησης (Κ.Ε.Κ.Α.) – ΠΑ.Σ.Ε.ΓΕ.Σ. είναι εθνικής εμβέλειας, πιστοποιημένο από το Εθνικό Κέντρο Πιστοποίησης (Ε.ΚΕ.ΠΙΣ) και αναπτύσσει πλήθος δραστηριοτήτων με σκοπό να συμβάλλει στην επίτευξη των οικονομικών, κοινωνικών και πολιτιστικών επιδιώξεων του αγροτικού πληθυσμού, στην αγροτική ανάπτυξη, στην ανταγωνιστικότητα του αγροτικού τομέα, στην απασχολησιμότητα και στην ανασυγκρότηση της υπαίθρου. Οι δραστηριότητες του επεκτείνονται, μέσω ποικίλων συμπράξεων σε όλο τον ελληνικό χώρο και περιλαμβάνουν κυρίως εκπαίδευση, επαγγελματική κατάρτιση, δια βίου εκπαίδευση και πληροφόρηση για το ανθρώπινο δυναμικό που απασχολείται στον αγροτικό χώρο ή συνδέεται άμεσα ή έμμεσα με αυτόν (ΠΑ.Σ.Ε.ΓΕ.Σ.) (Σωτηριάδης, 2006).

Ο Οργανισμός Απασχόλησης Εργατικού Δυναμικού (Ο.Α.Ε.Δ.) διαχειρίζεται την απασχόληση στην Ελλάδα και παρέχει αρχική επαγγελματική κατάρτιση σε όλους τους τομείς της οικονομίας, ενώ στον τομέα της γεωργίας προσφέρει συνεχιζόμενη και εναλλασσόμενη επαγγελματική κατάρτιση.

Η δια βίου μάθηση στην εκπαίδευση ενήλικων γεωργών

Η σύγχρονη εμπειρία και πρακτική δείχνει ότι, για λόγους που οφείλονται στις ραγδαίες αλλαγές των τεχνολογιών, αλλά και του γνωστικού μας ορίζοντα (Forlizzi et. al., 1994), η μάθηση δεν θα πρέπει πλέον να περιορίζεται μόνο στην παραδοσιακή περίοδο σχολικής φοίτησης, αλλά θα πρέπει να αποτελεί μια δια βίου διαδικασία (Fleming, 1997, APPS, 1998). Η δια

βίου εκπαίδευση των πολιτών αποτελεί σήμερα κύριο στόχο των εθνικών εκπαιδευτικών κοινοτήτων και μια από τις σημαντικότερες επενδύσεις στο μέλλον των κρατών – μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Commission, 1995).

Συνακόλουθα, η δια βίου μάθηση και εκπαίδευση αναδεικνύεται σε μια από τις βασικές διαστάσεις της εκπαιδευτικής φιλοσοφίας στον τομέα της εκπαίδευσης ενηλίκων γεωργών, εφόσον η σύγχρονη εκπαιδευτική σκέψη επιδιώκει την τροποποίηση της συμπεριφοράς των γεωργών.

Η νέα αυτή μαθησιακή κουλτούρα στην οποία πρέπει να εισέλθουν οι γεωργοί, υπονοεί ότι πρέπει να κάνουν τη μάθηση τρόπο ζωής, διότι αυτή αποτελεί στοιχείο της ζωής και δεν είναι απαραίτητη μόνο για την προετοιμασία της. Ιδιαίτερα μάλιστα όταν πρόκειται για υιοθέτηση καινοτομιών, οι οποίες απαιτούν ποικίλες και υψηλής έντασης γνώσεις.

Η δια βίου μάθηση έχει να διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο στη σύγχρονη γεωργική εκπαίδευση. Σύμφωνα με τον ορισμό του διεθνούς λεξικού εκπαίδευσης ενηλίκων και συνεχιζόμενης εκπαίδευσης: *«Δια βίου μάθηση σημαίνει, πρώτον, τη διαδικασία μάθησης που συμβαίνει κατά την διάρκεια της ζωής και, δεύτερον, τη μάθηση που συμβαίνει με διάφορους τρόπους αφενός επίσημα, σε ιδρύματα εκπαίδευσης και κατάρτισης, και αφετέρου ανεπίσημα, στο σπίτι, στο χώρο εργασίας ή στην ευρύτερη κοινότητα»*. (Jarvis, 1991).

Αυτό όμως που θα πρέπει να επισημανθεί είναι ότι για να εισέλθουν οι γεωργοί στην τροχιά της δια βίου μάθησης θα πρέπει να ενθαρρυνθούν ώστε να συμμετέχουν σε εκπαιδευτικά προγράμματα και εκπαιδευτικές προσεγγίσεις έτσι ώστε να μπορέσουν να κατανοήσουν την αξία της εκπαίδευσης για τη ζωή, διότι οι Έλληνες γεωργοί έχουν να αντιμετωπίσουν και το πρόβλημα της υποεκπαίδευσης (Βεργίδης, 1995), η οποία επιδρά αρνητικά στην αποδοχή συμμετοχής σε εκπαιδευτικά προγράμματα.

Οι αρνητικές εμπειρίες που είχαν οι γεωργοί στα χρόνια της σχολικής τους φοίτησης είχε ως αποτέλεσμα να αποκτήσουν χαμηλή αυτοεκτίμηση. Γνωρίζουμε όμως, ότι η αυτοεκτίμηση έχει άμεση σχέση με τη δημιουργία εσωτερικών κινήτρων για μάθηση (Fenzel, 1990). Η παραπάνω κατάσταση καταδεικνύει τις δυσκολίες που πιθανόν να έχουν οι γεωργοί στην υιοθέτηση μιας κουλτούρας δια βίου μάθησης. Η δια βίου μάθηση εκφράζει και μια εγγενώς υπάρχουσα τάση των ανθρώπων να συνεχίζουν να μαθαίνουν, όταν η μάθηση γίνεται ευχάριστη καθώς μειώνονται οι αρνητικές και ανασφαλείς σκέψεις και πεποιθήσεις (McCombs, 1991).

Αυτός ο προβληματισμός ισχύει και για ένα πολύ μεγάλο ποσοστό εν ε-

νεργεία γεωργών αφού εισέρχονται στον γεωργικό τομέα είτε γιατί απέτυχαν να εισαχθούν στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, είτε δεν μπόρεσαν να ολοκληρώσουν τις σπουδές τους στην δευτεροβάθμια ή ακόμα και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Οι ενήλικες έρχονται αντιμέτωποι με νέες καταστάσεις και προκλήσεις, αισθάνονται την ανάγκη να διευρύνουν τα ενδιαφέροντά τους και έτσι να ανακαλύψουν νέες διαστάσεις της πραγματικότητας που τους περιβάλλει αλλά και του εαυτού τους. Παρακολουθούν προγράμματα που έχουν αντικείμενο διάφορα επιστημονικά θέματα, το περιβάλλον, τις διανθρώπινες σχέσεις κ.ο.κ.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η συμμετοχή των ενηλίκων σ' ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα αποτελεί συνειδητή επιλογή, συνδεδεμένη με αρκετά σαφείς στόχους. Αντίθετα, οι ανήλικοι όμως θεωρούν αυτονόητο και φυσικό το γεγονός ότι πηγαίνουν στο σχολείο και οι στόχοι τους είναι σε ότι αφορά την εκπαίδευσή τους, αρκετά αόριστοι.

Εκπαίδευση για την αειφορική γεωργία

Η περιβαλλοντική αβεβαιότητα στην οποία έχει εισέλθει ο πλανήτης στην αυγή του 21^{ου} αιώνα μας ωθεί ν' αναγνωρίσουμε τον κρίσιμο ρόλο των εκπαιδευτικών πολιτικών για τη μετάβαση από τη συμβατική στην αειφορική γεωργία, εξέλιξη που θα βοηθήσει στην ουσιαστική αντιμετώπιση των κοινωνικο-οικονομικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων (UNESCO, 1977). Προϋπόθεση γι' αυτό είναι η αλλαγή της ίδιας της εκπαιδευτικής φιλοσοφίας και πρακτικής, καθώς ο θεσμός δεν μπορεί παρά να είναι φορέας αλλαγής όσο και υποκείμενος σε αλλαγές ο ίδιος, αντιλαμβάνεται κανείς ότι η γεωργική εκπαίδευση είναι μέρος του προβλήματος, αλλά μπορεί να αποτελέσει και λύση αυτού (Kakabadse, 1998).

Αναντίρρητα, τα προβλήματα που δημιούργησε η συμβατική γεωργία είναι πολλά και σοβαρά. Η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και ενέργειας που οδηγούν σε φαινόμενα ρύπανσης και υποβάθμισης του εδάφους, η αλλοίωση του τοπίου, η καταστροφή των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η απώλεια της βιοποικιλότητας είναι μόνο κάποια από αυτά (Φλογαίτη, 1998). Οι σύγχρονες γεωργικές πρακτικές αποτελούν βασικό αίτιο και από μια άλλη σκοπιά απόρροια της περιβαλλοντικής κρίσης παγκοσμίως.

Η εκπαίδευση των γεωργών για την αειφορική γεωργία πρέπει να βασίζεται στην αλλαγή νοοτροπιών που αποκτήθηκαν εδώ και πολλά χρόνια,

δηλαδή αλλαγή αξιών, στάσεων και ενεργειών τόσο σε θέματα που αφορούν την εκπαιδευτική διεργασία όσο και σε θέματα γεωργικής κουλτούρας.

Ο επανακαθορισμός των ρόλων εκπαιδευτή και εκπαιδευομένων στο πλαίσιο μιας νέας εκπαιδευτικής κουλτούρας, βασισμένης στις θεωρητικές προσεγγίσεις της σύγχρονης αντίληψης για την εκπαίδευση ενηλίκων, θα δώσει τη δυνατότητα στο γεωργό από απλός χρήστης και εκτελεστής συμβουλών, οδηγιών και νόμων, να μετατραπεί σε φορέα αλλαγής.

Ο εκπαιδευόμενος γεωργός στα πλαίσια της νέας εκπαιδευτικής φιλοσοφίας, συμμετέχει ενεργά τόσο κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού όσο και κατά τη διάρκεια της υλοποίησης του προγράμματος, μέσα από ενεργητικές και συμμετοχικές εκπαιδευτικές τεχνικές.

Ο ενήλικος γεωργός, ως φορέας αλλαγής θα εφαρμόσει καλύτερα αυτά στα οποία συμμετείχε και ο ίδιος. Δέχεται πολύ πιο εύκολα να αλλάξεις αυτά για τα οποία κι εσύ ο ίδιος είχες την ευθύνη των αποφάσεων. Οι γεωργοί ως ενήλικες θέλουν να αυτοπροσδιορίζονται και να αυτοκαθοδηγούνται. Η νέα εκπαιδευτική φιλοσοφία, αυτές τις «κρυμμένες» δυνάμεις χρειάζεται να ενεργοποιήσει, εισάγοντας παράλληλα τους εκπαιδευόμενους γεωργούς σε μια κοινωνία δια βίου μάθησης και εκπαίδευσης, όπως απαιτεί και η μετάβαση στο μοντέλο της αειφορικής γεωργίας.

Με αφετηρία τον παραπάνω προβληματισμό είναι αναγκαίο να εκπονηθούν προγράμματα που θα συμβάλλουν σε αυτή τη μετάβαση. Το εκπαιδευτικό αυτό πρόγραμμα πρέπει να στηρίζεται στις εξής προϋποθέσεις:

α) η γεωργική εκπαίδευση θα πρέπει να ενταχθεί στην φιλοσοφία της δια βίου μάθησης – εκπαίδευσης.

β) η γεωργική εκπαίδευση να είναι προσανατολισμένη προς τη λύση προβλημάτων, διεπιστημονική, με διαρκή χαρακτήρα, κατά συνέπεια να βασίζεται στη συστημική και κριτική αντίληψη.

γ) η έννοια της αειφορίας να αποτελέσει μαθησιακό στόχο στην εκπαιδευτική διεργασία. (Κουλαουζίδης και Κουτσούρης, 2005).

Οι παραπάνω προϋποθέσεις δείχνουν μια σχέση «συγκοινωνούντων δοχείων»: Εάν θέλουμε να αποτελέσει η αειφορία μαθησιακό στόχο, αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσα από έναν συστημικό χαρακτήρα της εκπαίδευσης, άρα και της γεωργικής. Συνακόλουθα αυτό είναι εφικτό εάν ο γεωργός, μέσω μιας απελευθερωτικής εκπαίδευσης και μιας κουλτούρας δια βίου μάθησης και εκπαίδευσης, μάθει πώς να μαθαίνει.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η σύντομη αναδρομή στην ιστορία της γεωργικής εκπαίδευσης από την ίδρυση του ελληνικού κράτους, δείχνει πως αυτή οργανώθηκε αρχικά στο πλαίσιο της πολιτικο-ιδεολογικής στρατηγικής και μετέπειτα ως συμπληρωματική κατάρτιση.

Η πρώτη στρατηγική εγκαταλείφθηκε σταδιακά. Η αλλαγή στη φιλοσοφία και τη δράση της γεωργικής εκπαίδευσης είναι ιδιαίτερα εμφανής μετά την πτώση της δικτατορίας και την ένταξή μας στην Ε.Ο.Κ.

Ωστόσο, όπως διαπιστώνεται, η γεωργική εκπαίδευση που αρκούσαν ως τότε στην ενημέρωση των εργαζομένων στον πρωτογενή τομέα (Βεργίδης κ.ά., 1999) λειτουργώντας και ως συμπληρωματική κατάρτιση, που καλύπτει τις αδυναμίες και ανεπάρκειες της βασικής εκπαίδευσης, δεν αφήνει πολλά περιθώρια για μια δυναμική εκπαίδευση που θα οδηγούσε έτσι στη δημιουργική χειραφέτηση του αγροτικού πληθυσμού.

Εξάλλου η έννοια της κατάρτισης παραπέμπει σε μια εκπαιδευτική διαδικασία με περιορισμένους στόχους, όπου ο εκπαιδευόμενος αρκείται να μάθει να κάνει κάτι με το σωστό τρόπο, δεν έχει καμία άλλη επιλογή. Ενώ η εκπαίδευση με τη σύγχρονη αντίληψη αποτελεί μια διεργασία με ευρείς στόχους και είναι ένα μέσο που οδηγεί στην αυτονομία και την απελευθέρωση του ατόμου – γεωργού (Rogers, 1999).

Η γεωργική εκπαίδευση που θα μπορούσε να ανταποκριθεί στις ανάγκες μετάβασης προς την αειφορική γεωργία, είναι αυτή που θα έπρεπε να πραγματοποιηθεί υπό το πρίσμα της στρατηγικής της ολοκληρωμένης τοπικής ανάπτυξης. Η στρατηγική αυτή αποσκοπεί στην ανάληψη και οργάνωση αναπτυξιακών πρωτοβουλιών σε τοπικό επίπεδο. Κατά συνέπεια είναι απαραίτητη η συμμετοχή, η συνεργασία και η συλλογική λήψη αποφάσεων ως συνέπεια της αλληλεπίδρασης όλων των εμπλεκόμενων τοπικών φορέων. Μέσα σ' αυτό το πλαίσιο λοιπόν, η ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων για ενήλικες γεωργούς στην αειφορική γεωργία θα αποτελούσε μια εύστοχη πρωτοβουλία, διότι η εκπαίδευση των γεωργών αφενός θα ήταν απόρροια συλλογικών διαπραγματεύσεων της τοπικής κοινωνίας και αφετέρου θα υπήρχε η δυνατότητα να συνδυαστεί με άλλες δράσεις και έτσι να εξασφαλιστεί η ροή της διαδικασίας όπως απαιτεί η μετάβαση στην αειφορική γεωργία. Η εκπαίδευση συνεπώς των γεωργών, τότε θα έχει πραγματική αξία, όταν δηλαδή υπάρχουν οι κατάλληλες δομές ώστε να συνεχίζεται η εκπαιδευτική διεργασία και μετά το πέρας των μαθημάτων (Βεργίδης κ.ά., 1999).

Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες λοιπόν, οι οποίες αποτελούν μέρος ολοκληρωμένων αναπτυξιακών δράσεων και οργανωμένων πρωτοβουλιών σε τοπικό επίπεδο, είναι δυνατόν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην μετάβαση από το συμβατικό στο αειφορικό μοντέλο γεωργίας. Η στρατηγική όμως της τοπικής ανάπτυξης στη χώρα μας παραμένει περιορισμένη (Βεργίδης, 2005).

Μια άλλη διάσταση η οποία σηματοδοτεί την προβληματική στον τομέα της γεωργικής εκπαίδευσης είναι ότι αυτή παρέχεται από ένα πλήθος φορέων (ΚΕ.Γ.Ε., ΠΑ.ΣΕ.ΓΕ.Σ., Ο.Α.Ε.Δ., Τ.Ε.Ε., Ι.Ε.Κ., Ο.Γ.Ε.Ε.Κ.Α., Γ.Γ.Ε.Ε., Α.Τ.Ε., κ.τ.λ.). Η ύπαρξη τόσων φορέων παροχής εκπαιδευτικών υπηρεσιών όπως είναι επόμενο, δημιουργεί πρόβλημα συντονισμού. Έτσι πολλές φορές μπορεί να υπάρχουν αλληλοεπικαλύψεις γνωστικών αντικειμένων, σπατάλες πόρων και δεν προωθείται η ισόρροπη κατανομή της προσφοράς των προγραμμάτων, με συνέπεια να μην έχουν πρόσβαση ομάδες γεωργών με πιθανά μεγαλύτερες ανάγκες. Επίσης, η έλλειψη συντονισμού έχει ως συνέπεια και την διαφοροποίηση στις μεθόδους διδασκαλίας που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί φορείς, όπου κάποιες μέθοδοι να μην είναι κατάλληλες για την εκπαίδευση ενήλικων γεωργών.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονίσουμε ότι έλλειψη συντονισμού εμφανίζεται και στις δαιδαλώδεις γραφειοκρατικές υπηρεσίες Γεωργικών Εφαρμογών στις οποίες υπάγεται και η Διεύθυνση Γεωργικής Εκπαίδευσης. Οι υπηρεσίες αυτές βρίσκονται αφενός σε κατάσταση κρίσης αποτελεσματικότητας, αφού διαπιστώνεται ότι δεν κατάφεραν να προωθήσουν αποτελεσματικά τη χρήση τεχνολογίας περιβαλλοντικού χαρακτήρα, και αφετέρου σε κρίση αποδοχής των μεθοδεύσεών τους καθώς οι γεωργοί δεν πιστεύουν ότι οι υπηρεσίες των γεωργικών εφαρμογών μπορούν να τους εξυπηρετήσουν (Σιάρδος, 1998). Επιπλέον, έχει υποστηριχτεί ότι οι υπηρεσίες αυτές εκτός των εγγενών τους προβλημάτων συντονισμού, είναι υπηρέτες της επιστημονικής γεωργικής βιομηχανίας που υποστηρίζει (παρά τις επιφυλάξεις των περιβαλλοντολόγων), ότι όλα τα γεωργικά προβλήματα μπορούν να ξεπεραστούν με την εφαρμογή της συμβατικής γεωπονικής επιστήμης, η οποία όπως είναι επόμενο, συντηρεί την αποκαλούμενη συμβατική γεωργία (Kloppenburg, 1991).

Έχοντας υπόψη τους παραπάνω προβληματισμούς διαπιστώνεται ότι το θέμα του συντονισμού αφορά, τόσο στους διάφορους φορείς παροχής υπηρεσιών γεωργικής εκπαίδευσης, όσο και στην εσωτερική λειτουργία της κατ' εξοχήν υπηρεσίας γεωργικής εκπαίδευσης. Ο κατακερματισμός των υπηρεσιών που ασχολούνται με την εκπαίδευση ενήλικων γεωργών υποδη-

λώνει την ανάγκη ύπαρξης ενός νέου θεσμικού φορέα, που θα αναλάβει τον κεντρικό συντονισμό όχι μόνο της εκπαίδευσης των γεωργών, αλλά και όλης της εκπαίδευσης ενηλίκων. (Βεργίδης κ.ά., 1999).

Βασικός συντελεστής της γεωργικής εκπαίδευσης είναι οι γεωπόνοι – εκπαιδευτές οι οποίοι και δίδασκαν στο ΚΕ.Γ.Ε., θεσμός που επικράτησε για αρκετά χρόνια στο χώρο αυτό. Ωστόσο από προϊσταμένους των πρώην ΚΕ.Γ.Ε. που αξιολόγησαν το παρεχόμενο έργο εκφράζεται η άποψη ότι οι περισσότεροι γεωπόνοι – εκπαιδευτές βρίσκονται σε μέτριο ή χαμηλό επίπεδο γνώσης, τόσο των θεμάτων που καλούνται να διδάξουν όσο και των μεθόδων διδασκαλίας που χρησιμοποιούσαν. Η γεωργική εκπαίδευση προσανατολίζεται κυρίως στην ενημέρωση – πληροφόρηση του γεωργικού πληθυσμού σε γενικά και ειδικά θέματα. Οι κυριότερες μέθοδοι διδασκαλίας που χρησιμοποιούν οι γεωπόνοι λόγω έλλειψης ανάλογων σπουδών, είναι οι συζητήσεις (89%), διαλέξεις και ασκήσεις στις αίθουσες διδασκαλίας (88% και 30%) αντίστοιχα. Σε πολύ μικρότερο βαθμό χρησιμοποιούνται η παρουσίαση ασκήσεων από τους εκπαιδευόμενους (Κουτσούρης, 1997).

Ερωτηθέντες γεωργοί οι οποίοι παρακολούθησαν το πρόγραμμα Ησίοδος μέσα στο 2006 της Γ.Γ.Ε.Ε., εξέφρασαν αρνητικές απόψεις για την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτών, οι οποίοι βέβαια, δεν ήταν μόνο γεωπόνοι. Σίγουρα δεν μπορούμε να γενικεύσουμε τις διαπιστώσεις αυτές, αλλά είναι αρκετές για να προσδιορίσουν το έλλειμμα που δημιουργεί η απουσία αξιολόγησης ως ανατροφοδοτική διαδικασία γενικά στην εκπαίδευση ενηλίκων. Οι παραπάνω εκπαιδευτικές τεχνικές που χρησιμοποιούσαν οι γεωπόνοι – εκπαιδευτές καθ' όλη σχεδόν τη διάρκεια του προγράμματος γεωργικής εκπαίδευσης είναι ενδεικτικές μιας εκπαιδευτικής διαδικασίας όπου ο εκπαιδευόμενος γεωργός αντιμετωπίζεται ως ένα «άδειο δοχείο» το οποίο θα πρέπει να γεμίσει με γνώσεις για να τις χρησιμοποιήσει αργότερα. Η λογική αυτή έρχεται σε πλήρη αντίθεση με την σύγχρονη αντίληψη για την εκπαίδευση ενηλίκων, όπου ο εκπαιδευόμενος συμμετέχει ενεργά σ' όλες τις φάσεις της εκπαιδευτικής διεργασίας και δεν παραμένει παθητικός ακροατής.

Η ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής διάστασης στην οργάνωση και διαχείριση της γεωργικής εκμετάλλευσης δύσκολα μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τέτοιες παθητικές εκπαιδευτικές τεχνικές, όπου απλά ζητείται από τους εκπαιδευόμενους να εφαρμόσουν κανόνες και οδηγίες που ακούν (Guattari, 1989). Απαιτείται λοιπόν μέσα από ενεργητικές εκπαιδευτικές τεχνικές οι εκπαιδευόμενοι γεωργοί να οδηγηθούν στον αυτοκαθορισμό, στην ενίσχυση της ενηλικιότητας, της αυτοπεποίθησής τους και στην ανάληψη α-

τομικών ή συλλογικών πρωτοβουλιών που απαιτεί η μετάβαση στην αειφορική γεωργία.

Τέλος, μέσα σε όλα αυτά δεν πρέπει να αγνοηθεί η κρισιμότητα που συνεπάγεται το γεγονός ότι μειώνεται η διεθνής βοήθεια για τη γεωργική εκπαίδευση ή και ότι, ως αποτέλεσμα των αναπτυξιακών επιλογών της χώρας μας, αυτή, χωρίς την υποστήριξη επενδύσεων, έχει απομονωθεί από την αγορά και το υπόλοιπο εκπαιδευτικό σύστημα (Gasperini, 2000).

Βιβλιογραφία

- APPS, J.W. 1998. *Higher education in a learning society: Meeting new demands for education and training*. New York. Jossey – Bass Publishers.
- Αραμπατζής, Γ., Γ. Τσαντόπουλος, και Κ. Σούτσας. 2006. Ο ρόλος των κοινωνικοδημογραφικών χαρακτηριστικών στην αναπτυξιακή διαδικασία του νομού Πρέβεζας, *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα* 17(2) : 4-16.
- Βεργίδης, Δ. 1995. *Υποεκπαίδευση: Κοινωνικές, Πολιτικές και πολιτισμικές διαστάσεις*. ύψιλον / βιβλία.
- Βεργίδης, Δ., Κ. Abrahamsson, Μ. Davas and R. Fay. 1999. *Εκπαίδευση Ενηλίκων: Κοινωνική και Οικονομική Λειτουργία*, Πάτρα: ΕΑΠ.
- CEDEFOP, 1986. *Regional Development and Vocational Training*, Inter-regional forum, October 24-26, 1984, CEDEFOP, Berlin Germany.
- European Commission, 1995. *Employment in Europe 1995 Brussels*: Office of the Official Publications of the European Communities.
- Fenzel, M. 1990. The prediction of intrinsic motivation among early adolescents: A mediational model involving self-esteem and strain. Poster presented at the Biennial meeting of the Society for Research on Adolescence. Atlanta.
- Fleming, J. 1997. Successful life skills. *Adult Learning* 8 : 10-12.
- Forlizzi, L.A., E.N. Askov and P.S. Carman. 1994. Supporting lifelong learning. Accumulated wisdom of the field. *Adult Basic Education* 4 : 81-93.
- Jarvis, P. 1991. *International Dictionary of Adult and Continuing Education*. London: Kogan Page.
- Gasperini, L. 2000. *From agricultural education to education for rural development and food security: All for education and for all*. Food and Agriculture Organization FAO, διαθέσιμο στο <http://www>.

- fao.org/sd/Exdirect/Exre0028.htm.
- Guattari, F. 1989. *Les trios ecologies* Paris: Penguin
- Kakabadse, Y. 1998. *Education for sustainable future: from international Consensus to Action*. In: *Environment and Society: Education and Public Awareness for Sustainability*. In: M. Scoulos (ed.), University of Athens, MIO-ECDSE, Ministry of Environment and Ministry of Education, Athens, Greece. pp. 107-110.
- Καραλής, Θ. και Δ. Βεργίδης. 2004. *Τυπολογίες και στρατηγικές στην Εκπαίδευση Ενηλίκων, Εκπαίδευση Ενηλίκων, Ε.Ε.Ε.Ε Τ.2, Μεταίχμιο, Αθήνα.*
- Kloppenborg, J. 1991. Social theory and the De Reconstruction of Agricultural Science: local Knowledge for an alternative agriculture. *Rural Sociology* 4 : 519-548.
- Κουλαουζίδης, Γ. και Α. Κουτσούρης. 2005. Άξονες εκπαιδευτικού σχεδιασμού γεωργικής εκπαίδευσης ενηλίκων σε μια εποχή περιβαλλοντικής αβεβαιότητας, *Εκπαίδευση Ενηλίκων* 6 : 22-29.
- Κουτσούρης, Α. 1997. Γεωργική Εκπαίδευση και Κατάρτιση, Τεύχος 1, *Φαρμiconsulting*, εκδ. Γεωργική Τεχνολογία, σ. 11-23.
- McCombs, B.L. 1991. Motivation and lifelong learning, *Educational Psychologist* 26: 117-127.
- Mellor, J.W. 1966. *The Economics of Agricultural Development*, Cornell University Press, Ithaca and London.
- Παπαδάκη, Α. – Κλαυδιανού, 2005-2006. *Γεωργική Εκπαίδευση, Θεσσαλονίκη*. ΑΠΘ, Τμήμα Εκδόσεων.
- Πεσμαζόγλου, Σ. 1987. *Εκπαίδευση και Ανάπτυξη στην Ελλάδα-Το Ασύμπτωτο μιας Σχέσης*. Θεμέλιο. Αθήνα.
- Rogers, A. 1999. *Εκπαίδευση Ενηλίκων*. Μεταίχμιο, Αθήνα.
- Σιάρδος, Γ. 1998. Πληροφόρηση και ενημέρωση του αγροτικού πληθυσμού στα πλαίσια της αειφορικής γεωργίας. Πρακτικά 5^{ου} Επιστημονικού Συνεδρίου Αγροτικής Οικονομίας, εκδ. Σταμούλη, σ. 228-240.
- Σιάρδος, Γ. 2002. Γεωργικές εφαρμογές, Ζήτη, Θεσσαλονίκη
- Φλογαίτη, Ε. 1998. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.
- UNESCO. 1997. *Educating for a Sustainable future: A Transdisciplinary vision for Concerted Action*. UNESCO, Paris, France.
- Ζιωγάνας, Χ. 2003. Γεωργική Οικονομική Ανάπτυξη. Ζήτη. Θεσσαλονίκη.

Agricultural education and sustainable development of countryside

**I. Kalaitzidis, Z. Arabatzi, S. Arvanitaki
and G. Arabatzis**

Abstract

In this paper is examined the historical progress of the agricultural education in Greece in the frame of the education of adults and its role in the sustainable development of countryside.

In each society, but mainly in a developing one, the education is essential for all the people regardless of age for the acquisition of knowledge, skills and manners of action. Of course only the education of farmers is not enough for the development of countryside, however it is undoubtedly necessary. The development of countryside may be restricted considerably due to the low educational level of farmers and their weaknesses to adopt new innovations. The rational utilization of factors production and disposal of agricultural products depend on their education. Nowadays the well-educated farmer is the base of good organization and management of farm, including also the environmental dimension.

Key-words: agricultural education, sustainable, development

ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Εφαρμογές του Νόμου Ενυδατώσεως των Τσιμέντων

Κ. Σίδερης* και Κ. Κ. Σίδερης

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εργαστήριο Δομικών Υλικών, Ξάνθη.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία αναλύονται οι βασικές εφαρμογές του Νόμου Ενυδατώσεως των Τσιμέντων. Συγκεκριμένα αναλύονται ο προσδιορισμός του συντελεστή ενυδατώσεως p , η κατάσταση της εξίσωσης ενυδατώσεως των τσιμέντων όταν οι διαθέσιμες πειραματικές τιμές είναι περισσότερες των τριών, ο έλεγχος της ακρίβειας των μετρηθεισών τιμών οποιουδήποτε κριτηρίου ενυδατώσεως καθώς και η χρήση πειραματικών τιμών από περισσότερα του ενός τσιμέντα. Όταν οι πειραματικές τιμές είναι περισσότερες των τριών (δηλαδή τα διαθέσιμα πειραματικά αποτελέσματα αφορούν σε περισσότερες από τρεις διαφορετικές ηλικίες) η εξίσωση ενυδατώσεως των τσιμέντων μπορεί να καταστρωθεί με χρήση γραμμικής παλινδρόμησης σύμφωνα με τη «μέθοδο των διαφορετικών τιμών του συντελεστή p » ή τη χρήση ενός προγράμματος ηλεκτρονικού υπολογιστή, το οποίο προσδιορίζει αυτόματα και την τελική μορφή της εξίσωσης. Περαιτέρω είναι δυνατή και η χρήση πειραματικών τιμών από ένα σύνολο διαφορετικών τσιμέντων Πόρτλαντ, διότι μπορεί να θεωρηθεί ότι το σύνολο των διαφορετικών τσιμέντων απαρτίζει ένα τσιμέντο Πόρτλαντ. Στην τελική ηλικία ενυδάτωσης το άθροισμα των επιμέρους βαθμών ενυδατώσεως ισούται με το βαθμό ενυδάτωσης του μείγματος που αποτελείται από τα επιμέρους τσιμέντα διότι όλα τα συστατικά της ενυδατωμένης; τσιμεντόπαστας ενυδατώνονται ταυτοχρόνως ανεξάρτητα και ισοκλασματικά.

Λέξεις κλειδιά: Νόμος ενυδατώσεως των τσιμέντων, εξίσωση ενυδατώσεως, συντελεστής ενυδατώσεως, κριτήρια ενυδατώσεως, τσιμέντο Πόρτλαντ.

Εισαγωγή

Στις περισσότερες περιπτώσεις μακρόχρονων πειραματικών τιμών μία αβεβαιότητα της τάξης του 2% είναι συνήθης. (π.χ. στις περισσότερες μετρήσεις θερμότητας ενυδάτωσης, το πειραματικό λάθος είναι συνήθως λιγότερο της 1cal/g ((Brunauer and Creenberg, 1960)). Παρ' όλα αυτά είναι επιθυμητή η δυνατότητα ελέγχου της ακρίβειας των πειραματικών τιμών προκειμένου να πραγματοποιηθούν αξιόπιστες αναλύσεις και να διεξαχθούν

ορθά συμπεράσματα. Η εξίσωση του νόμου ενυδατώσεως των τσιμέντων (Sideris 1993, Sideris 2003, Sideris and Sideris 1997) είναι προς το σκοπό αυτό ένα χρήσιμο εργαλείο ανάλυσης των πειραματικών δεδομένων. Οι εφαρμογές της εξίσωσης έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο για ερευνητικούς όσο και για πρακτικούς λόγους στους τομείς της ενυδάτωσης των τσιμέντων και της τεχνολογίας του σκυροδέματος. Οι βασικές εφαρμογές της εξίσωσης του νόμου ενυδατώσεως εξετάζονται στη συνέχεια.

α) Εφαρμογή προσδιορισμού του συντελεστή ενυδατώσεως p και κατάστρωσης της εξίσωσης ενυδατώσεως όταν οι διαθέσιμες πειραματικές τιμές είναι άνω των τριών (σε τρεις διαφορετικές ηλικίες). Για το σκοπό αυτό εξετάζονται τα ακόλουθα παραδείγματα:

1. Παράδειγμα κατάστρωσης της εξίσωσης για τσιμέντο Πόρτλαντ τύπου I (χρήση του κριτηρίου ενυδάτωσης του μη εξατμήσιμου νερού) όταν ο συντελεστής ενυδατώσεως p έχει προσδιοριστεί με τη «μέθοδο των διαφορετικών τιμών του p ».

2. Παράδειγμα κατάστρωσης της εξίσωσης για τσιμέντο Πόρτλαντ τύπου IV κατά ASTM (χρήση του κριτηρίου ενυδάτωσης του μη εξατμήσιμου νερού) όταν ο συντελεστής ενυδατώσεως p έχει προσδιοριστεί με τη «μέθοδο των διαφορετικών τιμών του p ».

β) Εφαρμογή προσδιορισμού του συντελεστή ενυδατώσεως p και κατάστρωσης της εξίσωσης ενυδατώσεως χρησιμοποιώντας πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή.

γ) Εφαρμογή ελέγχου της ακρίβειας των πειραματικών τιμών οιαδήποτε κριτηρίου ενυδατώσεως και

δ) εφαρμογή με χρήση του μέσου όρου πειραματικών τιμών διαφορετικών τσιμέντων Πόρτλαντ ως κριτήριο ενυδατώσεως.

Σημειώνεται ότι η εξίσωση του νόμου ενυδατώσεως των τσιμέντων μπορεί να καταστρωθεί με χρήση πειραματικών τιμών ενός κριτηρίου ενυδατώσεως που έχουν μετρηθεί σε πρώιμες (< 28 ημερών) ηλικίες και στη συνέχεια να επεκταθεί προκειμένου να υπολογισθούν με ακρίβεια οι τιμές του ίδιου κριτηρίου (π.χ. της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος) σε οποιαδήποτε μεθύτερη ηλικία μέχρι τα 15 χρόνια, οπότε και έχει υπολογιστεί ότι σταματάει πρακτικά η ενυδάτωση (Sideris, 2003).

Διαδικασία προσδιορισμού του συντελεστή ενυδατώσεως p και κατάστροφης της εξίσωσης ενυδατώσεως για ένα οποιοδήποτε κριτήριο ενυδατώσεως του τσιμέντου Πόρτλαντ (ή των βασικών φάσεων του) χρησιμοποιώντας τη «μέθοδο των διαφορετικών τιμών p »

Όταν υπάρχουν διαθέσιμες περισσότερες από τρεις πειραματικές τιμές (δηλαδή τιμές που έχουν μετρηθεί σε περισσότερες από τρεις διαφορετικές ηλικίες) η 'μέθοδος των διαφορετικών τιμών του p ' μπορεί να εφαρμοστεί με μεγάλη ακρίβεια, ιδιαίτερα όταν οι πειραματικές τιμές είναι τουλάχιστον έξι (Sideris, 1993). Η διαδικασία που αναλύεται στην αναφορά 2 (Sideris K., 2003) βασίζεται στον προσδιορισμό της βέλτιστης τιμής του p . Πριν αναλυθεί αυτή η διαδικασία, κρίνεται σκόπιμη η γραφική απεικόνιση της δέσμης της βέλτιστης τιμής του συντελεστή p (Σχήματα 1 και 2 για τσιμέντα Πόρτλαντ τύπου I και IV αντίστοιχα). Αυτή η δέσμη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιλογή της βέλτιστης τιμής του p σύμφωνα με την διαδικασία που αναλύεται ανωτέρω (Sideris K., 2003).

Διαδικασία κατάστροφης της εξίσωσης ενυδατώσεως στο τσιμέντο τύπου I.

(α) Η εξίσωση ενυδατώσεως καταστρώνεται με χρήση του κριτηρίου ενυδατώσεως του μη δεσμευμένου νερού (W_n). Λόγω του χαμηλού υδατοτσιμεντοσυντελεστή που χρησιμοποιήθηκε στην παρασκευή των μειγμάτων, η δεύτερη φάση της εξίσωσης ενυδατώσεως εμφανίζεται σε νεαρές ηλικίες. Η διαδικασία που ακολουθεί μπορεί να εφαρμοσθεί και με οποιοδήποτε άλλο κριτήριο ενυδατώσεως.

Βήμα α) Περιορίζοντας τη δέσμη των διαφορετικών τιμών του p : Στην περίπτωση αυτή σχεδιάζουμε στο ίδιο διάγραμμα όλα τα ζεύγη των τιμών ($W_n - t_i^{-p}$), όπου W_n η πειραματική τιμή του μη δεσμευμένου νερού που μετρήθηκε σε ηλικία t και t_i η ηλικία αυτή σε ημέρες. Αρχικά σχεδιάζονται διαγράμματα για διαφορετικές τιμές του p με σταθερό βήμα, π.χ. για $p = 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40$. Όπως φαίνεται στο σχήμα 1 οι πειραματικές τιμές του W_n σχηματίζουν μία σχεδόν ευθεία γραμμή μόνο στην περίπτωση του $p = 0.25$. Επομένως η βέλτιστη ζητούμενη τιμή είναι η $p = 0.25 \pm 0.03$, δηλαδή το βέλτιστο p είναι μεταξύ των τιμών 0.22 και 0.28.

Βήμα β): Εφαρμόζουμε γραμμική παλινδρόμηση. Αφού έχουμε περιορίσει στο προηγούμενο βήμα το εύρος των τιμών, εφαρμόζουμε τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης για τα ζεύγη $W_n - t_i^{-p}$. Η διαδικασία αυτή παρουσιάζεται στον Πίνακα 1α. Το κριτήριο για την επιλογή της βέλτιστης τι-

μής του p είναι ο μέγιστος συντελεστής συσχέτισης r και η ελάχιστη τυπική απόκλιση s . Στη συγκεκριμένη περίπτωση η βέλτιστη τιμή υπολογίσθηκε ίση με 0.246.

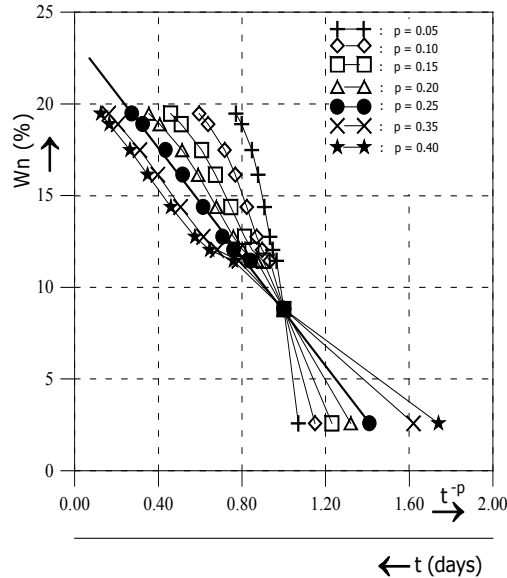
Πίνακας 1α: Προσδιορισμός του συντελεστή ενυδατώσεως του Τσαιμέντου Πόρτλαντ εξετάζοντας τις τιμές του p με εύρος 0.2 έως 0.28. (Μετρηθείσες τιμές από Copeland and Kantro, 1968).

Ηλικία ενυδατώσεως t (days)	0.25	1	2	3	4	7	14	28	90	180	5475
Wn_{meas} (%)	2.58	8.81	11.45	12.04	12.76	14.38	16.14	17.48	18.90	19.47	-
Προσδιορισμός της δέσμης ευθειών της βέλτιστης τιμής του p που κυμαίνεται μεταξύ 0.22 και 0.28											
$p = 0.22: t^{-0.22}$	1.357	1.000	0.859	0.785	0.737	0.652	0.560	0.480	0.372	0.319	0.151
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.22}$	$p = 0.22, r = 0.99862, s = 0.28534$ (%)										
$P = 0.23: t^{-0.23}$	1.376	1.000	0.853	0.777	0.727	0.639	0.545	0.465	0.355	0.303	0.138
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.23}$	$p = 0.23, r = 0.99876, s = 0.27506$ (%)										
$p = 0.24: t^{-0.24}$	1.395	1.000	0.847	0.768	0.717	0.627	0.531	0.449	0.340	0.288	0.127
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.24}$	$p = 0.24, r = 0.99897, s = 0.24596$ (%)										
$p = 0.25: t^{-0.25}$	1.414	1.000	0.841	0.760	0.707	0.615	0.517	0.435	0.325	0.273	0.116
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.25}$	$p = 0.25, r = 0.99898, s = 0.24606$ (%)										
$p = 0.26: t^{-0.26}$	1.434	1.000	0.835	0.751	0.697	0.603	0.504	0.420	0.310	0.259	0.107
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.26}$	$p = 0.26, r = 0.99887, s = 0.25811$ (%)										
$p = 0.27: t^{-0.27}$	1.454	1.000	0.829	0.743	0.688	0.591	0.490	0.407	0.297	0.246	0.098
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.27}$	$p = 0.27, r = 0.99868, s = 0.27912$ (%)										
$p = 0.28: t^{-0.28}$	1.474	1.000	0.824	0.735	0.678	0.580	0.478	0.393	0.284	0.234	0.090
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.28}$	$p = 0.28, r = 0.99837, s = 0.31018$ (%)										
Επειδή η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή του συντελεστή συσχέτισης (r) και της τυπικής απόκλισης (s) εμφανίζονται στις τιμές του p 0.24 και 0.25 αντίστοιχα, η βέλτιστη τιμή του συντελεστή ενυδατώσεως βρίσκεται στο διάστημα μεταξύ αυτών των τιμών. Επομένως η ανωτέρω διαδικασία επαναλαμβάνεται και πυκνώνοντας το βήμα ελέγχου και εξετάζοντας τις τιμές του p μεταξύ 0.241 και 0.249.											
Προσδιορισμός της βέλτιστης τιμής του p στο διάστημα μεταξύ 0.241 and 0.249											
$p = 0.241: t^{-0.241}$	1.397	1.000	0.846	0.767	0.716	0.626	0.529	0.448	0.338	0.286	0.126
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.241}$	$p = 0.241, r = 0.99898, s = 0.24526$ (%)										
$p = 0.242: t^{-0.242}$	1.399	1.000	0.846	0.767	0.715	0.624	0.528	0.446	0.336	0.284	0.125
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.242}$	$p = 0.242, r = 0.99898, s = 0.24545$ (%)										
$p = 0.243: t^{-0.243}$	1.400	1.000	0.845	0.766	0.714	0.623	0.527	0.445	0.335	0.283	0.123
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.243}$	$p = 0.243, r = 0.99898, s = 0.24532$ (%)										
$p = 0.244: t^{-0.244}$	1.402	1.000	0.844	0.765	0.713	0.622	0.525	0.444	0.334	0.282	0.122
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.244}$	$p = 0.244, r = 0.99899, s = 0.24362$ (%)										
$p = 0.245: t^{-0.245}$	1.404	1.000	0.844	0.764	0.712	0.621	0.524	0.442	0.332	0.280	0.121
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.245}$	$p = 0.245, r = 0.99898, s = 0.24523$ (%)										
$p = 0.246: t^{-0.246}$	1.406	1.000	0.843	0.763	0.711	0.620	0.522	0.441	0.331	0.278	0.120
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.246}$	$p = 0.246, r = 0.99899, s = 0.24396$ (%)										
$p = 0.247: t^{-0.247}$	1.408	1.000	0.843	0.762	0.710	0.618	0.521	0.439	0.329	0.277	0.119
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.247}$	$p = 0.247, r = 99897, s = 0.24652$ (%)										
$p = 0.248: t^{-0.248}$	1.410	1.000	0.842	0.761	0.709	0.617	0.520	0.438	0.328	0.276	0.118
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.248}$	$p = 0.248, r = 99897, s = 0.24702$ (%)										
$p = 0.249: t^{-0.249}$	1.412	1.000	0.841	0.760	0.708	0.616	0.518	0.436	0.326	0.274	0.117
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών τιμών $Wn_{meas} - t^{-0.249}$	$p = 0.249, r = 0.99898, s = 0.24496$ (%)										
Τελικά η βέλτιστη τιμή του p αντιστοιχεί στην τιμή 0.246.											

(β) Η βέλτιστη τιμή του συντελεστή p μπορεί στη συνέχεια να προσδιορισθεί με την επιθυμητή ακρίβεια εφαρμόζοντας τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ των τιμών $W_n - t^{-p}$ σύμφωνα με τη διαδικασία που παρουσιάζεται στον Πίνακα 1α για διαφορετικές τιμές του p_i . Τα κριτήρια για την επιλογή της βέλτιστης τιμής είναι αυτή να αντιστοιχεί στο μέγιστο συντελεστή συσχέτισης (r) και την ελάχιστη τυπική απόκλιση (s) μεταξύ όλων των τιμών που εξετάζονται. Σύμφωνα με τα ανωτέρω η βέλτιστη τιμή του συντελεστή p για το τσιμέντο Ι που εξετάστηκε στον Πίνακα 1α βρέθηκε ίση με $p=0.246$.

(γ) Βασιζόμενοι στη βέλτιστη τιμή του $p=0.246$ και τις μετρηθείσες τιμές ($W_{n_{\text{meas}}}$), η εξίσωση ενυδατώσεως διατυπώνεται σύμφωνα με τη διαδικασία που παρουσιάζεται στον Πίνακα 1β, εφαρμόζοντας γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των τιμών $W_{n_{\text{meas}}} - t^{-0.246}$. Η εξίσωση παρουσιάζεται κατωτέρω:

$$W_n = 23.864 - 15.129 * t^{-0.246} \quad (\%) \quad (\text{όπου } t \geq 0.25 \text{ ημέρες}) \quad (1)$$



Σχήμα 1: Περιορισμός του εύρους τιμών της βέλτιστης τιμής του συντελεστή ενυδατώσεως p του τσιμέντου Πόρτλαντ χρησιμοποιώντας το κριτήριο ενυδατώσεως του μη εξατμήσιμου νερού (W_n). [Μετρηθείσες τιμές από τον Πίνακα 1α]

(δ) Χρησιμοποιώντας την εξίσωση (1) υπολογίζονται οι ακριβείς τιμές του μη εξατμήσιμου νερού W_n για τις ηλικίες των 0.25, 1, 2, 3, 4, 7,3 14, 28, 90, 180 και 5475 ημερών (Πίνακας 1β).

Η διαδικασία που αναπτύχθηκε στον Πίνακα 1α εφαρμόζεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο για τον προσδιορισμό του συντελεστή ενυδατώσεως και την κατάστρωση της σχετικής εξίσωσης ενυδατώσεως χρησιμοποιώντας ένα οποιοδήποτε κριτήριο ενυδατώσεως (όπως π.χ. τη θερμοότητα ενυδατώσεως, την ειδική επιφάνεια, το ελεύθερο υδροξείδιο του ασβεστίου, το πορώδες, τη θλιπτική αντοχή κονιάματος, τσιμεντόπαστας ή σκυροδέματος κλπ) μειγμάτων που παρασκευάστηκαν με το συγκεκριμένο τσιμέντο.

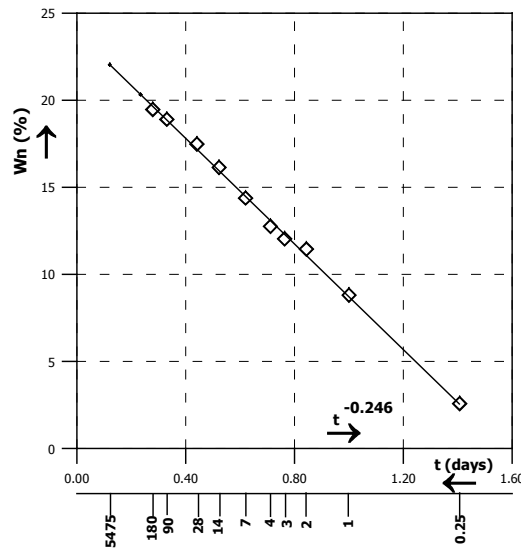
Πίνακας 1β: Προσδιορισμός της εξίσωσης ενυδατώσεως για το κριτήριο του μη εξατμήσιμου νερού (W_n) του τσιμέντου Πόρτλαντ (τύπου I) εφαρμόζοντας γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των τιμών $W_{n_{meas}} - t^{0.246}$; $W/C = 0.4$; θερμοκρασία συντήρησης 21 °C. [Μετρηθείσες τιμές από Copeland and Kantro, 1968].

Ηλικία ενυδάτωσης t (ημέρες)	0.25	1	2	3	4	7	14	28	90	180	5475
$W_{n_{meas}}$ (%)	2.58	8.81	11.45	12.04	12.76	14.38	16.14	17.48	18.90	19.47	-
$t^{0.246}$	1.406	1.000	0.843	0.763	0.711	0.620	0.522	0.441	0.331	0.278	0.120
Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των τιμών	Συντελεστής ενυδατώσεως: $p = 0.246$										
$W_{n_{meas}} - t^{0.246}$	Συντελεστής συσχέτισης $r = 0.999$; τυπική απόκλιση $s = 0.244$ (%)										
$W_{n_{calc}}$ (%)	Εξίσωση ενυδατώσεως: $W_n = 23.864 - 15.129 * t^{0.246}$ (%), $t \geq 0.25$										
	2.59	8.74	11.11	12.32	13.11	14.48	15.96	17.19	18.86	19.64	22.04

Η γραφική παράσταση της ως άνω διατυπωθείσας εξίσωσης ενυδατώσεως καθώς και οι μετρηθείσες τιμές ($W_{n_{meas}}$) παρουσιάζονται στο Σχήμα 2:

Διαδικασία προσδιορισμού της εξίσωσης ενυδατώσεως του τσιμέντου Πόρτλαντ τύπου IV.

Η πρώτη φάση της ενυδάτωσης του τσιμέντου Πόρτλαντ τύπου IV (ονοματολογία κατά ASTM, δηλώνει τσιμέντο πλούσιο σε διασβέστιο του πυριτίου C_2S), διαρκεί περισσότερο σε σχέση με την αντίστοιχη πρώτη φάση του προηγούμενου τσιμέντου Τύπου I (κατά ASTM). Το φαινόμενο αυτό, το οποίο συναντάται συχνά και σε τσιμέντα πλούσια σε ποζολάνη, οφείλεται στη μεγαλύτερη περιεκτικότητα του τσιμέντου στη φάση β - C_2S . Ως γνωστόν, το διασβέστιο του πυριτίου ενυδατώνεται με βραδύτερο ρυθμό



Σχήμα 2: Μη εξατμήσιμο νερό (W_n) τσιμέντου Πόρτλαντ (τύπου I) σε συνάρτηση με την ηλικία ενυδάτωσης στην τροποποιημένη κλίμακα t^p [τιμές από τον Πίνακα 1β).

κατά τις πρώιμες ηλικίες, με αποτέλεσμα ο ρυθμός της ενυδάτωσης του τσιμέντου να επιβραδύνεται στο διάστημα αυτό. Επομένως, εάν είναι επιθυμητή η κατάσρωση της εξίσωσης ενυδάτωσης και κατά τις δύο χρονικές φάσεις της ενυδάτωσης, ακολουθείται η ακόλουθη διαδικασία:

α) Περιορισμός της δέσμης ευθειών της βέλτιστης τιμής του p . Αυτό επιτυγχάνεται σχεδιάζοντας τα διαγράμματα ενυδάτωσης των μετρηθεισών τιμών του κριτηρίου ενυδάτωσης W_n χρησιμοποιώντας διαφορετικές τιμές του συντελεστή p , έως ότου οι τιμές βρεθούν σε δύο ευθείες γραμμές (Σχήμα 3). Σύμφωνα με αυτή τη διαδικασία σχεδιάζονται οι γραφικές παραστάσεις των ζευγών τιμών W_n-t^p για διαφορετικές τιμές του p ίσες με 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 κλπ (συνεχίζουμε με βήμα 0.05 μέχρι την τιμή 0.90). Όπως φαίνεται και στο σχήμα 3, για $p=0.22$ οι τιμές σχηματίζουν δύο περίπου ευθείες γραμμές. Επομένως η βέλτιστη τιμή του p κυμαίνεται μεταξύ 0.19 και 0.25 (0.22 ± 0.03).

β) Η βέλτιστη τιμή του συντελεστή p μπορεί περαιτέρω να προσδιορισθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια αξιοποιώντας τη δέσμη ευθειών στην οποία καταλήξαμε στο προηγούμενο βήμα. Συγκεκριμένα, ακολουθούμε τη διαδικασία που αναπτύχθηκε στον Πίνακα 1^α για τις τιμές του p μεταξύ 0.19 και

.025 με βήμα 0.01. Η βέλτιστη τιμή του συντελεστή ενυδατώσεως είναι αυτή που αντιστοιχεί στο μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης r και τη μικρότερη τυπική απόκλιση s χρησιμοποιώντας τις μετρηθείσες τιμές της πρώτης ή της δεύτερης φάσης. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα η διαδικασία αναπτύχθηκε στον Πίνακα 2 και η βέλτιστη τιμή του p για το συγκεκριμένο τσιμέντο βρέθηκε ίση με 0.224.

γ) Χρησιμοποιώντας την τιμή $p=0.224$ οι εξισώσεις ενυδατώσεως της πρώτης και δεύτερης φάσης προσδιορίζονται στον Πίνακα 2 εφαρμόζοντας γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών των τιμών $Wn_{meas} - t^{0.224}$.

δ) Οι ακριβείς τιμές της θερμότητας ενυδατώσεως του συγκεκριμένου τσιμέντου (Wn_{calc}) υπολογίζονται στη συνέχεια με βάση τις εξισώσεις (1) και (2) για τις ηλικίες των 0.25, 1, 2, 3, 4 και 7 ημερών (εξίσωση 1, πρώτη φάση ενυδάτωσης) και τις ηλικίες των 14, 28, 90, 180 και 5475 ημερών (εξίσωση 2, δεύτερη φάση ενυδάτωσης).

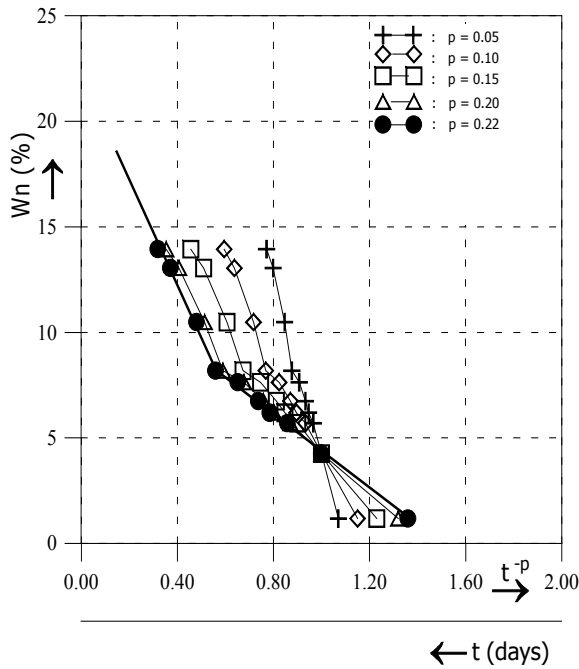
Πρώτη φάση ενυδάτωσης: $Wn = 13.2767 - 8.9114 * t^{-0.224}$ (%), $12.9 \geq t \geq 0.25$ (2)

Δεύτερη φάση ενυδάτωσης: $Wn = 21.6326 - 23.9725 * t^{-0.224}$ (%), $t \geq 12.9$ (3)

Η όλη διαδικασία παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 2. Οι γραφικές παραστάσεις των εξισώσεων της πρώτης και δεύτερης φάσης παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.

Πίνακας 2: Προσδιορισμός της εξίσωσης ενυδατώσεως της α' και β' φάσης του τσιμέντου Πόρτλαντ (τύπου IV) εφαρμόζοντας γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών των τιμών $Wn_{meas} - t^{0.224}$. $W/C = 0.4$, θερμοκρασία συντήρησης $21^\circ C$. Μετρηθείσες τιμές κατά Copeland and Kantro, 1968]

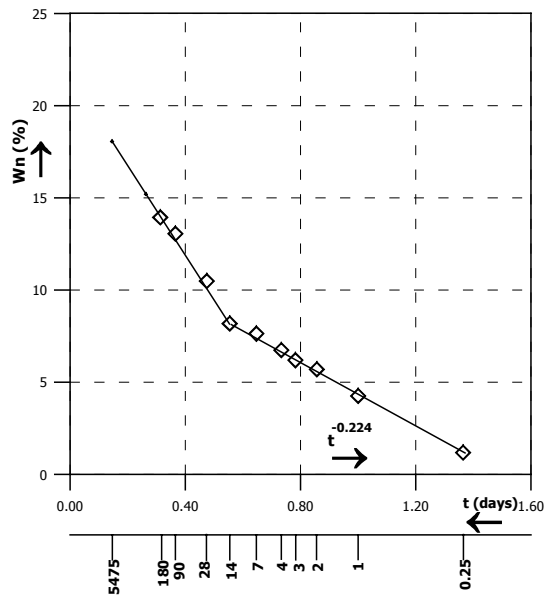
Ηλικία ενυδάτωσης t (ημέρες)	0.25	1	2	3	4	7	14	28	90	180	5475
Wn_{meas} (%)	1.18	4.26	5.7	6.19	6.74	7.63	8.18	10.48	13.05	13.94	-
$t^{0.224}$	1.3641	1.0	0.8562	0.7818	0.7331	0.6467	0.5537	0.4741	0.365	0.3125	0.1454
A' φάση ενυδάτωσης: Γραμ. Παλινδρόμηση μεταξύ των τιμών $Wn_{meas} - t^{0.224}$	1.18	4.26	5.7	6.19	6.74	7.63	-	-	-	-	-
Συντελεστής ενυδατώσεως: $p = 0.224$ Συντελεστής συσχέτισης $r = 0.999$; Τυπική απόκλιση $s = 0.1119$ (%) Εξίσωση ενυδατώσεως: $Wn = 13.2767 - 8.9114 * t^{-0.224}$ (%), $12.9 \geq t \geq 0.25$											
B' φάση ενυδάτωσης: Γραμ. Παλινδρόμηση μεταξύ των τιμών $Wn_{meas} - t^{0.224}$	-	-	-	-	-	-	8.18	10.48	13.05	13.94	-
Συντελεστής ενυδατώσεως $p = 0.224$ Συντελεστής συσχέτισης $r = 0.997$; Τυπική απόκλιση $s = 0.27$ (%) Εξίσωση ενυδατώσεως: $Wn = 21.6326 - 23.9725 * t^{-0.224}$ (%), $t \geq 12.9$											
Wn_{calc} (%)	1.12	4.36	5.64	6.31	6.74	7.51	8.36	10.27	12.88	14.14	18.15



Σχήμα 3: Προσδιορισμός της δέσμης ευθειών της βέλτιστης τιμής του συντελεστή ενυδατώσεως p του τσιμέντου Πόρτλαντ (τύπου IV). Γραφική μέθοδος προσδιορισμού με βάση το κριτήριο του μη εξατμήσιμου νερού (W_n) [τιμές από Πίνακα 2]

Διαδικασία προσδιορισμού της εξίσωσης ενυδατώσεως ενός τσιμέντου Πόρτλαντ (ή των κυρίων ανεξάρτητων φάσεων του) χρησιμοποιώντας πρόγραμμα Η/Υ.

Όλες οι ανωτέρω χρονοβόρες διαδικασίες για τον προσδιορισμό του συντελεστή ενυδατώσεως (p) ενός συγκεκριμένου κριτηρίου ενυδατώσεως προκειμένου να καταστρωθεί η εξίσωση ενυδατώσεως του κριτηρίου αυτού μπορούν να αποφευχθούν με τη χρήση προγράμματος Η/Υ (Sideris and Sideris, 1997). Το συγκεκριμένο πρόγραμμα επιτρέπει, πέραν του προσδιορισμού της βέλτιστης τιμής του p , τον προσδιορισμό των τιμών του συντελεστή συσχέτισης (r) και της τυπικής απόκλισης (s), την κατάστρωση της εξίσωσης ενυδατώσεως καθώς και τον υπολογισμό των μετρηθεισών τιμών του κριτηρίου (K_{calc}) σε διάφορες ηλικίες μέχρι τα 15 έτη. Αυτό αποτελείται από ένα σύνηθες πρόγραμμα γραμμικής παλινδρόμησης με μία επιπλέ-



Σχήμα 4: Μη εξατμήσιμο νερό (W_n) τσιμέντου Πόρτλαντ (τύπου IV) σε συνάρτηση με την τροποποιημένη κλίμακα t^p [μετρηθείσες και υπολογισθείσες τιμές από Πίνακα 2].

ον υπο-ρουτίνα ειδικά σχεδιασμένη για την κατάστροψη της εξίσωσης ενυδατώσεως $K = K_{\infty} \pm b \cdot t^{-p}$. Μέσω της τελευταίας καθίσταται δυνατός και ο υπολογισμός των τιμών του κριτηρίου σε διάφορες ηλικίες από την αρχή της ενυδάτωσης μέχρι την ηλικία των 15 ετών (5475 ημέρες). Οι υπολογισθείσες αυτές τιμές είναι ακριβώς οι ίδιες με αυτές που προκύπτουν κατόπιν γραμμικής παλινδρόμησης και χρήσης της ανωτέρω αναπτυχθείσας μεθόδου των διαφορετικών τιμών του p . Αυτό παρουσιάζεται συγκριτικά στον Πίνακα 6.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα υπολογισμού του συντελεστή ενυδατώσεως p χρησιμοποιώντας το κριτήριο ενυδατώσεως της θλιπτικής αντοχής κονιάματος (f_M) κονιάματος, που παρασκευάστηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό DIN 1164. Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε με χρήση του προγράμματος H/Y. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα ζεύγη τιμών ($f_{Mmeas} - t$), όπου f_{Mmeas} = η θλιπτική αντοχή που μετρήθηκε σε ηλικία t και t = η αντίστοιχη ηλικία σε ημέρες. Από τις συνολικά 10 μετρηθείσες τιμές αρχικά χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα 6 τελευταία ζευγάρια (Πίνακας 3). Η βέλτιστη τιμή του συντελεστή προσδιορίστηκε ίση με $p=0.159$

≈ 0.16 . Τα ζεύγη τιμών $f_{M\text{meas}(1)} - t_1$ and $f_{M\text{meas}(2)} - t_2$, τα οποία αντιστοιχούν στις ηλικίες των 1 και 2 ημερών, οδηγούν σε απαράδεκτες τιμές του p , όπως διαφαίνεται από τον 4^ο και 5^ο έλεγχο, επειδή ανήκουν στην πρώτη φάση της ενυδάτωσης. Για το σκοπό αυτό δεν λαμβάνονται υπόψη για την κατάστροψη της εξίσωσης ενυδάτωσης. Με τη χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος είναι λοιπόν δυνατή και η εύρεση των τιμών που ανήκουν στην πρώτη φάση της ενυδάτωσης καθώς και ο ποσοτικός προσδιορισμός της τελευταίας.

Περαιτέρω παρουσιάζεται στους Πίνακες 4 και 5 η διαδικασία προσδιορισμού του συντελεστή ενυδάτωσης p και της κατάστροψης της εξίσωσης ενυδάτωσης για το κριτήριο ενυδάτωσης του μη εξατμήσιμου νερού W_n των τσιμέντων I και IV με χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος. Τα τσιμέντα αυτά είναι τα ίδια με εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν στους Πίνακες 1^α και 2. Τέλος, αφού καταστρωθούν οι σχετικές εξισώσεις, οι ακριβείς τιμές του W_n μπορούν να υπολογιστούν για κάθε ηλικία t μέχρι το τέλος της ενυδάτωσης (15 έτη), απλά εισάγοντας την επιθυμητή τιμή του t στο αντίστοιχο πλαίσιο του προγράμματος.

Πίνακας 3: Προσδιορισμός του συντελεστή ενυδάτωσης τσιμέντου Πόρτλαντ με βάση το κριτήριο ενυδάτωσης της θλιπτικής αντοχής του κονιάματος (f_M). Χρήση προγράμματος H/Y.

Ηλικία ενυδάτωσης t (ημέρες)	1	2	3	5	7	10	14	18	22	28
$f_{M\text{meas}}$ (MPa)	26.1	28.0	29.1	33.2	35.7	38.3	40.6	42.2	43.3	44.9
1ος έλεγχος: Χρήση του Προγράμματος για τα ζεύγη τιμών $f_{M\text{meas}} - t$	-	-	-	-	7	10	14	18	22	28
	-	-	-	-	35.7	38.3	40.6	42.2	43.3	44.9
	$p = 0.183, r = 0.999838, s = 0.062434$									
2ος έλεγχος: Χρήση του Προγράμματος για τα ζεύγη τιμών $f_{M\text{meas}} - t$	-	-	-	5	7	10	14	18	22	28
	-	-	-	33.2	35.7	38.3	40.6	42.2	43.3	44.9
	$p = 0.167, r = 0.9999099, s = 0.062434$									
3ος έλεγχος: Χρήση του Προγράμματος για τα ζεύγη τιμών $f_{M\text{meas}} - t$	-	-	3	5	7	10	14	18	22	28
	-	-	29.1	33.2	35.7	38.3	40.6	42.2	43.3	44.9
	Βέλτιστη τιμή του $p = 0.159 \approx 0.16; r = 0.999951; s = 0.057869$ (MPa)									
4ος έλεγχος: Χρήση του Προγράμματος για τα ζεύγη τιμών $f_{M\text{meas}} - t$	-	2	3	5	7	10	14	18	22	28
	-	28.0	29.1	33.2	35.7	38.3	40.6	42.2	43.3	44.9
	$p = 0.001$ (μη αποδεκτή τιμή), $r = 0.997450, s = 0.469371$									
5ος έλεγχος: Χρήση του Προγράμματος για τα ζεύγη τιμών $f_{M\text{meas}} - t$	1	2	3	5	7	10	14	18	22	28
	26.1	28.0	29.1	33.2	35.7	38.3	40.6	42.2	43.3	44.9
	$p = 0.001$ (μη αποδεκτή τιμή), $r = 0.989928, s = 1.019341$									

Πίνακας 4: Κατάστρωση της εξίσωσης ενυδατώσεως του με βάση το κριτήριο του μη εξατμήσιμου νερού (Wn) του τσιμέντου Πόρτλαντ (τύπου I) και χρήση προγράμματος H/Y. $N/T = 0.4$, θερμοκρασία συντηρήσεως $21\text{ }^{\circ}\text{C}$. [Μετρηθείσες τιμές από Copeland and Cantro, 1968].

Ηλικία ενυδατώσεως t (ημέρες)	0.25	1	2	3	4	7	14	28	90	180	5475
Wn_{meas} (%)	2.58	8.81	11.45	12.04	12.76	14.38	16.14	17.48	18.90	19.47	-
Χρήση προγράμματος H/Y για τα ζεύγη τιμών $Wn_{\text{meas}} - t$	Συντελεστής ενυδατώσεως: $p = 0.246$ Συντελεστής συσχέτισης: $r = 0.999$; Τυπική απόκλιση $S = 0.2442$ (%) Εξίσωση ενυδατώσεως: $Wn = 23.858 - 15.119 * t^{-0.246}$ (%), $t \geq 0.25$										
Wn_{calc} (%)	2.59	8.74	11.11	12.32	13.11	14.48	15.96	17.19	18.85	19.65	22.04

Οι εξισώσεις ενυδατώσεως και οι υπολογισθείσες τιμές (Wn_{calc}) που προσδιορίζονται στους Πίνακες 4 και 5 συγκρίνονται με τις αντίστοιχες τιμές που προσδιορίστηκαν με χρήση των τιμών του p σύμφωνα με την ανωτέρω διατυπωθείσα «μέθοδο των διαφορετικών τιμών του p » (Πίνακες 1β και 2). Η ακρίβεια των τιμών του p που προσδιορίζονται με χρήση του προγράμματος H/Y είναι μεγαλύτερη, όμως η επίδραση στα τελικά αποτελέσματα (μετρηθείσες τιμές) είναι μικρή και σχεδόν αμελητέα (Πίνακες 1β-4 και 2-5).

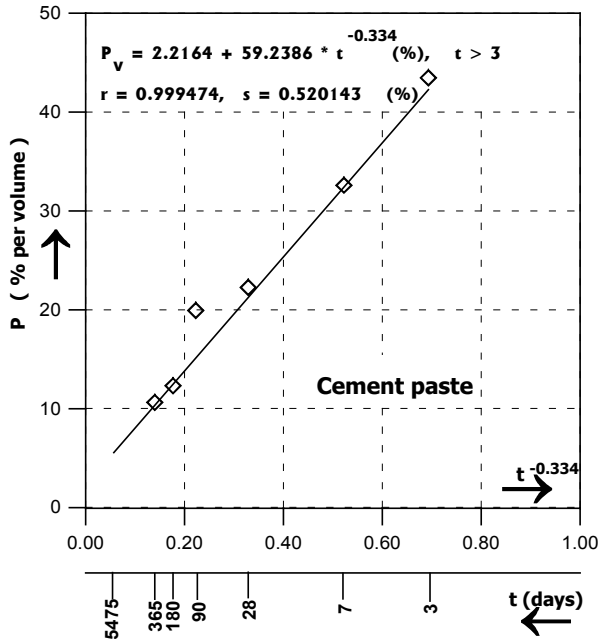
Πίνακας 5: Κατάστρωση της εξίσωσης ενυδατώσεως με βάση το κριτήριο του μη εξατμήσιμου νερού (Wn) για την πρώτη και δεύτερη φάση ενυδατώσεως του τσιμέντου Πόρτλαντ (τύπου IV) και χρήση προγράμματος H/Y. $N/T = 0.4$, θερμοκρασία συντηρήσεως $21\text{ }^{\circ}\text{C}$. [Μετρηθείσες τιμές από Copeland et al.⁵].

Ηλικία ενυδατώσεως t (ημέρες)	0.25	1	2	3	4	7	14	28	90	180	5475
Wn_{meas} (%)	1.18	4.26	5.7	6.19	6.74	7.63	8.18	10.48	13.05	13.94	-
Χρήση προγράμματος H/Y για τα ζεύγη τιμών $Wn_{\text{meas}} - t$	Συντελεστής ενυδατώσεως: $p = 0.224$ <u>Πρώτη φάση:</u> Συντελεστής συσχέτισης: $r = 0.999$; τυπική απόκλιση: $s = 0.1119$ (%) Εξίσωση ενυδατώσεως: $Wn = 13.1597 - 8.8007 * t^{-0.224}$ (%), $12.9 \geq t \geq 0.25$ <u>Δεύτερη φάση:</u> Συντελεστής συσχέτισης: $r = 0.997$; Τυπική απόκλιση: $s = 0.234$ (%) Εξίσωση ενυδατώσεως: $Wn = 21.4909 - 23.5748 * t^{-0.224}$ (%), $t \geq 12.9$										
Wn_{calc} (%)	1.15	4.36	5.62	6.28	6.71	7.47	8.44	10.31	12.89	14.12	18.06

Μεθοδολογία ελέγχου της ακρίβειας των μετρηθεισών τιμών ενός οποιουδήποτε κριτηρίου ενυδατώσεως.

Η ακρίβεια των μετρηθεισών τιμών διαφορετικών ηλικιών ενός ο-

ποιοδήποτε κριτηρίου ενυδατώσεως μπορεί να ελεγχθεί κατ' αρχήν γραφικά χρησιμοποιώντας δοκιμαστικές διαφορετικές τιμές του p .



Σχήμα 5: Πορώδες (P) τσιμεντοπολτού τσιμέντου Πόρτλαντ με διάμετρο πόρων $r > 37.5 \text{ \AA}$ σε συνάρτηση με την ηλικία ενυδατώσεως στην τροποποιημένη κλίμακα t^p [μετρηθείσες τιμές κατά Σίδερης και Σάββα, 1993].

Με αυτό τον τρόπο οι μη ακριβείς τιμές προσδιορίζονται γραφικά, χρησιμοποιώντας τη «μέθοδο των διαφορετικών τιμών του p », όπως αναπτύχθηκε νωρίτερα. Σχηματίζοντας διαφορετικές καμπύλες οι μη ακριβείς τιμές είναι ευδιάκριτα απομακρυσμένες από το μέσο όρο και τελικά από την ευθεία γραμμή η οποία σχηματίζεται για τη βέλτιστη τιμή του p . Στο σχήμα 5 δίνεται ένα παράδειγμα στο οποίο είναι ευδιάκριτη η ανακρίβεια της πειραματικής τιμής των 90 ημερών (οι τιμές ελήφθησαν με ποροσιμετρία υδραργύρου, κατηγορία πόρων: συνολικό πορώδες με $r > 37.5 \text{ \AA}$).

Η ακρίβεια των πειραματικών μετρηθεισών τιμών μπορεί επίσης να ελεγχθεί με εφαρμογή της εξίσωσης ενυδατώσεως (Πίνακας 6). Με βάση αυτή τη διαδικασία, οι μη ακριβείς τιμές αναγνωρίζονται, απορρίπτονται και δεν χρησιμοποιούνται περαιτέρω στη γραμμική παλινδρόμηση που ακολου-

θεί προκειμένου να προσδιορισθεί ο συντελεστής ενυδατώσεως και να καταστρωθεί η εξίσωση ενυδατώσεως.

Χρήση μέσου όρου πειραματικών τιμών διαφορετικών τσιμέντων ως κριτήριο ενυδατώσεως.

Προκειμένου να προκύψουν ακριβείς τιμές από την ανάλυση των πειραματικών δεδομένων, φαίνεται βολικό να χρησιμοποιηθούν πειραματικές τιμές από όσο το δυνατόν περισσότερα αντιπροσωπευτικά δείγματα δεδομένων. Για το σκοπό αυτό εξετάζεται στον Πίνακα 7 η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν οι μέσοι όροι των πειραματικών τιμών από διαφορετικά τσιμέντα (μέσος όρος των μετρηθεισών τιμών του κριτηρίου ενυδατώσεως που εξετάζεται, όπως μετρήθηκε σε διαφορετικά τσιμέντα [Verbeck and Foster, 1950]). Συγκεκριμένα ως πειραματικές τιμές του κριτηρίου της θερμότητας ενυδατώσεως (Q) λαμβάνονται σε διάφορες ηλικίες ο μέσος όρος των επιμέρους θερμοτήτων ενυδατώσεως τριών διαφορετικών τσιμέντων Πόρτλαντ. Αφού αρχικά αναλύθηκαν με βάση την εξίσωση ενυδατώσεως των τσιμέντων η θερμότητα ενυδατώσεως των τσιμέντων No 13, No15 και No21 ξεχωριστά, υπολογίστηκαν οι ακριβείς τιμές της θερμότητας ενυδατώσεως του κάθε τσιμέντου (Q_{calc}). Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών αυτών Q_{Acalc} (π.χ. $Q_{\text{Acalc}} = [Q_{\text{calc}(13)} + Q_{\text{calc}(15)} + Q_{\text{calc}(21)}]/3$) για τις ηλικίες των 3, 7, 28, 90, 365, 2372, 4745 και 5475 ημερών. Παράλληλα αναλύθηκε με τη βοήθεια της εξίσωσης ενυδατώσεως των τσιμέντων ο πειραματικός μέσος όρος των τιμών των τριών τσιμέντων Q_B (όπου $Q_B = [Q_{\text{meas}(13)} + Q_{\text{meas}(15)} + Q_{\text{meas}(21)}]/3$) προκειμένου να υπολογισθούν οι ακριβείς τιμές Q_{Bcalc} στις ηλικίες των 3, 7, 28, 90, 365, 2372, 4745 και 5475 ημερών (Πίνακας 7). Οι υπολογισθείσες τιμές Q_{Acalc} και Q_{Bcalc} ελάχιστα διαφέρουν μεταξύ τους, όπως φαίνεται στον Πίνακα 7. Οι μικρές αυτές διαφορές, οι οποίες πιθανόν να οφείλονται και σε μετρητικό σφάλμα, είναι ενδεικτικές της δυνατότητας χρήσης του μέσου όρου πειραματικών τιμών του ίδιου κριτηρίου ενυδατώσεως που προκύπτει από διαφορετικά τσιμέντα σε αρκετές ερευνητικές περιπτώσεις της χημείας της ενυδάτωσης των τσιμέντων.

Πίνακας 6: Έλεγχος της ακριβείας των μετρηθεισών τιμών του κριτηρίου ενυδατώσεως του μη εξατμήσιμου νερού W_n [μετρηθείσες τιμές κατά Verbeck and Foster, 1950]

Τσιμέντο τύπου ΙΙ, Νο. 22, W/C = 0.4.							
Ηλικία ενυδατώσεως t (ημέρες)	3	7	28	90	365	2372	5475
$W_{n_{meas}}$ (%)	13.1	15.2	17.5	18.2	19.1	20.9	-
Χρήση προγράμματος H/Y για τα ζεύγη τιμών $W_{n_{meas}} - t$	13.1	15.2	17.5	18.2	19.1	20.9	-
	3	7	28	90	365	2372	-
	Συντελεστής ενυδατώσεως: $p = 0.251$. Συντελεστής συσχέτισης: $r = 0.99248$. Τυπική απόκλιση: $s = 0.38268$ (%) Εξίσωση ενυδατώσεως: $W_n = 22.2512 - 11.8091 * t^{-0.251}$ (%), $t \geq 3$						
$W_{n_{calc}}$ (%)	13.29	15.00	17.13	18.43	19.57	20.57	20.89
Δεύτερος έλεγχος							
$W_{n_{meas}}$ (%)	13.1	15.2	17.5	18.2	19.1	20.9	-
Χρήση προγράμματος H/Y για τα ζεύγη τιμών $W_{n_{meas}} - t$	13.1	15.2	17.5	18.2	-	20.9	-
	3	7	28	90	-	2372	-
	Συντελεστής ενυδατώσεως: $p = 0.255$. Συντελεστής συσχέτισης: $r = 0.99606$. Τυπική απόκλιση: $s = 0.30429$ (%) Εξίσωση ενυδατώσεως: $W_n = 22.4802 - 12.2373 * t^{-0.255}$ (%), $t \geq 3$						
$W_{n_{calc}}$ (%)	13.23	15.03	17.25	18.60	19.76	20.79	21.12
Τρίτος έλεγχος							
$W_{n_{meas}}$ (%)	13.1	15.2	17.5	18.2	19.1	20.9	-
Χρήση προγράμματος H/Y για τα ζεύγη τιμών $W_{n_{meas}} - t$	13.1	15.2	17.5	-	-	20.9	-
	3	7	28	-	-	2372	-
	Συντελεστής ενυδατώσεως: $p = 0.304$. Συντελεστής συσχέτισης: $r = 0.99995$. Τυπική απόκλιση: $s = 0.0429$ (%) Εξίσωση ενυδατώσεως: $W_n = 22.0712 - 12.4995 * t^{-0.304}$ (%), $t \geq 3$						
$W_{n_{calc}}$ (%)	13.12	15.15	17.53	18.89	19.99	20.89	21.16
Κατάσρωση της εξίσωσης ενυδατώσεως του W_n με βάση τη γραμμική παλινδρόμηση των ζευγών των τιμών $W_{n_{meas}} - t^p$							
$W_{n_{meas}}$ (%)	13.1	15.2	17.5	18.2	19.1	20.9	-
$t^{-0.304}$	0.7161	0.5534	0.3631	0.2546	0.1663	0.0942	-
Γραμμικός συσχετισμός μεταξύ των τιμών $W_{n_{meas}} - t^{-0.304}$	13.1	15.2	17.5	-	-	20.9	-
	0.7161	0.5534	0.3631	-	-	0.0942	-
	Δεδομένο $p = 0.304$ (η τιμή του p που βρέθηκε με χρήση του προγράμματος H/Y). Συντελεστής συσχέτισης: $r = 0.9999$. Τυπική απόκλιση: $s = 0.0426$ (%) Εξίσωση ενυδατώσεως: $W_n = 22.0711 - 12.4997 * t^{-0.304}$ (%), $t \geq 3$						
$W_{n_{calc}}$ (%)	13.12	15.15	17.53	18.89	19.99	20.89	21.16

Πίνακας 7: Εξισώσεις ενυδατώσεως του κριτηρίου της θερμότητας ενυδατώσεως (Q) των τσιμέντων Πόρτλαντ Νο13, Νο15 και Νο21 καθώς και του μέσου όρου των πειραματικών τιμών των τριών τσιμέντων. Θερμοκρασία συντηρήσεως 21 °C, λόγος $N/T=0.40$ [μετρηθείσες τιμές κατά Verbeck and Foster, 1950].

Ηλικία ενυδατώσεως t (ημέρες)	3	7	28	90	365	2372	4745	5475
ΤΣΙΜΕΝΤΟ NO 13								
$Q_{\text{meas}(13)}$ (cal/g)	50.6	64.3	83.4	96.6	103.6	115.5	-	-
Χρήση προγράμματος H/Y για τα ζεύγη τιμών $Q_{\text{meas}} - t$	Συντελεστής συσχέτισεως: $r = 0.9989$. Τυπική απόκλιση: $s = 1.2713$ (cal/g) Εξίσωση ενυδατώσεως: $Q = 132.6720 - 106.0012 * t^{-0.230}$ (cal/g), $t \geq 3$							
$Q_{\text{calc}(13)}$ (cal/g)	50.34	64.92	83.42	95.02	105.38	114.93	117.54	118.03
ΤΣΙΜΕΝΤΟ NO 15								
$Q_{\text{meas}(15)}$ (cal/g)	71.3	87.5	108.2	114.3	117.8	126.6	-	-
Χρήση προγράμματος H/Y για τα ζεύγη τιμών $Q_{\text{meas}} - t$	Συντελεστής συσχέτισεως: $r = 0.9959$. Τυπική απόκλιση: $s = 2.0795$ (cal/g) Εξίσωση ενυδατώσεως: $Q = 128.17 - 90.6807 * t^{-0.423}$ (cal/g), $t \geq 3$							
$Q_{\text{calc}(15)}$ (cal/g)	65.95	87.43	106.94	115.14	120.08	122.87	125.64	125.79
ΤΣΙΜΕΝΤΟ NO 21								
$Q_{\text{meas}(21)}$ (cal/g)	45.7	61.0	79.4	87.2	95.1	99.9	-	-
Χρήση προγράμματος H/Y για τα ζεύγη τιμών $Q_{\text{meas}} - t$	Συντελεστής συσχέτισεως: $r = 0.9997$. Τυπική απόκλιση: $s = 0.533$ (cal/g) Εξίσωση ενυδατώσεως: $Q = 105.1683 - 89.2302 * t^{-0.365}$ (cal/g), $t \geq 3$							
$Q_{\text{calc}(21)}$ (cal/g)	45.41	61.31	78.73	87.9	94.81	99.94	101.11	101.31
Μέσος όρος υπολογισθεισών τιμών τριών τσιμέντων								
Q_{Acalc} (cal/g)	$Q_{\text{Acalc}} = [Q_{\text{calc}(13)} + Q_{\text{calc}(15)} + Q_{\text{calc}(21)}] / 3$							
	55.64	71.53	89.39	99.19	106.96	113.22		115.04
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ NO 13, 15, ΚΑΙ 21								
Q_{Bmeas} (cal/g)	$Q_{\text{Bmeas}} = [Q_{\text{meas}(13)} + Q_{\text{meas}(15)} + Q_{\text{meas}(21)}] / 3$							
	55.87	70.93	90.33	99.37	105.5	114.0	114.76	-
Χρήση προγράμματος H/Y για τα ζεύγη τιμών $Q_{\text{B}} - t$	Συντελεστής συσχέτισεως: $r = 0.9991$. Τυπική απόκλιση: $s = 1.0377$ (cal/g) Εξίσωση ενυδατώσεως: $Q_{\text{B}} = 120.4950 - 92.6789 * t^{-0.327}$ (cal/g), $t \geq 3$							
Q_{Bcalc} (cal/g)	55.79	71.45	89.32	99.22	107.03	113.20	114.68	114.94

Ανάλυση αποτελεσμάτων

1. Από τον Πίνακα 2 είναι φανερό ότι η εξίσωση ενυδατώσεως τόσο της πρώτης όσο και της δεύτερης φάσης ενός κριτηρίου μπορεί να διατυπωθεί με ακρίβεια με τη βοήθεια της εξίσωσης ενυδατώσεως των τσιμέντων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται η ίδια τιμή του συντελεστή ενυ-

δατώσεως p , σύμφωνα με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών (Sideris 2003, Sideris 1993, Sideris and Sideris 1997).

2. Όπως φαίνεται και από τους Πίνακες 1β-2 και 4-5 οι εξισώσεις ενυδατώσεως που προκύπτουν με χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος H/Y είναι παρόμοιες με αυτές που προκύπτουν μετά την εφαρμογή γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ των ζευγών των πειραματικών τιμών $Wn_{meas} - t^p$ (γνωστή και ως «μέθοδος των διαφορετικών τιμών του p »). Το συγκεκριμένο πρόγραμμα H/Y αποτελεί ένα αξιόπιστο και εύχρηστο εργαλείο το οποίο επιτρέπει τον ακριβή προσδιορισμό του συντελεστή ενυδατώσεως και την κατάστρωση της εξίσωσης ενυδατώσεως μέσα σε λίγα λεπτά.

3. Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της εξίσωσης ενυδατώσεως των τσιμέντων είναι η δυνατότητα ελέγχου της ακρίβειας των μετρηθεισών τιμών οποιασδήποτε πειραματικής σειράς δεδομένων (Πίνακας 6). Η σημασία αυτής της δυνατότητας διαφαίνεται και από τα αποτελέσματα προηγούμενων σημαντικών ερευνών, όπως η εξακρίβωση της υπόθεσης της ισοκλασματικής ενυδάτωσης όλων των συστατικών της ενυδατωμένης τσιμεντόπαστας ενός τσιμέντου Πόρτλαντ καθώς και των κυρίων ανεξάρτητων φάσεων (Sideris 2003a, Sideris 2003b and Sideris 2003c), ο προσδιορισμός της στοιχειομετρίας των φάσεων C_3S and $\beta-C_2S$ (Sideris, 2000), ο προσδιορισμός της στοιχειομετρίας του τσιμέντου Πόρτλαντ (Sideris and Sideris, 2003a), η εκτίμηση της τελικής θερμότητας ενυδατώσεως και του ελεύθερου υδροξειδίου του ασβεστίου του τσιμέντου Πόρτλαντ με βάση τη χημική του σύσταση (Sideris 2003d, Sideris and Sideris 2003b) κλπ. Επομένως η εξίσωση ενυδατώσεως των τσιμέντων η οποία δίνει ακριβείς τιμές μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της ακρίβειας των μετρηθεισών τιμών ενός οιοδήποτε καθιερωμένου κριτηρίου ενυδατώσεως.

4. Από τον Πίνακα 7 εξάγεται ότι ο μέσος όρος των υπολογισθεισών τιμών διαφορετικών τσιμέντων (Q_{Acalc}) είναι ίσος με τις υπολογισθείσες τιμές των μέσων όρων των πειραματικών τιμών (Q_{Bcalc}). Το εύρημα αυτό, το οποίο εξηγείται αναλυτικά σε άλλες εργασίες (Sideris 2003a, Sideris 2003b and Sideris 2003c), δεικνύει την προσθετικότητα των βαθμών ενυδατώσεως κατά τη διάρκεια της συνολικής περιόδου ενυδατώσεως. Επομένως, μεγάλες πειραματικές σειρές αποτελούμενες από διαφορετικά τσιμέντα μπορούν να αναλυθούν με τη βοήθεια της εξίσωσης ενυδατώσεως των τσιμέντων. Όπως αναλύεται σε άλλη εργασία (Sideris, 2003b), ο μέσος όρος των πειραματικών τιμών εκφράζει ένα τσιμέντο Πόρτλαντ το οποίο δεν είναι διαφορετικό από το υποτιθέμενο μείγμα το οποίο αποτελείται από τα διαφορετικά επιμέρους τσιμέντα. Μόνο στο τέλος της ενυδάτωσης το άθροισμα των

βαθμών ενυδατώσεως των ανεξάρτητων τσιμέντων ισούται με το βαθμό ενυδάτωσης του μείγματος που αποτελείται από τα επιμέρους τσιμέντα, διότι όλα τα συστατικά του τσιμέντου Πόρτλαν ενυδατώνονται ταυτόχρονα, ισοκλασματικά και ανεξάρτητα σε όλες τις φάσεις της ενυδάτωσης.

7. Συμπεράσματα

Η πρώτη και η δεύτερη φάση της ενυδάτωσης του τσιμέντου Πόρτλαντ (και των κυρίων φάσεών του) προσδιορίζεται με ακρίβεια με τη χρήση της εξίσωσης ενυδατώσεως των τσιμέντων, χρησιμοποιώντας τον ίδιο συντελεστή ενυδατώσεως p .

Ο προσδιορισμός του συντελεστή ενυδατώσεως p και η κατάστρωση της εξίσωσης ενυδατώσεως ενός οποιουδήποτε κριτηρίου ενυδατώσεως ενός τσιμέντου Πόρτλαντ (ή των κυρίως φάσεών του) πραγματοποιείται με τη χρήση ειδικού προγράμματος H/Y ή με εφαρμογή της «μεθόδου των διαφορετικών τιμών του p ». Και οι δύο μεθοδολογίες οδηγούν σε παραπλήσια αποτελέσματα.

Ο έλεγχος της ακρίβειας των μετρηθεισών τιμών μίας οποιασδήποτε σειράς πειραματικών δεδομένων μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια της εξίσωσης ενυδατώσεως των τσιμέντων.

Μέσοι όροι πειραματικών δεδομένων μεγάλων σειρών μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και να αξιολογηθούν από την εξίσωση ενυδατώσεως των τσιμέντων. Κατά τη χρονική στιγμή της τελικής ενυδάτωσης το άθροισμα των βαθμών ενυδατώσεως των ανεξάρτητων τσιμέντων ισούται με το βαθμό ενυδατώσεως του μείγματος που αποτελείται από τα επιμέρους τσιμέντα. Αυτό ισχύει γιατί όλα τα συστατικά της ενυδατωμένης τσιμεντόπαστας του τσιμέντου Πόρτλαντ ενυδατώνονται ταυτόχρονα ανεξάρτητα και ισοκλασματικά.

Σημείωση: Η παρούσα εργασία αποτελεί μετάφραση του 2^{ου} κεφαλαίου της μονογραφίας των Κ. Σίδερη και Κ.Κ. Σίδερη με τίτλο: «Ten Years Cement Hydration Equation and its Applications to Chemistry and Physics of cement paste, mortar and concrete», Xanthi 2003, ISBN 960-343-722-0

Αναφορές

Brunauer, S. and S. A. Greenberg. 1960. The hydration of tricalcium and β-dicalcium silicate at room temperature. *Forth Intern. Symposium on the Chemistry of Cement*. Washington D. C. 135-165 pp.

- Copeland, L. E. and D. L. Kantro. 1968. Hydration of Portland cement. *Proc. 5th Inter. Symposium on Chemistry of Cement*. Tokyo 1968. Vol. II. 387-421 pp.
- Σίδερης, Κ. και Α. Ε. Σάββα. 1993. Πορώδες σκυροδέματος. *Τεύχος Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος. Νο 211. Ιαν-Φεβ 1993. σελ. 39-48.*
- Sideris, K. 1993. The cement hydration equation. *Zement Kalk Gips*. 12 1993. Edition B. E337-E344 pp.
- Sideris, K. and K.K. Sideris. 1997. The Cement Hydration Equation and its Application to several Hydration Criteria according to the Literature. *Proc. of the 10th Intern. Congress on the Chemistry of Cement*. Göthenburg, Sweden. June 2-6. 1997. Volume 2. 2ii061.
- Sideris, K. 2003. Ten years cement hydration equation. Chapter 1 in *Ten years cement hydration equation and its application to chemistry of cement paste, mortar and concrete. Xanthi 2003*. 1-24 pp.
- Sideris, K.K. 2003b. Equal fractional rate of hydration of all components in the hardened paste of Portland cement: Catalytic or chemical interaction between the major individual phases? Chapter 7 in *Ten years cement hydration equation and its application to chemistry of cement paste, mortar and concrete. Xanthi 2003*. 93-102 ISBN 960-343-722-0. pp.
- Sideris, K.K. 2003c. Equal fractional rate of hydration of all components in the hardened paste of C_3S , alite and β - C_2S cured at 5, 25 and 50 °C Chapter 8 in *Ten years cement hydration equation and its application to chemistry of cement paste, mortar and concrete, Xanthi 2003*. 103-120 pp.
- Sideris, K.K. 2000. The stoichiometry in the paste hydration of C_3S , Alite and β - C_2S cured at 5, 25 and 50 °C. *Journal of Advances in Cement Research*. 2000. 12(3): 113-120.
- Sideris, K.K. and K. Sideris. 2003a. Overall heat of hydration of tricalcium silicate and β -dicalcium silicate. Chapter 12 in *Ten years cement hydration equation and its application to chemistry of cement paste, mortar and concrete. Xanthi 2003*. 165-174 pp.
- Sideris, K.K. 2003d. Estimation of ultimate heat of hydration of Portland cement at 0.4, 0.6 and 0.8 water to cement ratio by curing temperature of 21 °C using the composition. Chapter 14 in *Ten years cement hydration equation and its application to chemistry of cement*

- paste, mortar and concrete. Xanthi 2003. 185-193 pp.*
- Sideris, K.K. and K. Sideris. 2003b. Estimation of ultimate free Ca(OH)_2 in the hydration of Portland cement using the composition, Chapter 18 in *Ten years cement hydration equation and its application to chemistry of cement paste, mortar and concrete. Xanthi. 221-228 pp.*
- Verbeck, G. J. and C. W. Foster. 1950. Long-Time Studies of Cement Performance in Concrete; Chapter 6: The heats of Hydration of Cements. *Proceedings of ASTM. 50. 1950. 1235-1257 pp.*
- Sideris, K.K. 2003a. Equal fractional rate of hydration of all components in the hardened paste of Portland cement Chapter 6 in *Ten years cement hydration equation and its application to chemistry of cement paste, mortar and concrete. Xanthi 2003. 77-92 pp.*

Application procedures of cement hydration equation

K. Sideris and K. K. Sideris

Abstract

The basic application procedures of cement hydration equation ($K = K_{\infty} \pm b \cdot t^{-p}$) were discussed in this paper. Analytically, it was discussed the evaluation of hydration number p , the setting up of the hydration equation when the available measured values are more than 3, the check of accuracy of the measured values of any given hydration criterion, and the use of averaged data of different cements. The hydration equation, when the available measured values are more than 3, can be defined by using single linear regression in accordance to the "method of different values of p " or to a custom made P/C special program, giving automatically the desired hydration equation. Further, averaged original sets of data (i.e. large samples) of different cements can be used, because the averaged cements can be considered as forming an usual Portland cement by the application of cement hydration equation. At final hydration the sum of the rates of the individual cements is equal to the rate of hydration of the mixture consisting of them because all components in the hardened paste of Portland cement hydrate simultaneously at independent and at equal fractional rate of hydration.

Εφαρμογή του Νόμου Ενυδατώσεως των Τσιμέντων στη θλιπτική αντοχή αυτοσυμπυκνούμενων σκυροδεμάτων διαφορετικών κατηγοριών αντοχής

Ν. Σ. Αναγνωστόπουλος, Κ. Κ. Σίδερης* και
Α. Σ. Γεωργιάδης

*Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΔΠΘ,
Ξάνθη 671 00, kksider@civil.duth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετάται η εξέλιξη της θλιπτικής αντοχής μειγμάτων αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος διαφορετικών κατηγοριών αντοχής που έχουν παρασκευασθεί με ελληνικά υλικά. Παράλληλα, για λόγους σύγκρισης, παρασκευάστηκαν και μείγματα συμβατικού σκυροδέματος της ίδιας κατηγορίας αντοχής. Η εξέλιξη της θλιπτικής αντοχής μελετήθηκε με εφαρμογή του νόμου ενυδατώσεως των τσιμέντων (Sideris, 1993) ο οποίος εφαρμόστηκε σε όλα τα μείγματα. Ο συντελεστής ενυδατώσεως p προσδιορίστηκε σε δοκίμια τσιμεντοκονιάματος που παρασκευάστηκαν με τον ίδιο λόγο τσιμέντου/πληρωτικά υλικά που χρησιμοποιήθηκε και στα αυτοσυμπυκνούμενα σκυροδέματα.

Λέξεις κλειδιά: Αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα, θλιπτική αντοχή, νόμος ενυδατώσεως των τσιμέντων, ασβεστολιθικό φίλλερ.

Εισαγωγή

Το αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα αποτελεί την τελευταία εξέλιξη στο χώρο της τεχνολογίας του σκυροδέματος. Πρόκειται για ένα σκυρόδεμα το οποίο, όπως προσδιορίζει η λέξη, μπορεί να συμπυκνωθεί μόνο του, χωρίς τη χρήση μηχανικών μέσων, αποκλειστικά και μόνο με το ίδιο βάρος του. Κατ' αυτό τον τρόπο αποφεύγεται η χρήση των ενεργοβόρων και θορυβωδών μηχανισμών συμπίκνωσης ενώ ταυτόχρονα, λόγω του μειωμένου θορύβου, καθίσταται ευκολότερη η επικοινωνία μεταξύ του τεχνικού προσωπικού. Η ευκολία ροής και αυτοσυμπύκνωσης του νέου σκυροδέματος οδηγεί επίσης στη μείωση του απαιτούμενου χρόνου διάστρωσης και σκυροδέτησης των έργων (RILEM, 1999). Τέλος, η πληρέστερη συμπίκνωση που επιτυγχάνεται στα μείγματα ΑΣΣ έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη ανθε-

κτικότητα του σκυροδέματος και κατ' επέκταση την καλύτερη ποιότητα των έργων οπλισμένου σκυροδέματος (Σίδερης κ.α., 2003).

Παρά τις εκτεταμένες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί την τελευταία δεκαετία προκειμένου να αποσαφηνιστεί η συμπεριφορά του νέου αυτου υλικού, η εξέλιξη της αντοχής του σε βάθος χρόνου δεν έχει ερευνηθεί. Παράλληλα, η χρήση μεγαλύτερης ποσότητας λεπτών υλικών που προστίθενται στην περίπτωση των μειγμάτων ΑΣΣ οδηγεί σε διαφορετικό ρυθμό ενυδάτωσης ιδίως κατά τις πρώτες ημέρες, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται ο –εμπειρικός- προσδιορισμός της κατηγορίας αντοχής των μειγμάτων (λόγος f_7/f_{28}). Για τους λόγους αυτούς στην παρούσα εργασία μελετάται η εξέλιξη της θλιπτικής αντοχής μειγμάτων αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος διαφορετικών κατηγοριών αντοχής που έχουν παρασκευασθεί με ελληνικά υλικά. Παράλληλα, για λόγους σύγκρισης, παρασκευάστηκαν και μείγματα συμβατικού σκυροδέματος της ίδιας κατηγορίας αντοχής. Η εξέλιξη της θλιπτικής αντοχής μελετήθηκε με εφαρμογή του νόμου ενυδατώσεως των τσιμέντων ο οποίος εφαρμόστηκε σε όλα τα μείγματα που παρασκευάστηκαν, αυτοσυμπυκνούμενα και συμβατικά.

Πειραματικό πρόγραμμα

Παρασκευάστηκαν μείγματα αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος διαφορετικών κατηγοριών αντοχής C20/25, C25/30, C30/37 και C35/45. Για την παρασκευή των μειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν ασβεστολιθικά ή πυριτικά αδρανή καθώς και ασβεστολιθικό φύλλερ. Χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά τσιμέντα τύπου CEM II42.5N προελεύσεως Αθήνας και Θεσσαλονίκης. Το τσιμέντο Αθήνας χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή των μειγμάτων με ασβεστολιθικά αδρανή που είχαν σταλεί από λατομείο της Αττικής και το τσιμέντο Θεσσαλονίκης για την παρασκευή των μειγμάτων με πυριτικά αδρανή από λατομείο της περιοχής της Ξάνθης. Κατ' αυτό τον τρόπο προσομοιάζεται καλύτερα η εικόνα των τοπικών αγορών σκυροδέματος. Η παρασκευή των μειγμάτων και ο έλεγχος των ρεολογικών χαρακτηριστικών τους πραγματοποιήθηκε με βάση τις γενικές αρχές του Ευρωπαϊκού Κανονισμού για το Αυτοσυμπυκνούμενο Σκυρόδεμα (European Guidelines for Self-Compacting Concrete: Specification, Production and Use, 2005), Παράλληλα παρασκευάστηκαν συμβατικά σκυροδέματα σε όλες τις κατηγορίες αντοχής με τον ίδιο συνδυασμό τσιμέντων και αδρανών υλικών. Συνολικά εξετάστηκαν οκτώ μείγματα αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος (ΑΣΣ) και οκτώ μείγματα συμβατικού σκυροδέματος (ΣΣ). Από κάθε σκυ-

ρόδεμα παρασκευάστηκαν κυβικά δοκίμια ακμής 150x15x150 και 100x100x100 mm. Τα πρώτα χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της θλιπτικής αντοχής στις 28 ημέρες (σύμφωνα με τον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος) ενώ στα δεύτερα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις θλιπτικής αντοχής στις ηλικίες των 2, 7, 21, 28, 90 και 180 ημερών. Οι αναλογίες μείξεως των παρασκευασθέντων σκυροδεμάτων, τα ρεολογικά χαρακτηριστικά τους και η θλιπτική αντοχή που μετρήθηκε στην ηλικία των 28 ημερών σε κύβους ακμής 150 mm παρουσιάζεται στους κατωτέρω Πίνακες 1 και 2:

Πίνακας 1: Αναλογίες μείξεως συμβατικών σκυροδεμάτων.

	ΣΣ- C20/25 Αθήνας	ΣΣ- C25/30 Αθήνας	ΣΣ- C30/37 Αθήνας	ΣΣ- C35/45 Αθήνας	ΣΣ- C20/25 Θεσ/κης	ΣΣ-C25/30 Θεσ/κης	ΣΣ- C30/37 Θεσ/κης	ΣΣ- C35/45 Θεσ/κης
Τσιμέντο (ΠΑ/Μ42.5N)	280	325	370	450	330	350	430	430
Πυριτική πα- πάλι	-	-	-	-	-	-	-	20
Άμμος πυ- ριφυσική	-	-	-	-	430	280	530	510
Άμμος ασβ.θραυστή	1022	940	870	805	655	610	385	385
Γαρμπίλι	880	927	955	940	760	850	760	510
Νερό	186	183	185	185	212	200	200	160
N/Yδρ. υλικ	0,66	0,56	0,50	0,41	0,64	0,57	0,47	0,50
Υπερ/τής	1%	1%	1,1%	1,1%	1%	1%	1%	1%
Κάθιση	19	19	20	20	20	19	18	17
$f_{c,28}$ (Μpa)	29,3	36	52,7	56,7	30,6	41,6	53	47,3

Πίνακας 2: Αναλογίες μείξεως αυτοσυμπυκνούμενων σκυροδεμάτων.

	ΑΣΣ- C20/25 Αθήνας	ΑΣΣ- C25/30 Αθήνας	ΑΣΣ- C30/37 Αθήνας	ΑΣΣ- C35/45 Αθήνας	ΑΣΣ- C20/25 Θεσ/κης	ΑΣΣ- C25/30 Θεσ/κης	ΑΣΣ- C30/37 Θεσ/κης	ΑΣΣ- C35/45 Θεσ/κης
Τσιμέντο (ΠΑ/Μ42.5N)	301,6	336	374	435	337,2	353,4	432	435,8
Πυριτική πα- πάλι	-	-	-	20	-	-	-	20
Φύλλερ Ασβ.	184,2	136	104	100	206	144	120	100
Άμμος πυρι.	-	-	-	-	808	897,6	808	807,2
Άμμος ασβ.	861,6	916	898	808	-	-	-	-
Γαρμπίλι	800	800	800	800	800	800	800	800
Νερό	186,8	173,6	180,6	192,2	187,6	171,7	189,4	192,2
N/Yδρ. υλικ	0,62	0,52	0,48	0,42	0,56	0,49	0,44	0,44
Υπερ/τής	1,27%	1,63%	1,88%	1,51%	1,61%	1,85%	1,88%	1,51%
Εξάπλωση (cm)	75,5	75,5	77	76	77,5	71,5	77	70
L-Box	0,92	0,88	0,88	0,86	0,97	0,8	0,93	0,85

(H2/H1)								
V-funnel (sec)	6,5	10,5	10	13,16	6	11,47	7,25	6,78
J-ring (cm)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
$f_{c,28}$ (Mpa)	35,8	48,3	50	55,3	36,5	47,3	52,9	58,3

Από όλα τα ανωτέρω μείγματα παρασκευάστηκαν κυβικά δοκίμια ακμής 100 mm. Τα δοκίμια αφού ξεκαλουπώθηκαν μετά από 24 ώρες, συντηρήθηκαν σε θάλαμο υγρασίας και χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση της θλιπτικής αντοχής των σκυροδεμάτων στις ηλικίες των 2, 7, 21, 28, 90 και 180 ημερών. Η θλιπτική αντοχή των μειγμάτων σε κάθε ηλικία προσδιορίστηκε ως ο μέσος όρος των πειραματικών τιμών τριών κυβικών δοκιμίων. Η μετρηθείσα θλιπτική αντοχή των παρασκευασθέντων μειγμάτων παρουσιάζεται για όλες τις ηλικίες στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Μετρηθείσες τιμές θλιπτικών αντοχών $f_{c(meas)}$ (MPa) αυτοσυμπνοόμενων (ΑΣΣ) και συμβατικών (ΣΣ) σκυροδεμάτων.

	2	7	21	28	90	180
ΑΣΣ-C20/25 Αθήνας	13,67	24,33	35,33	36,20	36,5	38,27
ΑΣΣ-C25/30 Αθήνας	17,00	32,50	----	47,17	50,20	52,40
ΑΣΣ-C30/37 Αθήνας	23,30	45,60	49,00	58,00	61,83	67,10
ΑΣΣ-C35/45 Αθήνας	29,5	46,5	54,5	59,00	63,97	66,83
ΑΣΣ-C20/25 Θεσ/κης	21,5	36,53	43,08	46,00	50,83	57,45
ΑΣΣ-C25/30 Θεσ/κης	32,93	42,88	47,10	50,58	53,83	59,83
ΑΣΣ-C30/37 Θεσ/κης	27,33	41,58	52,10	57,50	----	69,90
ΑΣΣ-C35/45 Θεσ/κης	30,33	44,43	55,16	59,23	62,66	65,00
ΣΣ-C20/25 Αθήνας	12.60	22.10	24.00	25.50	29.40	31.30
ΣΣ-C25/30 Αθήνας	17.26	28.50	30.50	31.83	32.16	36.00
ΣΣ-C30/37 Αθήνας	19.70	37.00	---	52.10	55.70	58.20
ΣΣ-C35/45 Αθήνας	29.83	39.00	48.00	51.10	58.80	60.83
ΣΣ-C20/25 Θεσ/κης	18.03	29.06	37.93	39.50	40.16	45.43
ΣΣ-C25/30 Θεσ/κης	20.50	35.10	40.60	42.00	45.30	47.00
ΣΣ-C30/37 Θεσ/κης	36.80	44.10	48.10	50.00	51.00	54.60
ΣΣ-C35/45 Θεσ/κης	24.50	35.67	44.43	47.16	54.50	61.77

Ανάλυση αποτελεσμάτων

Οι τιμές του Πίνακα 3 χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να καταστρωθούν οι εξισώσεις ενυδατώσεως όλων των παρασκευασθέντων μειγμάτων:

Νόμος ενυδατώσεως των τσιμέντων

Ο νόμος ενυδατώσεως των τσιμέντων διατυπώθηκε για πρώτη φορά το 1993 από τον καθηγητή Κ. Σίδηρη (Sideris, 1993). Οι δύο φάσεις της ενυ-

δάτωσης (η πρώτη και η δεύτερη φάση) εκφραζόμενες με ένα κριτήριο ενυδατώσεως K , παρίστανται με ευθείες στο σύστημα των συντεταγμένων ($K - (1/t)^p$). Η ποσοτική έκφραση της ενυδάτωσης σε συνάρτηση με το χρόνο t , δίνεται με την εξίσωση:

$$\begin{aligned} K &= K_{\infty} \pm b * (1/t)^p && \text{ή} \\ K &= K_{\infty} \pm b * t^{-p} && (1) \end{aligned}$$

Όπου:

K = Κριτήριο ενυδατώσεως.

K_{∞} = Σταθερά (σημείο τομής της ευθείας με την τεταγμένη).

b = Κλίση της ευθείας.

t = Χρόνος ενυδατώσεως (σε ημέρες), ($t > 0$). Τελικός χρόνος ενυδατώσεως = 15 έτη για θερμοκρασίες συντηρήσεως 5 - 60 °C και επαρκή σχετική υγρασία >90 %.

p = Συντελεστής ενυδατώσεως του τσιμέντου που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των μειγμάτων. Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται μόνο από τη χημική σύσταση του τσιμέντου.

Με τον όρο κριτήριο ενυδατώσεως εννοούμε οποιοδήποτε καθιερωμένο κριτήριο ενυδατώσεως του τσιμέντου ή του σκυροδέματος όπως αναλύεται κατά Sideris K. and Sideris K.K. (2003a). Για την περίπτωση του κριτηρίου της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος (f_c) η γενική εξίσωση (1) εξίσωση παίρνει τη μορφή

$$f_c = f_{c\infty} - b * t^{-p} \quad (2)$$

Η διαδικασία εφαρμογής της εξίσωσης του νόμου ενυδατώσεως παρουσιάζεται αναλυτικά κατά Sideris K. and Sideris K.K. (2003b).

Κατάσθρωση εξισώσεων ενυδατώσεως

Σύμφωνα με την ανωτέρω διαδικασία καταστρώθηκαν οι εξισώσεις ενυδατώσεως των παρασκευασθέντων σκυροδεμάτων, συμβατικών και αυτοσυμπυκνούμενων. Ο συντελεστής ενυδατώσεως p προσδιορίστηκε με βάση το κριτήριο της θλιπτικής αντοχής δοκιμών τσιμεντοκονιάματος και τη χρήση ειδικού προγράμματος H/Y (Sideris K. and Sideris K.K., 2003b). Οι τιμές του συντελεστή p χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των ζευγών $f_{cmeas} - t^{-p}$ (όπου f_{cmeas} οι μετρηθείσες τιμές

των εξετασθέντων σκυροδεμάτων όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 3 και t^p η αντίστοιχη ηλικία ενυδάτωσης (σε ημέρες) υψωμένη στην (-p)) προκειμένου να καταστρωθούν οι εξισώσεις της θλιπτικής αντοχής των δεκαέξι σκυροδεμάτων. Η διαδικασία παρουσιάζεται ενδεικτικά στον Πίνακα 4 για τα αυτοσυμπυκνούμενα σκυροδέματα με τσιμέντο Αθηνών και ασβεστολιθικά αδρανή.

Πίνακας 4: Εξισώσεις ενυδατώσεως αυτοσυμπυκνούμενων (ΑΣΣ) σκυροδεμάτων με τσιμέντο CEM II 42.5N Αθηνών και ασβεστολιθικά αδρανή.

ΑΣΣ-C20/25 Αθήνας									
Ηλικία ενυδατώσεως t (ημέρες)	2	7	21	28	90	180	365	730	5475
$f_{c(meas)}$ (MPa)	13,67	24,33	35,33	36,20	36,5	38,27			
$t^{-0.424}$	0,7454	0,4382	0,2750	0,2435	0,1484	0,1106	0,0820	0,0611	0,026
Γραμμικός συσχετισμός μεταξύ των τιμών $f_{c(meas)} - t^{-0.424}$	13,67	24,33	35,33	36,20	36,5	38,27			
	0,7454	0,4382	0,2750	0,2435	0,1484	0,1106			
	Συντελεστής ενυδατώσεως: $p = 0,424$. Συντελεστής συσχετίσεως: $r = 0,980979$. Τυπική απόκλιση: $s = 2,111445$ (%) Εξίσωση ενυδατώσεως: $f_{c(cal)} = 43,9982 - 40,6362 * t^{-0.424}$ MPa, $t \geq 2$								
$f_{c(cal)}$	13,70	26,19	32,82	34,10	37,97	39,50	40,67	41,52	42,94
ΑΣΣ-C25/30 Αθήνας									
Ηλικία ενυδατώσεως t (ημέρες)	2	7	21	28	90	180	365	730	5475
$f_{c(meas)}$ (MPa)	17,00	32,50	----	47,17	50,20	52,40			
$t^{-0.381}$	0,7679	0,4765		0,2810	0,1801	0,1383	0,1056	0,0811	0,0376
Γραμμικός συσχετισμός μεταξύ των τιμών $f_{c(meas)} - t^{-0.381}$	17,00	32,50	----	47,17	50,20	52,40			
	0,7679	0,4765	0,3135	0,2810	0,1801	0,1383			
	Συντελεστής ενυδατώσεως: $p = 0,381$ Συντελεστής συσχετίσεως: $r = 0,9959$. Τυπική απόκλιση: $s = 1,554476$ (%) Εξίσωση ενυδατώσεως: $f_{c(cal)} = 61,0937 - 57,6024 * t^{-0.381}$ MPa, $t \geq 2$								
$f_{c(cal)}$	16,86	33,65	43,035	44,91	50,72	53,13	55,01	56,42	58,93
ΑΣΣ-C30/37 Αθήνας									
Ηλικία ενυδατώσεως t (ημέρες)	2	7	21	28	90	180	365	730	5475
$f_{c(meas)}$ (MPa)	23,30	45,60	49,00	58,00	61,83				
$t^{-0.087}$	0,9415	0,8443	0,7673	0,7483	0,6761	0,6365	0,5986	0,5635	0,4729
Γραμμικός συσχετισμός μεταξύ των τιμών $f_{c(meas)} - t^{-0.087}$	23,30	45,60	49,00	58,00	61,83				
	0,9415	0,8443	0,7673	0,7483	0,6761				
	Συντελεστής ενυδατώσεως: $p = 0,087$. Συντελεστής συσχετίσεως: $r = 0,999207$. Τυπική απόκλιση: $s = 0,691645$ (%) Εξίσωση ενυδατώσεως: $f_{c(cal)} = 144,0134 - 127,9438 * t^{-0.087}$ MPa, $t \geq 2$								
$f_{c(cal)}$	23,55	35,99	45,84	48,27	57,51	62,58	67,43	71,91	83,51

ΑΣΣ-C35/45 Αθήνας									
Ηλικία ενυδάτωσης t (ημέρες)	2	7	21	28	90	180	365	730	5475
$f_{c(meas)}$ (MPa)	29,5	46,5	54,5	59,00	63,97	66,83			
t^{-238}	0,8479	0,6293	0,4845	0,4525	0,3427	0,2906	0,2456	0,2082	0,1289
Γραμμικός συσχετισμός μεταξύ των τιμών $f_{c(meas)} - t^{-0,238}$	29,5	46,5	54,5	59,00	63,97	66,83			
	0,8479	0,6293	0,4845	0,4525	0,3427	0,2906			
Συντελεστής ενυδατώσεως: $p = 0,238$.									
Συντελεστής συσχέτισης: $r = 0,995709$. Τυπική απόκλιση: $s = 1,421161$ (%)									
Εξίσωση ενυδατώσεως: $f_{c(cal)} = 87,4010 - 66,9769 * t^{-0,238}$ MPa, $t \geq 2$									
$f_{c(cal)}$	30,61	45,25	54,94	57,09	64,45	67,93	70,95	73,46	79,77

Οι εξισώσεις ενυδατώσεως όλων των μειγμάτων, όπως προέκυψαν μετά την ανωτέρω επεξεργασία, παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Εξισώσεις ενυδατώσεως αυτοσυμπυκνούμενων (ΑΣΣ) και συμβατικών (ΣΣ) σκυροδεμάτων με α) τσιμέντο CEM II 42.5N Αθηνών και ασβεστολιθικά αδρανή και β) τσιμέντο CEM II 42.5N Θεσσαλονίκης και θραυστά πυριτικά αδρανή.

ΑΣΣ-C20/25 Αθήνας	$f_{c(cal)} = 43,9982 - 40,6362 * t^{-0,424}$, $r = 0,980979$, $s = 2,111445$, $t \geq 2$
ΑΣΣ-C25/30 Αθήνας	$f_{c(cal)} = 61,0937 - 57,6024 * t^{-0,381}$, $r = 0,9959$, $s = 1,554476$, $t \geq 2$
ΑΣΣ-C30/37 Αθήνας	$f_{c(cal)} = 144,0134 - 127,9438 * t^{-0,087}$, $r = 0,999207$, $s = 0,691645$, $t \geq 2$
ΑΣΣ-C35/45 Αθήνας	$f_{c(cal)} = 87,4010 - 66,9769 * t^{-0,238}$, $r = 0,995709$, $s = 1,421161$, $t \geq 2$
ΑΣΣ-C20/25 Θεσ/κης	$f_{c(cal)} = 75,4647 - 62,4647 * t^{-0,224}$, $r = 0,994447$, $s = 1,471585$, $t \geq 2$
ΑΣΣ-C25/30 Θεσ/κης	$f_{c(cal)} = 69,3884 - 44,0293 * t^{-0,253}$, $r = 0,986597$, $s = 1,700644$, $t \geq 2$
ΑΣΣ-C30/37 Θεσ/κης	$f_{c(cal)} = 82,9112 - 70,3783 * t^{-0,298}$, $r = 0,991974$, $s = 2,355236$, $t \geq 2$
ΑΣΣ-C35/45 Θεσ/κης	$f_{c(cal)} = 85,9980 - 64,8322 * t^{-0,238}$, $r = 0,993301$, $s = 1,716112$, $t \geq 2$
ΣΣ-C20/25 Αθήνας	$f_{c(cal)} = 33,2357 - 27,6425 * t^{-0,422}$, $r = 0,986239$, $s = 1,213672$, $t \geq 2$
ΣΣ-C25/30 Αθήνας	$f_{c(cal)} = 38,1373 - 15,88879 * t^{-0,422}$, $r = 0,975240$, $s = 1,588879$, $t \geq 2$
ΣΣ-C30/37 Αθήνας	$f_{c(cal)} = 65,4272 - 61,6919 * t^{-0,422}$, $r = 0,997443$, $s = 1,331999$, $t \geq 2$
ΣΣ-C35/45 Αθήνας	$f_{c(cal)} = 77,2356 - 57,7096 * t^{-0,238}$, $r = 0,993134$, $s = 1,774112$, $t \geq 2$
ΣΣ-C20/25 Θεσ/κης	$f_{c(cal)} = 51,0120 - 42,4016 * t^{-0,36}$, $r = 0,989084$, $s = 1,626802$, $t \geq 7$
ΣΣ-C25/30 Θεσ/κης	$f_{c(cal)} = 52,4366 - 34,8214 * t^{-0,36}$, $r = 0,999773$, $s = 0,127685$, $t \geq 2$
ΣΣ-C30/37 Θεσ/κης	$f_{c(cal)} = 57,5746 - 26,8129 * t^{-0,36}$, $r = 0,990374$, $s = 1,077980$, $t \geq 2$
ΣΣ-C35/45 Θεσ/κης	$f_{c(cal)} = 77,6585 - 64,6109 * t^{-0,236}$, $r = 0,989448$, $s = 2,152820$, $t \geq 2$

Η γραφική παράσταση των εξισώσεων αυτών είναι μία ευθεία γραμμή στο διάγραμμα $f_c - t^{-p}$, όπου f_c = η θλιπτική αντοχή (σε MPa) και t^{-p} = η τροποποιημένη κλίμακα του χρόνου (t σε ημέρες και p ο συντελεστής ενυδατώσεως του τσιμέντου και των τσιμεντοειδών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρασκευή του συγκεκριμένου σκυροδέματος).

Με τη χρήση των εξισώσεων αυτών είναι δυνατόν ο υπολογισμός της

θλιπτικής αντοχής που αναπτύσσουν τα μείγματα σκυροδέματος σε οποιαδήποτε ηλικία μέχρι το τέλος της ενυδάτωσης (15 χρόνια ή 5475 ημέρες). Οι τιμές αυτές ονομάζονται *υπολογισθείσες τιμές της θλιπτικής αντοχής* ($f_{c,calc}$) και δεν διαφέρουν ουσιαστικά από τις πειραματικές τιμές $f_{c,meas}$.

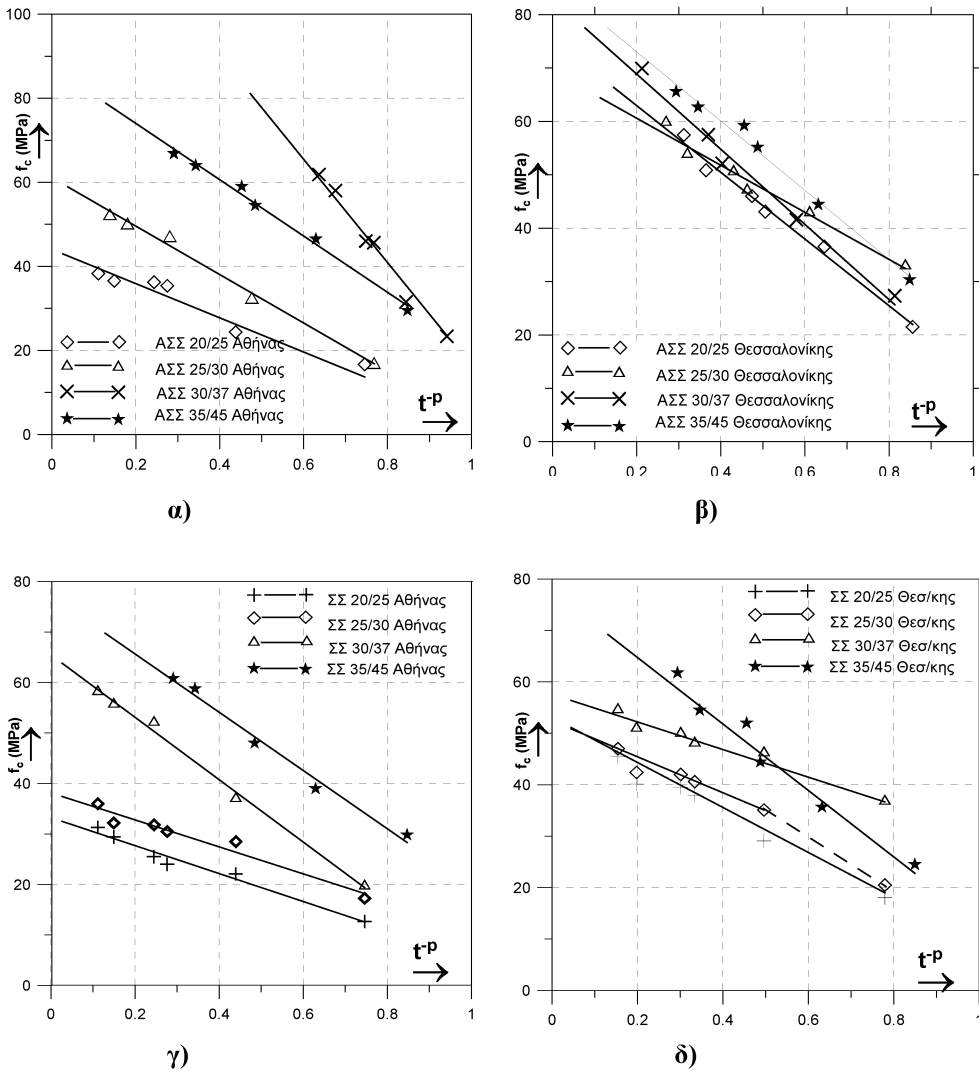
Ανάλυση αποτελεσμάτων

Οι γραφικές παραστάσεις των εξισώσεων του Πίνακα 5 παρουσιάζονται για όλα τα μείγματα που παρασκευάστηκαν στο Σχήμα 1:

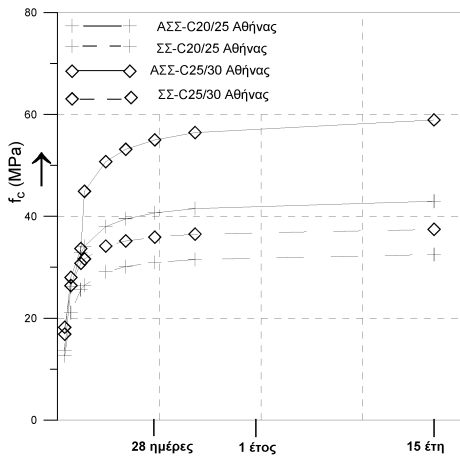
Η μεταβολή της θλιπτικής αντοχής των μειγμάτων παρουσιάζεται συγκριτικά για τα μείγματα αυτοσυμπυκνούμενου (ΑΣΣ) και συμβατικού (ΣΣ) σκυροδέματος όλων των κατηγοριών αντοχής στο Σχήμα 2. Τα διαγράμματα σχεδιάστηκαν με χρήση των υπολογισθεισών τιμών ($f_{c,calc}$) όπως υπολογίστηκαν από τις αντίστοιχες εξισώσεις ενυδατώσεως.

Από τη μελέτη των διαγραμμάτων αυτών φαίνεται καθαρά η διαφορετική εξέλιξη της θλιπτικής αντοχής των μειγμάτων αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος. Τα μείγματα αυτά, παρότι παρασκευάστηκαν με την ίδια ποσότητα τσιμέντου και παρόμοιο υδατοτσιμεντοσυντελεστή με τα συμβατικά μείγματα της ίδιας κατηγορίας αντοχής (Πίνακας 2), παρουσιάζουν διαφορετική εξέλιξη της θλιπτικής αντοχής τους, ιδίως μετά την ηλικία των 7 ημερών. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην καλύτερη τοποθέτηση στο χώρο των κόκκων που αποτελούν την τσιμεντόπαστα: Η χρήση μεγάλων ποσοτήτων λεπτόκοκκου υλικού (ασβεστολιθικού filler), έχει ως αποτέλεσμα την πλήρωση των κενών που δημιουργούνται μετά το σχηματισμό των ασβεστοπυριτικών ενύδρων και τελικά τη μείωση του ενεργού πορώδους των αυτοσυμπυκνούμενων σκυροδεμάτων (De Schutter et al. 2003, Audenaert and De Schutter 2003, Träghård et al. 2003, Audenaert et al. 2003, Popee and De Schutter 2005, Audenaert et al. 2005). Το φαινόμενο αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη θλιπτική αντοχή των αυτοσυμπυκνούμενων σκυροδεμάτων. Η αύξηση αυτή γίνεται ιδιαίτερα αισθητή μετά την ηλικία των 7 ημερών.

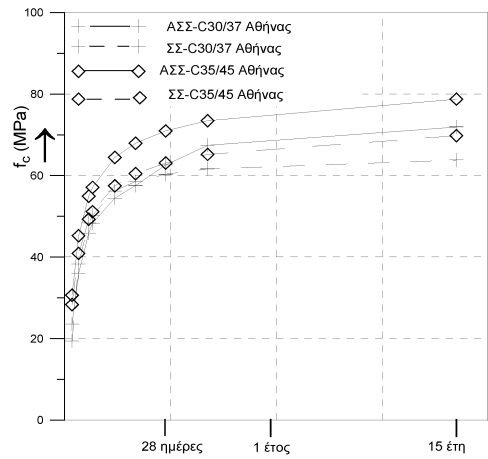
Ο λόγος της θλιπτικής αντοχής στην ηλικία των 7 ημερών προς την αντοχή στην ηλικία των 28 ημερών και 15 ετών (5475 ημερών) καθώς και ο βαθμός ενυδατώσεως στις ηλικίες των 7, 28, 365 και 5475 ημερών παρουσιάζεται για όλα τα μείγματα στον Πίνακα 6. Οι υπολογισμοί έγιναν με βάση τις υπολογισθείσες τιμές της θλιπτικής αντοχής των μειγμάτων σε κάθε ηλικία ($f_{c,calc}$), οι οποίες προσδιορίστηκαν από τις εξισώσεις του Πίνακα 5.



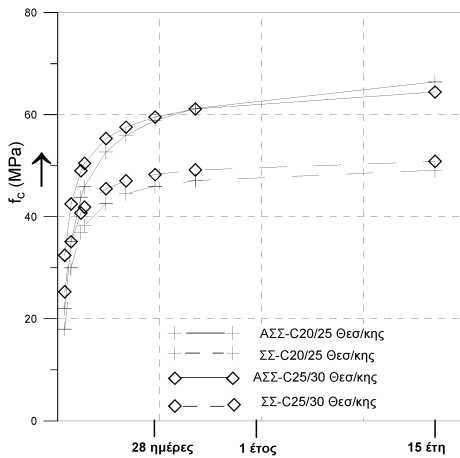
Σχήμα 1: Εξισώσεις ενυδατώσεως α) ΑΣΣ σκυροδεμάτων με τσιμέντο Αθήνας και ασβεστολιθικά αδρανή, β) ΑΣΣ με τσιμέντο Θεσ/κης και πυριτικά αδρανή γ) ΣΣ σκυροδεμάτων με τσιμέντο Αθήνας και ασβεστολιθικά αδρανή και δ) ΣΣμε τσιμέντο Θεσ/κης και πυριτικά αδρανή στην τροποποιημένη κλίμακα του χρόνου t^p (τιμές του p από Πίνακα 5).



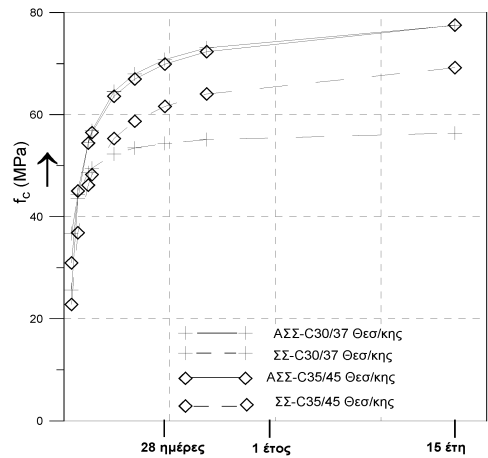
α)



β)



γ)



δ)

Σχήμα 2: Συγκριτικά διαγράμματα εξέλιξης της θλιπτικής αντοχής α) ΑΣΣ και ΣΣ σκυροδεμάτων C20/25 και C25/30 με τιμέντο Αθήνας και ασβεστολιθικά αδρανή, β) ΑΣΣ και ΣΣ σκυροδεμάτων C30/37 και C35/45 με τιμέντο Αθήνας και ασβεστολιθικά αδρανή γ) ΑΣΣ και ΣΣ σκυροδεμάτων C20/25 και C25/30 με τιμέντο Θεσ/κης και πυριτικά αδρανή και δ) ΑΣΣ και ΣΣ σκυροδεμάτων C30/37 και C35/45 με τιμέντο Θεσ/κης και πυριτικά αδρανή.

Πίνακας 6: Λόγοι f_7/f_{28} και f_7/f_{5475} και βαθμός ενυδατώσεως στις ηλικίες των 7, 28, 365 και 5475 ημερών για όλα τα παρασκευασθέντα σκυροδέματα

	f_7/f_{28}	f_7/f_{5475}	α_7	α_{28}	α_{365}	α_{5475}
ΑΣΣ-C20/25 Αθήνας	0,76833	0,61015	0,61015	0,79413	0,94714	1,00
ΑΣΣ-C25/30 Αθήνας	0,62347	0,47514	0,47514	0,76209	0,93331	1,00
ΑΣΣ-C30/37 Αθήνας	0,7456	0,500	0,500	0,67116	0,87013	1,00
ΑΣΣ-C35/45 Αθήνας	0,79261	0,57446	0,57446	0,72477	0,9007	1,00
ΑΣΣ-C20/25 Θεσ/κης	0,76489	0,52832	0,52832	0,69072	0,88581	1,00
ΑΣΣ-C25/30 Θεσ/κης	0,84219	0,65963	0,65963	0,78323	0,92376	1,00
ΑΣΣ-C30/37 Θεσ/κης	0,76351	0,56136	0,56136	0,73351	0,91341	1,00
ΑΣΣ-C35/45 Θεσ/κης	0,79773	0,58109	0,58109	0,72842	0,90156	1,00
ΣΣ-C20/25 Αθήνας	0,7963	0,64831	0,64831	0,81415	0,95231	1,00
ΣΣ-C25/30 Αθήνας	0,83513	0,70505	0,70505	0,84424	0,95912	1,00
ΣΣ-C30/37 Αθήνας	0,76143	0,60031	0,60031	0,7884	0,9453	1,00
ΣΣ-C35/45 Αθήνας	0,80047	0,58625	0,58625	0,73238	0,90344	1,00
ΣΣ-C20/25 Θεσ/κης	0,78394	0,61051	0,61051	0,77877	0,93583	1,00
ΣΣ-C25/30 Θεσ/κης	0,83783	0,69014	0,69014	0,82373	0,94865	1,00
ΣΣ-C30/37 Θεσ/κης	0,89434	0,78549	0,78549	0,87828	0,96451	1,00
ΣΣ-C35/45 Θεσ/κης	0,7640	0,53252	0,53252	0,69702	0,89043	1,00

Από τον Πίνακα αυτόν καθίσταται φανερός ο διαφορετικός ρυθμός εξέλιξης της θλιπτικής αντοχής των ΑΣΣ τόσο μεταξύ 7 και 28 ημερών, όσο και σε μεθύτερες ηλικίες (365 ημέρες και 15 χρόνια). Οι λόγοι f_7/f_{28} και f_7/f_{5475} είναι μικρότεροι στα ΑΣΣ σε σχέση με τα αντίστοιχης κατηγορίας αντοχής ΣΣ, γεγονός που υποδηλώνει ότι η αύξηση της θλιπτικής αντοχής μετά την ηλικία των 7 ημερών είναι μεγαλύτερη στα ΑΣΣ σε σχέση με τα ΣΣ της ίδιας κατηγορίας αντοχής. Πράγματι, η θλιπτική αντοχή στην ηλικία των 28 ημερών παρουσιάζεται στα ΑΣΣ αυξημένη κατά 26 έως 61% σε σχέση με την αντοχή των 7 ημερών, όταν το αντίστοιχο ποσοστό αύξησης στα ΣΣ είναι της τάξης των 19-31%. Τα αντίστοιχα ποσοστά για την ηλικία του ενός έτους κυμαίνονται μεταξύ 55 και 74% για τα ΑΣΣ και 36 έως 57% για τα ΣΣ. Για την τελική ηλικία ενυδάτωσης (15 έτη) τα αντίστοιχα ποσοστά είναι 63 έως 110% για τα ΑΣΣ και μόνο 41 έως 70% για τα ΣΣ.

Σε κάθε περίπτωση τα ΑΣΣ παρουσιάζουν μεγαλύτερη αύξηση της θλιπτικής τους αντοχής σε σχέση με τα ΣΣ της ίδιας κατηγορίας αντοχής. Τα μεγαλύτερα ποσοστά αύξησης παρουσιάζονται στις κατηγορίες C20/25 και C25/30 λόγω της μεγάλης ποσότητας φίλλερ που προστίθεται στο μείγμα. Αντίθετα, στην περίπτωση των αυτοσυμπυκνούμενων σκυροδεμάτων υψηλής κατηγορίας αντοχής C35/45 δεν χρησιμοποιήθηκε ποσότητα ασβεστολιθικού φίλλερ. Τα μείγματα αυτά, παρότι ανέπτυξαν αντοχές υψηλότερες από τα αντίστοιχα συμβατικά C35/45, δεν παρουσίασαν ουσιαστική διαφοροποίηση των λόγων f_7/f_{28} και f_7/f_{5475} ούτε και των βαθμών ενυδατώσεως

στις ηλικίες των 7, 28 και 365 ημερών.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι και η αύξηση της θλιπτικής αντοχής των μειγμάτων μετά την ηλικία των 28 ημερών. Είναι γνωστό ότι η αντοχή στην ηλικία αυτή είναι εκείνη η οποία λαμβάνεται υπόψιν στους στατικούς υπολογισμούς. Όμως οι κατασκευές λαμβάνουν το σύνολο των φορτίων σχεδιασμού συνήθως σε ηλικίες όχι μικρότερες του ενός έτους. Η διαφορά λοιπόν ($f_{365}-f_{28}$) αποτελεί ένα συντελεστή ασφαλείας των κατασκευών. Η θλιπτική αντοχή στην ηλικία του ενός έτους αυξάνεται στα μείγματα ΑΣΣ κατά 20 έως 30% σε σχέση με την αντοχή των 28 ημερών, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τα ΣΣ είναι μεταξύ 13 και 23%. Αν εξετάσουμε το συντελεστή ασφαλείας ($f_{365}-f_{28}$) για τα σκυροδέματα της ίδιας κατηγορίας αντοχής με τη βοήθεια των εξισώσεων του Πίνακα 5, θα παρατηρήσουμε ότι αυτός είναι κάθε φορά κατά 25 με 40% μεγαλύτερος για τα μείγματα ΑΣΣ. Μπορούμε να πούμε λοιπόν ότι ο διαφορετικός ρυθμός εξέλιξης της αντοχής μετά την ηλικία των 28 ημερών προσδίδει στα μείγματα των αυτοσυμπκνούμενων σκυροδεμάτων έναν επιπλέον συντελεστή ασφαλείας.

Συμπεράσματα

Τα μείγματα αυτοσυμπκνούμενου σκυροδέματος που παρασκευάζονται με προσθήκη ασβεστολιθικού φίλλερ παρουσιάζουν διαφορετική εξέλιξη της θλιπτικής αντοχής τους μετά την ηλικία των 7 ημερών. Τόσο οι λόγοι f_7/f_{28} και f_7/f_{5475} όσο και οι βαθμοί ενυδατώσεως στις ηλικίες των 7, 28 και 365 ημερών είναι μικρότεροι σε σχέση με τα αντίστοιχα συμβατικά σκυροδέματα της ίδιας κατηγορίας αντοχής που παρασκευάστηκαν με την ίδια ποσότητα τσιμέντου και τον ίδιο υδατοτσιμεντοσυντελεστή. Η διαπίστωση αυτή είναι ανεξάρτητη από την κατηγορία αντοχής, την προέλευση του τσιμέντου και το είδος των αδρανών (ασβεστολιθικά ή πυριτικά). Η περαιτέρω αύξηση της θλιπτικής αντοχής σε μεγάλες ηλικίες αποτελεί έναν επιπλέον συντελεστή ασφαλείας για τα μείγματα αυτά.

Για την παρασκευή των αυτοσυμπκνούμενων σκυροδεμάτων υψηλής κατηγορίας αντοχής C35/45 δεν χρησιμοποιήθηκε ποσότητα ασβεστολιθικού φίλλερ. Τα μείγματα αυτά, παρότι ανέπτυξαν αντοχές υψηλότερες από τα αντίστοιχα συμβατικά, δεν παρουσίασαν ουσιαστική διαφοροποίηση των λόγων f_7/f_{28} και f_7/f_{5475} ούτε και των βαθμών ενυδατώσεως στις ηλικίες των 7, 28 και 365 ημερών. Φαίνεται λοιπόν ότι η προσθήκη ποσοτήτων ασβεστολιθικού φίλλερ είναι η κύρια αιτία του διαφορετικού ρυθμού εξέλιξης της θλιπτικής αντοχής των αυτοσυμπκνούμενων σκυροδεμάτων στις μεγάλες ηλικίες.

Αναφορές

- Audenaert, K., V. Boel and G. De Schutter. 2003. Water permeability of self-consolidating concrete. *Proc. 11th Int. Congr. Chem. of Cem.* Durban. South Africa. Grieve G. and Owens G. Editors. 1574-1584.
- Audenaert, K., V. Boel and G. De Schutter. 2005. Chloride penetration in self-consolidating concrete by cyclic immersion. *Proc. Design Performance and Use of SCC.* Changsha. Hunan. China. Yu Z., Shi C., Khayat K.H. and Xie Y. Editors. 355-362.
- Audenaert, K. and G. De Schutter. 2003. Chloride penetration in self consolidating concrete. *Proc., Third Int. Symp. on SCC.* RILEM. Reyjavik. Iceland. 818-825.
- BIBM, CEMBUREAU, EFCA, EFNARC, ERMCO. 2005. European Guidelines for Self-Compacting Concrete: Specification. Production and Use. May 2005. *downloadable from www.efnarc.org*
- De Schutter, G., K. Audenaert, V. Boel, L. Vandewalle, D. Dupont, G. Heirman, J. Vantomme and J. D’Hemricourt. 2003. Transport properties in self consolidating concrete and relation with durability: Overview of a Belgian research projec”, *Proc., Third Int. Symp. on SCC.* RILEM. Reyjavik. Iceland. Wallenik O. and Nielsson I. Editors. 799-807.
- Popee, A-M. and G. De Schutter. 2005. Creep and Shrinkage of self-consolidating concret”. *Proc., Design Performance and Use of SCC.* Changsha. Hunan. China. Yu Z., Shi C., Khayat K.H. and Xie Y. Editors. 329-336.
- RILEM. 1999. Self-Compacting Concret”, State of the art Report of RILEM Technical Committee 174-SCC. Skarendahl Å. and Petersson Ö. Editors. p.154.
- Sideris, K. 1993 The cement hydration equation. *Zement-Kalk-Gips. 12 (1993). Edition B. pp.E337-E344.*
- Sideris, K. and K.K. Sideris. 1997. The Cement Hydration Equation and its Application to several Hydration Criteria according to the Literature. *Proc. of the 10th Intern. Congress on the Chemistry of Cement.* Göthenburg. Sweden. June 2-6. 1997. Volume 2. 2ii061.
- Sideris, K. and K.K. Sideris. 2003a. Ten Years Cement Hydration Equation and its Applications to Chemistry and Physics of cement paste, mortar and concrete. Xanthi 2003. ISBN 960-343-722-0. Chapter 1: Ten Years Cement Hydration Equation. p. 1-24.

- Sideris, K. and K.K. Sideris 2003b. Ten Years Cement Hydration Equation and its Applications to Chemistry and Physics of cement paste, mortar and concrete. Xanthi 2003. ISBN 960-343-722-0. Chapter 2: Application procedures of Cement Hydration Equation. p. 25-38.
- Σίδερης, Κ.Κ., Σ. Κυριτσάς και Ε. Χανιωτάκης. 2003. Μηχανικά χαρακτηριστικά και Ανθεκτικότητα Αυτοσυμπυκνούμενων Σκυροδεμάτων παρασκευασθέντων με Ελληνικά Ποζολανικά Υλικά. Πρακτικά 14ου Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος. Κως, 15-17 Οκτωβρίου 2003. Τόμος Β. σελ. 187-193.
- Träghård, Jan. 1999. Microstructural features and related properties of self-consolidating concrete". *Proc. First Int. Symp. on SCC*. RILEM. Stockholm. Sweden. Skarendahl Å. And Petersson Ö. Editors. 175-186.

Development of Self-Compacting Concrete's compressive strength according to the cement hydration equation

N. S. Anagnostopoulos, K. K. Sideris and A. S. Georgiadis

Abstract

The development of the compressive strength of different self compacting concretes is experimentally investigated in this research. The self compacting concretes belonged to different strength classes C20/25, C25/30, C30/37 and C35/45. A total of eight mixtures with different concretes and different type of aggregates were produced. For comparison reasons additional conventionally vibrated concretes (CC) of the same strength classes were also produced with the same cements and aggregates. The compressive strength of all mixtures was studied with the help of the cement hydration equation. The hydration number p was determined using the hydration criterion of mortar's compressive strength. The compressive strength equations were therefore set up for all SCC and CC produced and their compressive strength values at different hydration ages up to 15 years were calculated. The results indicate that in the case of SCC of all tested classes their compressive strength was significantly increased after the age of 7 days. This increase was much higher than the one measured on conventional concretes of the same strength class. It seems therefore that self compacting concretes produced with limestone filler perform a significantly high safety coefficient regarding the increase of their compressive strength at the late hydration ages.

Αιτίες φθοράς υλικών ιστορικών κτιρίων και μέθοδοι αποκατάστασης

Π. Μανίτα

Εργαστήριο Δομικών Υλικών,
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Περίληψη

Η διατήρηση των μνημείων του πολιτισμού αποτελεί γενικό αίτημα και υποχρέωση, με σκοπό την παράδοσή τους στις μελλοντικές γενιές. Στην παρούσα εργασία αναφέρονται οι κύριες αιτίες φθοράς των βασικών υλικών των ιστορικών κτιρίων και παρουσιάζονται οι συνήθεις μέθοδοι αποκατάστασής τους. Οι αιτίες καταστροφής των κονιαμάτων είναι ποικίλες και συχνά αλληλεξαρτώμενες, με αποτέλεσμα τη διάλυση της συνδετικής ύλης, γεγονός που οδηγεί στην μείωση της αντοχής εξ αιτίας της αύξησης του πορώδους. Τα φαινόμενα φθοράς των λίθων και των οπτόπλινθων οφείλονται σε φυσικά αίτια (θερμοκρασιακές μεταβολές, δράση του νερού, παγετός, αμμοβολή, φωτιά, τριβή), χημικά αίτια (ρύπανση από την ατμόσφαιρα) ή βιολογικά αίτια (μικροοργανισμοί, φυτά, ζώα). Τα μέταλλα που συναντώνται στα ιστορικά κτίσματα είναι ο σίδηρος, ο μόλυβδος, ο χαλκός και τα κράματα τους, στην παθολογία των οποίων δεσπόζουν τα προβλήματα του σιδήρου και του χάλυβα από τη διάβρωση. Η φθορά των ξύλων συνήθως προέρχεται από περιβαλλοντικές αιτίες (υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, μύκητες).

Στην συνέχεια, παρουσιάζεται η διαδικασία αποκατάστασης ιστορικών κτιρίων και οι βασικότερες μέθοδοι μέσω των οποίων επιτυγχάνεται. Οι αιτίες καταστροφής διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες: στα δομικά προβλήματα και στα προβλήματα λόγω φθοράς των υλικών. Συνήθως, η διαδικασία αποκατάστασης περιλαμβάνει τον καθαρισμό, την στερέωση και την συντήρηση του παλαιού κτιρίου. Τα περισσότερα ιστορικά κτίρια είναι από λιθοδομή ή οπτοπλινθοδομή, δηλαδή από φυσικούς λίθους ή οπτόπλινθους συνδεδεμένους με κονίαμα. Στην περίπτωση αυτή, γίνεται καθαρισμός της λιθοδομής, απομακρύνεται το σαθρό κονίαμα και αντικαθίσταται με το κονίαμα αποκατάστασης και πραγματοποιούνται όποιες άλλες εργασίες είναι απαραίτητες (τοποθέτηση ελκυστήρων, επανακτίσιμο τμήματος, κ.ά.)

Λέξεις κλειδιά: ιστορικά κτίρια, αιτίες φθοράς, αποκατάσταση, κονίαμα αποκατάστασης

Εισαγωγή

Η απαίτηση της σύγχρονης κοινωνίας για συντήρηση της πολιτισμικής κληρονομιάς, με σκοπό τη διατήρηση της ιστορικής ροής και γνώσης καθώς και της εθνικής ταυτότητας κάθε λαού, είναι η κύρια αιτία της προσπάθειας αποκατάστασης και συντηρήσεως των μνημείων. Σημαντικό ποσοστό της πολιτισμικής κληρονομιάς αποτελούν τα αρχιτεκτονικά μνημεία, το αντικείμενο και οι αρχές αποκατάστασης των οποίων εκφράζονται στη Χάρτα των Αθηνών, στη Χάρτα της Βενετίας (ICOMOS, 1964), στη Διακήρυξη του Άμστερνταμ, στη Διεθνή Χάρτα του ISCARSAH (ICOMOS).

Οι απαιτήσεις αποκατάστασης κάθε ιστορικού κτίσματος είναι διαφορετικές και εξαρτώνται από την ηλικία, το ύψος των διαθέσιμων πόρων και την σπουδαιότητα του κτίσματος (που καθορίζει την έκταση των ερευνών για την επιλογή της μεθόδου αποκατάστασης). Στις απαραίτητες παραμέτρους σχεδιασμού της επισκευής ανήκουν η δομή και η ποιότητα των υλικών. Για το χαρακτηρισμό των παλαιών υλικών δόμησης χρησιμοποιούνται οι ισχύοντες κανονισμοί για τα σύγχρονα υλικά δόμησης και οι μοντέρνες τεχνικές ανάλυσης, διότι δεν υπάρχουν θεσμοθετημένοι κανόνες ελέγχου "ιστορικών" υλικών. Σε κάθε περίπτωση αποκατάστασης είναι απαραίτητη η ακριβής εκτίμηση των παλαιών υλικών και των παραγόντων που συνετέλεσαν στην αλλοίωσή τους. Επιπλέον, ιδιαίτερη προσοχή δίδεται σε ορισμένες παραμέτρους των παλαιών υλικών, όταν αυτά αποφασισθεί να χρησιμοποιηθούν εκ νέου στην επισκευή ενός κτίσματος.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι κύριες αιτίες φθοράς των παλαιών κονιαμάτων, των λίθων δομής, των μετάλλων και του ξύλου και αναπτύσσονται οι μηχανισμοί απώλειας αντοχής και αποσύνθεσης. Στην συνέχεια, εξετάζεται η παθολογία και η διαγνωστική των κατασκευών από λιθοδομή. Τέλος, δίδονται γενικές πληροφορίες και στοιχεία για τις επεμβάσεις αποκατάστασης.

Αιτίες φθοράς των υλικών των ιστορικών κτιρίων

Κονιάματα

Η τέχνη της τοιχοποιίας και των κονιαμάτων αναπτύχθηκε ιδιαίτερα στην Μεσογειακή λεκάνη κατά την ιστορική εποχή. Καθ' όλη τη διάρκεια της χρήσης τους τα κονιάματα παρασκευάζονταν για διάφορες εφαρμογές, από συνδετικό υλικό έως επίχρισμα σε τοίχους όπου λειτουργούσαν ως βάση για τη ζωγραφική τοιχογραφιών (frescoes). Ανάλογα με τη χρήση τους,

τα είδη που συναντούμε στις παλαιές κατασκευές είναι τόσο φέροντα (κονιάματα δομής), όσο και φερόμενα (όπως αρμολογήματα, επιχρίσματα). Εκτός από την ποικιλία χρήσεως, έντονη διαφοροποίηση μεταξύ των κονιαμάτων προκαλούν η ποιότητα και η κοκκομετρία των πρωτογενών υλικών, η τεχνολογία παραγωγής, η διαδικασία της προετοιμασίας και της εφαρμογής. Με την μεταβολή των παραπάνω παραμέτρων προκύπτουν κονιάματα με σχεδιασμό και παρασκευή που εξυπηρετούν τις διάφορες απαιτήσεις των ιστορικών κατασκευών.

Στην πλειονότητα των ιστορικών κατασκευών στην Ελλάδα είχε χρησιμοποιηθεί ασβεστοκονίαμα. Το συνδετικό υλικό του ήταν άσβεστος και φυσική ποζολάνη (Θηραϊκή γη) ή/και κουρασάνι (σκόνη κεραμικού υλικού) που προσέδιδαν υδραυλικές ιδιότητες στην κονία. Τα χρησιμοποιηθέντα αδρανή αποτελούντο από ποταμίσια πυριτική άμμο, στρογγυλεμένα χονδρόκοκκα χαλίκια με διαφορετικό μέγιστο μέγεθος κόκκου και συχνά, από θραύσματα οπτόπλινθου. Η αναλογία κονιάς προς αδρανή ήταν 1:2 έως 1:3 και η κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών δεν ήταν σταθερή [Karaveziroglou et al, 1989]. Η σύνθεση των αδρανών, το συνδετικό υλικό, τα ενδεχόμενα πρόσθετα για πιθανή βελτίωση των ιδιοτήτων των κονιαμάτων (ζωικές ίνες, αυγό, αποστάγματα, κ.ά.) και οι αναλογίες μείξεως των παραπάνω συστατικών καθόριζαν την ποιότητα και τις μηχανικές ιδιότητες των κονιαμάτων.

Οι αιτίες φθοράς των παλαιών κονιαμάτων είναι ποικίλες και συχνά αλληλεξαρτώμενες. Συνήθως προέρχονται από κακοτεχνίες, υγρασία, διαλυτά άλατα, παγετό, υπέρβαση του ορίου αντοχής θλίψεως, φωτιά και βιολογικές επιδράσεις. Συνέπεια αυτών είναι ο μετασχηματισμός τεμαχιδίων του υλικού σε νέες υδατοδιαλυτές χημικές ενώσεις, η δημιουργία εξανθημάτων ή η καταστροφή του ιστού του κονιάματος από διάφορα βλαβερά συστατικά. Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα τη διάλυση της συνδετικής ύλης, γεγονός που προκαλεί την αύξηση του πορώδους και κατά συνέπεια την πτώση της μηχανικής αντοχής. Ακολουθώς παρουσιάζονται οι σημαντικότερες αιτίες καταστροφής των παλαιών κονιαμάτων.

i) Η *πτώση της μηχανικής αντοχής* του κονιάματος (θλιπτικής και εφελκυστικής) επέρχεται λόγω της φυσιολογικής γήρανσης του υλικού.

ii) Ο *ερπυσμός* στα κονιάματα διαρκεί αρκετά χρόνια και εξαρτάται από το μέτρο ελαστικότητας, τη θλιπτική αντοχή, την περιεκτικότητα σε νερό και το χρόνο φόρτισης [Σίδερης 1984].

iii) Σημαντική είναι η φθορά που προκαλείται από την *συνεχή ροή του νερού ή των σωματιδίων που μεταφέρονται από το νερό*. Οι παράγοντες που

επηρεάζουν το μέγεθος της υδροφθοράς είναι : α) η ταχύτητα της ροής του νερού, β) η ταχύτητα και το είδος της κίνησης που εκτελούν τα σωματίδια που μεταφέρονται από το νερό, γ) η συνολική ποσότητα των μεταφερόμενων σωματιδίων, δ) το σχήμα, το μέγεθος και το βάρος των μεταφερόμενων σωματιδίων και ε) η σκληρότητα του κονιάματος [Τάσιος 1993].

iv) Σημαντική παράμετρος της ανθεκτικότητας του κονιάματος είναι το *περιεχόμενο ποσοστό υγρασίας*, εφόσον οι περισσότεροι μηχανισμοί φθοράς για να πραγματοποιηθούν χρειάζονται νερό. Συνήθως, διάφορες διαβρωτικές ουσίες μεταφέρονται διαλυμένες μέσα στο νερό (π.χ. διοξείδιο του άνθρακα, άλατα χλωρίου και θεικών, κ.α.). Γενικά, ο ρυθμός διάχυσης και άρα η συγκέντρωση των ουσιών αυτών μειώνεται, όταν μειώνεται η ποσότητα της υγρασίας στο κονίαμα [Τάσιος 1993].

v) Τα *διαλυτά άλατα* που μεταφέρονται μέσω των τριχοειδών πόρων από το έδαφος ή ενυπάρχουν στα υλικά της τοιχοποιίας και ενεργοποιούνται από την υγρασία, διαχέονται από τα υλικά μέσω των πόρων. Εάν το κονίαμα έχει πολύ μικρό πορώδες σε σχέση με τα γειτονικά του υλικά (λίθος, οπτόπλινθος, κ.λ.π.) δυσχεραίνει την "αναπνοή", δηλαδή την ελεύθερη εξάτμιση του νερού από τους πόρους και οδηγεί την εναπόθεση των αλάτων στα τοιχώματα των πόρων των λίθων δομής. Η κρυστάλλωση των αλάτων, κάτω από την εξωτερική επιφάνεια και ειδικότερα μέσα στους πόρους, οδηγεί στη δημιουργία κρυσταλλικών πιέσεων, οι οποίες τελικά μπορούν (ανάλογα με την έντασή τους) να οδηγήσουν στη ρηγμάτωση λόγω ανάπτυξης εσωτερικών τάσεων. Ενίοτε, επέρχεται μείωση της αρχικής διατομής του κονιάματος λόγω των χημικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα (επιφανειακή αποφλοίωση).

vi) Η *θερμοκρασία* είναι παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά την ανθεκτικότητα των κονιαμάτων. Οι ακραίες μεταβολές των τιμών της θερμοκρασίας προκαλούν διαδοχικούς κύκλους ψύξης – απόψυξης του υλικού (δηλαδή πήξης και τήξης του νερού των πόρων), με αποτέλεσμα στα μη ανθεκτικά κονιάματα να προκαλείται απώλεια βάρους λόγω απότριψης και μείωση της μηχανικής αντοχής.

vii) Με την πτώση της θερμοκρασίας επέρχεται *παγετός*, που οδηγεί στην πήξη του νερού που βρίσκεται στους τριχοειδείς πόρους, με αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του (κατά 9%). Η αύξηση προκαλεί την άσκηση ισχυρών υδραυλικών πιέσεων στα τοιχώματα των πόρων (μέσω του νερού που δεν έχει παγώσει), η οποία συχνά οδηγεί σε τοπική θραύση του ιστού του κονιάματος. Εάν μετά την αύξηση της θερμοκρασίας ακολουθήσει νέα πτώση της, η θραύση του ιστού επεκτείνεται. Έτσι, οι εναλλαγές παγετού –

τήξης επιβαρύνουν αθροιστικά το υλικό, προκαλώντας τελικά την μείωση της τελικής αντοχής του [Τριανταφύλλου 1997]. Η φθορά λόγω του παγετού εμφανίζεται με διάφορες μορφές, συνηθέστερες των οποίων είναι η ρηγμάτωση στην επιφάνεια του κονιάματος και η απολέπιση, που χαρακτηρίζεται από την αφαίρεση μικρών τεμαχίων από την επιφάνεια και τη δημιουργία μικρών κοιλιοτήτων. Στα κονιάματα που υπάρχουν μεγάλα αδρανή, τα οποία είναι ευπαθή στον παγετό και βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια, προκαλούνται εκτινάξεις λόγω της κρυσταλλικής πίεσης που ασκεί ο παγετός στην εξωτερική επιφάνεια του κόκκου.

viii) Φθορά στα παλαιά κονιάματα δημιουργούν και οι βιολογικές επιδράσεις που προέρχονται κυρίως από τη δράση των φυτών. Οι ρίζες των φυτών διεισδύουν στις μικρορωγμές του κονιάματος και ασκούν πιέσεις, με αποτέλεσμα την αύξηση της υπάρχουσας ρηγμάτωσης. Επιπλέον, η σήψη τους δίνει χουμικό οξύ που προκαλεί διάβρωση. Ακόμη, τα φύκια είναι δυνατό να προκαλέσουν φθορά, όταν βρίσκονται σε περιβάλλον που διαβρέχεται και ξηραίνεται, διότι συγκρατούν θαλασσινό νερό που περιέχει αυξημένη ποσότητα αλάτων λόγω της εξάτμισης [Τριανταφύλλου 1997].

Λίθοι δομής

Οι λίθοι που χρησιμοποιούνται στην οικοδομική ποικίλουν ως προς τη γεωλογική προέλευση, την σύσταση, τις φυσικές ιδιότητες και την μηχανική αντοχή. Εκτός όμως των διαφορετικών χαρακτηριστικών, ενίοτε λίθοι της ίδιας προέλευσης και υπό τις ίδιες φαινομενικά συνθήκες, εμφανίζουν διαφορετική αντοχή, λόγω της ανομοιογένειας του φυσικού πετρώματος από το οποίο προέρχονται, αλλά και από τη θέση τους στο κτίριο και την ενδεχόμενη λάξευσή τους. Άλλοι παράγοντες καθοριστικής σημασίας για την παθολογία του λίθου είναι τα ίδια χαρακτηριστικά του (είδος πετρώματος, ορυκτολογική σύσταση, ιστός, υφή, τρόπος λατόμευσης και επεξεργασίας, πιθανές προηγούμενες κατεργασίες για προστασία), καθώς και τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος (ατμοσφαιρικοί παράγοντες, βιολογικοί παράγοντες, είδος εδάφους, ύπαρξη θάλασσας ή ποταμού). Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι συνηθέστερες αιτίες καταστροφής των δομικών λίθων.

i) Η συνηθέστερη αιτία μηχανικής καταστροφής είναι η υπέρβαση των ορίων θλίψεως με αποτέλεσμα την πρόκληση ρηγμάτωσης. Συχνά συναντάται και η μηχανική αποσύνθεση που προκαλείται από δυνάμεις αναπτυσσόμενες στο εσωτερικό της πέτρας (στους πόρους, ρωγμές) από την πήξη του νερού λόγω παγετού, τη δημιουργία ή ενυδάτωση κρυστάλλων των διαλυτών αλάτων ή ακόμα από τη διάβρωση ενσφηνωμένων μετάλλων

και ορυκτών εγκλεισμάτων.

ii) Στα φυσικά αίτια περιλαμβάνεται η φθορά εξ αιτίας *θερμοκρασιακών μεταβολών* (ατμοσφαιρικές συνθήκες, πυρκαγιά). Συνήθως, οι λίθοι αποτελούνται από περισσότερα του ενός ορυκτά με διαφορετικούς συντελεστές θερμικής συμπεριφοράς. Κατά τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, διαστέλλονται και συστέλλονται με διαφορετική ταχύτητα και όχι στον ίδιο βαθμό, γεγονός που οδηγεί στην ανάπτυξη τάσεων στο εσωτερικό της μάζας του υλικού και κατ' επέκταση σε ρηγματώσεις. Εντονότερη εμφανίζεται η αλλοίωση στους ασβεστόλιθους, σε περίπτωση πυρκαγιάς, όπου η υψηλή θερμοκρασία προκαλεί ασβεστοποίηση (μετατροπή του CaCO_3 σε CaO).

iii) Το νερό ελέγχει την ενυδάτωση, μεταφορά, κρυστάλλωση και ανακρυστάλλωση των αλάτων, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν τη δημιουργία στεγανών στρωμάτων στην επιφάνεια με δυσμενή αποτελέσματα. Αποτέλεσμα των εσωτερικών πιέσεων που δημιουργεί η κρυστάλλωση των διαλυτών αλάτων είναι η απολέπιση των λίθων με μεγάλο πορώδες, που ξεκινά από την εξωτερική επιφάνεια των λίθων και εντεινόμενη οδηγεί στην μείωση της διατομής τους, η οποία τελικά προκαλεί την πτώση της φέρουσας ικανότητάς τους. Σε λίθους με κακή στεγάνωση και μικρορηγματώσεις, ο παγετός επιδεινώνει τη φθορά διευρύνοντας τις υπάρχουσες μικρορηγματώσεις ή δημιουργώντας νέες. Επιπλέον, η συνεχής ροή του νερού στην ίδια επιφάνεια προκαλεί έντονη τοπική φθορά, π.χ. σε γείσα, υδρορροές.

iv) Άλλη αιτία φθοράς των λίθων είναι η συνεχής *έκθεσή τους στον άνεμο* και στην αμμοβολή (κυρίως σε παραθαλάσσιες τοποθεσίες). Τα φαινόμενα αυτά αναγνωρίζονται εύκολα από τα αποτελέσματα που δημιουργούν, δηλαδή τα ιδιόμορφα σχήματα που δίνουν στις φθειρόμενες επιφάνειες.

v) Τα χημικά αίτια φθοράς των δομικών λίθων συναρτώνται της σύστασής τους. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι *χαρακτηριστικές δράσεις της ρυπογόνου ατμόσφαιρας*. Τα αποτελέσματα της δράσης του CO_2 και του SO_2 της ατμόσφαιρας είναι δυσμενή και παρουσιάζονται κυρίως στους ασβεστόλιθους. Το CO_2 αποτελεί φυσικό συστατικό της ατμόσφαιρας. Αυτό, όταν διαλυθεί στο νερό της βροχής μετατρέπεται σε ένα ασταθές οξύ (με τύπο H_2CO_3), ελάχιστη ποσότητα του οποίου μπορεί να προσβάλλει τον ασβεστόλιθο. Η προσβολή αυτή είναι πρακτικά ασήμαντη, όταν δεν γίνεται σε μεγάλη έκταση, λόγω της άμεσης ανακρυστάλλωσης του ασβεστίου, έστω και εάν επαναλαμβάνεται σε κάθε βροχή επί αιώνες.

Αντίθετα το SO_2 είναι καταστρεπτικό για τους λίθους δομής. Συναντάται στην ατμόσφαιρα των πόλεων τις τελευταίες δεκαετίες και η συγκέ-

ντρωσή του αυξάνεται συνεχώς λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας. Οι περιπτώσεις προσβολής είναι:

α) απ' ευθείας προσβολή του λίθου από το SO_2 . Συνήθως, οι συνθήκες από πλευράς σχετικής υγρασίας στην ατμόσφαιρα είναι τέτοιες που πρακτικά οδηγούν στον σχηματισμό γύψου.

β) ταχεία καταλυόμενη οξειδωση του SO_2 (αντίδραση που μπορεί να συμβεί στην ατμόσφαιρα ή στην επιφάνεια της πέτρας) και σχηματισμός γύψου.

Εν ολίγοις το SO_2 και κυρίως το SO_3 διαλύονται στο νερό της βροχής και δίνουν θειώδες και θειικό οξύ το οποίο γυψοποιεί τους ασβεστόλιθους. Τα γυψοποιημένα μέρη που βρέχονται από τη βροχή διαλύονται και αποπλένονται, ενώ όσα δεν βρέχονται παραμένουν και μακροχρόνια δημιουργούν κρούστες που ύστερα θρυμματίζονται. Και στις δύο περιπτώσεις, ο ασβεστόλιθος επαναπροσβάλλεται και η χημική διαδικασία επαναλαμβάνεται. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι συνήθως οι γυψοποιημένες επιφάνειες συγκρατούν την αιθάλη και την σκόνη, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μαύρης κρούστας.

vi) Στα βιολογικά αίτια φθοράς των παλαιών λίθων ανήκουν οι μικροοργανισμοί, τα φυτά και τα ζώα, τα οποία δύνανται να προκαλέσουν εκτεταμένες φθορές. Τα βακτήρια και οι βάκιλοι τρέφονται από το υπάρχον οργανικό υλικό που συνήθως παράγουν οι λειχήνες στην επιφάνεια της πέτρας, ενώ οι μύκητες εκκρίνουν σημαντικές ποσότητες οργανικών διαβρωτικών οξέων (κυρίως κιτρικό και οξαλικό) στο χαμηλό μέρος του τοίχου, όπου συναντώνται. Οι λειχήνες προσβάλλουν την επιφάνεια του λίθου με την έκκριση ουσιών ή με την κατακράτηση νερού (διατηρώντας την επιφάνεια υγρή για μεγάλα διαστήματα) και προκαλούν τη δημιουργία λεκέδων χρώματος πορτοκαλοκίτρινου, καφέ, γκριζου ή άσπρου. Τα βρύα υποδηλώνουν αρχόμενη καταστροφή και αυξημένες συνθήκες υγρασίας. Τόσο τα βρύα, όσο και οι λειχήνες είναι οργανισμοί εξαιρετικά ανθεκτικοί σε ακραίες συνθήκες, δηλαδή συγκρατούν νερό, αντέχουν στην ξηρασία και μετά το τέλος της συνεχίζουν τη ζωή τους. Τα φύκια έχουν διατηρητικές ικανότητες, δημιουργούν ανώμαλη και βρώμικη επιφάνεια και απομακρύνονται δύσκολα, μόνο όταν πεθάνουν. Τα άγρια φυτά, όπως αγριόκρινι, κάπαρη, τσουκνίδες, δημιουργούν προβλήματα εξ αιτίας των μηχανικών τάσεων που ασκούν οι ρίζες τους. Τέλος, τα πουλιά είναι σημαντικές αιτίες φθοράς διότι ο ρύπος τους (guano) είναι πλούσια πηγή φωσφορικού και νιτρικού οξέως, τα οποία αντιδρώντας με τα ανθρακικά άλατα των λίθων προκαλούν την μετατροπή τους σε φωσφορικά και νιτρικά άλατα.

Ας σημειωθεί ότι, η παθολογία των μαρμάρων είναι στην ουσία η ίδια με εκείνη των ασβεστολιθικών πετρωμάτων που χρησιμοποιούνται ως λίθοι δομής [Μπούρας, 1983]. Ο παγετός δημιουργεί διότι το νερό των πόρων παγώνει και διογκώνεται, με αποτέλεσμα τη ρηγμάτωση και αποσάθρωση του μαρμάρου. Τα άλατα είτε αναρριχώνται από το έδαφος μέσω των πόρων του υλικού, είτε διεισδύουν με τη βροχή, ασκούν μηχανικές πιέσεις οι οποίες συνεπικουρούνται από το φαινόμενο της κόπωσης που προκαλούν οι κύκλοι διάσπασης και επανασηματισμού των αλάτων, ανάλογα με τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Οι χημικές προσβολές του μαρμάρου είναι η ασβεστοποίηση που πραγματοποιείται με πολύ μικρή ταχύτητα και η προσβολή από θειικό ή νιτρικό οξύ που οφείλεται στην ρύπανση της ατμόσφαιρας και είναι ταχύτερη. Οι τρεις αυτές δράσεις (όξινη βροχή) πραγματοποιούνται μόνο με την παρουσία νερού της βροχής και ενώ η πρώτη προκαλεί πολύ μικρές καταστροφές, οι δύο άλλες προκαλούν την εξάλειψη των λεπτομερειών, ρηγματώσεις, αποφλοιώσεις και ακόμη, αποκολλήσεις τμημάτων των μαρμάρων, διότι καταστρέφουν την συνάφεια των κόκκων τους. Ακόμη και αν δεν διαβρέχεται η επιφάνεια του μαρμάρου πραγματοποιείται γυψοποίηση (ή θείωση), διεργασία κατά την οποία η επιφάνεια μετατρέπεται σε γύψο. Επίσης, η ψηγματοβολή προκαλεί σοβαρή φθορά, όπως για παράδειγμα στον ναό του Ποσειδώνα στο Σούνιο, όπου ανεμοφερτά σωματίδια με διάμετρο άνω των 500 nm, βάλλουν τις επιφάνειες του μνημείου και προκαλούν αποξέσεις, κυρίως των προεξοχών και των γλυπτών διακόσμων, εν είδη αμμοβολής. Τα αιωρούμενα σωματίδια με διάμετρο κάτω των 500nm κατακάθονται στις γυψοποιημένες επιφάνειες, με αποτέλεσμα να τις λερώνουν δίνοντάς τους είτε κόκκινο (Fe_2O_3), είτε μαύρο χρώμα (C), ενώ στα σημεία όπου διαρρέει και λιμνάζει το νερό οι επιφάνειες λερώνονται και από συνδυασμό γυψοποίησης και κατακάθισης αιωρούμενων σωματιδίων, οπότε δημιουργείται η μαύρη κρούστα. Ακόμη, διάφοροι φυτικοί και ζωικοί μικροοργανισμοί προσβάλλουν και φθείρουν τα μάρμαρα.

Μέταλλα

Τα μέταλλα που κυρίως χρησιμοποιήθηκαν στα ιστορικά κτίσματα είναι ο σίδηρος, ο μόλυβδος, ο χαλκός και τα κράματά τους [Μανίτα, 1997].

Στην παθολογία του *σιδήρου* δεσπόζουν τα προβλήματα λόγω οξειδωσης του υλικού. Η οξειδωση οδηγεί στη διαστολή των σιδηρών στοιχείων, με τις γνωστές δυσμενείς επιπτώσεις στους λίθους και τα μάρμαρα. Η αρχαία μέθοδος της μολυβδοχοήσεως των σιδηρών γόμφων και συνδέσμων προσέφερε αεροστεγανότητα που απέκλειε την οξειδωσή τους. Όμως, στις

σύγχρονες συνθήκες του δυσμενούς θαλάσσιου περιβάλλοντος ή του μολυσμένου των πόλεων, η διάβρωση και η οξειδωση των σιδηρών στοιχείων είναι σχεδόν αναπόφευκτη.

Σχετικά με τον *μόλυβδο*, που είναι ένα πολύτιμο οικοδομικό υλικό, χρησιμοποιήθηκε στην κάλυψη των στεγών σε βυζαντινά και οθωμανικά μνημεία στον Ελλαδικό χώρο, αλλά και στον Ευρωπαϊκό την ίδια περίοδο. Σοβαρό μειονέκτημά του είναι ότι σε καθαρή μορφή ρέει. Πράγματι, σε μακρό χρονικό διάστημα και κάτω από την αδιάκοπη ηλιακή ακτινοβολία, τα μολύβδινα φύλλα των στεγών και των τρούλων γίνονται λεπτότερα στα ψηλά μέρη και παχύτερα στα χαμηλά, με αποτέλεσμα την εξασθένηση και τελικά την καταστροφή τους. Ακόμη, σημειώνεται ότι ο μόλυβδος παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στη φυσική οξειδωση, αλλά προσβάλλεται τόσο από το διοξείδιο-τριοξείδιο του θείου της μολυσμένης ατμόσφαιρας των πόλεων, όσο και από το φωσφορικό οξύ του *guano* των περιστερών. Τα χημικά αυτά αίτια έχουν δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στην περίπτωση μιας άλλης εφαρμογής του μετάλλου αυτού, στα υαλογραφήματα (*vitraux*) των παραθύρων των μεσαιωνικών και μεθυστερων κτισμάτων στις Ευρωπαϊκές πόλεις.

Ο χαλκός και τα κράματά του (μπρούντζος, ορείχαλκος) προσβάλλονται από οξειδωση κατά την έκθεσή τους στον ατμοσφαιρικό αέρα, όμως δημιουργείται ένα στρώμα οξειδίων που προστατεύει το υλικό από την περαιτέρω φθορά και το σπουδαιότερο δεν επέρχεται διόγκωση, όπως στην περίπτωση του σιδήρου.

Ξύλο

Το ξύλο είναι βασικής σημασίας υλικό στις παλαιές κατασκευές και συναντώνται σε μεγάλη ποικιλία μορφής και χρήσης, με αποτέλεσμα την πολύπλοκη παθολογία τους. Τα περισσότερα είδη ξύλου δεν έχουν απολύτως σταθερό σχήμα, λόγω της συστολής, διαστολής ή κύρτωσης που υφίστανται λόγω της αλλαγής θερμοκρασίας ή υγρασίας. Επίσης, υπό συνθήκες συνεχούς κάμψεως αλλάζουν σχήμα και ενίοτε, παραμορφώνονται μόνιμα, κυρίως όταν έχουν πρόσφατα υλοτομηθεί.

Οι συνηθέστερες αιτίες καταστροφής του ξύλου είναι βιολογικές και εξαρτώνται από το είδος του ξύλου και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Τα βακτήρια και οι μύκητες αναπτύσσονται σε κατάλληλες συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας και αερισμού και ζουν παρασιτικά. Τρέφονται αρχικά από τους χυμούς και εν συνεχεία από το ίδιο το ξύλο, προκαλώντας σήψη, αλλαγή χρώματος και εμφάνιση μούχλας. Ακόμη, τα έντομα (λύκτος, ανόβιο)

εναποθέτουν τα αυγά τους στις σχισμές του φλοιού και του κορμού, με συνέπεια τα σαράκια που εξέρχονται από αυτά να τρέφονται από το ξύλο. Έτσι, προχωρώντας προς το εσωτερικό δημιουργούν ένα σύμπλεγμα από κανάλια και σπήλαια, που προκαλεί την μετατροπή του ξύλου σε σκόνη και την καταστροφή του ιστού.

Οι φυσικές αιτίες καταστροφής του ξύλου είναι διάφορες. Η ενδογενής και η εξωγενής υγρασία δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη σαπρομυκήτων που οδηγούν στην σήψη. Ο παγετός προκαλεί απότομη ψύξη του χυμού ή της εξωγενούς υγρασίας με αποτέλεσμα επιφανειακές ρηγματώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία οδηγεί σε χρωματικές αλλοιώσεις του ξύλου. Τέλος, σε υψηλές θερμοκρασίες το ξύλο καίεται και τούτο είναι το μεγαλύτερο μειονέκτημά του ως δομικό υλικό.

Η προσβολή του ξύλου από χημικές ουσίες δεν παρατηρείται συχνά διότι η αντοχή του προς αυτές είναι ικανοποιητική.

Μέθοδοι αποκατάστασης ιστορικών κτιρίων

Οι αιτίες καταστροφής των κατασκευών από λιθοδομή διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες: στα δομικά προβλήματα και στα προβλήματα λόγω φθοράς των υλικών (λίθων και κονιαμάτων). Τα δομικά προβλήματα προέρχονται από λάθη σχεδιασμού σε συνδυασμό ενίοτε με κακοτεχνίες (κακή επιλογή υλικών, ανεπαρκής σύνδεση των δομικών μελών, κακή χρήση, πλημμελής συντήρηση) και οι αιτίες φθοράς των υλικών προκύπτουν συνήθως, από περιβαλλοντικές και καιρικές συνθήκες (επιδράσεις της ατμόσφαιρας, δράση του νερού, μηχανική δράση των φυτών), όπως ήδη αναλύθηκε.

Οι τεχνικές αποκατάστασης και ενίσχυσης των μνημείων διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τις αναστρέψιμες και τις μη αναστρέψιμες [Penelis et al, 1989]. Οι αναστρέψιμες μέθοδοι είναι δυνατό να αντικατασταθούν μελλοντικά εάν κριθούν ανεπαρκείς ή εάν αναπτυχθούν βελτιωμένες μέθοδοι και υλικά. Την αρχή της αναστρεψιμότητας δεν περιλαμβάνει η Χάρτα της Βενετίας και επιπλέον όλα τα προβλήματα δεν αντιμετωπίζονται μόνο με αυτές. Αντίθετα, οι ανάγκες των κτιρίων θεραπεύονται κυρίως με μη αναστρέψιμες μεθόδους, όπως τα ενέματα, η αφαίρεση του σαθρού κονιάματος και η αντικατάστασή του με κονίαμα αποκατάστασης, η αντικατάσταση των λίθων ή οπτοπλίνθων, κ.ά. Στις μεθόδους αυτές ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στην συμβατότητα των υλικών αποκατάστασης και ενίσχυσης με τα πρωτότυπα και στην ανθεκτικότητα των νέων υλικών.

Μετά την τεκμηρίωση της υπάρχουσας κατάστασης του παλαιού κτιρίου και του εντοπισμού των προβλημάτων του (αξιολογώντας επιτόπιες εργασίες και εργαστηριακές έρευνες), αποφασίζεται η κατάλληλη μέθοδος αποκατάστασης. Η επιλογή της μεθόδου αποκατάστασης ενός παλαιού κτιρίου πρέπει να σέβεται την ιστορική υπόστασή του, να είναι διακριτή και ει δυνατόν αναστρέψιμη και τυχούσες προσθήκες ή αντικαταστάσεις να ενσωματώνονται αρμονικά στο σύνολο, όπως ορίζεται από τον Χάρτη της Βενετίας για την αποκατάσταση και αναστήλωση των μνημείων.

Οι κυριότερες εργασίες καθαρισμού, στερέωσης και συντήρησης της ανωδομής ενός παλαιού κτιρίου από λιθοδομή, είναι οι εξής: ο καθαρισμός των λιθοδομών, η αφαίρεση των σαθρών κονιαμάτων και η εφαρμογή νέων, ο εμποτισμός με ενέματα, τα ποικίλα απαραίτητα επανακτισίματα, η επαναφορά στην κατακόρυφο τοίχων που παρουσιάζουν απόκλιση, η κατασκευή μανδύων, η τοποθέτηση ελκυστήρων, οι ανακατασκευές θόλων ή τόξων, κ.ά [Ξεναρίου, 1995].

Συνήθης εργασία κατά την αποκατάσταση λιθοδομής είναι η αφαίρεση των σαθρών κονιαμάτων και η εφαρμογή νέων. Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζονται στην εκτίμηση της ποιότητας των παλαιών κονιαμάτων είναι ποικίλες και διαφορετικές σε κάθε περίπτωση. Οι σημαντικότερες εξ αυτών είναι: α) η εξαγωγή δειγμάτων κατάλληλων για δοκιμές, β) η μείωση της ομοιογένειας στα δείγματα σε σχέση με την κατασκευή, με αποτέλεσμα τη δυσκολία προβλέψεων (κυρίως αντοχής), γ) η σημαντική διασπορά στις ιδιότητες ενός συγκεκριμένου τύπου υλικού, δ) η διαταραχή της εντατικής κατάστασης τμήματος του ιστού του συνδετικού υλικού (αποφόρτιση και ανακατανομή τάσεων) με την εξαγωγή του από την κατασκευή, σε σύγκριση με τη φάση λειτουργίας του [Penelis et al, 1989]. Για αξιόπιστα αποτελέσματα των μηχανικών ιδιοτήτων απαιτείται μεγάλος αριθμός δειγμάτων για συνήθεις εργαστηριακές καταστρεπτικές δοκιμές. Ενίοτε χρειάζονται επιπλέον μη καταστρεπτικές δοκιμές, όπως δοκιμή κρουσιμέτρησης (αντοχές τοιχοποιίας) και δοκιμή ταχύτητας υπερήχων (δυναμικό μέτρο ελαστικότητας), στην υπό εξέταση περιοχή ή πλησίον αυτής. Σε ορισμένες περιπτώσεις λαμβάνονται και αδιατάρακτα δείγματα για περαιτέρω εργαστηριακούς ελέγχους (χημικές αναλύσεις, προσδιορισμός κατανομής πόρων, κ.λ.π.).

Μετά τον προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών των παλαιών κονιαμάτων, αναζητώνται οι ιδιότητες που απαιτούνται από τα κονιάματα αποκατάστασης. Η προσπάθεια παρουσίασης των χαρακτηριστικών ενός ιδεατού κονιάματος αποκατάστασης, οδήγησε στην παρακάτω λίστα [P. Rota Rossi-Doria, 1986]:

- 1) εύκολη εργασιμότητα
- 2) σύντομη και αξιόπιστη πήξη τόσο σε υγρό, όσο και σε ξηρό περιβάλλον
- 3) χαμηλή ξήρανση κατά τη διάρκεια της πήξης
- 4) μηχανικά και θερμικά χαρακτηριστικά και πορώδες παρόμοια των αντιστοιχών των στοιχείων της τοιχοποιίας (λίθοι, οπτόπλινθοι, κ.λ.π.), και
- 5) όσο το δυνατόν μειωμένη περιεκτικότητα σε διαλυτά άλατα.

Οι δύο τελευταίες απαιτήσεις υποδεικνύουν ότι ένα ιδεατό κονίαμα αποκατάστασης πρέπει να είναι, τουλάχιστον, αβλαβές.

Με βάση δημοσιευμένες μελέτες στη βιβλιογραφία έχουν συγκεντρωθεί αντιπροσωπευτικά πειραματικά δεδομένα σχετικά με τα κονιάματα αποκατάστασης και έχει μελετηθεί συγκεντρωτικά η επίδραση των χαρακτηριστικών συστατικών τους στις μηχανικές ιδιότητες [Μανίτα, 1999]. Από την ανάλυση αυτή προέκυψε ότι κρίσιμες παράμετροι σχεδιασμού των κονιαμάτων αποκατάστασης είναι ο τύπος των αδρανών και η ποσότητα της περιεχόμενης ποζολάνης.

Αναφορικά με τα αδρανή, τα κονιάματα που περιείχαν θραύσματα οπτόπλινθου αντί ή μαζί με ποταμίσια αδρανή, έδειξαν πιο σταθερή συμπεριφορά από τα αντίστοιχα χωρίς οπτόπλινθο. Οι μηχανικές αντοχές αναπτύχθηκαν πιο ομαλά, όπως και πιο σταθερή ήταν η πορεία τους μετά την ηλικία των 28 ημερών. Τα θραύσματα οπτόπλινθου δεσμεύουν νερό μέσω προσρόφησης κατά την μείξη του κονιάματος, το οποίο αποδίδεται σταδιακά κατά την περίοδο της ωρίμανσης. Αποτέλεσμα αυτού είναι μια πιο αργή διαδικασία ενυδάτωσης και αύξηση της αντοχής (ιδιαίτερα έντονη στα κονιάματα με υψηλή περιεκτικότητα σε τσιμέντο). Παρατηρήθηκε ότι τα κονιάματα με οπτόπλινθο παρουσιάζουν μεγαλύτερη θλιπτική αντοχή στην ίδια ηλικία, από τα αντίστοιχα με άμμο ίσης ειδικής επιφάνειας.

Η προσθήκη ποζολανικού υλικού (Θηραϊκή γη, Σκυδραϊκή γη, σκόνη οπτόπλινθου) στα κονιάματα βελτιώνει τις ιδιότητες τους λόγω της υδραυλικότητας των ποζολανών και επηρεάζει την τελική θλιπτική αντοχή. Η αύξηση της περιεχόμενης ποζολάνης αυξάνει την τελική θλιπτική αντοχή του υλικού, αλλά μειώνει την αντίστοιχη αντοχή στην ηλικία των 28 ημερών. Ειδικότερα, τα κονιάματα που περιείχαν σκόνη οπτόπλινθου στο μείγμα τους παρουσίαζαν μεγαλύτερες αντοχές μακροπρόθεσμα, από τα αντίστοιχα κονιάματα χωρίς σκόνη οπτόπλινθου.

Βιβλιογραφία

- Karaveziroglou et al. 1989. Criteria for Selecting Materials for Repair Brick Masonry. *Proceedings* International Technical Conference on Structural Conservation of Stone Masonry. Athens.
- Μανίτα, Π. 1997. Διάγνωση και Μέθοδοι Αποκαταστάσεως Παραδοσιακών Κτιρίων – Μνημείων με Έμφαση στην Παθολογία των Δομικών Υλικών. *Διπλωματική Εργασία*. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΔΠΘ. Ξάνθη.
- Μανίτα, Π. 1999. *Αποκατάσταση των κονιαμάτων – Διερεύνηση της πειραματικής βιβλιογραφίας*. Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΔΠΘ. Ξάνθη.
- Μπούρας, Χ. Θ. 1983. *Σημειώσεις του μαθήματος Αποκατάστασεως των Μνημείων Ι*. ΕΜΠ. Αθήνα.
- Ξεναρίου, Α. 1995. Αναστήλωση: μέθοδοι και τεχνικές. *Περιοδικό Κτίριο* 77: 31-38
- Penelis, G. 1989. Materials Used in the Restoration of Historical Buildings and Monuments. *Proceedings* Seminario: Conservao, Recuperacao e Consolidacao de Monumentos e Edificios Historicos. Lisboa.
- Rota Rossi-Doria, R. 1986. Mortars for restoration: basic requirements and quality control. *Matériaux et Constructions*. Vol. 19. No 114.
- Σίδηρης, 1984. *Τεχνολογία των Δομικών Υλικών*. τόμος Α. Εκδόσεις Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης. Ξάνθη.
- Τάσιος, Θ. Π. και Κ. Αλιγιάκη. 1993. *Ανθεκτικότητα Ωπλισμένου Σκυροδέματος*. Εκδόσεις Φοίβος. Αθήνα.
- Τριανταφύλλου, Θ. Χ. 1997. *Δομικά Υλικά*. Προσωπική επιμέλεια έκδοσης. Πάτρα. Χάρτα της Βενετίας. 1964. ICOMOS.

Deterioration causes of historic structures building materials and restoration methods

P. Manita

Summary

Restoration and preservation of architectural monuments and historic structures is linked to survival of cultural heritage and serves to sustain the scientific knowledge about ancient construction materials and methods that are represented

by these structures. Preservation refers to strengthening, cleaning and removal of foreign substances, and protection; each such phase requiring adequate understanding of the structural function of the building, as well as good knowledge of material pathology.

The primary causes of deterioration in historic stone masonry are reviewed in this paper, with primary focus on the various deleterious mechanisms that affect mortars, stones, various metals used and wood. Often these mechanisms are interrelated. Apart from occasional problems resulting from poor craftsmanship, other causes are, exposure to fire, moisture, soluble salts, freeze-thaw cycles, overstress, and biological systems and plants.

Also included in the paper is a discussion on the pathology of complete structural components. Older masonry structures were primarily built using stone blocks and lime mortars, that are particularly susceptible to deterioration. Structural problems result either from inadequate maintenance and improper use or from material disintegration as mentioned above. In this work, interest is confined to restoration of historic structures, with emphasis to design of replacement mortars. It is considered the compatibility of the new mortars with the old ones in the preserved structure, as well as the role of pozzolans and aggregates on the mechanical and physical properties of repair mortars.

**ΥΓΙΕΙΝΗ - ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ
- ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

Υγιεινή και ασφάλεια αγροτικών εργασιών

Α. Αλεξόπουλος και Ε. Μπεζιρτζόγλου

Δημοκρίτειο Παν/μιο Θράκης, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, 28200, Ορεστιάδα

Περίληψη

Αν και παραγνωρισμένο το θέμα της Υγιεινής και Ασφάλειας (ΥκΑ) των αγροτικών χώρων και κατ' επέκταση των αγροτικών εργασιών τα τελευταία χρόνια επανέρχεται στο προσκήνιο εξαιτίας των αριθμών που το συνοδεύουν. Τα αγροτικά ατυχήματα, όσα δηλαδή συμβαίνουν σε αγρούς, βοσκοτόπια ή στις εγκαταστάσεις των φαίνεται να μην ακολουθούν την πτωτική πορεία των εργατικών ατυχημάτων άλλων κλάδων οικονομικής δραστηριότητας αλλά αντίθετα ανεβαίνουν κάθε χρόνο όλο και ψηλότερα στους πίνακες των στατιστικών και συνιστούν πλέον την δεύτερη κατά σειρά αιτία ατυχημάτων τα οποία χρίζουν νοσηλείας (άνω των 3 ημερών) αλλά και την πρώτη από πλευράς θανατηφόρων εργατικών ατυχημάτων. Η επικέντρωση στο παρελθόν της πολιτικής ΥκΑ στην βιομηχανία και τις κατασκευές φαίνεται πώς απέδωσε τα αναμενόμενα και πλέον είναι απαραίτητο οι προσπάθειες, η πολιτική, η οικονομική ενίσχυση αλλά και η δράση των ειδικών καθώς και της πολιτείας να επικεντρωθεί στο πρόβλημα που ονομάζεται ΥκΑ αγροτικών χώρων.

Λέξεις κλειδιά: Υγιεινή και Ασφάλεια, ατυχήματα, αγροτικές εργασίες.

Γενικά

Σύμφωνα με έκθεση του Center for Diseases Control and Prevention (ΗΠΑ) «..τα μέτρα Υγιεινής και Ασφάλειας των αγροτικών χώρων θα πρέπει να στοχεύουν στην προστασία των εργαζομένων και αυτοαπασχολούμενων σε αγροτικές εργασίες, επίσης των κατοίκων αγροτικών περιοχών καθώς και των επισκεπτών σε τέτοιους χώρους (CDC,1992)». Από τον παραπάνω ορισμό προκύπτει ως χώρος εφαρμογής της πολιτικής ΥκΑ το σύνολο της 'αγροτικής κοινωνίας' είτε αυτή περιλαμβάνει αυτοαπασχολούμενους, είτε εργαζόμενους, είτε περιόικους και επισκέπτες, είτε τον σχετικά κλειστό χώρο του αγροκτήματος και της κτηνοτροφικής μονάδας, είτε τον ανοικτό και ελεύθερο χώρο του αγρού, και επίσης τις απομονωμένες και διάσπαρτες βοηθητικές αγροτικές εγκαταστάσεις (ποιμνιοστάσια, βουστάσια, αποθήκες κλπ). Ανάλογα, σε σχετική έκθεση του 1999, η Health and Safety Executive (Hv. Βασ) αναφέρει ότι α-

πό τους αγροτικούς χώρους θα πρέπει να εξαιρεθούν οι οικίες των αγροτών και η δράσεις ΥκΑ να αφορούν όλες τις υπόλοιπες εγκαταστάσεις που αποτελούν και χώρους εργασίας. Ανάμεσα στις άλλες ιδιαιτερότητες του αγροτικού τομέα στην χώρα μας είναι και το ότι οι οικίες των αγροτών πολλές φορές αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του εργασιακού τους χώρου και για τον λόγο αυτό ο ανάλογος διαχωρισμός των επίσημων στοιχείων είναι υπό συζήτηση. Ακόμα μια ιδιαιτερότητα αποτελεί το γεγονός ότι ο αγροτικός μας κλάδος περιλαμβάνει επίσης την αλιεία και τις ιχθυοκαλλιέργειες κάτι που δεν συμβαίνει γενικά σε άλλες χώρες. Αυτή η κατηγορία επαγγελμάτων απαιτεί ιδιαίτερη μελέτη, ενδέχεται όμως και εδώ στοιχεία τα οποία λαμβάνονται από επίσημες πηγές (Υπουργείο Απασχόλησης, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, Στατιστική Υπηρεσία κ.ά.) να αφορούν και καταγραφές ατυχημάτων αλιείων ή συναφών κλάδων. Κατά συνέπεια, σε κάποιο βαθμό, ή σύγκυση είναι αναπόφευκτη και απαιτείται προσοχή στην ερμηνεία όταν αναφέρονται συγκρίσεις ή αποσπασματική παράθεση στοιχείων από πίνακες.

Στοιχεία αγροτικών ατυχημάτων

Η έλλειψη επίσημων στοιχείων σχετικά με το θέμα αυτό αναπόφευκτα μας οδηγεί στην διεθνή βιβλιογραφική αναζήτηση μέσω της οποίας εύκολα, αποδεικνύεται η σοβαρότητα και το «παγκόσμιο» του προβλήματος των αγροτικών ατυχημάτων. Είναι αναμενόμενο όμως το θέμα να απασχολεί ιδιαίτερα τις χώρες των οποίων ο αγροτικός τομέας είναι σημαντική πηγή οικονομικού εισοδήματος περιλαμβάνοντας μεγάλο ποσοστό του ενεργού εργατικού δυναμικού. Σε κάθε περίπτωση όμως η οικονομική αυτή τάξη αντιμετωπίζει τους ίδιους κινδύνους ανεξάρτητα του γεωγραφικού σημείου και πλήττεται από τον ίδιο τύπο ατυχημάτων (*Alexe DM και συν., 2003; Rasmussen K και συν., 2000; Rautianen RG, 2002; Mather C, 2001; Tiwari PS και συν., 2002*).

Ευρωπαϊκή Ένωση – Ελλάδα

Ο αγροτικός τομέας στην Ε.Ε. απασχολεί περίπου 13.700.000 πολίτες. Στην Ελλάδα έχει υπολογισθεί ότι αυτό αντιστοιχεί στο 17% του ενεργού εργατικού δυναμικού ενώ οι αγροτικές εγκαταστάσεις το 1995 έφθαναν τις 774.000. Από πλευράς αριθμού απασχολούμενων η Χώρα μας βρίσκεται στην πρώτη θέση ανάμεσα στις 15 χώρες με δεύτερη την Πορτογαλία (12,6%) και τρίτη την Ιρλανδία (7,9%). Σε σχετική έκθεση (*Dupre, 2001*) αναφέρεται ότι ο αριθμός των αγροτικών ατυχημάτων στην Ε.Ε. τα οποία

ήταν αρκετά σοβαρά ώστε να απαιτούν πάνω από τρεις ημέρες νοσηλείας έφθασε το 1999 στις 390.000 (δείκτης επίπτωσης 7,91/100000). Αντίστοιχα, ο αριθμός των θανάτων από αγροτικά ατυχήματα εκτιμήθηκε για το 1998 στους 631 (ή 12,4/100000) φέρνοντας στον σχετικό κατάλογο πρώτη την Ελλάδα, με δεύτερη την Πορτογαλία και στην τελευταία θέση την Σουηδία. Σε σχετική έρευνα (*Alexe και συν., 2003*) ο αριθμός των αγροτικών ατυχημάτων στην Ελλάδα κατά τα έτη 1996-2000 έφθανε τα 4326, μεγάλο ποσοστό των οποίων έχριζε νοσηλείας. Συγκριτικά με άλλους τομείς οικονομικής δραστηριότητας (κατασκευές, βιομηχανία) ο αγροτικός κατά το 1999 ερχόταν δεύτερος σε ατυχήματα (7060/100000) αμέσως μετά τον κατασκευαστικό και πρώτος σε θανάτους (13,3/100000). Τα συμπεράσματα πρόσφατης έκθεσης προς την επιτροπή DG SANCO (CE.RE.PR.I, Αθήνα, 2004) δείχνουν ότι οι τάσεις των ατυχημάτων αυτών είναι αρνητικές: Έτσι ενώ ο δείκτης επίπτωσης των θανατηφόρων αγροτικών ατυχημάτων μειώθηκε κατά 5% στο διάστημα 1994-1999 οι αντίστοιχοι δείκτες στην βιομηχανία και τις κατασκευές έχουν μειωθεί κατά 26,1% και 20,4%. Επιπλέον, παρατηρήθηκε αύξηση (κατά 8,7%) του δείκτη επίπτωσης για τα αγροτικά ατυχήματα που απαιτούσαν νοσηλεία πάνω από τρεις ημέρες κατά τα έτη 1994-1999 σε αντίθεση με την μείωση των αντίστοιχων δεικτών στην βιομηχανία και τις κατασκευές κατά 11,8 και 13,4% αντίστοιχα.

Οι αριθμοί αυτοί προβληματίζουν όσους ασχολούνται με θέματα ΥΚΑ της εργασίας και ο προβληματισμός αυτός λαμβάνει υπόψιν και το γεγονός ότι στην Χώρα μας οι γεωργικές και κτηνοτροφικές εργασίες θεωρούνται (ΠΔ 294/88 και ΣΤΑΚΟΔ 1980) χαμηλής επικινδυνότητας δραστηριότητες (Δαϊκού Α. και Δήμου Α., 2001).

Περιγραφή κινδύνων

Η μείωση των ατυχημάτων στους αγροτικούς χώρους αφορά πρώτα από όλους τους ίδιους τους αγρότες. Τα ατυχήματα μειώνονται εφόσον ο ίδιος ο ενδιαφερόμενος κατανοήσει τους κινδύνους, ενεργήσει προληπτικά και αποφασίσει ότι ευσυνείδητα θα αυξήσει τον βαθμό ασφάλειας στην εργασία του. Τα παραπάνω αφορούν διαδικασίες ανάλυσης και ελέγχου (με την έννοια της εξάλειψης) των κινδύνων καθώς και την υιοθέτηση συμπεριφοράς ΥΚΑ όπου οι κίνδυνοι αυτοί δύσκολα εξαλείφονται. Στα πλαίσια αυτά και για λόγους εξοικείωσης γίνεται μια αναφορά στα είδη των ατυχημάτων καθώς και τους παράγοντες που τα προκαλούν.

Γεωργικοί ελκυστήρες (τρακτέρ)

Οι γεωργικοί ελκυστήρες είναι από τα πλέον χρησιμοποιούμενα οχήματα – μηχανές στις γεωργικές εργασίες. Στην Ελλάδα σήμερα, όπως εκτιμά ο σχετικός κλάδος εμπορών, κυκλοφορούν περίπου 220.000 τρακτέρ από τα οποία μόνο το ένα στα πέντε είναι ηλικίας κάτω των 12 ετών. Το υψηλό κόστος αγοράς (45-50000€), το υψηλό ετήσιο κόστος συντήρησης (1500-3000€) σε συνδυασμό με την μείωση του αγροτικού εισοδήματος και την απουσία κινήτρων έχει σαν αποτέλεσμα της ύπαρξης στην Ελλάδα ενός από τους πιο γερασμένους στόλους γεωργικών ελκυστήρων σε σύγκριση με την υπόλοιπη Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.).

Η ανατροπή των γεωργικών ελκυστήρων είναι η συχνότερη αιτία (θανατηφόρου) ατυχήματος και οφείλεται κυρίως στην απειρία ή απροσεξία των χρηστών και στην υπερεκτίμηση των δυνατοτήτων του οχήματος (βαριά ή μεγάλο μεγέθους φορτία, κλίση ή ανάγλυφο και σαθρότητα εδάφους κλπ). Η δεύτερη συνηθέστερη αιτία ατυχήματος είναι η χρήση των ελκυστήρων σαν μέσα μεταφοράς προσωπικού και η κίνηση τους μέσα σε οδικές αρτηρίες μεγάλης κυκλοφορίας. Ο μεγάλος όγκος, η βραδύτητα, η μειωμένη ικανότητα ελιγμών αλλά και ο περιορισμός της ορατότητας αυξάνουν την πιθανότητα ατυχήματος με θύματα τους «επιβάτες» των τρακτέρ ή τους πεζούς που συχνά είναι και παιδιά μικρής ηλικίας.

Ο καλύτερος τρόπος πρόληψης είναι η εγκατάσταση ανθεκτικών κουβουκλίων στα οχήματα, όπου δεν περιλαμβάνονται ήδη, μαζί με την χρήση ζώνης ασφαλείας. Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να απαγορεύεται αυστηρά η μεταφορά επιβατών εάν δεν υπάρχει ειδική πρόβλεψη (και θέση) από τον κατασκευαστή. Ο ιδιοκτήτης αλλά και οι χρήστες των ελκυστήρων θα πρέπει να εκπαιδεύονται στην χρήση τους με ευθύνη του εμπόρου που το προμηθεύει. Αναλυτικές οδηγίες αλλά και κατανοητά φυλλάδια θα πρέπει να παρέχονται όχι μόνον κατά την αγορά αλλά και στην συνέχεια να είναι διαρκώς διαθέσιμα στον αγρότη (κατά την συντήρηση, αγορά ανταλλακτικών, τον έλεγχο κλπ).

Άλλος γεωργικός μηχανολογικός εξοπλισμός

Εκτός από τους γεωργικούς ελκυστήρες μια πληθώρα άλλων μηχανών και εργαλείων εμπλέκονται σε ατυχήματα πολλά από τα οποία έχουν σοβαρότατες συνέπειες στο θύμα ή είναι θανατηφόρα. Ο φορητός εξοπλισμός που μεταφέρεται στον αγρό ή ο σταθερός που βρίσκεται εγκατεστημένος

στο αγρόκτημα μπορεί να σταθεί αφορμή για την πρόκληση ατυχημάτων τόσο στους χρήστες όσο και σε ανειδίκευτο προσωπικό ή επισκέπτες. Τα κοφτερά ή κινούμενα μέρη των μηχανών (πριόνια, άξονες, τρυπάνια, κοχλίες, μεταφορικές ταινίες, χορτοκοπτικά) ευθύνονται για σοβαρότατα ατυχήματα η έκβαση των οποίων μπορεί να ποικίλει από ακρωτηριασμούς και άλλες μόνιμες βλάβες μέχρι τον θάνατο.

Θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε τόσο η πρόσβαση όσο και η χρήση να είναι δυνατή μόνο σε έμπειρους ενήλικες υπό κατάλληλες συνθήκες λειτουργίας (άπλετος φωτισμός, αρκετός χώρος για ελευθερία κινήσεων, μέσα ατομικής προστασίας) ενώ βασικός παράγοντας ατυχημάτων είναι η απειρία και η απροσεξία κατά την συντήρησή τους. Μεγάλο ποσοστό ατυχημάτων προκαλείται από εξοπλισμό ο οποίος βρίσκεται χαλαρά και όχι με ασφάλεια τοποθετημένος και «αποθηκευμένος» όπως τα εργαλεία χειρός ή από εξοπλισμό με υδραυλικά συστήματα τα οποία εξαιτίας της κακής συντήρησής κάποια στιγμή καταρρέουν.

Εκτροφή – χειρισμός ζώων

Τα ζώα και ιδιαίτερα αυτά που είναι μεγαλόσωμα ευθύνονται για αρκετά από τα ατυχήματα που συμβαίνουν σε κτηνοτροφικές ή μικρές αγροτικές μονάδες. Τα περισσότερα από τα ατυχήματα που αναφέρονται στην βιβλιογραφία αφορούν ταύρους, αγελάδες σε περίοδο γαλουχίας και ζώα τα οποία χρησιμοποιούνται σαν υποζύγια (άλογα, μουλάρια κλπ). Θύματα τέτοιων ατυχημάτων πέφτουν κυρίως άπειροι εργάτες και νεαρά άτομα ή παιδιά τα οποία δεν γνωρίζουν τον χειρισμό των ζώων ή τα ζώα με την σειρά τους δεν έχουν συνηθίσει την παρουσία τους στον χώρο εσταβλισμού. Η χρήση έμπειρου προσωπικού αλλά και ο σχεδιασμός και η κατάσταση των εγκαταστάσεων θεωρούνται από τα πλέον σημαντικά προληπτικά μέτρα.

Κλειστοί χώροι

Αρκετά από τα ατυχήματα τα οποία δηλώνονται κάθε χρόνο στις υπηρεσίες των μελών χωρών στην Ε.Ε. σχετίζονται με κλειστούς χώρους αγροτικών εγκαταστάσεων εξαιτίας της δραματικής τους κατάληξης ή του αριθμού των θυμάτων. Κλειστοί χώροι μπορεί να είναι οι αποθήκες διατήρησης των προϊόντων, τα σιλό, οι δεξαμενές, τα πηγάδια, οι βόθροι, τα τούνελ των ταινιοδρόμων, τα ψυγεία κλπ. Τα ατυχήματα οφείλονται στις ιδιαιτερότητες των χώρων αυτών που κυρίως είναι ο εξαερισμός, η αδυναμία απρόσκοπτης εισόδου-

εξόδου, ο κακός φωτισμός, η απομόνωση και πολλές φορές η σύσταση της εσωτερικής ατμόσφαιρας που οδηγούν σε πνιγμούς, ασφυξία ή και πυρκαγιές.

Η καλλίτερη μέθοδος πρόληψης είναι η ενημέρωση όλων των απασχολούμενων, η επισήμανση και ασφάλιση των χώρων, η ανάρτηση πινακίδων και η προμήθεια συσκευών ατομικής προστασίας. Ιδιαίτερη μέριμνα θα πρέπει να λαμβάνεται για τα μικρά παιδιά τα οποία δεν είναι δυνατόν να προστατευθούν με κάποιον από τους τρόπους αυτούς αλλά μόνο με την απαγόρευση πρόσβασης και την επιτήρηση.

Ηλεκτρικό ρεύμα

Οι εργασίες κοντά σε πυλώνες ρεύματος υψηλής τάσης ή σε κολώνες μεταφοράς χαμηλής τάσης είναι ένας παράγοντας κινδύνου για τους αγρότες και τους γεωργούς, ιδιαίτερα εάν οι εργασίες αυτές προϋποθέτουν την χρήση οχημάτων ή/και μηχανών.

Ιδιαίτερη μέριμνα θα πρέπει να λαμβάνεται στον αγρό από όπου περνούν γραμμές μεταφοράς ρεύματος των αντλιοστασίων και όπου η χρήση οχημάτων με μεγάλο μέγεθος (πχ θεριζοαλωνιστικές) είναι συχνή. Η χρήση σήμανσης που είναι ορατή σε δύσκολες συνθήκες (βράδυ, ομίχλη, βροχή) επάνω στα καλώδια και σε τακτά διαστήματα έχει αποβεί σωτήρια. Το ύψος των γραμμών επίσης είναι παράγοντας που πρέπει να εκτιμάται.

Στις εγκαταστάσεις του αγροκτήματος εξαιτίας των συνθηκών που επικρατούν (υγρασία, κίνδυνοι από τρωκτικά κλπ) θα πρέπει να δίδεται σημασία στον τρόπο εγκατάστασης των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, στο είδος του υλικού, στις ασφάλειες, τις γειώσεις και τα αλεξικέρανα πάντα με την βοήθεια και υπό την εποπτεία έμπειρων εγκαταστατών. Πολλά από τα ατυχήματα τέτοιου τύπου οφείλονται σε κακή συντήρηση του δικτύου, άσχετα της αρχικής ποιότητας της εγκατάστασης. Η διατήρηση στεγνών επιφανειών και τα λαστιχένια παπούτσια και γάντια μαζί με σχετική σήμανση είναι από τα απλούστερα και καλύτερα μέτρα πρόληψης.

Ενημέρωση αγροτών

Οι αγρότες, οι οικογένειες τους και οι απασχολούμενοι σε αγροτικές εργασίες θα πρέπει να έχουν πρόσβαση σε ενημερωτικό υλικό. Ο τρόπος αυτός βοηθά ιδιαίτερα τη διάθεση και τη διασπορά πληροφοριών υγιεινής και ασφάλειας σε όλες τις εμπλεκόμενες ομάδες. Το έντυπο ενημερωτικό υλικό γραμμένο απλά και σε κατανοητή γλώσσα θα πρέπει να αναφέρει τους κινδύνους και

να περιγράφει τα προληπτικά μέσα που πρέπει να λαμβάνονται. Η διάθεση τέτοιων εντύπων δεν πρέπει να γίνεται άπαξ αλλά σε τακτά διαστήματα (για την εμπέδωση της πληροφορίας) και με κάθε ευκαιρία. Φορείς που θα αναλάβουν το έργο αυτό μπορεί να είναι τόσο το σχολείο σε αγροτικές περιοχές, όσο και οι οργανώσεις των αγροτών, οι κρατικές υπηρεσίες αλλά και οι ιδιώτες που εμπλέκονται στον αγροτικό οικονομικό κλάδο (γεωπόνοι, έμποροι γεωργικού εξοπλισμού, κτηνίατροι κα). Η δημιουργία συνείδησης ΥΚΑ δεν μπορεί να είναι αποτέλεσμα μεμονωμένης προσπάθειας αλλά συνεχούς και σύνθετης δράσης. Η διοργάνωση ενημερωτικών διαλέξεων, ή προβολή ή η μετάδοση ενημερωτικών μηνυμάτων από περιφερειακούς σταθμούς, η παρουσία ενημερωμένου κρατικού υπαλλήλου σε περιφερειακές διευθύνσεις μπορούν να βοηθήσουν στην κατεύθυνση αυτή. Αντίστοιχες προσπάθειες έχουν τεθεί σε εφαρμογή, με την επιχορήγηση της Ε.Ε. κυρίως μέσω του προγράμματος επιμόρφωσης νέων αγροτών, χωρίς όμως τα όποια αποτελέσματα να μπορούν να αξιολογηθούν.

Βιβλιογραφία

- Alexe, D. M., E. Petridou, N. Dessypris, N. Skenderis and D. Trichopoulos. 2003. Characteristics of farm injuries in Greece. *J Agric Saf Health* 9: 233-40.
- Carstenson, O., J. Lauritsen and K. Rasmussen. 1995. The West- Jutland Study on prevention of farm accidents, Phase I: A study of work specific factors in 257 hospital- treated agricultural injuries. *J Agric Saf Health*, 1995; I: 231-239. Centers for Disease and Control, 1992.
- Dupre, D. Statistics in focus. POPULATION AND SOCIAL CONDITIONS. THEME 3- 16/ 2001. Accidents at work in the EU, 1998-1999.
- Gerberich, S. G., R. W. Gibson, L. R. French, C. M. Renier, T. Y. Lee, W. P. Carr and J. Shutske. 2001. Injuries among children and youth in farm households: Regional Rural Injury Study-I. *Inj Prev* 7: 17-22.
- Lyman, S., G. Jr. McGwin, R. Enochs and J. M. Roseman. 1999. History of agricultural injury among farmers in Alabama and Mississippi: prevalence, characteristics, and associated factors. *Am J Ind Med* 35: 499-510.
- Mather, C. and T. Lower. 2001. Farm injury in Tasmania. *Aust J Rural Health* 9: 209-15.
- Rasmussen, K., O. Carstensen and J. M. Lauritsen. 2000. Incidence of un-

- intentional injuries in farming based on one year of weekly registration in Dannish farms. *Am J Ind Med* 38 :82-9.
- Rautianen, R. G. and S. J. Reynolds. 2002. Mortality and morbidity in agriculture in the United States. *J Agric Saf Health* 8: 259-76.
- Richardson, D., D. Loomis, S. H. Wolf and E. Gregory. 1997. Fatal agricultural injuries in North Carolina by race and occupation, 1977-1991. *Am J Ind Med* 31: 452-8.
- THE MAGNITUDE AND SPECTRUM OF FARM INJURIES IN THE EUROPEAN UNION COUNTRIES - FINAL REPORT. Prepared for the European Commission, DG SANCO. Department of Epidemiology, Athens University Medical School, Center for Research and Prevention of Injuries (CE.RE.PR.I), Athens, Greece, 2004.
- Tiwari, P. S., L. P. Gite, A. K. Dubey and L. S. Kot. 2002. Agricultural injuries in Central India: nature, magnitude, and economic impact. *J Agic Saf Health* 895-11.
- ΟΔΗΓΟΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΜΟ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥΣ (σύμφωνα με το Π.Δ 294/88 & της ΣΤΑΚΟΔ 1980). Επιμέλεια: Δάικου Αφροδίτη, Δήμου Αφροδίτη, Αθήνα, Οκτώβριος 2001.

Health and safety in agriculture

A. Alexopoulos and E. Bezirtzoglou

Summary

Farming is considered as one of the most dangerous occupations worldwide. Data from European Union are shown that the morbidity and mortality ratios of farming accidents are among the highest in labour statistics. In Greece, 4326 accidents were recorded between the years 1996 and 2000 with most of them been fatal or quite severe. Despite the Health and Safety Regulations, farmers or animal breeders are rarely take the necessary precautions for themselves their workers or visitors, as they seem to be underinformed. International literature and statistical data match each other and indicates the vehicles and machinery, workshop and tools, animals, chemicals and manual handling and lifting as the major causes in terms of life threatening, suffering and cost.

Risk Assessment and systematic education is needed, to identify and analyse the risk and control the hazards.

Keywords: health and safety, agriculture, farming, accidents.

Χρήση ακινητοποιημένων κυττάρων στην αρτοποιήση

Σ. Πλέσσας*, Μ. Κανελλάκη, Ε. Μπεζιρτζόγλου και
Α. Κουτίνας

*Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Χημείας,
Πανεπιστήμιο Πατρών, 26500 Πάτρα.

Περίληψη

Η επιλογή του τραχανά ως νέου φορέα ακινητοποίησης εξετάζεται στα πλαίσια της παρούσης ερευνητικής εργασίας. Ο τραχανάς ακινητοποιήθηκε με κύτταρα ζύμης αρτοποιίας και δοκιμάστηκε σε επαναλαμβανόμενες παρτίδες ζυμώσεις συνθετικού μέσου γλυκόζης, ώστε να ελεγχθεί η καταλληλότητά του για αλκοολική και γαλακτική ζύμωση. Η ακινητοποίηση των κυττάρων αποδείχτηκε με τη βοήθεια ηλεκτρονικού μικροσκοπίου καθώς και από την μηχανική σταθερότητα του βιοκαταλύτη σε επαναλαμβανόμενες παρτίδες αλκοολικής και γαλακτικής ζύμωσης σε διάφορες θερμοκρασίες (15-30°C). Οι χρόνοι ζύμωσης ήταν χαμηλοί και οι τιμές παραγωγικότητας αλκοόλης υψηλές και σταθερές. Σημαντικές ποσότητες γαλακτικού οξέος και πτητικών παραπροϊόντων σχηματίστηκαν αποδεικνύοντας την καταλληλότητα χρήσης του βιοκαταλύτη σε ζυμώσεις τροφίμων. Η ταυτόχρονη παρουσία των γαλακτικών βακτηρίων μαζί με τα κύτταρα ζύμης αρτοποιίας στο υπόστρωμα, του δίνει ένα μεγάλο πλεονέκτημα σε ζυμώσεις, όπου απαιτείται η συνύπαρξη και των δύο μικροοργανισμών. Για αυτόν τον λόγο ο ακινητοποιημένος βιοκαταλύτης χρησιμοποιήθηκε στην παρασκευή άρτου σε διαφορετικές συγκεντρώσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου άρτου κυμάνθηκαν σε αποδεκτά επίπεδα σε σχέση με τον εμπορικό άρτο αναφορικά με τις τιμές οξύτητας όγκου και ειδικού όγκου. Ειδικότερα, όταν τα ακινητοποιημένα κύτταρα σε τραχανά χρησιμοποιήθηκαν στην αρτοποιήση σε συγκέντρωση 10% (g/100g αλεύρου) παρατηρήθηκε αύξηση του χρόνου συντήρησης του άρτου. Αυτό οφείλεται στην φυσική παρουσία γαλακτικών βακτηρίων στον τραχανά που είχε ως αποτέλεσμα να επιτευχθεί χαμηλότερη οξύτητα σε σχέση με τον εμπορικό άρτο.

Λέξεις κλειδιά: τραχανάς, ακινητοποίηση, άρτος, γαλακτικά βακτήρια.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η έρευνα και η τεχνολογία της αλκοολικής ζύμωσης και της παραγωγής αλκοολούχων ποτών έχει επικεντρωθεί στην

χρήση των ακινητοποιημένων κυττάρων, κυρίως με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας με μείωση των χρόνων διεργασίας και ωρίμανσης και επομένως του κόστους, καθώς και την βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων. Πολλά υποστρώματα έχουν προταθεί ως φορείς ακινητοποίησης (οργανικά, ανόργανα και φυσικά υλικά) σε διάφορες μορφές αντιδραστήρων και τύπους διεργασιών (συνεχείς, ασυνεχείς, χαμηλής θερμοκρασίας κ.λπ). Σε ερευνητικό και ημι-βιομηχανικό επίπεδο η χρήση κρυοανθεκτικών ζυμών ακινητοποιημένων σε υποστρώματα κατάλληλα για τρόφιμα όπως η γλουτένη, τα απολιγνινοποιημένα κυτταρινούχα υλικά και κομμάτια φρούτων (μήλο, κυδώνι, αποξηραμένα σύκα, σταφίδες), οδήγησε στην παραγωγή μύρας και κρασιού με βελτιωμένο άρωμα και γεύση, με υψηλές παραγωγικότητες ακόμη και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (0-5 °C) (Kourkoutas et al, 2004). Παρόλα αυτά σε εργαστηριακή και βιομηχανική κλίμακα λίγες δεν έχουν αναφερθεί εφαρμογές των ακινητοποιημένων κυττάρων στην παρασκευή άρτου. Προς αυτή την κατεύθυνση επιζητούνται νέα υποστρώματα ακινητοποίησης που να είναι φυσικά προϊόντα και να έχουν υψηλή θρεπτική αξία.

Ο τραχανάς είναι φυσικό προϊόν και τρόφιμο με χημική σύσταση φυσικών μακρομορίων, υψηλής θρεπτικής αξίας διότι αποτελείται από σιταρένιο αλεύρι, που περιέχει άμυλο και γλουτένη, συστατικά γάλακτος και πιθανώς προβιοτικά γαλακτικά βακτήρια. Έτσι με ταυτόχρονη ακινητοποίηση ζύμης αρτοποιίας πέραν των γαλακτικών βακτηρίων, στην επιφάνεια του τραχανά προβλέπεται η παρασκευή μίας νέας ζύμης αρτοποιίας, η οποία θα χρησιμοποιηθεί στην παρασκευή άρτου. Στα πλαίσια της εργασίας αυτής κύτταρα ζύμης αρτοποιίας ακινητοποιήθηκαν στην επιφάνεια τραχανάς για την μελέτη της πιθανής χρήσης τους σε διεργασίες αλκοολικής και γαλακτικής ζύμωσης, όπως και για την παρασκευή άρτου.

Πειραματικό μέρος

Μικροοργανισμοί και υπόστρωμα ακινητοποίησης

Χρησιμοποιήθηκε εμπορική ζύμη αρτοποιίας σε πιεστή μορφή. Ο τραχανάς, που χρησιμοποιήθηκε για τα πειράματα, παρασκευάστηκε με ανάμιξη 3.5 Kg αλεύρου σίτου και 2.5 Kg πρόβειου γάλακτος. Στην συνέχεια το μίγμα βράστηκε για 15min και εμποτίστηκε με φρέσκο ξινισμένο γάλα και αφέθηκε σε καθαρό χαρτί για 4 ημέρες στους 30 °C. Μετέπειτα το στερεό υλικό κόπηκε σε μέγεθος κύβου με ακμή περίπου 0.5-1 cm³ και χρησιμοποιήθηκε ως υπόστρωμα για την ακινητοποίηση κυτ-

τάρων.

Ζυμώσεις

200 g του ακινητοποιημένου βιοκαταλύτη τοποθετήθηκαν σε 500 mL διαλύματος γλυκόζης 12 % w/v σε έναν κύλινδρο του 1 L και πραγματοποιήθηκαν επαναλαμβανόμενες παρτίδες ζύμωσης σε διάφορες θερμοκρασίες 30-15 °C. Τα υγρά ζύμωσης συλλέγονταν μετά το τέλος της ζύμωσης και ο βιοκαταλύτης χρησιμοποιούνταν για νέα παρτίδα ζύμωσης διαλύματος γλυκόζης 12 % w/v. Τα δείγματα αναλύθηκαν για αιθανόλη, αζύμωτο σάκχαρο, και σχηματισμό των κύριων πτητικών παραπροϊόντων.

Χρήση του ακινητοποιημένου βιοκαταλύτη στην παραγωγή άρτου.

Σε μικρό ζυμωτήρα φέρονταν ακινητοποιημένα κύτταρα ζύμης αρτοποιίας σε τραχανά, σε συγκεντρώσεις 6, 8 και 10% (g/100g αλεύρου) και αναμιγνύονταν με 500g αλεύρου, 260-300ml νερό και 1,5% αλάτι για 10-15 min. Στην συνέχεια το ζυμάρι αφηνόταν για 50-60 min στους 30 °C, και μεταφερόταν σε άλλον θερμοθάλαμο θερμοκρασίας 46 °C για 20 min και ψηνόταν στους 230 °C για 60 min. Μετά το πέρας του ψησίματος συλλέγονταν δείγματα για την μέτρηση της οξύτητας, του pH και του όγκου.

Αναλύσεις

1) Αναερόβιες ζυμώσεις συνθετικού μέσου γλυκόζης

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των πτητικών παραπροϊόντων έγινε με αέρια χρωματογραφία (χρωματογράφος: Shimadzu GC-8A, στήλη: Escarto-5905 70 °C, φέρον αέριο: N₂ 20 mL/min, εσωτερικό πρότυπο: βουτανόλη-1 0,5% v/v). Η αιθανόλη και το αζύμωτο σάκχαρο προσδιορίστηκαν με υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης (HPLC) (χρωματογράφος: Shimadzu LC-9A, στήλη: SCR-101N 60 °C, αντλία: LC-9A, ανιχνευτής: RID-6A, κινητή φάση: τρισαπεσταγμένο νερό 0.8 mL/min, εσωτερικό πρότυπο 1-βουτανόλη.

2) Αναλύσεις άρτου

Το pH και η ολικά τιτλοδοτούμενη οξύτητα προσδιορίστηκαν ως εξής: 15g άρτου αναμιγνύονταν με απιονισμένο νερό σε ποτήρι ζέσεως 100 ml, το οποίο αναδεύεται με την βοήθεια μαγνητικού αναδευτήρα περίπου για περίπου 10min και το pH καταγραφόταν. Στην συνέχεια με τη βοήθεια προχοϊδας προστίθετο διάλυμα NaOH 0.11N, μέχρι το pH να φτάσει στην τιμή 6.6. Η ολικά τιτλοδοτούμενη οξύτητα υπολογιζόταν από τα καταναλισκό-

μενα ml του NaOH και εκφραζόταν ως mg γαλακτικού οξέος ανά g άρτου (Gélinas *et al*, 1999).

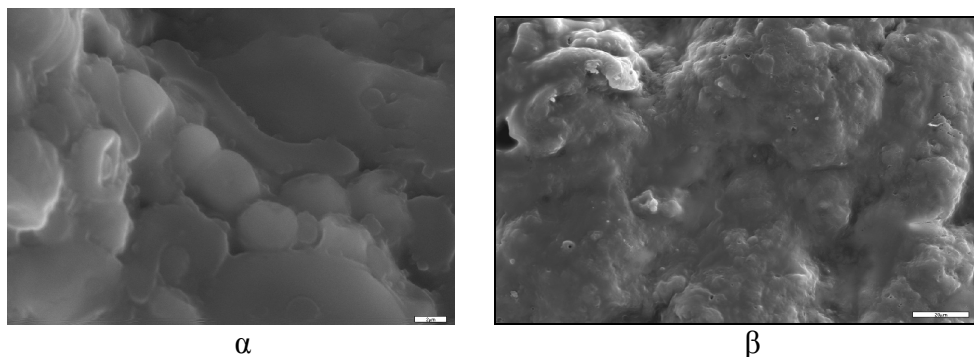
Για την μέτρηση του όγκου του άρτου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της εκτόπισης με σιναπόσπορο. Μετά από το ψήσιμο, ο άρτος τοποθετούταν σε ένα μεγάλο ποτήρι ζέσεως με όγκο 2L και καλυπτόταν με σιναπόσπορο. Στην συνέχεια ο άρτος μετακινούταν από το ποτήρι ζέσεως και ο όγκος του υπολογιζόταν αφαιρώντας τον όγκο του σιναπόσπορου, που παρέμενε μετά την έξοδο του άρτου από το ποτήρι ζέσεως, από τον όγκο του ποτηριού ζέσεως. Ο ειδικός όγκος υπολογιζόταν διαιρώντας τον όγκο του άρτου με το βάρος του (Hallen *et al*, 2004).

Μελέτη ακινητοποίησης κυττάρων με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

Η ακινητοποίηση των κυττάρων ζύμης αρτοποιίας (*S.cerevisiae*) σε τραχανά πιστοποιήθηκε και με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο τύπου Cambridge Stereoscan 120 Scanning Electron Microscope. Για τη μελέτη στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο ο ακινητοποιημένος βιοκαταλύτης πλύθηκε με συνθετικό θρεπτικό υγρό γλυκόζης και ξηράθηκε σε θερμοκρασία δωματίου για 24 ώρες. Στη συνέχεια καλύφθηκε με χρυσό σε συσκευή επικάλυψης Balers SCD 004 για δυο λεπτά, έτσι ώστε να αποκτήσει αυξημένη αγωγιμότητα.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Ο βιοκαταλύτης που παρασκευάστηκε με ακινητοποίηση κυττάρων ζύμης σε τραχανά αξιολογήθηκε για την καταλληλότητά του για αλκοολική και γαλακτική ζύμωση. Η ακινητοποίηση των κυττάρων πιστοποιήθηκε με τη βοήθεια ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης όπως φαίνεται στο Σχήμα 1, καθώς και από επαναλαμβανόμενες παρτίδες ζύμωσης. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, οι χρόνοι για τις πρώτες πέντε παρτίδες ζύμωσης ήταν σχετικά μεγάλοι (38h), πιθανόν λόγω του χρόνου προσαρμογής, που χρειάστηκαν τα ακινητοποιημένα κύτταρα. Πράγματι, οι χρόνοι ζύμωσης για τις επόμενες παρτίδες ζύμωσης ήταν σταθεροί και ήταν περίπου το 25% του χρόνου των πρώτων παρτίδων, παρόλο, που η θερμοκρασία διαδοχικά μειωνόταν από παρτίδα σε παρτίδα έως και τους 15 °C. Η συγκέντρωση αλκοόλης ήταν περίπου σταθερή σε όλες τις περιπτώσεις και κυμάνθηκε στην περιοχή 7.1-8.4% v/v. Επιπρόσθετα, η παραγωγικότητα αλκοόλης ήταν υψηλή και οι συγκεντρώσεις του αζύμωτου σακχάρου σχετικά χαμηλές σε όλες τις περιπτώσεις αποδεικνύοντας την σταθερότητα του βιοκαταλύτη στην αλκοολική ζύμωση ακόμα και στις χαμηλές θερμοκρασίες.



Σχήμα 1. Φωτογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου οι οποίες απεικονίζουν (Α) την επιφάνεια του τραχανά και (Β) τα ακινητοποιημένα κύτταρα στην επιφάνεια τραχανά.

Πίνακας 1. Επίδραση της θερμοκρασίας στον σχηματισμό γαλακτικού οξέος και στις κινητικές παραμέτρους επαναλαμβανόμενων παρτίδων ζύμωσης γλυκόζης, που πραγματοποιήθηκε από ακινητοποιημένα κύτταρα ζύμης αρτοποιίας σε τραχανά.

Θερμ. (°C)	Παρτίδα ζύμωσης	Χρόνος ζύμωσης (h)	Αρχική συ- γκέντρωση σακχάρου (g/l)	Αζύμωτο σάκχαρο (g/l)	Αλκοολικοί Βαθμοί (% v/v)	Παραγω- γικότητα αιθανόλης (g/l/d)	Γαλακτικό οξύ (g/l)
30	1-5	38± 11.8	133± 2.3	14.7± 2.7	7.1 ± 0.2	46.1± 8.9	10.3 ± 0.3
25	6-10	21.8± 0.5	131± 1.7	12.6± 1.6	7.7± 0.3	67.4± 0.3	9.2 ± 0.5
20	11-15	20± 0.6	139± 0.5	7.3 ± 0.5	8.4± 0.2	79.4 ± 2.2	9.8± 0.4
15	16-20	26.8± 0.2	136± 2.4	19.9± 4.8	7.3± 0.3	51.8 ± 2.1	11.3 ± 0.9

Αξιοσημείωτες ποσότητες γαλακτικού οξέος παράχθηκαν σε όλες τις θερμοκρασίες και κυμάνθηκαν μεταξύ 9.2 και 11.3 g/l αποδεικνύοντας έτσι έμμεσα την ύπαρξη των γαλακτικών βακτηρίων στον τραχανά μαζί με τα ακινητοποιημένα κύτταρα ζύμης αρτοποιίας. Ο σχηματισμός των πτητικών παραπροϊόντων μελετήθηκε για όλες τις παρτίδες ζύμωσης, που διεξάχθηκαν, όπως απεικονίζονται στον Πίνακα 2. Ειδικότερα, σημαντικές ποσότητες οξικού αιθυλεστέρα, ακεταλδεΐδης, μεθανόλης, προπανόλης-1 και ισοβουτυλικής αλκοόλης προσδιορίστηκαν, ενώ οι αμυλικές αλκοόλες (2-μέθυλο-βουτανόλη-1 και 3-μέθυλο-βουτανόλη-1) βρέθηκαν σε υψηλότερα επίπεδα. Οι συγκεντρώσεις των αμυλικών αλκοολών, της ισοβουτυλικής αλκοόλης και της προπανόλης μειώνονταν με την σταδιακή μείωση της

θερμοκρασίας, όπως έχει παρατηρηθεί και σε προηγούμενες ερευνητικές εργασίες. Αυτή η μείωση των συγκεντρώσεων των πτητικών παραπροϊόντων έχει αποδειχθεί, ότι βελτιώνει τον οργανοληπτικό χαρακτήρα και την γενικότερη ποιότητα του τελικού προϊόντος. Ειδικότερα στην περίπτωση των αμυλικών αλκοολών η μείωση της συγκέντρωσής τους είναι επιθυμητή, επειδή αυτές θεωρούνται τοξικές σε υψηλές συγκεντρώσεις (Bekatorou *et al*, 2002).

Πίνακας 2. Επίδραση της θερμοκρασίας στον σχηματισμό πτητικών παραπροϊόντων, που σχηματίστηκαν κατά την αλκοολική ζύμωση γλυκόζης από ακινητοποιημένα κύτταρα σε τραχανά.

Θερμ. (°C)	Παρτίδα ζύμωσης	Οξικός αιθυλεστέρας (mg/l)	Ακεταλδεΐδη (mg/l)	Προπανόλη-1 (mg/l)	Αμυλικές αλκοόλες (mg/l)	Ισοβουτυλική αλκοόλη (mg/l)	Μεθανόλη (mg/l)
30	1-5	43.8± 6.4	11.8± 2.3	13.2± 1.4	161± 13.6	72.0± 20.3	28.0± 5.6
25	6-10	37.4± 4.6	4.6± 0.2	12.2± 1.7	176.6± 26.7	35.4± 4.8	21.8± 2.6
20	11-15	32.6± 2.3	5.6± 0.5	16.0± 0.6	228.4± 14.5	49.0± 4.04	35.2± 3.4
15	16-20	42.0± 6.7	13.2± 4.9	10.6± 1.3	141.0± 14.1	23.8± 2.3	35.8± 1.8

Η ταυτόχρονη παρουσία των γαλακτικών βακτηρίων μαζί με τα κύτταρα ζύμης αρτοποιίας στο υπόστρωμα, του δίνει ένα μεγάλο πλεονέκτημα σε ζυμώσεις, όπου απαιτείται η συνύπαρξη και των δύο μικροοργανισμών. Το κλασικότερο παράδειγμα αποτελεί η ζύμωση άρτου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση οι ζύμες συνεισφέρουν στην διόγκωση του άρτου, ενώ τα γαλακτικά βακτήρια στην μείωση του pH και κατ' επέκταση στην αύξηση της συντήρησης του άρτου, καθώς και στην παραγωγή σημαντικών αρωματικών ενώσεων. Ο σχηματισμός και η χρήση του γαλακτικού οξέος είναι μία πολύ σημαντική παράμετρος στην βιομηχανία τροφίμων, όπως στην αρτοποιία, επειδή είναι ένα γνωστό συντηρητικό. Επιπρόσθετα σημαντική είναι η συνεισφορά στην βελτίωση του αρώματος και των οργανοληπτικών ιδιοτήτων των τροφίμων, όπως ο άρτος. Για αυτούς τους λόγους ο βιοκαταλύτης εξετάστηκε στην παρασκευή άρτου. Εξετάστηκαν διάφορες συγκεντρώσεις ακινητοποιημένων κυττάρων ζύμης αρτοποιίας σε τραχανά. Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκαν και ελεύθερα κύτταρα ζύμης αρτοποιίας για λόγους σύγκρισης. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των άρτων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Αναφορικά με τον άρτο, που παρασκευάστηκε από ελεύθερα κύτταρα και χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας, επιλέχθηκε η συγκέντρωση 2%, που είναι και η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη στα αρτοποιία. Όσον αφορά τους όγκους και ειδικούς όγκους

των άρτων, τα καλύτερα αποτελέσματα επιτεύχθηκαν με την χρήση 10% ακινητοποιημένων κυττάρων, όπου ο όγκος ήταν 2010ml και ο ειδικός όγκος 3.1ml/g, έναντι των άλλων συγκεντρώσεων των ακινητοποιημένων κυττάρων. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3 οι τιμές αυτές ήταν πολύ κοντά στις αντίστοιχες τιμές του άρτου, που παρασκευάστηκε από ελεύθερα κύτταρα ζύμης αρτοποιίας, ο οποίος είχε όγκο 2100ml και ειδικό όγκο 3.2 ml/g. Το συμπέρασμα λοιπόν, που εξάγεται είναι, ότι η συγκέντρωση 10% για τα ακινητοποιημένα κύτταρα σε τραχανά έδειξαν την ίδια περίπου συμπεριφορά με την συγκέντρωση 2% για τα ελεύθερα κύτταρα. Παρόλο, που φαίνεται να υπάρχει διαφορά στο ποσοστό της προστιθέμενης ζύμης μεταξύ ακινητοποιημένων και ελευθέρων κυττάρων, αν λάβει κανείς υπόψιν, ότι τα ακινητοποιημένα κύτταρα αποτελούν περίπου το 6% της συνολικής μάζας του βιοκαταλύτη, η μάζα των κυττάρων της ζύμης αρτοποιίας στα ακινητοποιημένα κύτταρα είναι σαφώς μικρότερη εκείνης των ελευθέρων. Έτσι η συγκέντρωση των 10% των ακινητοποιημένων κυττάρων ισοδυναμεί με συγκέντρωση 0.6% ελευθέρων κυττάρων. Αυτό δείχνει, ότι μικρότερη μάζα κυττάρων θα χρειαστεί σε σχέση με ελεύθερα κύτταρα, όταν βρούμε κατάλληλο προς τούτο υπόστρωμα. Ο χρόνος, που απαιτήθηκε για την εμφάνιση μούχλας στον άρτο μετρήθηκε μετά από μακροσκοπική παρατήρηση. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3 οι άρτοι, που παρασκευάστηκαν με ακινητοποιημένα κύτταρα χρειάστηκαν τον ίδιο περίπου χρόνο για την εμφάνιση της μούχλας με αυτόν του εμπορικού άρτου, που ήταν περίπου 3-4 ημέρες. Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να συσχετισθούν με το pH και την ολικά τιτλοδοτούμενη οξύτητα (Ο.Τ.Ο.), που προσδιορίστηκαν στα ίδια περίπου επίπεδα.

Πίνακας 3. Ποιοτικά χαρακτηριστικά άρτων, που παρασκευάστηκαν με ακινητοποιημένα κύτταρα ζύμης αρτοποιίας (Α.Κ.) σε τραχανά και με ελεύθερα κύτταρα ζύμης αρτοποιίας.

Είδος ζύμης	pH	Ο.Τ.Ο.* (mg γαλακτικού οξέος/g)	Όγκος (ml)	Ειδικός Όγκος (ml/g)	Μόλυνση (ημέρες)
Ζύμη αρτοποιίας (2%)	5.7± 0.2	2.1± 0.3	2100 ± 29	3.2± 0.1	3-4
*Α.Κ. (6%)	6.0± 0.2	2.9± 0.2	1800± 41	2.7± 0.1	3-4
*Α.Κ. (8%)	5.8± 0.3	3.5± 0.2	1910± 40	2.9± 0.2	3-4
*Α.Κ.(10%)	5.6± 0.1	3.9± 0.2	2010± 55	3.1± 0.2	4-5

*Ο.Τ.Ο.: Ολικά τιτλοδοτούμενη οξύτητα,

*Α.Κ.:Ακινητοποιημένα κύτταρα (στην παρένθεση αναγράφεται η % συγκέντρωση των ακινητοποιημένων κυττάρων g/100g αλεύρου), ±:τυπική απόκλιση

Παρόλα αυτά ο άρτος, που παρασκευάστηκε με 10% ακινητοποιημένα κύτταρα παρουσίασε την μεγαλύτερη οξύτητα. Η εξήγηση, που δίνεται είναι η παρουσία γαλακτικών βακτηρίων στο υπόστρωμα ακινητοποίησης, τα οποία παρήγαγαν γαλακτικό οξύ ή και άλλα οργανικά οξέα, με άμεση συνέπεια την αύξηση της οξύτητας και του χρόνου συντήρησης του άρτου.

Βιβλιογραφία

- Bekatorou, A., A. Sarellas, N. G. Ternan, A. Mallouchos, M. Komaitis, A.A. Koutinas and M. Kanellaki. 2002. Low temperature Brewing using yeast immobilized on dried figs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 : 7249-7257.
- Hallén, E., S. Ibanoglu and P. Ainsworth. 2004. Effect of fermented/germinated cowpea flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour. *Journal of Food Engineering* 63: 177-184.
- Gélinas, P., C. M. McKinnon and M. Pelletier. 1999. Sourdough-type bread from waste bread crumb. *Food Microbiology* 16: 37-43.
- Kourkoutas, Y., A. Bekatorou, I. M. Banat, R. Marchant and A. A. Koutinas. 2004. Immobilization technologies and support materials suitable in alcohol beverages production: a review. *Food Microbiology* 21: 377-397.

Use of immobilized cells in baking

**S. Plessas, M. Kanellaki, E. Bezirtzoglou and
A. Koutinas**

Abstract

The selection of trahanas as a new immobilization support is examined in the frame of this research project. Trahanas was immobilized with baker's yeast cells and was tested in repeated batch fermentations of glucose as synthetic medium, in order to evaluate its efficiency for alcoholic and lactic fermentation. Cell immobilization was proved by electron microscopy and by the mechanical stability of the biocatalyst for repeated alcoholic and lactic fermentation batches at various temperatures (15-30°C). Fermentation times were low and ethanol productivity was high and stable. Respectable amounts of lactic acid and volatile by-products were produced revealing potential application of the biocatalyst in

fermented food production. The simultaneous existence of lactic acid bacteria and baker's yeast on the support give it a great advantage in fermentations that the co-existence of both species is needed. For this reason the immobilized biocatalyst was used in bread making in different concentrations. The results showed that bread characteristics varied at respectable levels compared to commercial bread in terms of acidity, volume and specific volume. Specifically, when immobilized cells in trahanas were used at a concentration of 10% (g/100g flour) an increase in bread preservation time was observed. This is due to the natural existence of lactic acid bacteria on trahanas that resulted in the achievement of lower acidity compared to commercial bread.

Keywords: trahanas, immobilization, bread, lactic acid bacteria.

Εναλλακτικοί μέθοδοι επεξεργασίας πόσιμων υδάτων

**Μ. Λεοτσινίδης*, Α. Αλεξόπουλος, Β. Σχοινάς,
Θ. Μέντζος, Ε. Μπεζιρτζόγλου και Χ. Βοΐδαρου**

***Δημοκρίτειο Παν/μιο Θράκης. Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης. Εργαστήριο Μικρο-βιολογίας, Βιοτεχνολογίας και Υγιεινής Τροφίμων. 28200, Ορεστιάδα.**

Περίληψη

Η επεξεργασία ποσιμών υδάτων με φυσικό – βιολογικό τρόπο αποτελεί μια εναλλακτική προσέγγιση με οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Στον Ν. Ηλείας τα υπόγεια ύδατα χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις ρυπαντών που τα καθιστούν ακατάλληλα για κατανάλωση και εξαναγκάζουν τους δήμους να αναζητούν εναλλακτικές πηγές υδροληψίας εγκαταλείποντας τις παλαιές. Στα πλαίσια αυτά διερευνήθηκε η εφαρμογή φυσικών – βιολογικών τρόπων επεξεργασίας των υποβαθμισμένων υδάτων με τον σχεδιασμό και την κατασκευή σε φυσική κλίμακα συστημάτων απομάκρυνσης της αμμωνίας, υδρόθειου, σιδήρου και μαγγανίου. Μετά από 5 έτη λειτουργίας η προσέγγιση αυτή έχει δώσει άριστα αποτελέσματα και υδροδοτεί με άριστης ποιότητας νερό τουλάχιστον τρεις δήμους και αρκετές κοινότητες στην περιοχή.

Λέξεις-κλειδιά: πόσιμο νερό, επεξεργασία, σίδηρος, μαγγάνιο, αμμωνία.

Γενικά

Η ενέργεια και οι υδατικοί πόροι αποτελούν τις σημαντικότερες παραμέτρους της παγκόσμιας οικονομίας και ανάπτυξης. Μια συνεχής υδατική πολιτική που θα εξασφάλιζε την χωροχρονική σημερινή και μελλοντική κάλυψη των αναγκών σε νερό, προϋποθέτει την αειφόρο ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων σε εθνικό και τοπικό επίπεδο και τον μακροχρόνιο και συγχρόνως τεκμηριωμένο προγραμματισμό. Υπάρχει ανάγκη προστασίας και σεβασμού των υδατικών πόρων και εξοικονόμησης νερού και συνεπώς επιβάλλεται η εκτέλεση έργων πολλαπλούς σκοπιμότητας, έτσι ώστε να ικανοποιείται αφ ενός η σημερινή και η μελλοντική ζήτηση νερού, με τους καλύτερους οικονομικούς όρους, και αφετέρου να διαφυλάσσονται οι υδατικοί πόροι για τις ανάγκες των μελλοντικών γενεών.

Από προηγούμενες έρευνες είναι γνωστά τα προβλήματα της ποιότητας

των ποσίμων νερών σε περιοχές της Ελλάδας [Stefanopoulos, 1979; Athanasiou 1983]. Τα προβλήματα αυτά συνίστανται στην απουσία φθορίου, στις υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων και νατρίου σε ορισμένες νησιωτικές περιοχές, στην παρουσία αμμωνίας, μαγγανίου, σιδήρου και αρσενικού σε άλλες. Ιδιαίτερα σε περιοχές της ΝΔ Ελλάδας οι υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου, μαγγανίου, αμμωνίας και ορισμένες φορές υδρόθειου και νιτρικών καθιστούν το νερό ακατάλληλο ακόμα και για οικιακή χρήση. Από επιδημιολογική δε έρευνα του Εργαστηρίου Υγιεινής καταδείχθηκαν πιθανές επιπτώσεις στην υγεία όπως η εμφάνιση παραπαρκινσονικού συνδρόμου από την κατανάλωση νερού με υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου [Kondakis et al., 1989]. Η μέχρι τώρα αντιμετώπιση του προβλήματος στην περιοχή αυτή στηριζόταν είτε :

1) Στην εγκατάλειψη των γεωτρήσεων που παρουσίαζαν το πρόβλημα και την διάνοιξη νέων που συνήθως και σε αυτές η ποιότητα του νερού ήταν αμφίβολη. Ο τρόπος αυτός πέρα από το άμεσο και υψηλό κόστος της νέας γεώτρησης έχει ιδιαίτερα αυξημένο οικολογικό και μακροπρόθεσμα οικονομικό κόστος με την έννοια ότι οι πλουτοπαραγωγικές πηγές εγκαταλείπονται.

2) Σε συστήματα επεξεργασίας που βασίζονται στην χημική κατακρήμνιση των ρυπαντών με επακόλουθα το υψηλό κόστος λειτουργίας, την ανάγκη συνεχούς παρέμβασης και τελικά την εισαγωγή στο πόσιμο νερό ανεπιθύμητων στοιχείων που ευρίσκονται σαν προσμίξεις στα οξειδωτικά που χρησιμοποιούνται όπως για παράδειγμα ίχνη καδμίου [Dean, 1991].

Υλικό και Μέθοδος

Στην προσπάθεια εφαρμογής εναλλακτικών τρόπων διαχείρισης και επεξεργασίας αρχικά μελετήθηκε σε εργαστηριακή κλίμακα και στην συνέχεια μπήκε σε εφαρμογή μονάδα οξειδωσης και κατακράτησης σε φυσικό φίλτρο της αμμωνίας, του σιδήρου και του μαγγανίου με την χρήση Cl_2 . Η μέθοδος είναι γνωστή αλλά απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό, συνεχή παρακολούθηση ή εγκατάσταση υψηλού κόστους αυτοματισμού και κυρίως την χρήση χημικών ενώσεων [Wog, 1984]. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν οδήγησαν στην ανάπτυξη και εφαρμογή συστήματος επεξεργασίας στηριζόμενο στην φυσική-βιολογική οξειδωση και απομάκρυνση των ανεπιθύμητων παραμέτρων (υδρόθειου, μαγγανίου, σιδήρου και αμμωνίας) που στηριζόταν στην βιολογική δράση άζωτο και μάγγανο-βακτηριδίων ενώ ο σίδηρος απομακρυνόταν κατόπιν φυσικής οξειδωσης [Hult 1973, Bratby 1988,

Rittmann 1990]. Ανάλογα συστήματα παροχής 50 m³/h αναπτύχθηκαν και τέθηκαν σε λειτουργία σε 4 δήμους του νομού Ηλείας υδροδοτώντας πάνω από 12000 κατοίκους λειτουργώντας με ελάχιστο κόστος και δίνοντας άριστα αποτελέσματα. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των προς ύδρευση υδάτων (ως μέσες τιμές) δίνονται στον πίνακα 1 από όπου μπορεί να γίνει αντιληπτή η υπέρβαση των ορίων που θέτει η Εθνική και Κοινοτική Νομοθεσία [98/83/EC] καθιστώντας το νερό ακατάλληλο προς κατανάλωση.

Πίνακας 1: Μέσες τιμές ποιοτικών χαρακτηριστικών ποσίων υδάτων (πριν την επεξεργασία).

Παράμετρος	Μέση Τιμή δειγμάτων	Ανώτατα Επιτρεπτά Όρια*
pH	7.2	6.5-8.5
Αγωγιμότητα μS	880	-
Σκληρότητα mg/l CaCO ₃	390	-
Σίδηρος μg/l	1000	200
Μαγγάνιο μg/l	150	50
Αμμώνιο mg/l (σαν N)	1.10	0.4
Υδροθείο mg/l	0.1	0
Νιτρικά mg/l (σαν N)	4.5	11.3

* Οδηγία 98/83/EK

Ο σχεδιασμός της κάθε μονάδας επεξεργασίας περιλαμβάνει δεξαμενή αερισμού για την παροχή οξυγόνου στους αερόβιους μικροοργανισμούς, δύο εν σειρά φίλτρα πυριτικής άμμου (καθαρότητας 99,9% σε SiO₃) που λειτουργούν σαν βιολογικές κλίνες αλλά και για την συγκράτηση των προϊόντων της οξειδωσης και τέλος δεξαμενής αποθήκευσης του καθαρού – επεξεργασμένου νερού.

Η μονάδα αφέθηκε να λειτουργήσει για διάστημα 30 ημερών ενώ πραγματοποιούταν καθημερινός έλεγχος των χημικών και μικροβιολογικών χαρακτηριστικών του νερού με την χρήση αποδεκτών μεθόδων [ΑΡΗΑ, 1985]. Όσον αφορά την δράση των μικροοργανισμών αυτή ταυτοποιήθηκε έμμεσα από την οξείδωση διχλωριούχου σιδήρου σε Fe⁺³ σε καλλιεργητικό υλικό που επώασθηκε παρουσία υλικού πλήρωσης [Ajit and Pradosh, 1979]. Η παρουσία των μαγγανοβακτηριδίων και νιτροβακτηριδίων πιστοποιήθηκε σε καλλιέργειες του νερού έκπλυσης του δεύτερου φίλτρου [Gregory, 1982].

Πίνακας 2: Διαχρονική κατανομή των συγκεντρώσεων βασικών χημικών παραμέτρων του συστήματος επεξεργασίας νερού.

Λειτουργία (μήρες)	Σίδηρος (μg/l)			Μαγγάνιο (μg/l)			Αμμώδες (mg/l – N)			Νιτρικά (mg/l – N)			Υδρόβιο (mg/l)										
	Τέριση	Εισόδος 1 ^ο φίλτρον	Εισόδος 2 ^ο φίλτρον	Τέριση	Εισόδος 1 ^ο φίλτρον	Εισόδος 2 ^ο φίλτρον	Τέριση	Εισόδος 1 ^ο φίλτρον	Εισόδος 2 ^ο φίλτρον	Τέριση	Εισόδος 1 ^ο φίλτρον	Εισόδος 2 ^ο φίλτρον	Τέριση	Εισόδος 1 ^ο φίλτρον	Εισόδος 2 ^ο φίλτρον								
2	1000	910	230	220	180	170	150	150	150	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	4,4	4,4	4,4	0,1	MA	MA	MA	
20	1020	900	150	140	190	185	155	65	1,1	1,1	1,1	0,6	4,5	4,4	4,4	5,1	0,1	MA	MA	MA	MA	MA	
40	1010	920	20	20	180	165	150	2	1,1	1,1	1	MA	4,5	4,5	4,6	5,5	0,1	MA	MA	MA	MA	MA	
240	1010	900	18	17	185	175	157	2	1,1	1,1	1	MA	4,5	4,5	5,5	0,1	MA	MA	MA	MA	MA	MA	
1200	1000	940	16	14	178	170	156	2	1,1	1,1	1	MA	4,4	4,3	4,5	4,5	0,1	MA	MA	MA	MA	MA	MA

Αποτελέσματα–Συμπεράσματα

Σε χρονικό διάστημα 20-30 ημερών μετά την έναρξη λειτουργίας της κάθε μονάδας το νερό δόθηκε στην κατανάλωση. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά στην πηγή (γεώτρηση), στην είσοδο του πρώτου φίλτρου, στην είσοδο του δευτέρου φίλτρου και στην έξοδο του συστήματος σε διάφορες χρονικές στιγμές (0 – 40 μήνες). Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων συμπεραίνεται ότι:

1. Η απομάκρυνση του H_2S επετεύχθη με τον αερισμό (air stripping).
2. Το 80% του σιδήρου απομακρύνθηκε με τον συνδυασμό αερισμού και διήθησης αμέσως μετά την έναρξη της λειτουργίας,
3. Η πλήρης απόδοση της μονάδας επετεύχθη μετά την 40η ημέρα λειτουργίας και αφού αναπτύχθηκαν οι κατάλληλοι πληθυσμοί βακτηριδίων. Από τις σχετικές αναλύσεις αποδείχθηκε ότι το υλικό πλήρωσης στο πρώτο φίλτρο αποτέλεσε υπόστρωμα συγκράτησης και ανάπτυξης μεικτών πληθυσμών σιδηροβακτηριδίων ενώ το δεύτερο φίλτρο αποίκισαν μαγγανοβακτηρίδια.
4. Οι τελικές αποδώσεις του συστήματος ανέρχονται για το σίδηρο και μαγγάνιο σε 98% και 99% αντίστοιχα ενώ επετεύχθη και πλήρης απομάκρυνση της αμμωνίας και του υδρόθειου.

Παρατηρήθηκε ότι το σύστημα παρέμενε σταθερό χωρίς να κλονίζεται η λειτουργία του εφόσον η παροχή διατηρούταν στα 45 - 50 m^3/h και οι ταχύτητες ροής έως 12 m/h. Οι αντίστροφες πλύσεις για την απομάκρυνση των αποθέσεων από το υλικό πλήρωσης γίνονταν ήπια με ταχύτητες έως 20 m/h. Το δυναμικό οξειδοαναγωγής του νερού ήταν πριν την είσοδο στα φίλτρα άνω των 250 mV και ο κορεσμός σε O_2 από 98 – 110%.

Εκτός των επιστημονικών συμπερασμάτων που προαναφέρθηκαν πρέπει να προστεθούν και τα οικονομικά οφέλη μιας τέτοιας προσέγγισης δεδομένου ότι όπως εκτιμήθηκε ο κάθε δήμος είχε οικονομικό όφελος 30000€ ανά έτος σε σχέση με την παλαιότερη προσέγγιση της συχνής διάνοιξης και εγκατάλειψης των γεωτρήσεων. Φυσικά, το οικολογικό όφελος είναι ανεκτίμητο.

Είναι επομένως δυνατή η αξιοποίηση σε κάθε περίπτωση των πλουτοπαραγωγικών πηγών της χώρας και στην προκειμένη περίπτωση των πηγών νερού της ΒΔ Ηλείας. Τα αποτελέσματα της έρευνας συνηγορούν στην διερεύνηση εναλλακτικών τρόπων επεξεργασίας του προς εκμετάλλευση νερού, όπου είναι αναγκαία, και ίσως αυτή θα πρέπει να είναι η πρώτη επιλογή ενώ η διάνοιξη νέων γεωτρήσεων η μεταφορά νερού από απομακρυσμέ-

νες πηγές ή φράγματα, που έχουν υψηλό οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος να αποτελούν την τελευταία λύση.

Βιβλιογραφία

- Ajit, K. M. and R. Pradosh. 1979. A note on growth of *Thiobacillus ferrooxidans* on solid medium. *J. Appl. Bact.* 47: 289-292.
- APHA, AWWA, WPCF. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th Ed. Washington DC.
- Athanasίου, Κ. and S. Α. Κυρτοπούλου. 1983. Mutagenic and clastogenic effects of organic extracts from the Athenian drinking water. *Sci Total Environ.* (2-3):113-20.
- Bratby, J. R. 1988. Optimizing manganese removal and wastewater recovery at a direct filtration plant in Brazil. *JAWWA* (Dec 1988): 71-81.
- Dean, R. B. 1991. Processes for water reclamation. *Waste Manag Res.* (5): 425-30.
- European Community. 1998. Directive 98/83/EC on Drinking Water Quality.
- Gregory, E. 1982. Widespread distribution of ability to oxidize manganese among freshwater bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 44(2): 509-511.
- Hult, A. 1973. Filtration of iron during and after oxidation. *Effluent Water Treat J.* 209-215.
- Kondakis, X. G., N. Makris, M. Leotsinidis, M. Prinou and T. Papapetroπούλου. 1989. Possible health effects of high manganese concentration in drinking water. *Arch. Environ. Health* 44(31): 175-178.
- Rittmann, B. E. 1990. Analyzing biofilm processes used in biological filtration. *JAWWA* 82(12): 62-66.
- Stephanopoulos-Brettos, B. 1979. Fluoride-fluorosis--fluoridation of drinking water. *Stomatologia* 36(1): 7-53.
- Wog, J. M. 1984. Chlorination filtration of iron and manganese removal. *JAWWA* 76(1): 76-80.

Alternative methods in drinking water treatment

**M. Leotsinidis, A. Alexopoulos, V. Schinas,
T. Mentzos, E. Berzitzoglou and C. Voidarou**

Summary

Drinking water treatment by physical or biological means offers many economical and environmental benefits. In Elia district, in SW Greece underground water sources often contains elevated concentrations of chemical compounds which forbids any application or usage of that water. Thus, the local authorities are often forced to seek new sources and abandon the previous ones. In the frame of a more sustainable and economically feasible approach, the adoption of a physical-biological treatment process was investigated concerning the removal of ammonium, hydrogen sulfite, manganese and iron. Five operational 5 years later, such systems are providing drinking water to thousands of residents in that area.

Keywords: Drinking water, treatment, iron, manganese, ammonia.

Επιβάρυνση της μικροβιολογικής ποιότητας του υδάτινου περιβάλλοντος

X. Βοϊδαρου και Ε. Μπεζιρτζόγλου

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης - Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης,
68200, Ορεστιάδα

Περίληψη

Η μικροβιολογική ποιότητα των υδάτων εκτιμάται με δοκιμασίες που αναφέρονται ως δείκτες παρουσίας η/ και ποσοτικής εκτίμησης μικροοργανισμών. Οι δείκτες αυτοί παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις η/ και διακυμάνσεις ανάλογα με την προέλευση του υδάτινου δείγματος. Στη μελέτη αυτή γίνεται εκτενέστατη συζήτηση και αναπροσαρμόζεται ο τρόπος αξιολόγησης και συσχετισμός των αποτελεσμάτων. Επίσης, προτείνεται η συστηματική εκτίμηση του δείκτη πολυανθεκτικότητας λόγω της ανερχόμενης αντοχής στα αντιβιοτικά κατά τα τελευταία έτη. Η μελέτη της μικροβιολογικής ποιότητας των υδάτινων οικοσυστημάτων θα πρέπει να θεσπίζει διττό στόχο αφ' ενός την συστηματική εκτίμηση της περιβαλλοντικής ρύπανσης με απώτερο σκοπό την διαφύλαξη της Δημόσιας Υγείας και αφ' ετέρου την χαρτογράφηση της μικροβιακής αυτής ρύπανσης και έλεγχο όλων εκείνων των παραμέτρων που τροποποιούν και διαταράσσουν την ισορροπία της μικροβιακής χλωρίδας του οικοσυστήματος.

Εισαγωγή

Οι μικροοργανισμοί που εισέρχονται στο υδάτινο περιβάλλον, εκτός των λοιμώξεων μεταδίδουν και την αντοχή τους στα αντιβιοτικά τόσο στους αυτόχθονες όσο και στους αλλόχθονες μικροοργανισμούς.

Η αναζήτηση των μικροοργανισμών στο νερό είναι εξαιρετικά δυσχερής λόγω των ενζυμικών, μεταβολικών και δομικών αλλαγών που υφίστανται στην προσπάθεια προσαρμογής τους στο υδάτινο περιβάλλον. Η καλλιέργεια, η απομόνωση και ταυτοποίησή τους δεν γίνεται με τις κλασικές μεθόδους, αλλά εφαρμόζονται ειδικά τροποποιημένες τεχνικές.

Τα φυσικά νερά περιέχουν ένα μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών. Οι περισσότεροι αποτελούν μέρος της φυσικής χλωρίδας του νερού. Άλλοι καταλήγουν στα φυσικά νερά μέσω φυσικών φαινομένων (βροχές, κατολισθή-

σεις κλπ.) και άλλοι μέσω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (απόβλητα, αστικά λύματα κλπ.).

Σύμφωνα με την ταξινόμηση του Bradley οι λοιμώξεις που σχετίζονται με το πόσιμο νερό διακρίνονται σε :

- Λοιμώξεις ή νοσήματα που οφείλονται στην κατανάλωση νερού για πόσιμο.
- Λοιμώξεις που οφείλονται σε ελλιπή χορήγηση νερού.
- Λοιμώξεις που οφείλονται σε παθογόνους μικροοργανισμούς οι οποίοι περνούν ένα σημαντικό μέρος της ζωής τους στο νερό ή το νερό θεωρείται απαραίτητο για την συμπλήρωση του κύκλου τους.
- Λοιμώξεις που μεταδίδονται με έντομα τα οποία εκκολάπτονται στο νερό ή κατόπιν δήγματος από τα έντομα αυτά.

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί εισέρχονται στο υδάτινο περιβάλλον κυρίως δια των αποβλήτων. Η ατμόσφαιρα μπορεί επίσης να αποτελεί οδό εισόδου παθογόνων μικροοργανισμών στο νερό. Υποστηρίζεται ότι οι άνεμοι που φυσούν από τις Ηπείρους προς τη θάλασσα μεταφέρουν βακτήρια, ιούς και παράσιτα και ότι η βροχή διευκολύνει την μετάβασή τους στους ποταμούς και ωκεανούς.

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που ανιχνεύονται στο υδάτινο περιβάλλον προέρχονται:

- Από νοσούντα άτομα
- Ζώα κτηνοτροφικών μονάδων
- Άγρια ζώα
- Πτηνά

Ο χρόνος επιβίωσης των παθογόνων μικροοργανισμών στο νερό μπορεί να είναι ολιγόλεπτος έως και ένα χρόνο αλλά και η μολυσματική τους δόση ποικίλλει από λίγα κύτταρα μέχρι πολλές χιλιάδες.

Οι παλαιές τακτικές άλλαξαν καθώς νέες απόψεις και πεποιθήσεις δημιουργήθηκαν όσον αναφορά την μικροβιολογική ποιότητα του νερού (Geldreich 1977). Σήμερα μας ενδιαφέρει η μεταβλητότητα (και όχι οι απόλυτες τιμές) της μικροβιολογικής ποιότητας του υδάτινου περιβάλλοντος. Η μικροβιακή καταλληλότητα του νερού ελέγχεται με την καταμέτρηση των μικροβιακών δεικτών (Spellman 2003). Οι δείκτες αυτοί συμπεριλαμβάνουν αλλόχθονους μικροοργανισμούς, οι οποίοι διαβαίνουν παροδικά μέσα από το υδάτινο οικοσύστημα, προερχόμενοι συνήθως από το γαστρεντερικό σωλήνα του ανθρώπου και των ζώων. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι μικροοργανισμοί, σήμερα, ως δείκτες είναι τα *ολικά κολοβακτηριοειδή* και οι *κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι* (APHA, 1985).

Στην ομάδα των κολοβακτηριοειδών (*total coliforms*) περιλαμβάνονται όλα τα αερόβια και προαιρετικώς αναερόβια μη σπορογόνα Gram-αρνητικά βακτήρια, τα οποία ζυμώνουν την λακτόζη με παραγωγή αερίου σε 48h στους 36± 0,2°C (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Γένη που συμπεριλαμβάνονται στην ομάδα των κολοβακτηριοειδών (*coliform bacteria*).

<i>Escherichia spp</i>	<i>Erwinia spp</i>
<i>Klebsiella spp</i>	<i>Edwardsiella spp</i>
<i>Enterobacter spp</i>	<i>Kluyera spp</i>
<i>Hafnia spp</i>	<i>Cedecea spp</i>
<i>Serratia spp</i>	<i>Totumella spp</i>
<i>Citrobacter spp</i>	

Τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (*faecal coliforms*) έχουν τις ίδιες ιδιότητες με τα κολοβακτηριοειδή αλλά μπορούν να πολλαπλασιαστούν στους 44,5 ± 0,20C μετά από επώαση 48h (θερμοανθεκτικοί μικροοργανισμοί). Η *E. coli* είναι το πιο τυπικό είδος της ομάδας των κοπρανωδών κολοβακτηριοειδών και παράγει ινδόλη από την τρυπτοφάνη στους 44,5 ± 0,20C.

Οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι (*faecal streptococci*) είναι Gram θετικοί, καταλάση αρνητικοί κόκκοι που απαντούν ανά ζεύγη ή μικρές αλύσσοις. Αποτελούνται από ορισμένα είδη του γένους *Streptococcus* (*S. faecalis*, *S. faecium*, *S. anium*, *S. bovis*, *S. equinus*, *S. gallinarum*). Διαθέτουν το *Group D* αντιγόνο κατά *Lancefield*. Ορισμένα είδη όπως *S. faecalis*, *S. faecium*, απαντώνται συχνότερα στα κόπρανα του ανθρώπου ενώ άλλα είδη στα κόπρανα των ζώων.

Τόσο τα κολοβακτηριοειδή κοπράνων όσο και οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι βρίσκονται στον γαστρεντερικό σωλήνα του ανθρώπου και των άλλων θερμόαιμων ζώων και η παρουσία τους στο νερό υποδεικνύει ρύπανση κοπρανώδους προέλευσης και πιθανή παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών. Η επιβίωσή τους στο νερό ποικίλλει από ώρες έως εβδομάδες. Από την σχέση των κοπρανωδών στρεπτοκόκκων προς τα κολοβακτηριοειδή κοπράνων δυνατόν να ληφθούν πολύτιμες πληροφορίες για την πηγή ρύπανσης. Ορισμένοι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι προσβάλλουν συγκεκριμένους ξενιστές, γι' αυτό και δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ένας μόνο εντερικός δείκτης για τον έλεγχο της ρύπανσης του νερού αλλά τουλάχιστον δύο.

Εκτός των ανωτέρω δεικτών, ο συστηματικός προσδιορισμός των ολι-

κών αεροβίων και προαιρετικώς αναεροβίων ετεροτροφών βακτηρίων στο νερό δίνει σημαντικές πληροφορίες ως προς την σταθερότητα της ποιότητάς του. Αυξομειώσεις του ολικού αριθμού της τάξεως των 1 – 2 λογαρίθμων μπορεί να σημαίνουν προβλήματα στην μονάδα επεξεργασίας του νερού, ανάπτυξη βιολογικού υμενίου (biofilm) στο δίκτυο, επιμόλυνση της πηγής υδροληψίας κλπ.

Για τον πληρέστερο έλεγχο της ποιότητας του πόσιμου και του εμφιαλωμένου νερού στις αντίστοιχες υγειονομικές διατάξεις προτείνονται και άλλοι δείκτες όπως η απομόνωση και η ταυτοποίηση της *Pseudomonas aeruginosa*, τα θειοαναγωγικά κλωστηρίδια, καθώς και άλλοι παθογόνοι μικροοργανισμοί (Richards 1992, Zotova 1993).

Για τον έλεγχο ρουτίνας των αλλοθόνων μικροοργανισμών – δεικτών χρησιμοποιούνται δυο τεχνικές. Η μέθοδος – τεχνική των πολλαπλών σωλήνων- και η μέθοδος - τεχνική της διήθησης δια μεμβράνης-.

Η συσχέτιση της παρουσίας στο νερό παθογόνων βακτηρίων του γαστρεντερικού συστήματος με τους δείκτες κοπρανώδους ρύπανσης του νερού είναι πολύ καλή (π.χ. απομόνωση και καταμέτρηση *Salmonella spp* και αριθμός των κοπρανωδών κολοβακτηριοειδών 2000/100 ml).

Δεν υπάρχει όμως συσχέτιση της παρουσίας δυνητικών παθογόνων βακτηρίων, πρωτόζωων και ιών με τους κοπρανώδεις δείκτες.

Επίσης η ανάπτυξη και εγκατάσταση βιολογικού υμενίου από τους μικροοργανισμούς ενός υδάτινου οικοσυστήματος πρέπει να μελετηθεί με σκοπό να αξιολογηθεί η καταλληλότητά του, ειδικά όταν πρόκειται για νερά αναψυχής.

Σε όλα τα οικοσυστήματα, φυσικά ή τεχνητά, οι μικροοργανισμοί προτιμούν να προσκολλώνται σε κάθε διαθέσιμη επιφάνεια παρά να πλέουν μέσα στο νερό. Κανένα προϊόν, όσο ειδικό και να είναι, δεν παρουσιάζει πλήρη προστασία από την δημιουργία βιολογικού υμενίου και δεν υπάρχει κανένα βακτήριο που να μην έχει κάποια δυνατότητα προσκόλλησης.

Οι βράχοι των ποταμών και της θάλασσας, μέρη του σώματος (π.χ. τα δόντια), οι σωληνώσεις κ.λ.π. είναι σημεία προσκόλλησης του βιολογικού υμενίου.

Η τελική εγκατάσταση και ωρίμανση του βιολογικού υμενίου εξαρτάται από πολλές χημικές (χημικές ουσίες που αποτελούν θρεπτικές ουσίες των μικροοργανισμών), φυσικές (θερμοκρασία, φυσικές παράμετροι, pH, δυναμικό οξειδοαναγωγής νερού) και βιολογικές παράμετροι (είναι οι ομάδες *consortia* των μικροοργανισμών που το απαρτίζουν).

Τελευταία, η καταμέτρηση των κολοβακτηριοειδών, ως δείκτης μικρο-

βιολογικής καταλληλότητας του νερού, βρίσκεται υπό αμφισβήτηση.

Μιας και ένα μεγάλο ποσοστό κολοβακτηριοειδών μειωμένης ζωτικότητας δεν είναι δυνατόν να αναπτυχθεί στα συνήθως χρησιμοποιούμενα για την καταμέτρηση θρεπτικά υλικά. Σήμερα έχει γίνει πεποίθηση ότι για την σωστή εκτίμηση της μικροβιακής καταλληλότητας του νερού πρέπει να καταμετρώνται και τα μειωμένης ζωτικότητας κολοβακτηριοειδή.

Η μείωση της ζωτικότητας των εντεροβακτηριοειδών αποδίδεται σε ένα σύνολο φυσικοχημικών και βιολογικών παραγόντων του νερού, οι οποίοι προκαλούν σημαντικές μεταβολικές και δομικές αλλοιώσεις, αναστρέψιμες και μη.

Το κύριο χαρακτηριστικό της μειωμένης ζωτικότητας κολοβακτηριοειδών είναι η αυξημένη ευαισθησία στα εκλεκτικά θρεπτικά υλικά τα οποία περιέχουν άλατα χολής και δεσοξυχολικά άλατα.

Επομένως οι μικροοργανισμοί αυτοί δεν αναζωογονούνται στα συνήθως χρησιμοποιούμενα θρεπτικά υλικά, στα οποία αναπτύσσονται τα κολοβακτηριοειδή τα οποία δεν έχουν υποστεί μεταβολικές και δομικές αλλοιώσεις.

Παράγοντες του νερού που είναι δυνατόν να προκαλέσουν μεταβολικές και δομικές αλλοιώσεις στα εντεροβακτηριοειδή είναι:

- ❖ τα μέταλλα (χαλκός, ψευδάργυρος)
- ❖ Η υψηλή ή χαμηλή θερμοκρασία
- ❖ Το χλώριο
- ❖ Η αλληλεπίδραση με άλλα βακτήρια

Η ύπαρξη της μειωμένης ζωτικότητας μικροοργανισμών στο πόσιμο νερό αποτελεί ένα πρόβλημα που δεν πρέπει να παραβλέπεται διότι συνδέεται σαφώς με την Δημόσια Υγεία, αφού οι ιδιότητες που έχουν σχέση με τη παθογόνο δράση τους δεν έχουν χαθεί, αλλά επανέρχονται όταν αυτοί αναζωογονηθούν.

Βακτήρια του νερού ανθεκτικά στα αντιβιοτικά

Το υδάτινο περιβάλλον αποτελεί δεξαμενή που περιέχει βακτήρια που εμφανίζουν αντοχή στα αντιβιοτικά. Η αυξημένη αυτή αντοχή στα αντιβιοτικά των διαφόρων βακτηρίων που απομονώνονται από το υδάτινο περιβάλλον οφείλεται:

- στην αυξημένη απόρριψη ακατέργαστων αποβλήτων ο όγκος των οποίων καθημερινά αυξάνει
- στην μεγαλύτερη επιβίωση μερικών στελεχών στα υδάτινα συστή-

- ματα η οποία φαίνεται να έχει σχέση σε μερικές περιπτώσεις με την αντοχή σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως π.χ. φως και μέταλλα
- στην διαδικασία μεταφοράς αντοχής στην οποία συμμετέχει η αλόγιστη χρήση των αντιβιοτικών

Μεταξύ των προτάσεων για το έλεγχο της μικροβιολογικής ποιότητας του νερού είναι και ο έλεγχος της πολυαντοχής του δείκτη κολοβακτηριδίου που απομονώθηκε από αυτό με σκοπό την ανεύρεση διαφόρων πηγών κοπρανώδους ρυπάνσεως του νερού.

Ο δείκτης πολυαντοχής του κολοβακτηριδίου δίδεται από το πηλίκο του αριθμού των αντιβιοτικών στα οποία το στελέχος ήταν ανθεκτικό δια του ολικού αριθμού των ελεγχθέντων αντιβιοτικών.

Ο δείκτης πολυαντοχής του κολοβακτηριδίου για κάθε περιοχή προσδιορίστηκε ως ο αριθμός των αντιβιοτικών στον οποίο όλα τα στελέχη ήταν ανθεκτικά δια του ολικού αριθμού των αντιβιοτικών που εξετάστηκαν επί του συνολικού αριθμού των στελεχών.

Ο δείκτης πολυαντοχής χρησιμοποιήθηκε για τον διαχωρισμό των κολοβακτηριδίων που προέρχονται από πηγές υψηλού κινδύνου (π.χ. ανθρώπους, πουλερικά και κύκνους), από αυτά που προέρχονται από άλλες πηγές.

Στις ανεπτυγμένες χώρες το πόσιμο νερό είναι απίθανο να αποτελεί μια σημαντική πηγή ανθεκτικών γόνων.

Το γενικότερο, ωστόσο, υδάτινο περιβάλλον αποτελεί μια πηγή γόνων αντοχής. Μέχρι πρόσφατα θεωρείτο ότι το κολοβακτηρίδιο και άλλα κολοβακτηριοειδή, αλλόχθονα βακτήρια διέρχονται περιοδικά από το περιβάλλον και έτσι περιορίζονταν η σημασία τους σαν δεξαμενές γόνων αντοχής. Σήμερα έχει αποδειχθεί ότι πολλοί από τους παραπάνω μικροοργανισμούς δεν πεθαίνουν όταν εισέλθουν στο υδάτινο περιβάλλον αλλά εμπίπτουν σε μια μη καλλιεργήσιμη φάση (φάση ύπνου).

Επίσης κατά την διάρκεια υποσιτισμού τους στο υδάτινο περιβάλλον πολλά βακτήρια διατηρούν και εκφράζουν τους πλασμιδιακούς γόνους τους.

Η δυνατότητα των αυτόχθονων μικροοργανισμών του υδάτινου περιβάλλοντος να λειτουργούν σαν δεξαμενές σημαντικών κλινικών γόνων αντοχής απαιτεί την ικανότητα των μικροοργανισμών αυτών να αποκτούν τους επίκτητους γόνους αντοχής από άλλους αυτόχθονους ή παθογόνους οργανισμούς που εισέρχονται στο υδάτινο περιβάλλον.

Οι αυτόχθονες αυτοί μικροοργανισμοί πρέπει να μπορούν να δρουν σαν δότες γενετικών πληροφοριών που να επανεισέρχονται σε βακτήρια ανθρώ-

πινης προέλευσης. Έτσι οι αυτόχθονες μικροοργανισμοί που απέκτησαν τους γόνους αντοχής παραμένουν στο «ασφαλές» κατά τα άλλα περιβάλλον αναμένοντας την ευκαιρία να τους επαναφέρουν στον ανθρώπινο οργανισμό.

Συνηθέστερα στο υδάτινο περιβάλλον η μεταφορά αντοχής στα αντιβιοτικά γίνεται με τρεις κλασσικούς τρόπους: σύζευξη, μεταγωγή, μεταμόρφωση.

Σε ύδατα με ρύπανση από απόβλητα τα απομονωμένα Gram αρνητικά βακτήρια περιέχουν πλασμίδια. Τα πλασμίδια μεταφέρονται δια της σύζευξης εντός ορίων αλλαγής συνθηκών ακόμα και σε απουσία θρεπτικών συστατικών ή χαμηλής θερμοκρασίας. Άρα οι αβιοτικές συνθήκες δεν αποτελούν εμπόδιο για τη μεταφορά πλασμιδίων. Μέχρι σήμερα δεν έχει δοθεί περιγραφή *in situ* μεταφοράς δια συζεύξεως των R- πλασμιδίων μεταξύ βακτηρίων σε θαλάσσιο περιβάλλον αν και υπάρχουν ενδείξεις από *in vitro* μελέτες ότι η σύζευξη μπορεί να συμβεί σε διάφορες συνθήκες οσμωτικού stress, θερμοκρασίας και τροφικών περιορισμών. Κατά τη μεταγωγή γίνεται μεταβίβαση γενετικού υλικού μεταξύ μικροβίων με βακτηριοφάγους. Ενώ για τη μεταμόρφωση γίνεται πρόσληψη με μεταμόρφωση του ανθεκτικού στην rifampicin DNA από βακτήρια προερχόμενα από τη θάλασσα σε εργασιακό μικρόκοσμο.

Ίσως θα ήταν αναγκαίο να δοθούν απαντήσεις σε μερικά βασικά ερωτήματα πριν θεσπιστούν όρια, ώστε να είναι δυνατόν να χαρτογραφηθεί η μικροβιακή ρύπανση ενός υδάτινου οικοσυστήματος, με γνώμονα πάντα τη Δημόσια Υγεία. Μερικά από αυτά τα ερωτήματα συνοψίζονται στα ακόλουθα: α) ποιοι είναι οι πραγματικοί κίνδυνοι που εγκλύει το υδάτινο οικοσύστημα β) ποιο είναι το αποδεκτό όριο επικινδυνότητας και πρόληψης όλων των προκυπτόντων κινδύνων, γ) ποιος δείκτης συσχετίζεται καλύτερα με τους κινδύνους της υγείας, δ) ποιες είναι οι πιο αξιόπιστες μικροβιολογικές τεχνικές για τον έλεγχο δειγμάτων νερού.

Βιβλιογραφία

- American Public Health Association (APHA). 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th Edition, APHA, Washington, D.C.
- Geldreich, E. E. Microbiology of waste. Journal of Water Pollution. Control Fed. 1977 Jun; 49(6):1222-44.
- Microbiology for Water and Wastewater Operators. 2003. (Revised Reprint)

- (Hardcover) by Frank R. Spellman. Published CRC Press.
- Richards, J., D. Stokely and P. Hipgrave. 1992. Quality of drinking water. *BMJ*. Jan 18; 304(6820): 175-8.
- Zotova, V. I., M. I. Afanas'eva and N. Iu. Tishkova. 1993. The microbiological aspects of assessing the quality of potable fresh and mineral waters. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult.* (1):46-8.

Microbial burden of aquatic environment

X. Voidarou and E. Bezirtzoglou

Summary

Systematic control of the waters microbiological quality is important in health items. Coliforms, fecal coliforms, fecal Streptococci and *C.perfringens* are accepted as classic bacterial indicators of fecal pollution of waters. However, these indicators seems to present fluctuations depending on the origin of the water sample together with other physicochemical parameters. Estimation of obtained data must taken in account all different parameters intervening in the watery ecosystem. Moreover, due to the increased and abusive use of antibiotics, the polyresistance bacterial indicator profile must be imperatively considered together with the bacteriological data. The aim of the systematic water control is oriented basically to the preservation of human health by creating a map of the pollution points by considering as well, all the parameters intervening in the malfunction of the watery ecosystem equilibrium.

Υγιεινή και ασφάλεια εργασίας στη Γαλακτοβιομηχανία

Ε. Μπεζιρτζόγλου

**Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης,
Εργαστήριο Μικροβιολογίας, 68200. Ορεστιάδα,
e-mail: empesirt@agro.duth.gr**

Περίληψη

Κατά τα τελευταία έτη έμφαση και προτεραιότητα έχει δοθεί στον τομέα της υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων στον τομέα της βιομηχανίας με την λειτουργία προγραμμάτων και οργανισμών διαφύλαξης της.

Οι βιομηχανίες τροφίμων και ποτών ενέχονται στον μεγαλύτερο αριθμό τραυματισμών εργαζομένων με ευρύτερες οικονομικές επιπτώσεις στην επιχείρηση.

Η Υγιεινή και Ασφάλεια στη γαλακτοβιομηχανία φαίνεται να κατέχει την 9^η σειρά επικινδυνότητας στο σύνολο όλης της βιομηχανίας.

Η ενημέρωση και κατάρτιση του προσωπικού των βιομηχανιών ,αλλά και των εργοδοτών τους πρέπει να είναι συνεχής και να περιλαμβάνει προληπτικές δράσεις (εκπαίδευση στην πυροπροστασία, εκκένωση χώρων εργασίας, κλπ) μέσω προγραμμάτων εκπαίδευσης των εργαζομένων η με την μορφή ενημερωτικών δελτίων και δελτίων σωστής λειτουργίας συσκευών και μηχανημάτων. Επιπλέον απαιτείται η δημιουργία της απαραίτητης οργάνωσης σε όλα τα επίπεδα διαφύλαξης των κανονισμών ασφαλείας.

Σύμφωνα με την νομοθεσία [Ν. 1568/85 άρθρο 5, Π.Δ. 294/88 άρθρο 4, Π.Δ. 17/96 άρθρα 4&5, Π.Δ. 95/99 άρθρα 3&4, Ν. 3144/03 άρθρο 9],ο τεχνικός ασφαλείας πρέπει να είναι κάτοχος πτυχίου ΑΕΙ, ΤΕΙ η μέσης επαγγελματικής σχολής συναφών ειδικοτήτων με τον τομέα εξειδίκευσης στη βιομηχανία του. Ανάλογα με τα προσόντα και την εκπαίδευση του απαιτείται συμπληρωματική εκπαίδευση και εμπειρία στον τομέα εξειδίκευσης του.

Επιπλέον από την νομοθεσία προβλέπεται ο ελάχιστος χρόνος απασχόλησης του τεχνικού ασφαλείας με βάση το άρθ.4 του Π.Δ. 17/96 και του Π.Δ. 294/88.

Οι βιομηχανίες τροφίμων και ποτών ενέχονται στον μεγαλύτερο αριθμό τραυματισμών σε σύγκριση με τους άλλους τομείς (HSE, 1994). Κάθε εργαζόμενος του τομέα τροφίμων έχει 1 / 6 περισσότερες πιθανότητες να πά-

θει ατύχημα κατά την διάρκεια 40 ετών εργασίας.

Η Υγιεινή και Ασφάλεια στη γαλακτοβιομηχανία φαίνεται να κατέχει την 9^η σειρά επικινδυνότητας στο σύνολο όλης της βιομηχανίας.

Λόγω της υψηλής συχνότητας ατυχημάτων (HSE, 2001), το κόστος των ατυχημάτων είναι σημαντικό για την γαλακτοβιομηχανία και συγκεκριμένα ανέρχεται στο 37% του κέρδους της επιχείρησης, στο 5% του λειτουργικού κόστους της και καλύπτει κατά 36 φορές το κόστος της ασφάλισης του εργαζομένου.

Σημαντικότερο όμως είναι το «ανθρώπινο κόστος» και οι επιβαρύνσεις στην υγεία του εργαζομένου. Για το λόγο τούτο επιβάλλονται απλές νομικές κυρώσεις για την εφαρμογή απαγορευτικών διατάξεων και για την τήρηση διαδικασιών ταχυτάτων αποκατάστασης της βλάβης και τέλος δικαστικές κυρώσεις και πρόστιμα με απώτερο στόχο την διαφύλαξη της απώλειας ελέγχου στη βιομηχανία και συνεπώς την αύξηση του κόστους ασφάλισης.

Συμπερασματικά, πρέπει να υπάρχει ένας συντονισμός διαχείρισης ασφάλειας των εργαζομένων και επιχειρησιακού κέρδους με συνεχή αναθεώρηση και βελτίωση των συστημάτων ασφαλείας (BS 1995, DIF 1992) για συντονισμό του ελέγχου της επικινδυνότητας.

Ο συντονισμός του ελέγχου της επικινδυνότητας επιτυγχάνεται με την εκτίμηση των αιτιών ατυχημάτων σύμφωνα με την νομοθεσία, την εκμίσθωση συμβούλων ασφαλείας για επίλυση των προβλημάτων και τέλος με πολιτική αναθεώρησης των εφαρμοζόμενων διαδικασιών και αναδιοργάνωσης.

Σύμφωνα με την Αγγλική αρχή Health and Safety Executive (HSE) πού επικεντρώνεται και επιμορφώνει σε θέματα υγιεινής και ασφαλείας εργασίας κατά το έτος 1996/1997 η επίπτωση ατυχημάτων σε 100.000 εργαζομένους στη βιομηχανία Τροφίμων και Ποτών παρουσιάζει τους ακόλουθους μέσους όρους ανά κατηγορίες:

- Σοβαρά ατυχήματα: 346
- Απλά ατυχήματα: 2179
- Σύνολο :2525

Ειδικότερα για την βιομηχανία γάλακτος ο μέσος όρος της επίπτωσης ατυχημάτων ανά κατηγορία είναι ο ακόλουθος:

- Σοβαρά ατυχήματα: 615
- Απλά ατυχήματα: 3166
- Σύνολο :3782

Ο υπολογισμός του δείκτη επίπτωσης (Incidence Rate) γίνεται σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Incidence Rate Βιομηχανίας ανά έτος} = \frac{\text{Σύνολο (σοβαρών)ατυχημάτων} \times 100.000}{\text{Αριθμός εργαζομένων}}$$

Η επιλογή της ορθής πολιτικής διαδικασίας έγκειται στη γενική πολιτική αναγνώρισης από την διαχείριση της αναγκαιότητας εφαρμογής εμπειροστατωμένων μέτρων υγιεινής και ασφάλειας αφενός, και αφετέρου στην οργάνωση και κατανομή υπευθυνοτήτων σε όλα τα επίπεδα των εργαζομένων. Τούτο δε επιτυγχάνεται με την διευθέτηση επιχειρησιακού πλάνου ελέγχου και συμβουλών για ουσιαστική διασφάλιση των στόχων υγιεινής και ασφάλειας που αναφέρονται κατωτέρω:

- Έλεγχος επικινδυνότητας και πρόληψη
- Επιθεωρήσεις ασφάλειας
- Συνεχής βοήθεια και αρωγή
- Συστηματικός έλεγχος
- Προσωπική ευθύνη των επιθεωρητών για το επίπεδο ασφαλείας και υγιεινής
- Εκπαίδευση προσωπικού
- Καταγραφή πληροφοριών επιθεώρησης, ελέγχων, ατυχημάτων, νόσησης, επισκευών κα. (DIF, 1992)
- Ανίχνευση ιδιαίτερων κινδύνων (γλίστρημα, χειρισμός)
- Αμεσότητα συντήρησης και επισκευών (DIF, 1992)
- Συμβουλευτικές και εκπαιδευτικές διαδικασίες για τους εργαζομένους από την επιτροπή ασφάλειας
- Απολογισμός συνολικού έργου διασφάλισης ασφάλειας

Οι προτεραιότητες ασφάλειας εστιάζονται στην προληπτική δράση στους ακόλουθους τομείς:

- Παραγωγή, όπου συνήθως επέρχεται το 90% του συνόλου των ατυχημάτων.
- Γενικές δραστηριότητες και ειδικότερα μεταφορά, χειρισμός, συντήρηση, καθαρισμός (DIF, 1992)
- Επιρρεπές προσωπικό.

Ενώ, οι άνδρες αποτελούν μόνο το 55% του εργατικού δυναμικού το 80% των θανάτων στην παραγωγή και το 70% των ατυχημάτων στην παραγωγή αφορούν άνδρες.

Οι νέοι εργαζόμενοι (20-30 ετών) και των δύο φύλων ακολουθούν στη σειρά επιρρέπειας σε ατυχήματα και τέλος οι ηλικιωμένες γυναίκες (50-60 ετών).

Η επίπτωση των κυρίων αιτιών ατυχημάτων διαχωρίζεται σε 3 βασικές κατηγορίες (θάνατος, σοβαρά ατυχήματα και Ολιγοήμερα ατυχήματα) για εκάστη εκ των οποίων υπεισέρχονται πολλαπλά αίτια ως επεξηγείται περαιτέρω:

- *Θάνατος* (84% του συνόλου των θανάτων)
 - Γερανοί φορτηγά, ράμπες, ανελκυστήρες (DIF 1992)
 - πτώση από ύψος(21%)
 - σκαλιά, ανεμόσκαλες, σκαλωσιές, οχήματα
 - μη ασφαλής είσοδος(10%)
 - είσοδος σε σιλό η δεξαμενές προ του 1994/1997(22%), σήμερα (0%) (HSE, 1992)
- *Σοβαρά ατυχήματα*(67%)
 - γλίστρημα (33%) (HSE, 1994, HSE 1996)
 - σε διαρροές η υγρό πάτωμα (90%)
 - πτώση από ύψος (17%)
 - μηχανήματα (12%)
 - έλλειψη συντήρησης (9%), απροσεξία (3%)
- *Ολιγοήμερα ατυχήματα*(3 ημερών)(68%)
 - χειρισμός και ανάβαση (31%)(HSE 1992)
 - χειρισμός βαρέων αντικειμένων (60%)
 - γλίστρημα (22%) (HSE 1996)
 - τραυματισμός από κινούμενα αντικείμενα (15%)
 - εργαλεία, μαχαίρια κα
 - Ειδικότερα τα αίτια ατυχημάτων στη Γαλακτοβιομηχανία επικεντρώνονται στα ακόλουθα:
 - γλίστρημα σε διαρροές η υγρό πάτωμα (HSE 1996)
 - χειρισμός και ανάβαση
 - χειρισμός και ανάβαση βαρέων η αιχμηρών αντικειμένων
 - μηχανήματα
 - έλλειψη συντήρησης ,απροσεξία, συσκευασία, ανυψωτικά, μεταφορά
 - τραυματισμός από κινούμενα αντικείμενα
 - εργαλεία, μαχαίρια, αντικείμενα που πέφτουν κα
 - πτώση από ύψος
 - σκάλες, ανεμόσκαλες, δεξαμενές αποθήκευσης, οχήματα μεταφοράς
 - μεταφορά
 - κίνηση οχημάτων μεταφοράς, αναβάτορες
 - έκθεση σε ουσίες (HSE 1994)
 - υγρά καθαρισμού, αναθυμιάσεις, εκροές, ατμός, καυτό νερό, CIPεκροή

Η διαχείριση του υψηλού κινδύνου στη γαλακτοβιομηχανία συνίσταται σε πλημμελή έλεγχο και διορθωτικές ενέργειες στα ακόλουθα σημεία αιχμής (HSE, 1993; HSE 1994)

Μεταφορά

Διαβάσεις πεζών, απομόνωση χώρων

Σύστημα προφύλαξης από ανατροπή

Εκπαίδευση οδηγών αναβατόρων και οχημάτων

Έλεγχος σταθερότητας αναβατόρων

Έλεγχος ανάβασης σε δεξαμενές και σιλό

Ασφαλείς εισοδοί και έξοδοι

Προφύλαξη από επικλινή τρέιλερ, καρότσες φορτηγών και αναβατόρια (HSE, 1993, 2000, 2000)

Σύστημα διαφύλαξης ανατροπών σε φορτηγά και τρέιλερ με σύστημα ανάτρεψης

Πτώση από ύψος

Προσπελασιμότητα στις εισόδους, στους χώρους, στα μηχανήματα

Δια το λόγο τούτο απαιτείται συστηματική εκπαίδευση στη διαφύλαξη των σημείων αιχμής και των εισόδων, στην ανίχνευση των επικίνδυνων σημείων (οροφών, ανεμόσκαλων και άλλων βαθμίδων), στην διαφύλαξη ικανού χώρου χειρισμού μηχανημάτων, στην αποφυγή εγκλωβισμού σε δεξαμενή ή σιλό, στη δημιουργία αυτοκαθαριστικών συστημάτων και αυτοματισμών, στη σωστή επιλογή μηχανημάτων, συντήρηση και ανανέωση τους όταν αυτή επιβάλλεται και τέλος στην ανίχνευση όλων των ειδικών αιτίων που αφορούν χειρισμούς βαρέων ή ασταθών αντικειμένων και φορτίων.

Από τους εργαζόμενους στη βιομηχανία τροφίμων (5% του συνόλου των εργαζομένων) υπολογίζεται ότι 2.000.000 νοσούν από επαγγελματική νόσο και κατ' επέκταση χάνονται 19.500.000 εργάσιμες μέρες λόγω νόσησης. Τα συνήθη και σοβαρότερα αίτια επαγγελματικής νόσησης αναφέρονται κατωτέρω (HSE 1995, 2001, 2001)

- | | |
|--|-----|
| - Μυοσκελετικές βλάβες(κυρίως άνω άκρων) | 45% |
| - Νόσοι αναπνευστικού συστήματος-άσθμα | 40% |
| - Δερματίτιδα εξ' επαφής | 5% |

Ως δευτερεύοντα αίτια επαγγελματικής νόσησης

Κώφωση (υψηλά επίπεδα θορύβων, θορυβώδη λειτουργία μηχανημάτων, εμφιάλωση, συσκευασία)

Ψύξη (έκθεση σε ψυχρό περιβάλλον ή ψυγείο)

Για την διασφάλιση της υγείας των εργαζομένων πρέπει να γίνει σωστή εκτίμηση του κινδύνου από τον υπεύθυνο εκτίμησης επαγγελματικού

κινδύνου καθώς και συνεχής έλεγχος υγείας των εργαζομένων από τον ιατρό εργασίας.

Συνεχείς και εμπεριστατωμένες οδηγίες διασφάλισης υγείας (HSE 2001) πρέπει να δίνονται για διατήρηση ενός ιδανικού εργασιακού περιβάλλοντος (ζεστό, άνετο, ασφαλές, φωτεινό), για τήρηση του χρόνου έκθεσης (ταχύτητα εργασίας, φόρτος εργασίας, διαλείμματα, βοήθεια), για τήρηση λεπτομερούς πλάνου εργασίας, για διασφάλιση εργονομίας εργαλείων, μηχανημάτων, συστημάτων αυτοματισμού, θέσεων εργασίας, τρόπου εργασίας και τέλος κατάρτιση και εκπαίδευση προσωπικού σε όλα τα ανωτέρω θέματα.

Η καταγραφή της συχνότητας και του τύπου νόσησης, η εξειδικευμένη επιλογή προσωπικού για την κατάλληλη θέση, ο συνεχής έλεγχος προσωπικού και εφαρμογής στρατηγικής, η παροχή βοήθειας στους νοσούντες (φυσιοθεραπεία, αποκατάσταση).

Τα αίτια επίσης κινδύνου που προέρχονται από επαφή η έκθεση σε μικροοργανισμούς δεν είναι αμελητέα. Ο μικροβιολογικός κίνδυνος μπορεί να οφείλεται σε παθογόνα η βακτήρια φυσιολογικών χλωρίδων που υπήρξαν στο γάλα προ της διαδικασίας της παστερίωσης, λόγω μόλυνσης του γαλακτος από το περιβάλλον του βουστασίου.

Εάν το νοπό γάλα, παραμείνει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, τότε η φυσική μικροχλωρίδα του προκαλεί τη ζύμωσή του η οποία διέρχεται από τα εξής στάδια:

- Στάδιο βακτηριοστασίας
- Στάδιο οξυνίσεως
- Στάδιο εξουδετέρωσης
- Στάδιο σήψεως

Οι κυριότερες ομάδες μικροοργανισμών που απαντώνται στο γάλα είναι: βακτήρια, ζύμες, μύκητες, γαλακτικοί βακτηριοφάγοι και ιοί.

Οι συνηθέστερα απαντημένες κατηγορίες βακτηρίων είναι:

- Gram αρνητικά. Αερόβια (βακτήρια και κόκκοι)

Οικογένεια *Pseudomonadaceae* (*Pseudomonas*, *Xanthomonas*)

Γένη αμφιβόλου κατατάξεως, *Alcaligenes*, *Brucella*)

- Gram αρνητικά. Προαιρετικά αναερόβια βακτήρια

Οικογένεια *Enterobacteriaceae*

(*Escherichia*, *Edwardsiella*, *Citrobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Proteus*, *Yersinia*, *Erwinia*)

Οικογένεια *Vibrionaceae* (*Aeromonas*,

Γένη απροσδιορίστου θέσεως, *Flavobacterium*)

- Αερόβιοι / προαιρετικά ανερόβιοι Gram (+) κόκκοι
 - Οικογένεια *Micrococcaceae* (*Staphylococcus*, *Micrococcus*)
 - Οικογένεια *Streptococcaceae* (*Streptococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*)
- Αναερόβιοι Gram (+) κόκκοι
 - Οικογένεια *Peptococcaceae* (*Peptococcus*, *Peptostreptococcus*, *Sarcina*)
- Σπορογόνα βακτήρια
 - Οικογένεια *Bacillaceae* (*Bacillus*, *Clostridium*)
- Gram θετικά ασπορογόνα βακτήρια
 - Οικογένεια *Lactobacillaceae* (*Lactobacillus*, *Listeria*)
- Ανώμαλα μη σπορογόνα Gram θετικά βακτήρια
 - (*Corynebacterium*, *Rothia*)
 - Οικογένεια *Mycobacteriaceae* (*Mycobacterium*)
 - Οικογένεια *Nocardiaceae* (*Nocardia*)
 - Τάξη I. *Rickettsiales*
 - Οικογένεια *Rickettsiaceae* (*Ricketts*, *Rochalimaea*, *Coxiella*)

Σύμφωνα με στατιστικές σε Ευρωπαϊκό επίπεδο κατά τα έτη 1991 έως 1995, η επικινδυνότητα στον τομέα της γαλακτοβιομηχανίας την κατατάσσει στη 4η σειρά από τους 19 τομείς στη βιομηχανία τροφίμων και στην 9η σειρά στο σύνολο της βιομηχανίας. Η γαλακτοβιομηχανία όμως κρατάει τα σκήπτρα ερχόμενη πρώτη στην κατάταξη σε μοιραία σοβαρά ατυχήματα (DIF, 2002).

Οι δείκτες επικινδυνότητας στον τομέα των ατυχημάτων της γαλακτοβιομηχανίας επιμερίζονται ως ακολούθως:

Incidence Rate=305 σοβαρά ατυχήματα

Incidence Rate=4235 μείζονα ατυχήματα

Incidence Rate=4541 σύνολο ατυχημάτων

Είναι γεγονός λοιπόν ότι δια την διαφύλαξη της υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων στον τομέα της γαλακτοβιομηχανίας απαιτείται εμπειροστατωμένη και συστηματική πολιτική δράσεων και διορθωτικών ενεργειών.

Στην Ελλάδα το Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας Εργασίας (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)

Ενέχει ρόλο συναφή με τον Αγγλικό φορέα Health and Safety Executive (HSE).

Οι δράσεις του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. έχουν 2 στόχους :

- Την λειτουργία του ως Κέντρου Εφαρμοσμένης Έρευνας με την ανάπτυξη ερευνητικών δραστηριοτήτων με σκοπό τον εντοπισμό, την καταγραφή, την

επεξεργασία, την ανάλυση και την έρευνα των βλαπτικών παραγόντων ή και καταστάσεων του εργασιακού περιβάλλοντος και ταυτόχρονα την παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών από εμπειρογνώμονες σε θέματα Επαγγελματικής Υγείας και Ασφάλειας.

- Την λειτουργία του ως Κέντρου Τεκμηρίωσης - Πληροφόρησης με σκοπό την συγκέντρωση, επεξεργασία και διάδοση κάθε χρήσιμης πληροφορίας που αφορά την Επαγγελματική Υγεία και Ασφάλεια και την ανάπτυξη και λειτουργία βιβλιοθήκης υπηρεσίες τεκμηρίωσης και πληροφόρησης και διακίνησης των εκδόσεων του Ινστιτούτου.

Η υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων φαίνεται να είναι πλέον η αδιαμφισβήτητη προτεραιότητα στον τομέα της βιομηχανίας με την λειτουργία προγραμμάτων και οργανισμών διαφύλαξης της. Είναι γεγονός ότι η πολιτική, οι μέθοδοι και οι διαδικασίες διαφύλαξης πρέπει να ανανεώνονται και να αναπροσαρμόζονται με διορθωτικές ενέργειες για την αρτιότερη και συνεχή διασφάλιση υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων.

Βιβλιογραφία

- B.S. 1995. Tanks for the transport of milk and liquid milk products (6.3 Access to manway). No3441.
- D.I.F. 1992. Dairy Industry Code of Practice for the safeguarding of dairy machinery Information on bottle fillers (including integral cappers and crowners); D/Re - Crater; Conveyors; D-Stackers and Stackers; Cartoning Machinery; and Bottle Washers, Dairy Industry Federation.
- D.I.F. 1993. Look before you lift - a manual lifting and handling training video for the dairy industry. Dairy Industry Federation
- H.S.E. 1992. Health and safety in retail and wholesale warehouses HSG76 HSE Books ISBN 0 11 885731 2.
- H.S.E. 1993. A step by step guide to COSHH assessment HSG97 HSE Books ISBN 0 7176 1446 8.
- H.S.E. 1993. Reversing vehicles INDG148 HSE Books.
- H.S.E. 1994. Essentials of health and safety at work. HSE Books.
- H.S.E. 1994. Health and Safety Executive. 1994. A recipe for safety: Health and safety in the food industry TOP05 (rev1) HSE Books ISBN 0 7176 2432 3.
- H.S.E. 1994. Manual handling: Solutions you can handle HSG115 HSE

Books ISBN 0 7176 0693 7.

- H.S.E. 1994. Seven steps to successful substitution of hazardous substances HSG110 HSE Books ISBN 0 7176 0695 37.
- H.S.E. 1994. Workroom temperatures in places where food is handled FIS3 HSE Books
- H.S.E. 1995. Safe management of ammonia refrigeration systems: Food and other workplaces PM81 HSE Books ISBN 0 7176 1066 7.
- H.S.E. 1995. Workplace transport safety: Guidance for employers HSG136 HSE Books ISBN 0 7176 0935 9.
- H.S.E. 1996. Slips and trips: Guidance for the food processing industry HSG156 HSE Books ISBN 0 7176 0832 8.
- H.S.E. 2000. Safety in working with lift trucks HSG6 (Second edition) HSE Books ISBN 0 7176 1781 5.
- H.S.E. 2001. Controlling exposure to disinfectants used in the food and drink industries FIS29 HSE Books.
- H.S.E. 2001. Preventing falls from height in the food and drink industries FIS30 HSE Books.
- H.S.E., 2001. An index of health and safety guidance for the food and drink industries FIS7(rev1) HSE Books. ISBN 0 7176 0716 X
- H.S.E. 1996. Reducing noise exposure in the food and drink industries FIS32 HSE Books.
- D.I.F. 2002. Management Matters The DIF magazine which frequently contains information on current health and safety issues Dairy Industry Federation publications are available from the Dairy Industry Federation, 19 Cornwall Terrace, London. U.K.

Health and Safety in Dairy Industry

E. Bezirtzoglou

Abstract

During the last decade an increase emphasis has been developed towards the Health and Safety issues concerning the employees in industry. Such initiatives are materialized through projects and agencies involvement. In food and beverage industry an elevated number of injuries have been observed, with a heavy impact in economic loss both for the companies and the social funds.

Παραγωγή προβιοτικού τυριού με χρήση ακινητοποιημένων κυττάρων *Lactobacillus casei* σε κομμάτια μήλου

Ι. Κουρκουτάς*, Α. Μποςνέα, Σ. Πλέσσας,
Ε. Μπεζιρτζόγλου και Μ. Κανελλάκη

*Τμήμα Μοριακής Βιολογίας & Γενετικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης,
e-mail: ikourkou@mbg.duth.gr

Περίληψη

Κύτταρα *Lactobacillus casei* ακινητοποιήθηκαν σε κομμάτια μήλου και ο ακινητοποιημένος βιοκαταλύτης χρησιμοποιήθηκε ως πρόσθετη καλλιέργεια για την παραγωγή προβιοτικού τυριού. Παράλληλα, παρασκευάστηκαν τυριά με ελεύθερα κύτταρα *L. casei*, καθώς και τυρί χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια. Τα τυριά ωρίμανσαν στους 4-6°C για 71 ημέρες και μελετήθηκε η επίδραση της αλάτισης και του χρόνου ωρίμανσης στις συγκεντρώσεις της λακτόζης, του γαλακτικού οξέος και της αιθανόλης, στο pH και στον αριθμό των ζωντανών γαλακτικών βακτηρίων. Το λίπος, η πρωτεΐνη και η υγρασία των τυριών κυμάνθηκαν σε επίπεδα παρόμοια με αυτά των εμπορικών τυριών. Το αρωματικό προφίλ των τυριών μελετήθηκε με μικροεκχύλιση στερεάς φάσης (SPME) και αέρια χρωματογραφία/φασματοσκοπία μάζας (GC/MS). Η επανενεργοποίηση σε τυρόγαλα, μετά από 7 μήνες ωρίμανσης, των ακινητοποιημένων κυττάρων *L. casei* σε κομμάτια μήλου έδειξε υψηλότερο ρυθμό μείωσης του pH και χαμηλότερη τελική τιμή pH συγκριτικά με δείγματα τυριών που ελήφθησαν από την υπολλειπόμενη μάζα του τυριού, από μάζα τυριού με ελεύθερα κύτταρα *L. casei*, και μάζα τυριού που παρασκευάστηκε χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια. Στο τυρί με ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* σε κομμάτια μήλου ήταν εμφανής η φρουτώδης γεύση κατά την προκαταρκτική οργανοληπτική αξιολόγηση. Το τυρί με ελεύθερα κύτταρα *L. casei* και το τυρί χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια παρουσίασαν παρόμοια οργανοληπτικά χαρακτηριστικά με τη φέτα εμπορίου, η οποία χρησιμοποιήθηκε ως μέτρο σύγκρισης. Τα κομμάτια μήλου αποδείχθηκαν εξαιρετικό υπόστρωμα για την επιβίωση των κυττάρων *L. casei* κατά την ωρίμανση του τυριού.

Λέξεις κλειδιά: προβιοτικό τυρί, *Lactobacillus casei*, ακινητοποίηση κυττάρων, ωρίμανση τυριού.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη νέων τροφίμων που περιέχουν προβιοτικούς μικροοργανισμούς όπως στελέχη του γένους *Lactobacillus* και *Bifidobacterium* spp. Αυτά τα λειτουργικά τρόφιμα παρουσιάζουν μεγάλες δυνατότητες στη διατήρηση και βελτίωση της ανθρώπινης υγείας καθώς επεμβαίνουν στη διατήρηση του ισοζυγίου της εντερικής μικροβιακής χλωρίδας (Mattila-Sandholm et al, 2002). Τα προβιοτικά τρόφιμα πρέπει να περιέχουν επαρκή αριθμό ζωντανών βακτηρίων (τουλάχιστον 10^7 cfu/g) (Oliveira et al, 2002) και πρέπει να επιβιώνουν στις όξινες συνθήκες του ανώτερου γαστροεντερικού συστήματος και να φτάνουν στο παχύ έντερο. Μέθοδοι όπως η ακινητοποίηση των κυττάρων, η κατάλληλη επιλογή στελεχών που αντέχουν στις όξινες συνθήκες του στομάχου, η χρήση αδιαπέραστων στο οξυγόνο περιεκτών και η προσαρμογή σε αντίξοες συνθήκες έχουν προταθεί για βελτίωση της βιωσιμότητας των προβιοτικών κυττάρων (Shah, 2000, Champagne et al, 2005).

Κομμάτια μήλου έχουν χρησιμοποιηθεί για την ακινητοποίηση κυττάρων *Lactobacillus casei* (Kourkoutas et al, 2005) για παραγωγή προβιοτικού ζυμωμένου γάλακτος. Ο ακινητοποιημένος βιοκαταλύτης επαναδραστηριοποιήθηκε σε γάλα μετά από αποθήκευση υπό ψύξη για 129 ημέρες.

Ο *L. casei* είναι ένας ομοζυμωτικός (Holzapfel and Schilliger, 2002) και οξυάντοχος (Kourkoutas et al, 2005, Fellows, 1997) μικροοργανισμός. Για το λόγο αυτό μπορεί να επιζήσει κατά την ωρίμανση των τυριών.

Η λυοφιλίωση των γαλακτικών βακτηρίων συντελεί στη συντήρησή τους για μεγάλο χρονικό διάστημα, ενώ παράλληλα εξυπηρετεί τη βιομηχανία γαλακτοκομικών προϊόντων, καθώς τα βακτήρια διατίθενται σε μορφή έτοιμη προς χρήση. Για να επιτευχθεί μικρό ποσοστό θνησιμότητας των κυττάρων κατά τη λυοφιλίωση και την αποθήκευση, χρησιμοποιούνται διάφορα κρυοπροστατευτικά μέσα. Ωστόσο, η τεχνολογία ακινητοποίησης παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα στην παραγωγή λυοφιλιωμένων γαλακτικών βακτηρίων, καθώς αυξάνεται το ποσοστό επιβίωσης των βακτηρίων όταν λυοφιλιώνονται σε ακινητοποιημένη μορφή (Champagne et al, 1992).

Οι στόχοι της παρούσας έρευνας ήταν η μελέτη (α) της παραγωγής ενός νέου τύπου τυριού με τη χρήση ακινητοποιημένων κυττάρων *L. casei* σε κομμάτια μήλου ως πρόσθετη καλλιέργεια, (β) του ποσοστού επιβίωσης των προβιοτικών καλλιέργειών κατά την ωρίμανση των τυριών, (γ) της επίδρασης της πρόσθετης καλλιέργειας στα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης του προϊόντος, και (δ) της

χρήσης λυοφιλωμένων, με ή χωρίς κρυσταλλικά μέσα, ακινητοποιημένων κυττάρων *L. casei* σε κομμάτια μήλου ως πρόσθετη καλλιέργεια στην παραγωγή τυριών.

Υλικά και μέθοδοι

Ακινητοποίηση των κυττάρων και λυοφιλίωση

Ο *Lactobacillus casei* ATCC 393 (DSMZ) αναπτύχθηκε σε θρεπτικό διάλυμα MRS (Merk). Για την ακινητοποίηση, 50g κομματιών μήλου εμβαπτίστηκαν σε 1L υγρής καλλιέργειας *L. casei* ($\approx 10^9$ cfu/mL) και επώαστηκαν κατά τη διάρκεια της νύχτας χωρίς ανακίνηση στους 37°C. Όταν η ακινητοποίηση ολοκληρώθηκε, το ζυμούμενο υγρό απομακρύνθηκε. Ο ακινητοποιημένος βιοκαταλύτης στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή τυριού. Παράλληλα, μελετήθηκε η λυοφιλίωση ακινητοποιημένου βιοκαταλύτη με και χωρίς κρυσταλλικά μέσα (1g υγρά κύτταρα/mL κρυσταλλικού μέσου) (ρυθμός ψύξης 3°C/min, θερμοκρασία -45 °C, κενό $15\text{-}5 \times 10^{-3}$ bar).

Παραγωγή προβιοτικού τυριού

Πρόβειο γάλα θερμάνθηκε στους 65°C για 30min και στη συνέχεια ψύχθηκε στους 37°C. Κατόπιν, προστέθηκε εμπορική ρεννίνη (0.01%) και το μείγμα αφέθηκε σε ηρεμία για 1h μέχρι την πήξη του γάλακτος. Στη συνέχεια, έγινε διαίρεση του πήγματος και απομάκρυνση του τυρογάλακτος με τη χρήση αποστειρωμένης τσαντίλας. Τα ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* σε κομμάτια μήλου προστέθηκαν ξεχωριστά (50g/L γάλακτος) κατά τη διάρκεια της στράγγισης. Επίσης, παρασκευάστηκε για συγκριτικούς λόγους τυρί με ελεύθερα κύτταρα *L. casei*, καθώς και τυρί χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια (αποκλειστικά με χρήση ρεννίνης). Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης για 71 μέρες στους 4-6°C, μελετήθηκε η επίδραση της επιφανειακής αλάτισης (10g/100g) στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των τυριών.

Επανενεργοποίηση των κυττάρων *L. casei*

Μετά από συντήρηση του τυριού για 7 μήνες, ο ακινητοποιημένος βιοκαταλύτης σε μήλο (1.4g) απομακρύνθηκε από τη μάζα του τυριού, ξεπλύθηκε δύο φορές με 50mL τυρογάλακτος, προστέθηκε σε 100mL τυρογάλακτος και μελετήθηκε ως προς την ζυμωτική του ικανότητα. Για λόγους σύγκρισης, η ίδια διεργασία ακολουθήθηκε με αντίστοιχη ποσότητα του υπολειπόμενου τυριού χωρίς κομμάτια μήλου, για το τυρί με ελεύθερα κύτταρα

L. casei, καθώς και για το τυρί που παρασκευάστηκε χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια.

Ενεργοποίηση λυοφιλωμένων ακινητοποιημένων σε μήλο κυττάρων *L. casei*

Μετά τη λυοφιλίωση, τα ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* σε μήλο ενεργοποιήθηκαν σε παστεριωμένο γάλα και μελετήθηκε η κινητική της ζύμωσης προσδιορίζοντας το γαλακτικό οξύ και τη λακτόζη.

Αναλύσεις

20g δείγματος τυριού πολτοποιήθηκαν με ζεστό νερό (40°C) για την παραγωγή τελικού όγκου 210mL και στη συνέχεια όλο το μείγμα διηθήθηκε. Το διήθημα χρησιμοποιήθηκε για προσδιορισμό γαλακτικού οξέος, λακτόζης και αιθανόλης.

Το γαλακτικό οξύ προσδιορίστηκε με ιονανταλλακτική υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης (ion exchange HPLC) (Shimadzu, στήλη Shim-pack IC-A1, αντλία LC-10A, φούρνος CTO-10A στους 40°C, ανιχνευτής αγωγιμότητας CDD-6A, κινητή φάση 2.5mM φθαλικό οξύ, 2.4mM Τρι-(υδροξυμεθύλ)-αμινομεθάνιο σε τρις-απεσταγμένο νερό ως κινητή φάση με ρυθμό ροής 1.5mL/min). Δείγματα των 0.25mL αραιώθηκαν σε 25mL και 60μL από το τελικό διάλυμα εισήχθησαν απευθείας στη στήλη. Οι συγκεντρώσεις του γαλακτικού οξέος υπολογίστηκαν με χρήση πρότυπης καμπύλης.

Ο προσδιορισμός της λακτόζης και της αιθανόλης πραγματοποιήθηκε με υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης (HPLC) (Shimadzu, στήλη SCR-101N, αντλία LC-9A, φούρνος CTO-10A στους 60°C, ανιχνευτής δείκτη διάθλασης RID-6A, τρις-απεσταγμένο νερό ως κινητή φάση με ρυθμό ροής 0.8mL/min). Διάλυμα 1-βουτανόλης 1% χρησιμοποιήθηκε ως εσωτερικό πρότυπο. 0.5mL του διηθήματος και 2.5mL διαλύματος 1% (v/v) 1-βουτανόλης αραιώθηκαν μέχρι τελικού όγκου 50mL. Στη συνέχεια, 40μL από το τελικό διάλυμα εισήχθησαν απευθείας στη στήλη. Οι συγκεντρώσεις της λακτόζης και της αιθανόλης προσδιορίστηκαν με χρήση πρότυπης καμπύλης.

Μικροεκχύλιση Στερεάς Φάσης (SPME)/Αέρια Χρωματογραφία/Φασματοσκοπία Μάζας (GC/MS)

Δείγματα τυριού (≈7g) που ωρίμασε για 30 μέρες στους 4-6°C μελετή-

θηκαν ως προς την σύσταση των πτητικών παραπροϊόντων με ανάλυση SPME GC/MS. Τα δείγματα πολτοποιήθηκαν και τοποθετήθηκαν σε κατάλληλο δοχείο (headspace vial) όγκου 20mL, στο οποίο προσαρμόστηκε ειδικό κάλυμμα (teflon-lined septum), δια μέσω του οποίου εισήχθηκε η SPME σύριγγα (50/30mm Divinylbenzene/Carboxen, Supelco, Bellefonte, PA, USA). Το δείγμα θερμοστατήθηκε στους 80°C για 30-35min (Bellesia et al, 2003). Οι προσροφημένες πτητικές ενώσεις αναλύθηκαν από ένα GC/MS (Shimadzu GC-17A, MS QP5050, τριχοειδής στήλη Supelco CO Wax-10 60m, 0.32mm i.d., 0.25 μ m πάχος φιλμ). Ως φέρον αέριο χρησιμοποιήθηκε ήλιο (1.5mL/min). Η θερμοκρασία του φούρνου προγραμματίστηκε στους 35°C για 3min, 5°C/min έως 110°C, μετά 10°C/min έως 240°C και 240°C για 10min. Οι θερμοκρασίες του εισαγωγέα και του ανιχνευτή ήταν 280°C και 250°C, αντίστοιχα. Ο τρόπος λειτουργίας του φασματογράφου μάζας ήταν electron impact, με την ενέργεια ορισμένη στα 70eV και εύρος μαζών 29-400m/z. Η ταυτοποίηση των ενώσεων επιτεύχθηκε συγκρίνοντας τους χρόνους κατακράτησης με τους αντίστοιχους πρότυπων ενώσεων και με δεδομένα φασματοσκοπίας μαζών από τις βιβλιοθήκες NIST107, NIST21 και SZTERP.

Καταμέτρηση ζωντανών κυττάρων γαλακτικών βακτηρίων

Δείγμα 10g αναμείχθηκε με 90mL αποστειρωμένου διαλύματος ¼ ginger και ακολούθησαν διαδοχικές δεκαδικές αραιώσεις. Τα γαλακτικά βακτήρια καταμετρήθηκαν με εμβολιασμό 0.1mL της κάθε αραιώσης σε MRS Agar (Merk) μετά από 48h στους 37°C υπό αναερόβιες συνθήκες (Anaerobic jar, Anerocult C, Merk).

Προκαταρκτική οργανοληπτική αξιολόγηση

Δείγματα τυριού (25g) με προβιοτική καλλιέργεια δοκιμάστηκαν ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους και συγκρίθηκαν με τυριά που παρασκευάστηκαν χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια και με εμπορική Ελληνική φέτα. Η οργανοληπτική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε από 12 εκπαιδευμένα μέλη του εργαστηρίου με χρήση κατάλληλων πρωτοκόλλων. Στους δοκιμαστές ζητήθηκε να βαθμολογήσουν τα δείγματα με βάση κλίμακα 0-10 (0: ανεπιθύμητο, 10: εξαιρετικό) ως προς τρεις κατηγορίες: άρωμα, γεύση, οσμή, ενώ δεν γνώριζαν εκ των προτέρων το δείγμα που δοκίμαζαν (τα δείγματα κωδικοποιήθηκαν για την αναγνώρισή τους). Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν στατιστικά με Ανάλυση Διασποράς (ANOVA) και χρήση του στατιστικού πακέτου (Statistica v.5.0). Το τεστ Duncan χρησιμοποιήθηκε

για να προσδιοριστούν διαφορές ($P<0.05$).

Πειραματικός σχεδιασμός και στατιστική ανάλυση

Όλες οι διεργασίες που χρησιμοποιήθηκαν επαναλήφθηκαν τρεις φορές και παρουσιάστηκε ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων (η μέγιστη απόκλιση ήταν $\pm 5\%$ στις περισσότερες περιπτώσεις). Συλλέχθηκαν διπλά δείγματα από κάθε περίπτωση σε διάφορα χρονικά διαστήματα και μελετήθηκαν ως προς το γαλακτικό οξύ, τη λακτόζη, τα πτητικά παραπροϊόντα και τα ολικά γαλακτικά βακτήρια. Στα πειράματα που διεξάχθηκαν μελετήθηκε η επίδραση της πρόσθετης προβιοτικής καλλιέργειας *L. casei* καθώς και η επίδραση της αλάτισης κατά την ωρίμανση του τυριού. Τα πειράματα σχεδιάστηκαν και αναλύθηκαν στατιστικά με βάση την Ανάλυση Διασποράς (ANOVA) και χρήση του στατιστικού πακέτου (Statistica v.5.0). Το τεστ Duncan χρησιμοποιήθηκε για να προσδιοριστούν διαφορές ($P<0.05$).

Αποτελέσματα και συζήτηση

Παραγωγή προβιοτικού τυριού

Η πήξη του γάλακτος έγινε με τη χρήση εμπορικής ρεννίνης. Τα ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* σε κομμάτια μήλου προστέθηκαν στο πήγμα ως πρόσθετη καλλιέργεια μετά τη στράγγιση και κατανεμήθηκαν όσο το δυνατό ομοιόμορφα στη μάζα του τυριού. Παράλληλα, παρασκευάστηκε τυρί με ελεύθερα κύτταρα *L. casei* ως πρόσθετη καλλιέργεια.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ανάλατων και επιφανειακά αλατισμένων τυριών παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Η προσθήκη πρόσθετων καλλιεργειών, η αλάτιση και ο χρόνος ωρίμανσης επηρέασαν σημαντικά το pH, τη συγκέντρωση της λακτόζης και της αιθανόλης ($P<0.01$). Σε αντίθεση, η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος επηρεάστηκε μόνο από την πρόσθετη καλλιέργεια και από το χρόνο ωρίμανσης ($P<0.01$), αλλά όχι από την προσθήκη άλατος ($P>0.05$). Κατά την ωρίμανση, η λακτόζη μειώθηκε σημαντικά και το γαλακτικό οξύ γενικά αυξήθηκε. Η αιθανόλη κυμάνθηκε σε πολύ χαμηλά επίπεδα (0.03-0.6g/100g τυριού στις περισσότερες περιπτώσεις), ενώ το pH μειώθηκε κατά την ωρίμανση των αλατισμένων τυριών. Ωστόσο, το pH κυμάνθηκε σε επίπεδα που συνήθως παρατηρούνται σε εμπορικά προϊόντα (Πίνακας 1). Το αντίθετο φαινόμενο παρατηρήθηκε στα μη αλατισμένα τυριά, πιθανότατα λόγω της ανάπτυξης μη ορατών επιμολύνσεων μετά από 30 μέρες ωρίμανσης (Spencer and Spencer, 1997). Οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται στην επιφάνεια του τυριού διαδραματί-

ζουν σημαντικό ρόλο στη διεργασία της ωρίμανσης, τόσο λόγω της δράσης πρωτεολυτικών αλλά και λιπολυτικών ενζύμων, όσο και μέσω σχηματισμού πολλών αλκαλικών προϊόντων, κυρίως εξαιτίας της βιομετατροπής του γαλακτικού οξέος (Reps, 1993, Smacchi et al, 1999, Corsetti et al, 2001).

Πίνακας 1. Ποιοτικά χαρακτηριστικά των προβιοτικών λευκών τυριών που παράχθηκαν με ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* σε κομμάτια μήλου και ελεύθερα κύτταρα κατά την ωρίμανση για 71 ημέρες στους 4-6°C.

Αναλύσεις	Μέρες ωρίμανσης	Τυριά με ακινητοποιημένα κύτταρα <i>L. casei</i> σε μήλα		Τυριά με ελεύθερα κύτταρα <i>L. casei</i>		Τυριά χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια	
		Ανάλατα	Αλατισμένα	Ανάλατα	Αλατισμένα	Ανάλατα	Αλατισμένα
Λακτόζη (g/100g τυριού)	1	1.80±0.1	1.15±0.01	1.19±0.07	1.57±0.05	2.03±0.1	1.74±0.1
	4	1.38±0.06	1.04±0.001	1.25±0.05	1.26±0.03	1.73±0.1	1.40±0.05
	15	1.29±0.05	0.92±0.04	0.59±0.01	0.71±0.02	1.70±0.1	0.89±0.02
	30	0.85±0.02	0.77±0.02	0.30±0.01	0.70±0.02	0.78±0.03	0.84±0.02
	71	0.71±0.01	0.48±0.01	Tr	0.34±0.01	0.33±0.01	0.56±0.01
Γαλακτικό οξύ (g/100g τυριού)	1	0.42±0.01	0.52±0.02	0.55±0.02	0.39±0.02	0.15±0.002	0.10±0.002
	4	0.62±0.02	0.60±0.03	0.61±0.03	0.43±0.02	0.22±0.01	0.15±0.002
	15	0.80±0.07	0.63±0.03	0.64±0.03	0.46±0.02	0.13±0.002	0.13±0.002
	30	0.53±0.02	0.68±0.04	0.68±0.03	0.48±0.02	0.12±0.002	0.12±0.002
	71	0.54±0.02	0.68±0.04	0.86±0.04	0.64±0.03	0.86±0.04	0.50±0.01
Αιθανόλη (g/100g τυριού)	1	0.21±0.01	0.09±0.002	0.22±0.01	0.09±0.001	0.28±0.01	0.11±0.001
	4	0.29±0.01	0.05±0.001	0.09±0.001	0.15±0.01	0.28±0.01	0.16±0.01
	15	0.50±0.01	0.05±0.001	0.14±0.01	0.56±0.01	0.27±0.01	0.12±0.001
	30	0.66±0.02	0.03±0.001	0.14±0.01	0.51±0.01	0.19±0.01	0.08±0.001
	71	0.09±0.001	1.19±0.01	0.27±0.01	0.12±0.001	0.34±0.01	0.90±0.05
pH	1	5.3±0.1	5.1±0.1	5.3±0.1	5.1±0.1	5.9±0.1	5.9±0.1
	4	5.3±0.1	4.9±0.1	5.2±0.1	5.0±0.1	5.7±0.1	5.4±0.1
	15	5.2±0.1	4.6±0.1	5.0±0.1	4.9±0.1	5.8±0.1	5.4±0.1
	30	5.4±0.1	4.4±0.1	5.5±0.1	4.9±0.1	7.0±0.1	5.0±0.1
	71	5.8±0.1	4.6±0.1	5.9±0.2	4.9±0.1	7.3±0.2	4.8±0.1
Γαλακτικά Βακτήρια (log cfu/g τυριού)	1	7.26	7.28	10.15	9.95	7.32	7.32
	4	10.72	8.30	10.20	10.30	9.61	9.61
	15	10.28	10.30	11.66	10.58	10.89	9.94
	30	11.76	8.98	12.30	10.89	11.51	10.34
	71	8.99	7.34	8.30	10.08	10.23	9.68
Εμφάνιση Μόλυνσης	1	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-
	15	-	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	-	+	-
	71	+	-	+	-	+	-

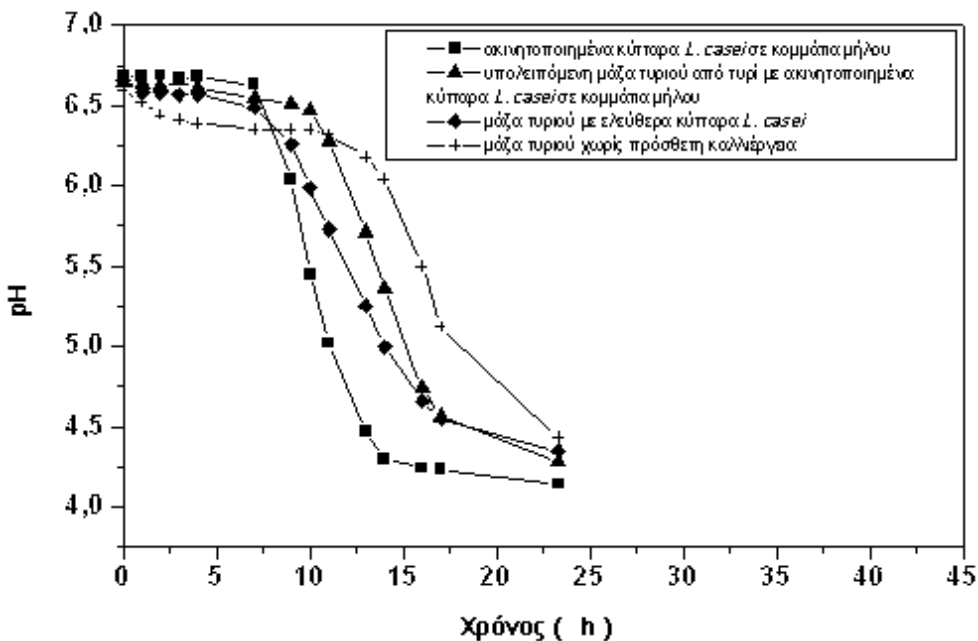
+ : Αλλοίωση τυριού, - : Μη εμφάνιση αλλοίωσης, Tr: Ίχνη

Στην παρούσα εργασία, ο αριθμός των γαλακτικών βακτηρίων γενικά αυξήθηκε τις πρώτες 30 μέρες της ωρίμανσης, φτάνοντας σε ένα μέγιστο επίπεδο (10^9 - 10^{12} cfu/g) (Πίνακας 1). Η αύξηση ήταν μεγαλύτερη στα ανάλατα τυριά συγκριτικά με τα αλατισμένα. Στη συνέχεια, ο αριθμός των γαλακτικών βακτηρίων μειώθηκε, εκτός από την περίπτωση των αλατισμένων τυριών με ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* σε κομμάτια μήλου, όπου παρατηρήθηκαν μερικές αποκλίσεις (Πίνακας 1). Η μείωση πιθανότατα οφείλεται στο υψηλό επίπεδο άλατος, στην υγρασία, στο χαμηλό pH και στη χαμηλή θερμοκρασία ωρίμανσης (Stanton et al, 1998). Το γεγονός ότι σχεδόν ίδιος αρχικός αριθμός γαλακτικών βακτηρίων καταμετρήθηκαν στο τυρί με ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* και στο τυρί χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια μπορεί να αποδοθεί σε παρόμοιες συγκεντρώσεις κυττάρων *L. casei* σε κομμάτια μήλου μετά την ακινητοποίηση με αυτές των μη αρχικών καλλιεργειών γαλακτικών βακτηρίων (NSLAB) στο τυρί χωρίς αρχική καλλιέργεια ($\approx 10^7$ - 10^8 cfu/g). Επομένως, αυξημένα επίπεδα γαλακτικών βακτηρίων δεν πρέπει να αναμένονται στο τυρί με ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei*. Στην παρούσα εργασία, εφαρμόστηκε θερμική επεξεργασία σε χαμηλή θερμοκρασία κατά την παστερίωση του νωπού γάλακτος, όπως παραδοσιακά προτείνεται στην Ελλάδα. Είναι επίσης γνωστό, ότι τυριά που παρασκευάζονται από νωπό μη παστεριωμένο γάλα διαθέτουν βελτιωμένη γεύση και άρωμα (Adams and Moss, 1997). Κατά συνέπεια, θερμοφιλα γαλακτικά βακτήρια μπορεί να επιβιώσαν και συνεπώς επίπεδα 10^7 cfu/g των NSLAB στο τυρί χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια, κατά την πρώτη μέρα της ωρίμανσης, θεωρούνται δικαιολογημένα (Adams and Moss, 1997). Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί σε προηγούμενες εργασίες περιγράφοντας την παραγωγή παρόμοιων τύπων τυριού χρησιμοποιώντας νωπό γάλα (Hatzikamari et al, 1999, Nikolaou et al, 2001).

Επανενεργοποίηση των κυττάρων *L. casei*

Η επιβίωση των κυττάρων *L. casei* μελετήθηκε με την επανενεργοποίηση (i) των ακινητοποιημένων κυττάρων, (ii) των κυττάρων που περιέχονταν στο υπολειπόμενο μέρος του τυριού, (iii) των ελεύθερων κυττάρων *L. casei* και (iv) των κυττάρων που περιέχονταν στο τυρί χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια, μετά από ωρίμανση 7 μηνών (Σχήμα 1). Σε μια τελική καταμέτρηση των γαλακτικών βακτηρίων που πραγματοποιήθηκε μετά από 7 μήνες σε αλατισμένα τυριά, ο αριθμός των γαλακτικών βακτηρίων ήταν 10.15cfu/g, 7.69cfu/g, 7.56cfu/g, 7.66cfu/g, και 7.65cfu/g σε κομμάτια μήλου, στην υπολειπόμενη μάζα τυριού χωρίς κομμάτια μήλου, στο δείγμα τυριού με ε-

λεύθερα κύτταρα *L. casei*, και στο δείγμα τυριού χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια, αντίστοιχα. Τα παραπάνω αποτελέσματα έδειξαν μια αύξηση στον αριθμό των ακινητοποιημένων γαλακτικών βακτηρίων σε κομμάτια μήλου συγκριτικά με το υπολειπόμενο μέρος του τυριού, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην επιβίωση των ακινητοποιημένων κυττάρων *L. casei*, συμφωνώντας με τα αποτελέσματα που ελήφθησαν κατά την επανενεργοποίηση των ακινητοποιημένων κυττάρων *L. casei* (Σχήμα 1). Τα κύτταρα *L. casei* που ακινητοποιήθηκαν σε κομμάτια μήλου έδειξαν μεγαλύτερο ρυθμό μείωσης του pH και χαμηλότερη τελική τιμή pH (4.15) συγκριτικά με τους άλλους τύπους τυριών μετά από 7 μήνες ωρίμανσης. Η υψηλότερη τιμή pH (4.45) παρατηρήθηκε κατά τη γαλακτική ζύμωση με κομμάτια τυριού χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια (Σχήμα 1). Φαίνεται συνεπώς, ότι τα κομμάτια μήλου αποτελούν αποτελεσματικό υπόστρωμα για την επιβίωση των οξυάντοχων κυττάρων *L. casei* κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των τυριών.



Σχήμα 1. Κινητικές πτώσης του pH κατά τη γαλακτική ζύμωση τυρογάλακτος α) ακινητοποιημένων κυττάρων *L. casei* σε μήλο (■), β) υπολειπόμενη μάζα τυριού από τυρί με ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* σε μήλο (▲), γ) μάζα τυριού με ελεύθερα κύτταρα *L. casei* (◆), και δ) μάζα τυριού χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια (+), μετά από ωρίμανση και συντήρηση 7 μηνών.

SPME GC/MS Ανάλυση

Για την αξιολόγηση των υπεύθυνων για το άρωμα ενώσεων, τα προβιοτικά λευκά τυριά που παράχθηκαν με ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* σε κομμάτια μήλου και με ελεύθερα κύτταρα αναλύθηκαν με την τεχνική SPME GC/MS και συγκρίθηκαν με το τυρί χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια και με φέτα εμπορίου. Αυτή η ανάλυση επέτρεψε την ποιοτική σύγκριση των αρωματικών ενώσεων που παράγονται κατά την ωρίμανση των τυριών.

Συνολικά, 61 ενώσεις ανιχνεύθηκαν στο τυρί με ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* σε κομμάτια μήλου, 39 ενώσεις στο τυρί με ελεύθερα κύτταρα *L. casei*, 50 ενώσεις στο τυρί χωρίς αρχική καλλιέργεια και 35 ενώσεις στη φέτα εμπορίου. Οι σημαντικότερες ενώσεις που ανιχνεύθηκαν ήταν εστέρες, οργανικά οξέα, αλκοόλες και καρβονυλικές ενώσεις (data not shown). Οι περισσότερες ενώσεις που ανιχνεύθηκαν στο τυρί με ακινητοποιημένα κύτταρα *L. casei* σε κομμάτια μήλου συγκριτικά με τους υπόλοιπους τύπους τυριού, πιθανότατα προέρχονται από τα κομμάτια μήλου που εισήχθησαν μέσα στο τυρί. Παρόλα αυτά, δεν υπονοείται ότι κάποιες από τις ενώσεις είναι λιγότερο σημαντικές από τις υπόλοιπες. Το άρωμα των τυριών φαίνεται να μην εξαρτάται από κάποιο συγκεκριμένο είδος ενώσεων, αλλά οφείλεται σε μια «κρίσιμη ισορροπία» όλων των παρουσών ενώσεων (Izco and Torre 2000). Η παρουσία των κυττάρων *L. casei* στο τυρί με ελεύθερα κύτταρα *L. casei* (Champagne et al, 2005) και η παρουσία άλατος (Tzanetakis and Litoroulou-Tzanetaki, 1992, Gerasi et al, 2003) στη φέτα εμπορίου πιθανότατα ανέστειλε την ανάπτυξη και δράση μερικών στελεχών *Lactobacillus* που μπορεί να παράγουν ενώσεις που επηρεάζουν το άρωμα στο τυρί και κατά συνέπεια ανιχνεύθηκαν λιγότερες ενώσεις συγκριτικά με το τυρί χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια. Η προσθήκη προβιοτικών καλλιιεργειών είναι δυνατόν να αναστείλλει την ανάπτυξη ανεπιθύμητων βακτηρίων στα τυριά (Vinderola et al, 2002). Μια σύγκριση ανάμεσα στο τυρί με ελεύθερα κύτταρα *L. casei* και στο τυρί χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια έδειξε ότι το τελευταίο περιέχει περισσότερες αλκοόλες, αλδεΐδες και εστέρες. Οι αλκοόλες και οι αλδεΐδες αποτελούν τα κύρια προϊόντα της πρωτεόλυσης.

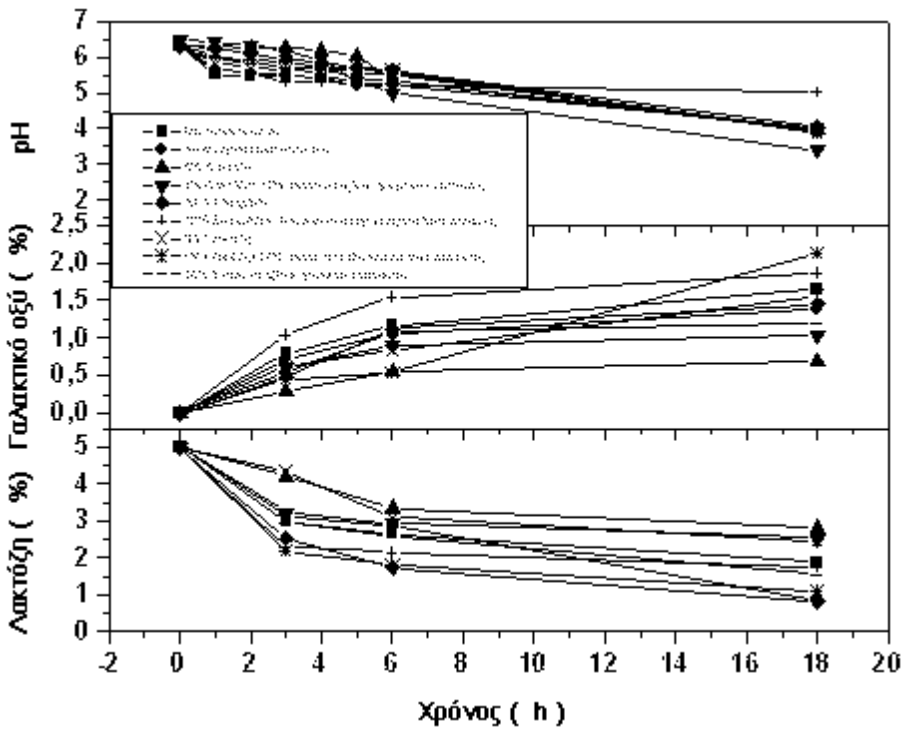
Προκαταρκτική οργανοληπτική αξιολόγηση

Η φέτα είναι εξαιρετικά δημοφιλής στην Ελλάδα, για αυτό και τα τυριά που παράχθηκαν συγκρίθηκαν με φέτα εμπορίου ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους. Η φέτα εμπορίου χαρακτηρίστηκε από πιο ξινή γεύση. Εξάλλου, περισσότερα οξέα ανιχνεύθηκαν στην φέτα εμπορίου κατά

την SPME GC/MS ανάλυση (data not shown). Αντιθέτως, η φρουτώδης γεύση ήταν κυρίαρχη στα τυριά με κύτταρα *L. casei* ακινητοποιημένα σε κομμάτια μήλου, ενώ δεν αναφέρθηκαν σημαντικές διαφορές στη γεύση μεταξύ των τυριών με ακινητοποιημένα κύτταρα σε μήλο, με ελεύθερα κύτταρα *L. casei*, και χωρίς πρόσθετη καλλιέργεια. Η βαθμολογία των αλατισμένων τυριών ήταν παρόμοια με την αντίστοιχη της φέτας εμπορίου ($P>0.05$), ενώ η βαθμολογία των ανάλατων τυριών ήταν χαμηλότερη ($P<0.01$). Ωστόσο, και αυτά θεωρήθηκαν αποδεκτά από τους δοκιμαστές, γεγονός εξαιρετικά σημαντικό για τη δυνατότητα κατανάλωσής τους από ανθρώπους με υψηλή αρτηριακή πίεση.

Ενεργοποίηση λυοφιλιωμένων ακινητοποιημένων σε μήλο κυττάρων *L. casei*

Επιπλέον, δοκιμάστηκε η λυοφιλίωση ακινητοποιημένων κυττάρων *L. casei* σε κομμάτια μήλου και μελετήθηκε η επίδραση διάφορων κρυοπροστατευτικών μέσων στη διατήρηση της ενεργότητας και της ζυμωτικής ικανότητας των λυοφιλιωμένων κυττάρων. Τα λυοφιλιωμένα ακινητοποιημένα κύτταρα δοκιμάστηκαν σε γαλακτική ζύμωση γάλακτος και συγκρίθηκαν με μη λυοφιλιωμένα ακινητοποιημένα κύτταρα (Σχήμα 2). Τα μη λυοφιλιωμένα ακινητοποιημένα κύτταρα εμφάνισαν ελαφρώς ταχύτερο ρυθμό μεταβολισμού της λακτόζης και παραγωγής γαλακτικού οξέος συγκριτικά με τα λυοφιλιωμένα ακινητοποιημένα κύτταρα, καθώς στα πρώτα δεν μεσολάβησε χρονικό διάστημα ενυδάτωσης. Από τις κινητικές των ζυμώσεων (Σχήμα 2) είναι εμφανές ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη μεταβολή του pH μεταξύ λυοφιλιωμένων με κρυοπροστατευτικά μέσα, χρίς κρυοπροστατευτικά μέσα και μη λυοφιλιωμένων κυττάρων και συνεπώς δεν κρίνεται απαραίτητη η χρήση κάποιου κρυοπροστατευτικού μέσου. Πιθανότατα, η ακινητοποίηση δημιουργεί ένα προστατευτικό περιβάλλον για τα κύτταρα, περιορίζοντας τη μείωση της ζωτικότητας και ενεργότητάς τους που συνήθως παρατηρείται κατά τη λυοφιλίωση. Η μη χρήση κρυοπροστατευτικού μέσου, συνεπάγεται μείωση του κόστους και του χρόνου παρασκευής λυοφιλιωμένων ακινητοποιημένων κυττάρων, ενώ αποτρέπεται εντελώς ο κίνδυνος παρουσίας υπολειμμάτων κρυοπροστατευτικών ουσιών στα τρόφιμα, για την παραγωγή των οποίων θα χρησιμοποιηθεί ο λυοφιλιωμένος ακινητοποιημένος βιοκαταλύτης.



Σχήμα 2. Επίδραση του κρυοπροστατευτικού μέσου κατά τη λυοφιλίωση ακινητοποιημένων κύτταρων *L. casei* σε κομμάτια μήλου. Γαλακτική ζύμωση γάλακτος με λυοφιλωμένα κύτταρα.

Συμπεράσματα

Τελικώς συμπεραίνουμε ότι, (α) τα κομμάτια μήλου αποδείχθηκαν ως ένα πολύ αποτελεσματικό υπόστρωμα για την επιβίωση των κυττάρων *L. casei* κατά την ωρίμανση των τυριών, (β) δεν παρατηρήθηκε αλλοίωση στα αλατισμένα τυριά που παρασκευάστηκαν με ακινητοποιημένα και ελεύθερα κύτταρα *L. casei* μετά από ωρίμανση 7 μηνών, και (γ) τα τυριά που παράχθηκαν με ακινητοποιημένα και ελεύθερα κύτταρα *L. casei* είχαν μια χαρακτηριστική γεύση και οργανοληπτικά ήταν αποδεκτά όταν συγκρίθηκαν με το εξαιρετικά δημοφιλές τυρί φέτα.

Τα τυριά που παράχθηκαν με χρήση ακινητοποιημένων κυττάρων *L. casei* σε κομμάτια μήλου μπορούν να παρασκευαστούν με μικρές παραλλαγές της παραδοσιακής μεθόδου τυροκόμησης. Το γεγονός ότι τα ακινητο-

ποιημένα κύτταρα *L. casei* σε κομμάτια μήλου επανενεργοποιήθηκαν μετά από ωρίμανση 7 μηνών αποτελεί μια πολύ σημαντική παρατήρηση όσον αφορά την επιβίωση των προβιοτικών βακτηρίων σε όξινο περιβάλλον, όπως η τυρομάζα. Φαίνεται ότι η ακινητοποίηση σε κομμάτια μήλου δρα θετικά στη διατήρηση της ζωτικότητας των κυττάρων. Η παραγωγή προβιοτικών τυριών, όπου η προβιοτική καλλιέργεια μπορεί να επιβιώσει ή/και να αναπτυχθεί κατά την παραγωγή και καθ' όλη τη διάρκεια ζωής των τυριών παρουσιάζει εξαιρετικά σημαντικά πλεονεκτήματα. Τα κομμάτια φρούτων είναι υποσχόμενα υποστρώματα ακινητοποίησης προβιοτικών βακτηρίων και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή προβιοτικών τροφίμων, καθώς και στην επιμήκυνση της ζωτικότητας των κυττάρων, ενώ τα βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων που περιέχουν φρούτα ενθαρρύνουν την επιστημονική έρευνα προς αυτή την κατεύθυνση. Η παραγωγή προβιοτικών τροφίμων που θα περιέχουν συγκεκριμένα προβιοτικά στελέχη σε επαρκή επίπεδα είναι μια τεχνολογική πρόκληση. Τα προβιοτικά βακτήρια που είναι ακινητοποιημένα σε κομμάτια φρούτων μπορούν να φτάσουν στο έντερο, καθώς τα φρούτα περιέχουν κυτταρίνη που δεν μπορεί να αφομοιωθεί από τον ανθρώπινο οργανισμό. Τα ακινητοποιημένα προβιοτικά βακτήρια σε κομμάτια φρούτων μπορούν να παρασκευαστούν με πρώτη ύλη το τυρόγαλα, το οποίο είναι ένα υγρό απόβλητο με ελάχιστο κόστος. Η διατήρηση της ζωτικότητας και της ενεργότητας λυοφιλιωμένων ακινητοποιημένων προβιοτικών κυττάρων σε κομμάτια φρούτων είναι μία πολύ ελπιδοφόρα διαπίστωση και προτείνεται η παραγωγή λυοφιλιωμένων ακινητοποιημένων προβιοτικών μικροοργανισμών σε κομμάτια φρούτων και η χρήση τους στην παραγωγή διάφορων τροφίμων, όπως δημητριακά, ψωμί, προϊόντα κρέατος (λουκάνικα), κλπ, με στόχο να τους προσδίδουν προβιοτικές ιδιότητες. Πιστεύεται ότι μελλοντικές κλινικές δοκιμές θα διασφαλίσουν τις επωφελείς επιδράσεις των προβιοτικών τροφίμων που βασίζονται σε φρούτα.

Βιβλιογραφία

- Adams, M. R. and O. M. Moss. 1997. *Food Microbiology*. Published by The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, The Science Park, Cambridge. Pp. 110, 269.
- Bellesia, F., A. Pinetti, U. M. Pagnoni, R. Rinaldi, C. Zucchi, L. Gaglioti and G. Palyi. 2003. Volatile components of Grana Parmigiano-Reggiano type hard cheese. *Food Chemistry* 83: 53-61.

- Champagne, C. P., N. Morin, R. Couture, C. Gagnon, P. Jelen and C. Lacroix. 1992. The potential of immobilized cell technology to produce freeze dried, phage- protected cultures of *Lactococcus lactis*. *Food Research International* 25: 419-427.
- Champagne, C. P., N. J. Gardner and D. Roy. 2005. Challenges in the addition of probiotic cultures to foods. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* 45: 61-84.
- Corsetti, A., J. Rossi, and M. Gobbetti. 2001. Interactions between yeasts and bacteria in the smear surface-ripened cheeses. *International Journal of Food Microbiology* 69: 1-10.
- Fellows, P. 1997. *Principles and Practice*. In *Food Processing Technology*. Woodhead Publishing Limited: Cambridge, England. P 165.
- Gerasi, E., E. Litopoulou-Tzanetaki and N. Tzanetakis. 2003. Microbiological study of Manura, a hard cheese made from raw ovine milk in Greek island Sifnos. *International Journal of Dairy Technology* 56(2): 117-122.
- Hatzikamari, M., E. Litopoulou-Tzanetaki and N. Tzanetakis. 1999. Microbiological characteristics of Anevato: a traditional Greek cheese. *Journal of Applied Microbiology* 87(4): 595-601.
- Holzapfel, W. H., and U. Schilliger. 2002. Introduction to pre- and probiotics. *Food Research International* 35: 109-116.
- Izco, J. M. and P. Torre. 2000. Characterisation of volatile flavour compounds in Roncal cheese extracted by the purge and trap method and analysed by GC-MS. *Food Chemistry* 70: 409-417.
- Kourkoutas, Y., V. Xolias, M. Kallis, E. Bezirtzoglou and M. Kanellaki. 2005. *Lactobacillus casei* cell immobilization on fruit pieces for probiotic additive, fermented milk and lactic acid production. *Process Biochemistry* 40: 411-416.
- Mattila-Sandholm, T., P. Myllarinen, R. Crittenden, G. Mogensen, R. Fonden and M. Saarela. 2002. Technological challenges for future probiotic foods. *International Dairy Journal* 12: 173-182.
- Nikolaou, E., N. Tzanetakis, E. Litopoulou-Tzanetaki and R. K. Robinson. 2001. Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal, low-fat cheese made from raw ovine milk during ripening. *International Journal of Dairy Technology* 55(1): 12-17.
- Oliveira, M. N., I. Sodini, F. Remeuf, J. P. Tissier and G. Corrieu. 2002. Manufacture of fermented lactic beverages containing probiotic cultures. *Journal of Food Science* 67: 2336-2341.

- Reps, A. 1993. Bacterial surface-ripened cheeses. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, 2. Fow, P.F (Ed.). Chapman & Hall, London. 137-172 pp.
- Stanton, C., G. Gardiner, P. B. Lynch, J. K. Collins, G. Fitzgerald, and R. P. Ross. 1998. Probiotic cheese. *International Dairy Journal* 8: 491-496.
- Shah, N. P. 2000. Probiotic bacteria: Selective enumeration and survival in dairy foods. *Journal of Dairy Science* 83: 894-907.
- Smacchi, E., P. F. Fox and M. Gobbetti. 1999. Purification and characterization of two extracellular proteinases from *Arthrobacter nicotianae* 9458. *FEMS Microbiology Letters* 170: 327-333.
- Spencer, J. F. T. and D. M. Spencer. 1997. Yeasts and the Life of Man: Part I: Helpers and Hinderers. "Traditional" Yeast-Based Industries; Spoilage Yeasts. In *Yeasts in Natural and Artificial Habitats*. J.F.T. Spencer and D.M. Spencer, Ed. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. 226-242 pp.
- Tzanetakis, N., E. Litopoulou-Tzanetaki. 1992. Changes in numbers and kinds of lactic acid bacteria in Feta and Teleme, two Greek cheeses from ewes' milk. *Journal of Dairy Science* 75: 1389-1393.
- Vinderola, C. G., G. A. Costa, S. Regenhardt and J. A. Reinheimer. 2002. Influence of compounds associated with fermented dairy products on the growth of lactic acid starter and probiotic bacteria. *International Dairy Journal* 12: 579-589.

Probiotic cheese production using *Lactobacillus casei* cells immobilized on fruit pieces

**I. Kourkoutas, L. Bosnea, S. Plessas,
E. Bezirtzoglou and M. Kanellaki**

Abstract

Lactobacillus casei cells were immobilized on apple pieces and the immobilized biocatalyst was used as adjunct in probiotic cheese making. In a parallel way, cheese with free *L. casei* cells and cheese only from renneted milk were prepared. The produced cheeses were ripened for 71 days at 4-6°C and the effect of salting and ripening time on lactose, lactic acid, ethanol concentration, pH and lactic acid bacteria viable counts was investigated. Fat, protein and moisture contents ranged at usual levels of commercial cheeses. The aromatic profile of

cheeses was investigated by SPME GC/MS analysis. Reactivation in whey of *L. casei* cells immobilized on fruit pieces after 7 months of ripening showed higher pH decrease rate and lower final pH value compared to reactivation of samples withdrawn from the remaining mass of the cheese without fruit pieces, from cheese with free *L. casei* and rennet cheese. Preliminary sensory evaluation revealed the fruity taste of the cheese containing immobilized *L. casei* cells on apple pieces. Cheese containing free *L. casei* and rennet cheese scored similar values to commercial feta cheese. Apple pieces were proved as excellent supports for maintaining *L. casei* cells viability during cheese ripening.

Keywords: probiotic cheese, *Lactobacillus casei*, cell immobilization, cheese ripening.

IATPIKH

Ιοί εντερικής προέλευσης στο υδάτινο περιβάλλον – Μέθοδοι απομόνωσης & μοριακής τυποποίησης

Δ. Βενιέρη*, Γ. Κομνηνού και Ε. Μπεζιρτζόγλου

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Ορεστιάδα,
Email: danvenieri@yahoo.gr

Περίληψη

Οι ιοί εντερικής προέλευσης, οι οποίοι περιέχονται στις ανθρώπινες εκκρίσεις έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη δημόσια υγεία. Δεδομένων των διαφορετικών πορειών που δύνανται να ακολουθήσουν στο περιβάλλον είναι πιθανή η μόλυνση πληθυσμών και η πρόκληση υδατογενών επιδημιών. Η δημιουργία κατάλληλων μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και η εφαρμογή ενδεδειγμένων μεθόδων απολύμανσης στα επεξεργασμένα λύματα, συντελούν στην εξουδετέρωση μεγάλου ποσοστού των ιών που περιέχονται στα λύματα της εκάστοτε περιοχής. Η μελέτη των συνθηκών επιβίωσης των ιών και γενικότερα όλων των παθογόνων μικροοργανισμών που περιέχονται στα λύματα είναι απαραίτητη για τη δημιουργία κατάλληλων βιολογικών καθαρισμών με σκοπό την προστασία της δημόσιας υγείας αλλά και την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων αποβλήτων. Η επιβίωση των ιών εντερικής προέλευσης στο περιβάλλον επηρεάζεται από διάφορους φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες, πολλοί από τους οποίους εξαρτώνται από τον τύπο, τη δομή και τη σύσταση του ιού. Η μελέτη αυτών των παραγόντων έχει συμβάλει στην εξέλιξη των μεθόδων απομόνωσης για την περαιτέρω μελέτη των ιών. Οι μέθοδοι απομόνωσης διακρίνονται στις καλλιεργητικές και τις μοριακές, οι οποίες αποδεικνύονται ταχύτερες, μεγαλύτερης ευαισθησίας και ακρίβειας. Κατόπιν απομόνωσης ακολουθεί η τυποποίηση των ιών, καθώς έτσι εξυπηρετούνται επιδημιολογικοί σκοποί με εξακρίβωση του τρόπου μετάδοσης μιας επιδημίας και του υπεύθυνου στελέχους ιού. Τα τελευταία χρόνια χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλές μοριακές τεχνικές, οι οποίες εφαρμόζονται για την τυποποίηση ιών που απομονώνονται είτε με καλλιεργητικές είτε με μοριακές μεθόδους. Η μοριακή τυποποίηση των ιών βρίσκεται σε εξέλιξη και γίνεται συνεχώς προσπάθεια βελτίωσης των μεθόδων της, ώστε να είναι εύκολη η εφαρμογή τους στα ερευνητικά εργαστήρια με απώτερο στόχο την ολοκλήρωση επιδημιολογικών μελετών.

Λέξεις κλειδιά: Ιοί, αδενοϊοί, εντεροϊοί, ρότα ιοί, λύματα, απολύμανση, τυποποίηση.

Ιοί εντερικής προέλευσης στο υδάτινο περιβάλλον

Η υδατογενής μετάδοση των μικροβίων είναι ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος για την ευρεία και ταυτόχρονη εξάπλωση ασθενειών σε μεγάλο τμήμα πληθυσμού. Μεγάλος αριθμός εντερικών μικροοργανισμών μπορούν να εισέλθουν στο υδάτινο περιβάλλον μέσω των κοπράνων μολυσμένων ατόμων (Haas et al. 1993).

Οι ιοί εντερικής προέλευσης εισέρχονται στον οργανισμό μέσω της στοματικής οδού, πολλαπλασιάζονται και τελικά αποβάλλονται στα ούρα και τα κόπρανα σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Πολλοί από τους ιούς εντερικής προέλευσης, που έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη δημόσια υγεία, μπορούν να επιβιώσουν στο νερό ή τα λύματα ακόμα και κατόπιν επεξεργασίας τους.

Η πιο μελετημένη ομάδα ιών εντερικής προέλευσης είναι οι εντεροϊοί, που περιλαμβάνουν τους Polio-ιούς 1-2-3, Coxsackie-ιούς A-B, Echo-ιούς A-B και τους εντεροϊούς 68-71. Άλλοι ιοί εντερικής προέλευσης είναι ο ιός της ηπατίτιδας A, οι Ρεο-ιοί, οι Αδενοϊοί, οι Ρότα-ιοί, οι Άστρο-ιοί και οι Νορο-ιοί οι οποίοι όπως και οι εντεροϊοί υπάρχουν στα κόπρανα, έχουν ανιχνευθεί στα λύματα κι ευθύνονται για πληθώρα ασθενειών στον άνθρωπο (Πίνακας 1). Κάθε χρόνο, 5-18 εκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο πεθαίνουν από γαστρεντερίτιδα, ενώ εκτιμάται πως 1 εκατομμύριο παιδιά πεθαίνουν από διάρροια που οφείλεται σε ρότα ιούς. Ο ιός της ηπατίτιδας A ενδημεί στη Μεσόγειο και ο ιός πολιομυελίτιδας δεν έχει ακόμα εξαλειφθεί πλήρως, ιδιαίτερα στις νότιες και ανατολικές περιοχές. Όσον αφορά στους αδενοϊούς, τους αστροϊούς, τους Νορο-ιούς, καθώς και τον ιό της ηπατίτιδας E, φαίνεται ότι προκαλούν γαστρεντερίτιδα μετά από κατανάλωση μολυσμένου νερού ή τροφίμων (ιδιαίτερα οστρακοειδών). Στον πίνακα 2 αναφέρονται ενδεικτικά ποσοστά θνησιμότητας των παραπάνω ιών (Hurst 1988).

Οι ιοί εντερικής προέλευσης που περιέχονται στις ανθρώπινες εκκρίσεις ακολουθούν διάφορες πορείες στο περιβάλλον (Εικόνα 1). Όταν μεγάλη ποσότητα μολυσμένων λυμάτων με εντερικούς μικροοργανισμούς αναμιγνύεται με νερό που στη συνέχεια, είτε χωρίς επεξεργασία καταλήγει στη θάλασσα, είτε είναι ανεπαρκώς επεξεργασμένο και χρησιμοποιείται για άρδευση ή πόση, τότε είναι πολύ πιθανό να προκληθεί υδατογενής επιδημία (Bosch 1998).

Ο άνθρωπος είναι δυνατό να έρθει σε επαφή με ιούς εντερικής προέλευσης ως εξής:

α) με την κατανάλωση πόσιμου νερού που προέρχεται από επιφανειακά και υπόγεια ύδατα που περιέχουν κοπρανώδεις προσμίξεις ή ανεπαρκώς επεξεργασμένα λύματα,

Πίνακας 1. *Ιοί Εντερικής Προέλευσης που μεταδίδονται υδατογενώς (Bosch 1998).*

Ιοί Εντερικής Προέλευσης	Κλινικά Σύνδρομα
Polio-ιοί	Παράλυση, μηνιγγίτιδα, πυρετός
Echo-ιοί	Μηνιγγίτιδα, παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος, ερύθημα, πυρετός, διάρροια
Coxsackie-ιοί A, B	Κυνάγχη, μηνιγγίτιδα, παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος, περικαρδίτιδα, μυοκαρδίτιδα, πλευροδυνία
Reo-ιοί	Παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος, γαστρεντερίτιδα
Adeno-ιοί	Διάρροια, παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος, παθήσεις οφθαλμών
Rota-ιοί	Γαστρεντερίτιδα (κυρίως στα βρέφη)
Ιός ηπατίτιδας A	Ηπατίτιδα, ίκτερος
Astro-ιοί	Γαστρεντερίτιδα
Human calici-ιοί	Γαστρεντερίτιδα
Norwalk	Γαστρεντερίτιδα (ενηλίκων), πυρετός
SRSV	Γαστρεντερίτιδα
Ιός ηπατίτιδας E	Ηπατίτιδα
Corona-ιοί	Γαστρεντερίτιδα, αναπνευστικές ασθένειες
Parvo-ιοί	Γαστρεντερίτιδα
Togo-ιοί	Γαστρεντερίτιδα

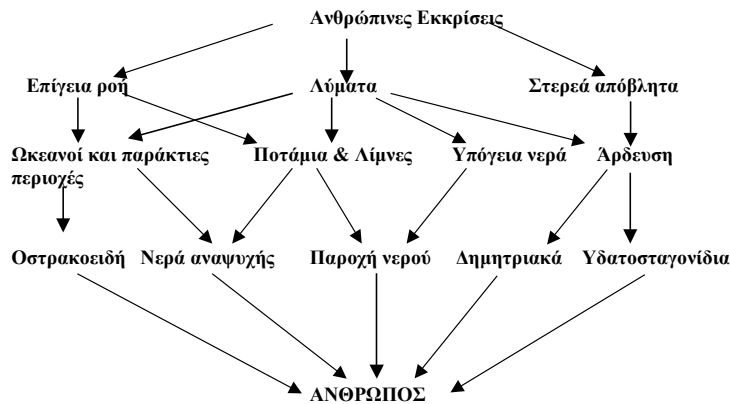
β) με την κατανάλωση οστρακοειδών που καλλιεργούνται σε μολυσμένα νερά,

γ) με την κατανάλωση δημητριακών που καλλιεργήθηκαν με τη χρησιμοποίηση ακατάλληλου νερού άρδευσης και

δ) με την κολύμβηση στη θάλασσα όταν διοχετεύονται μη επεξεργασμένα λύματα.

Πίνακας 2. *Ποσοστό θνησιμότητας ατόμων που έχουν προσβληθεί από ιούς εντερικής προέλευσης στις αναπτυσσόμενες χώρες (Hurst 1988).*

Ιοί Εντερικής Προέλευσης	Θνησιμότητα %
Polio-ιός 1	0,90
Echo-ιοί	0,27-0,29
Coxsackie-ιοί A	0,12-0,50
Coxsackie-ιοί B	0,59-0,94
Adeno-ιοί	0,01
Rota-ιοί	0,01-0,12
Ιός ηπατίτιδας A	0,60
Norwalk	0,0001



Εικόνα 1. Πορεία ιών εντερικής προέλευσης στο υδάτινο περιβάλλον με τελικό αποδέκτη τον άνθρωπο (Rao et al. 1977).

Ιοί εντερικής προέλευσης στα λύματα

Πάνω από 140 διαφορετικά είδη ιών εντερικής προέλευσης είναι γνωστό ότι περιέχονται στα κόπρανα. Σε γενικές γραμμές σε ένα γραμμάριο κοπράνων ασθενούς μπορούν να ανιχνευθούν 10^6 ιικά σωματίδια, ενώ και στα λύματα έχουν μετρηθεί συγκεντρώσεις της τάξης των 500.000 μολυσματικών μονάδων/λίτρο (Parker et al. 2002). Πιο συγκεκριμένα, σε κόπρανα ασθενών μπορεί να περιέχονται πάνω από 10^{10} ιικά σωματίδια ιού της ηπατίτιδας Α, τα οποία αποβάλλονται από τον οργανισμό του ασθενούς για διάστημα 30 ημερών έως και 3 μηνών από την εμφάνιση της νόσου. Οι ρότα ιοί εκκρίνονται σε ακόμα μεγαλύτερες ποσότητες (10^{10} - 10^{12} ιικά σωματίδια/γραμμάριο κοπράνων) για ένα περίπου μήνα από την εμφάνιση της νόσου. Αντίθετα, οι Νορο-ιοί περιέχονται σε μικρότερες συγκεντρώσεις στα κόπρανα των ασθενών (10^4 - 10^6 ιικά σωματίδια/γραμμάριο κοπράνων) και αποβάλλονται από τον οργανισμό για διάστημα περίπου 2 εβδομάδων από την εκδήλωση της νόσου. Τέλος, οι εντεροϊοί περιέχονται στα κόπρανα σε συγκέντρωση 10^8 - 10^{10} ιικών σωματιδίων/γραμμάριο κοπράνων και αποβάλλονται από τον ασθενή για 7 περίπου εβδομάδες. Επιπλέον, στα κόπρανα φορέων αποβάλλονται ιοί, ο αριθμός των οποίων στα μη επεξεργασμένα αστικά λύματα κυμαίνεται από 10^3 - 10^6 μολυσματικές μονάδες/λίτρο (Bitton 1980).

Η συχνότητα και ο αριθμός των ιικών σωματιδίων που μπορούν να ανιχνευθούν στα λύματα, εξαρτάται από τη συχνότητα των μολύνσεων, τον αριθμό των φορέων στην κοινότητα, τη συχνότητα χρησιμοποίησης του εμ-

βολίου της πολυομυελίτιδας καθώς επίσης και την ευαισθησία της μεθόδου απομόνωσης και ανίχνευσής τους.

Η παρουσία των ιών στα λύματα μελετήθηκε από τους Sattar και Westwood (1997) στην Οττάβα του Καναδά που βρήκαν ότι το 79% των δειγμάτων που ανέλυσαν περιείχε παθογόνους για τον άνθρωπο ιούς. Το 78% από αυτούς ήταν Reo-ιοί, ενώ το υπόλοιπο 22% ήταν εντεροϊοί. Πιο πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι στα λύματα είναι συχνή η παρουσία ιών εντερικής προέλευσης κυρίως αδενοϊών, εντεροϊών, Νορο-ιών, και του ιού της ηπατίτιδας Α σε ποσοστό 10-100% του συνολικού αριθμού των δειγμάτων που εξετάζονται (Griffin et al. 1999).

Η παρουσία των ιών ποικίλλει ανάλογα με την εποχή του έτους. Οι αδενοϊοί, οι άστρο-ιοί και οι ρότα ιοί απομονώνονται συχνότερα στα κόπρανα κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, του χειμώνα και την αρχή της άνοιξης. Αντίθετα, οι εντεροϊοί απομονώνονται συχνότερα το καλοκαίρι.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν στοιχεία αναφορικά με τη γεωγραφική κατανομή που εμφανίζουν τα διάφορα είδη ιών εντερικής προέλευσης. Συγκεκριμένα, ο ιός της ηπατίτιδας Ε σπανίως απομονώνεται από τα κόπρανα ή τα λύματα περιοχών της Ευρώπης. Πρόσφατες έρευνες αναφέρουν την απομόνωσή του από δείγματα λυμάτων στην Βαρκελώνη της Ισπανίας και στην Ουάσινγκτον των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, γεγονός που αιφνιδίασε τους ερευνητές αφού ο ιός δεν ενδημεί στις χώρες αυτές (Lees 2000). Κατά συνέπεια δεν υπάρχει περιορισμός ως προς την παρουσία των ιών εντερικής προέλευσης ακόμα και στις πιο αναπτυγμένες χώρες κυρίως λόγω της αυξημένης μετακίνησης των πληθυσμών που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια (από τις υπό ανάπτυξη χώρες στις αναπτυγμένες). Παρόλα αυτά η συχνότητα απομόνωσης των ιών εντερικής προέλευσης σε δείγματα νερού αυξάνεται δραματικά στις υπό ανάπτυξη χώρες εξαιτίας της ανεπάρκειας των συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης, τις ακατάλληλες συνθήκες υγιεινής και τον υπερπληθυσμό.

Η παρουσία των ιών στα μη επεξεργασμένα λύματα επιβάλλει την εφαρμογή κατάλληλης επεξεργασίας τους προκειμένου να εξουδετερωθούν, ώστε να αποφευχθούν υδατογενείς επιδημίες. Οι υδατογενείς λοιμώξεις που προκαλούνται λόγω ανεπαρκούς επεξεργασίας και απομόλυνσης των λυμάτων ταξινομούνται στις κατηγορίες που ακολουθούν.

Λοιμώξεις από χρησιμοποίηση μολυσμένων μη επεξεργασμένων επιφανειακών υδάτων

Τα επιφανειακά νερά (ποτάμια, λίμνες) που δέχονται εκροές λυμάτων

πιθανόν να περιέχουν ιούς εντερικής προέλευσης οι οποίοι δεν είναι πάντα ανιχνεύσιμοι διότι είτε βρίσκονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, είτε είναι αναμειγμένοι με διαλυμένα συστατικά κι επικάθονται στο ίζημα (Hot et al. 2003). Ο αριθμός αυτών των ιών που μπορούν να απομονωθούν από τα επιφανειακά νερά ποικίλλει εποχιακά κι εξαρτάται από τον όγκο των διοχετευομένων λυμάτων και από τις κλιματολογικές συνθήκες.

Η υγειονομική σημασία της ύπαρξης των ιών εντερικής προέλευσης στα επιφανειακά νερά τεκμηριώθηκε από τον Koopmans (1982), ο οποίος μελέτησε μια επιδημία γαστρεντερίτιδας που οφειλόταν σε Νορο-ιούς λόγω της κολύμβησης σε νερά που είχαν μολυνθεί από λύματα. Η παρουσία ιών εντερικής προέλευσης στα επιφανειακά νερά επιβεβαιώνεται και σε πρόσφατες μελέτες. Ο Pavlov και οι συνεργάτες του (2005) απομόνωσαν ρολιοιούς σε δείγματα υδάτων ποταμού στη Νότια Αφρική, τονίζοντας τον κίνδυνο πρόκλησης υδατογενούς επιδημίας λόγω της κατανάλωσης του νερού από μεγάλο αριθμό ατόμων (Pavlov et al. 2005).

Λοιμώξεις από χρησιμοποίηση μολυσμένων, μη επεξεργασμένων υπογείων υδάτων

Οι ιοί στα υπόγεια νερά μπορούν να προέρχονται είτε από την επίγεια διάθεση της λάσπης των λυμάτων ή από τη βαθιά εναποθήκευσή τους. Υπό κατάλληλες συνθήκες έχει παρατηρηθεί ότι οι ιοί ταξιδεύουν σε μεγάλη απόσταση (100m) στο χώμα και τα υπόγεια νερά και μάλιστα λόγω του μικρού τους μεγέθους (23-38nm) μεταφέρονται ταχύτερα σε σχέση με τα βακτήρια (0.5-3 μ m) και τα πρωτόζωα (4-15 μ m) (Abbaszadegan et al. 2003).

Στις ΗΠΑ κατά την περίοδο 1971-1994 αναφέρθηκαν 569.754 περιστατικά υδατογενών λοιμώξεων, τα οποία σε ποσοστό 58% σχετιζόνταν με τη μόλυνση των υπογείων υδάτων από Νορο-ιούς και τον ιό ηπατίτιδας Α (CDC).

Λοιμώξεις από κατανάλωση μολυσμένου πόσιμου νερού

Όταν επιφανειακά ή υπόγεια νερά που είναι μολυσμένα με κοπρανώδεις προσμίξεις πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για πόσιμο νερό πρέπει να υποστούν αποτελεσματική επεξεργασία, προκειμένου να αδρανοποιηθούν οι ιοί εντερικής προέλευσης και να αποφευχθεί η πρόκληση υδατογενών επιδημιών. Η μολυσματική δόση δεν είναι γνωστή για πολλούς ιούς εντερικής προέλευσης, αλλά θεωρείται ότι είναι 1-10 μολυσματικές μονάδες (PFU).

Πολλές μελέτες αναφέρουν την παρουσία ιών εντερικής προέλευσης (αδενοϊοί, άστροϊοί, ιός ηπατίτιδας Α, ρότα ιοί και Νορο-ιοί) σε δείγματα

πόσιμου νερού και την πρόκληση υδατογενών επιδημιών από την κατανάλωσή του (Kukkula et al. 1997). Ενδεικτικά, τον Αύγουστο του 1998 σε περιοχή της Ελβετίας αναφέρθηκε επιδημία γαστρεντερίτιδας οφειλόμενη στην κατανάλωση μολυσμένου πόσιμου νερού. Στα δείγματα που εξετάστηκαν απομονώθηκαν Νορο-ιοί (Haafliger et al. 2000).

Λοιμώξεις από νερά αναψυχής

Πολλές παραλιακές πόλεις διοχετεύουν καθημερινά τα λύματά τους στη θάλασσα χωρίς προηγουμένως να έχει προηγηθεί κάποια επεξεργασία. Τα παράκτια νερά έχουν ενοχοποιηθεί για τη μετάδοση ασθενειών στον άνθρωπο μέσω επαφής με το θαλασσινό νερό ή την κατάποσή του. Ιοί εντερικής προέλευσης απομονώνονται συχνά από θαλασσινό νερό και ιζήματα του πυθμένα παράκτιων περιοχών (Smith et al. 1978).

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχει μικρός αλλά υπαρκτός κίνδυνος πρόκλησης γαστρεντερίτιδας (κυρίως σε παιδιά 0-4 ετών), που οφείλεται σε ιούς εντερικής προέλευσης, από την κολύμβηση σε περιοχές που έχουν μολυνθεί με λύματα (Holmes 1989).

Παράγοντες που επηρεάζουν την επιβίωση των ιών στο περιβάλλον

Η μελέτη των συνθηκών επιβίωσης των ιών και γενικότερα όλων των παθογόνων μικροοργανισμών που περιέχονται στα λύματα είναι απαραίτητη για τη διαμόρφωση κατάλληλων μονάδων επεξεργασίας (βιολογικός καθαρισμός) με σκοπό την προάσπιση της Δημόσιας Υγείας αλλά και την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων αποβλήτων (νερού και λάσπης).

Η επιβίωση των ιών εντερικής προέλευσης στο περιβάλλον επηρεάζεται από διάφορους φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες, πολλοί από τους οποίους εξαρτώνται από τον τύπο, τη δομή και τη σύσταση του ιού. Σε γενικές γραμμές οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την επιβίωση των ιών, ειδικά στο νερό και το έδαφος είναι η θερμοκρασία, το pH, το φως, η προσρόφησή τους στο έδαφος και η παρουσία άλλων μικροοργανισμών (Guardabassi et al. 2003).

Οι ιοί εντερικής προέλευσης εκτός από το γενετικό τους υλικό που είναι RNA, με εξαίρεση τους αδενοϊούς που έχουν DNA, διαθέτουν και ένα περίβλημα πρωτεϊνικής σύστασης που λέγεται καψίδιο. Η επιβίωση τους στο περιβάλλον εξαρτάται από την επίδραση που έχουν οι παράγοντες που προαναφέρθηκαν στο γενετικό τους υλικό, αλλά και τις πρωτεΐνες του καψιδίου.

Θερμοκρασία

Αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα επιβίωσης των ιών στο νερό και το έδαφος. Οι μεταβολές της θερμοκρασίας επηρεάζουν δυσμενώς τη διάρκεια ζωής των ιών. Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι σε υψηλές θερμοκρασίες καταστρέφεται το καψίδιο των ιών λόγω μετουσίωσης των πρωτεϊνών που το αποτελούν, ενώ σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες αδρανοποιείται το γενετικό υλικό τους (Hurst 1988).

Γενικά, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο μειώνεται ο χρόνος ζωής των ιών. Διάφορες εργαστηριακές μελέτες που αφορούν στην επιβίωση των ιών αναφέρουν πως είναι περισσότερο ανθεκτικοί στις χαμηλές θερμοκρασίες (-20°C – 1°C) παρά στις υψηλές ($>22^{\circ}\text{C}$) (Hurst 1988). Σύμφωνα με τον Nasser (1993) ο ιός της ηπατίτιδας Α εμφανίζει τη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, όσον αφορά στον polio-ιό 1 και τον ιό της ηπατίτιδας Α, που απομονώθηκαν σε διάφορα δείγματα νερού (υπόγεια ύδατα, θαλασσινό νερό και λύματα), εξετάστηκαν σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες (10°C , 20°C και 30°C) διαπιστώθηκε ταχύτατη απενεργοποίησή τους στους 30°C . Στα ίδια συμπεράσματα κατέληξαν ο Chung και οι συνεργάτες του (1993), όταν μελέτησαν την επιβίωση polio-ιού, ιού της ηπατίτιδας Α και ρότα ιών σε δείγματα θαλασσινού νερού στους 25°C και τους 4°C . Οι ρότα ιοί εμφανίζουν μεγαλύτερη σταθερότητα στους 4°C , μικρότερη στους 20°C και ελάχιστη στους 37°C (Moe and Shirley 1982). Οι polio-ιοί στα λύματα και σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 55°C απενεργοποιούνται σε λιγότερο από 30 λεπτά (Clarke 1961), ενώ στην ενεργό ιλύ και στους 4°C η διάρκεια ζωής τους ξεπερνά τις 66 ημέρες (Wellings 1976).

Φως - Ακτινοβολία

Το φως άμεσα ή έμμεσα επιδρά στην επιβίωση των ιών στο νερό. Η άμεση επίδραση του φωτός εξαρτάται από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας. Είναι γνωστό ότι η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να απενεργοποιήσει τους ιούς ως αποτέλεσμα του σχηματισμού διμερών θυμίνης ή υγροποίησης ουρακικών και της αποδιάταξης των πρωτεϊνών του καψιδίου. Γι' αυτό το λόγο, προτείνεται η χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας για την απομόλυνση των ιών στα λύματα και το θαλασσινό νερό (Willhem et al. 2002).

Η έμμεση επίδραση του φωτός αφορά στην ενεργοποίηση χημικών ουσιών που είναι τοξικές για τους ιούς καθώς και στην πιθανή αύξηση των μικροοργανισμών που ανταγωνίζονται τους ιούς (Jockusch 1996). Τέλος, σημαντική προστασία από την επίδραση του φωτός παρέχεται στους ιούς όταν είναι προσροφημένοι σε σωματίδια αργίλου (ιλύς) (Bitton 1979).

pH

Το pH του μέσου διάλυσης επηρεάζει την επιβίωση των ιών είτε άμεσα, προκαλώντας αποδιάταξη των πρωτεϊνών του καψιδίου, είτε έμμεσα, εμποδίζοντας την προσρόφησή τους σε διάφορες επιφάνειες, η οποία ευνοεί την επιβίωση τους (Bitton 1980). Οι περισσότεροι ιοί εμφανίζουν μεγάλη σταθερότητα σε τιμές pH 5-9. Ο polio-ιός για παράδειγμα παραμένει ενεργός για πολλές εβδομάδες σε pH 3,8-8,5. Μελέτες έδειξαν ότι η απενεργοποίηση των ρότα ιών σε δείγματα νερού σχετίζεται με την τιμή του pH (Pancordo 1987). Επιπλέον, έχει μελετηθεί η επίδραση διαφόρων χημικών ουσιών σε διαφορετικό pH στην επιβίωση των ιών. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της αμμωνίας η οποία σε pH 8,5-9,5 προκαλεί αποδιάταξη των πρωτεϊνών του περιβλήματος των ιών σε αντίθεση με το ιόν του αμμωνίου, που δεν έχει καμιά επίδραση (Ward and Ashley 1979).

Προσρόφηση ιών σε επιφάνειες

Οι ιοί στα λύματα βρίσκονται συνήθως συγκεντρωμένοι με άλλους ιούς δημιουργώντας συσσωματώματα ή είναι προσροφημένοι σε στερεά απόβλητα. Έχει διαπιστωθεί ότι η απορρόφηση των ιών από το έδαφος και η προσκόλλησή τους σε ιζήματα ενισχύει την επιβίωσή τους, δρώντας προστατευτικά έναντι αντίξων περιβαλλοντικών συνθηκών, τοξικών παραγόντων και ανταγωνιστικών μικροοργανισμών (Gerba 1975). Ο Nagajima και οι συνεργάτες του (2003) μελετώντας λύματα, επιβεβαίωσαν ότι η προσρόφηση του polio-ιού σε σωματίδια ενεργού λάσπης (προσρόφηση 10^8 σωματιδίων polio-ιών σε 1g λάσπης) συνεπάγεται ενίσχυση της ενεργότητάς του για διάστημα μεγαλύτερο των 28 ημερών, προστατεύοντας τον παράλληλα από τις μεταβολές της θερμοκρασίας. Η προσκόλληση του παραπάνω ιού και του echo-ιού σε ιζήματα παράκτιων περιοχών αυξάνει το χρόνο επιβίωσής τους από 1 ώρα σε 4 ημέρες και από 1 σε 6 ημέρες αντίστοιχα (La Belle and Gerba 1980).

Η προσρόφηση των ιών στο έδαφος και κατά συνέπεια η επιβίωση και η μετακίνησή τους εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως είναι η υγρασία, το ποσό της οργανικής ύλης, η σύσταση του εδάφους, το pH και η παρουσία κατιόντων (Πίνακας 3). Οι ιοί εμφανίζουν σταθερότητα σε ουδέτερες τιμές pH (6,5-7,5), ενώ η απορρόφηση τους ενισχύεται σε τιμές όξινου pH (Gerba 1975). Επίσης, η παρουσία κατιόντων και διαλυμένων αλάτων σε συνδυασμό με το pH φαίνεται να ενισχύουν την απορρόφηση των ιών από το έδαφος (Gerba 1984).

Πρωταρχικό ρόλο στην απενεργοποίηση των ιών στο έδαφος διαδραματίζει η ικανότητα συγκράτησης νερού από το έδαφος δηλαδή η υγρασία. Έχει

παρατηρηθεί ότι συνθήκες υγρασίας κάτω από 10% οδηγούν σε ραγδαία αδρανοποίηση των ιών και αναστολή της μετακίνησής τους στην επιφάνεια του εδάφους και την εισχώρησή τους στο υπέδαφος. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην αποδιάταξη του περιβλήματος και του γενετικού υλικού των ιών. Κατά συνέπεια, είναι προφανές πως η βροχόπτωση σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία ευνοούν σημαντικά την επιβίωση των ιών στο έδαφος λόγω αύξησης της υγρασίας (Beavers and Gardner 1995).

Πίνακας 3. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιβίωση των ιών που είναι προσροφημένοι στο έδαφος (Yates and Yates 1988).

Παράγοντας	Επίδραση στην επιβίωση των ιών
Θερμοκρασία	Οι ιοί επιβιώνουν περισσότερο σε χαμηλές θερμοκρασίες.
Υγρασία	Η αύξηση της υγρασίας ευνοεί την επιβίωση.
pH	Οι περισσότεροι ιοί εντερικής προέλευσης είναι σταθεροί σε τιμές pH 3-9.
Συγκέντρωση αλάτων και παρουσία κατιόντων	Η παρουσία ορισμένων κατιόντων προστατεύει τους ιούς και εμποδίζει την απενεργοποίησή τους.
Ποσό οργανικής ύλης	Η αύξηση του ποσού της οργανικής ύλης συνήθως ενισχύει την επιβίωση των ιών.
Χαρακτηριστικά του εδάφους	Η ικανότητα συγκράτησης του νερού από το έδαφος καθορίζει την προσρόφιση των ιών.
Τύπος του ιού	Ανάλογα με τον τύπο του ιού έχει παρατηρηθεί διαφορετική επίδραση των διαφόρων παραγόντων.
Συσσωμάτωση των ιών	Ευνοεί την επιβίωσή τους

Παρουσία άλλων μικροοργανισμών

Η επίδραση που έχει η παρουσία άλλων μικροοργανισμών στην επιβίωση των ιών στα επιφανειακά νερά, τα λύματα και το έδαφος έχει μελετηθεί διεξοδικά. Τα βακτήρια και οι άλλοι μικροοργανισμοί παίζουν σημαντικό ρόλο στην εξουδετέρωση των ιών παράγοντας πρωτεολυτικά και άλλα ένζυμα που τους καταστρέφουν (Girones 1989). Ο Deng και οι συνεργάτες του (1995) απέδειξαν ότι ο ιός της ηπατίτιδας Α απενεργοποιείται ταχύτατα σε μη επεξεργασμένα λύματα τα οποία περιέχουν πληθώρα μικροβίων σε σχέση με αποστειρωμένα δείγματα αποβλήτων. Παράλληλα, έχει διαπιστωθεί αδρανοποίηση εντεροϊών σε θαλασσινό νερό και ρότα ιών σε επιφανειακά ύδατα εξαιτίας ανταγωνισμού τους με άλλους μικροοργανισμούς (Raphael 1985). Τέλος, η επιβίωση του ρολιο-ιού στην άμμο αναστέλλεται από την παρουσία αερόβιων μικροοργανισμών του εδάφους (Hurst 1988). Τα παραπάνω στοιχεία οδήγησαν στην ευρεία χρήση μικροοργανισμών στα διάφορα στάδια επεξερ-

γασίας των λυμάτων ώστε να απενεργοποιηθούν οι ιοί.

Βιολογικός καθαρισμός αστικών αποβλήτων

Ένας από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους αντιμετώπισης της ρύπανσης των υδάτινων πόρων από τα απόβλητα είναι οι Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων (Ε.Ε.Α.Α). Οι εγκαταστάσεις αυτές έχουν ως σκοπό τον καθαρισμό των αστικών αποβλήτων από τα βλαβερά συστατικά που περιέχουν, ώστε αυτά να διατεθούν ακίνδυνα στο περιβάλλον (Angelakis et al. 1999).

Αν τα απόβλητα διοχετευτούν χωρίς επεξεργασία σε έναν υδάτινο αποδέκτη δημιουργούν διάφορα προβλήματα. Η άμμος, τα ογκώδη και τα αιωρούμενα στερεά προκαλούν περισσότερο αισθητική δυσαρέσκεια παρά ουσιαστική ρύπανση του υδάτινου φορέα. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και ιδιαίτερα οι ιοί εντερικής προέλευσης είναι υπεύθυνοι για τη μετάδοση ασθενειών, όπως έχει ήδη αναφερθεί (Angelakis et al. 1999).

Όπως αναφέρει η οδηγία της Ε.Ε., μια Ε.Ε.Α.Α χαρακτηρίζεται από το βαθμό καθαρισμού, ο οποίος καθορίζεται από τα ποιά βλαβερά συστατικά απομακρύνονται από τα λύματα. Ο πρωτοβάθμιος καθαρισμός χαρακτηρίζεται από την απομάκρυνση άμμου, αιωρούμενων και ογκωδών στερεών. Ο δευτεροβάθμιος ή συχνά αποκαλούμενος βιολογικός καθαρισμός αποσκοπεί στην απομάκρυνση των οργανικών συστατικών και την εξουδετέρωση των παθογόνων μικροοργανισμών με διάφορες μεθόδους απομόλυνσης. Ο τριτοβάθμιος καθαρισμός αφορά στην απομάκρυνση των θρεπτικών στοιχείων φωσφόρου και αζώτου (Angelakis et al. 1999).

Μέθοδοι απολύμανσης

Προκειμένου να εξλειφθεί ο κίνδυνος από την παρουσία των ιών στα επεξεργασμένα απόβλητα και να επαναχρησιμοποιηθούν είναι απαραίτητη η απολύμανσή τους. Η πιο παραδοσιακή μέθοδος απολύμανσης είναι η χλωρίωση η οποία αν και είναι αποτελεσματική για τα βακτήρια δεν συμβαίνει το ίδιο για όλους τους τύπους των ιών εντερικής προέλευσης (Tyrrrell et al. 1995). Στην Αμερική εφαρμόζεται εδώ και πολλά χρόνια η χλωρίωση των επεξεργασμένων αποβλήτων ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν για πόση, άρδευση ή να διοχετευθούν στη θάλασσα. Παρόλα αυτά, έχουν δημιουργηθεί ερωτηματικά εξαιτίας της δυσμενούς επίδρασης του χλωρίου στο υδάτινο περιβάλλον όπου διοχετεύονται τα χλωριωμένα απόβλητα. Αντίθετα, στη

Μ.Βρετανία δεν εφαρμόζεται μια ορισμένη μέθοδος απολύμανσης σε όλες τις μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων. Τα τελευταία χρόνια, φαίνεται να ενισχύεται η χρησιμοποίηση της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) ως μεθόδου απολύμανσης. Η χρησιμοποίηση της UV αν και έχει πολλά πλεονεκτήματα έχει ένα βασικό μειονέκτημα που αφορά στη δυσκολία προσδιορισμού της κατάλληλης δόσης ώστε να εξουδετερωθούν οι διάφοροι παθογόνοι μικροοργανισμοί (Salgot et al. 2003). Η τρίτη μέθοδος απολύμανσης που εφαρμόζεται αφορά στη χρησιμοποίηση του όζοντος, το οποίο είναι εξαιρετικά αποτελεσματικό στην απενεργοποίηση των ιών και δεν έχει δυσάρεστες επιπτώσεις για το περιβάλλον (Qualls et al. 1989). Το υψηλό κόστος της μεθόδου αποτελεί περιοριστικό παράγοντα εφαρμογής της σε ευρεία κλίμακα σε σχέση με τη χλωρίωση και την υπεριώδη ακτινοβολία.

Ανάλογα με τον τύπο του ιού και τη δομή του συνιστάται εφαρμογή διαφορετικής μεθόδου απολύμανσης ή συνδυασμός τους. Αυτό είναι και το σημαντικότερο εμπόδιο που πρέπει να ξεπεραστεί, ώστε να είναι δυνατή η εξουδετέρωση όλων των ιών εντερικής προέλευσης στα επεξεργασμένα απόβλητα. Ο ιός της ηπατίτιδας Α εμφανίζεται ιδιαίτερα ανθεκτικός στην επίδραση του χλωρίου και της υπεριώδους ακτινοβολίας, ενώ απενεργοποιείται αποτελεσματικά με τη χρήση όζοντος. Οι αδενοϊοί εμφανίζουν μεγάλη αντοχή στην επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας, αλλά είναι ευαίσθητοι στη χλωρίωση (Nwachuku and Gerba 2004). Οι Νορο-ιοί όπως και ο ιός της ηπατίτιδας Α είναι ανθεκτικοί στη χλωρίωση και στην υπεριώδη ακτινοβολία. Οι ρότα ιοί και οι γεο-ιοί εμφανίζουν ιδιαίτερη αντοχή στο όζον και την υπεριώδη ακτινοβολία σε σχέση με τους εντεροϊούς, αλλά είναι πιο ευαίσθητοι στη χλωρίωση (Wolfe 1990).

Πρόσφατες μελέτες υποστηρίζουν ότι ο πιο ενδεδειγμένος τρόπος απολύμανσης των επεξεργασμένων αποβλήτων είναι ο συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων (Koivunen and Heinonen-Tanski 2005). Έχει διαπιστωθεί ότι η χρησιμοποίηση του όζοντος σε συνδυασμό με τη χλωρίωση δίνει πολύ καλά αποτελέσματα. Σε άλλες μελέτες αναφέρεται ότι ο συνδυασμός υπεριώδους ακτινοβολίας και όζοντος οδηγεί σε ταχύτερη απενεργοποίηση των ιών (Tyrrill et al. 1995).

Συμπερασματικά, οι υπάρχουσες μέθοδοι απολύμανσης εμφανίζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (Πίνακας 4). Τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται σε παγκόσμια κλίμακα συνδυασμός των μεθόδων απολύμανσης, ώστε η διάθεση των επεξεργασμένων αποβλήτων να πραγματοποιείται με ασφαλή τρόπο.

Απομόνωση – τυποποίηση ιών εντερικής προέλευσης

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την απομόνωση των ιών εντερικής προέλευσης από τα λύματα κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

α) στις *καλλιεργητικές* με τη χρήση κυτταρικών σειρών ανάλογα με το είδος του ιού και

β) τις *μοριακές* όπως είναι η Αλυσιδωτή Αντίδραση Πολυμεράσης (PCR) που απαιτεί την απομόνωση του DNA ή του RNA ανάλογα με το είδος του ιού που εξετάζουμε.

Οι μοριακές τεχνικές με βάση έρευνες που έχουν γίνει αναφορικά με την παρουσία ιών στα λύματα αποδεικνύονται να είναι ταχύτερες, πιο ευαίσθητες και πιο ακριβείς συγκρινόμενες με τις καλλιεργητικές. Επιπλέον, με τη χρήση μοριακών τεχνικών είναι δυνατόν να ανιχνευθούν ιοί, που εξαιτίας της αργής τους ανάπτυξης είναι δύσκολο και σε κάποιες περιπτώσεις αδύνατο να καλλιεργηθούν (ρότα ιοί, αδενοϊοί F τύπου 40 και 41) (Arens 1999).

Πίνακας 4. Σύγκριση μεθόδων απολύμανσης (Tyrrell et al. 1995, Ward and Ashley 1979).

Χαρακτηριστικό	Μέθοδος Απολύμανσης		
	Οζόνωση	Υπεριώδης ακτινοβολία	Χλωρίωση
Απομάκρυνση κολοβακτηριδίων	Πολύ καλή	Πολύ καλή	Πολύ καλή
Απομάκρυνση ιών	Πολύ καλή	Καλή	Μέτρια
Πιθανότητες επανάπτυξης μικροοργανισμών	Καμία	Σημαντική	Ελάχιστη
Επίδραση στον υδάτινο αποδέκτη	Καμία	Καμία	Αύξηση διαλυτών στερεών
Παραπροϊόντα απολύμανσης	Κανένα	Κανένα	Αλογονοφόρμα
Επικινδυνότητα παραπροϊόντων	Μηδενική	Μηδενική	Μεγάλη
Επικινδυνότητα χρησιμοποιούμενων χημικών	Καμία	Καμία	Μεγάλη
Κόστος εγκατάστασης	Σημαντικό	Σημαντικό	Μέτριο

Κατόπιν ερευνών που διεξήχθησαν για την απομόνωση εντεροϊών, αδενοϊών και ρότα ιών από λύματα προέκυψαν κάποιες παρατηρήσεις, όσον αφορά στη σύγκριση των τεχνικών απομόνωσης (Gratacap-Cavallier et al.

2000, Tsai et al. 1993). Τα κυριότερα συμπεράσματα είναι :

α) μόνο μικρό ποσοστό σωματιδίων των ιών που υπάρχουν στα λύματα μπορούν να ανιχνευθούν με καλλιεργητικές τεχνικές (ο συνηθισμένος τύπος ιού που καλλιεργείται είναι ο ρολίο-ιός),

β) οι μοριακές τεχνικές παρά τα πλεονεκτήματα που εμφανίζουν έναντι των καλλιεργητικών συχνά είναι δύσκολο να εφαρμοστούν με επιτυχία εξαιτίας πληθώρας αναστολέων που υπάρχουν στα λύματα, και

γ) με την καθιέρωση των μοριακών μεθόδων για την απομόνωση ιών από τα λύματα δίνεται η δυνατότητα στους ερευνητές να προχωρήσουν στην μοριακή τυποποίηση των ιών, που είναι ο απώτερος σκοπός των ερευνών, που διεξάγονται σήμερα σε παγκόσμια κλίμακα.

Πολύ πριν την καθιέρωση των μοριακών τεχνικών, η τυποποίηση των ιών στηριζόταν στη χρήση αντισωμάτων με τα οποία διακρίνονταν οι αντιγονικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων τύπων ιών. Το πρόβλημα για τους ερευνητές ήταν ότι κάποια είδη ιών δεν μπορούν να τυποποιηθούν με τη χρήση αντισωμάτων γιατί δεν εμφανίζουν αντιγονικές διαφορές. Παρόλα αυτά οι ανοσολογικές τεχνικές έδιναν ικανοποιητικά αποτελέσματα για την ταξινόμηση των ιών σε μεγάλες ομάδες (τύπους) που διέφεραν σημαντικά ως προς τις αντιγονικές τους ιδιότητες.

Η ανάγκη για τη διάκριση μεταξύ ιών που εμφανίζουν κοινά αντιγονικά χαρακτηριστικά, οδήγησε στην ανάπτυξη των μοριακών τεχνικών (Caro et al. 2001). Το γονιδίωμα ενός ιού μπορεί να εμφανίζει μεγάλες διαφορές σε επίπεδο νουκλεοτιδίων (μεταλλάξεις), αλλά το γεγονός αυτό να μην επηρεάζει την έκφραση των πρωτεϊνών και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του ιού. Στις διαφοροποιήσεις του γονιδιώματος των ιών που προκύπτουν λόγω μεταλλάξεων στηρίζονται οι μοριακές τεχνικές τυποποίησης, οι οποίες συγκρίνουν το γονιδίωμα διαφόρων στελεχών ιών που απομονώνονται από κλινικά και περιβαλλοντικά δείγματα. Ιδιαίτερα οι RNA ιοί (π.χ. εντεροϊοί και ρότα ιοί), εμφανίζουν μεγάλο ποσοστό μεταλλάξεων σε σχέση με τους DNA ιούς (αδενοϊοί), γιατί η RNA πολυμεράση δεν έχει την ικανότητα διόρθωσης λαθών κατά τη διάρκεια της αντιγραφής του γονιδιώματος (Arens 1999).

Η τυποποίηση των ιών έχει μεγάλη σημασία κυρίως για επιδημιολογικούς σκοπούς, καθώς έτσι εξακριβώνεται ο τρόπος μετάδοσης μιας επιδημίας και το υπεύθυνο στέλεχος ιού (Muir et al. 1998).

Η μοριακή τυποποίηση των ιών πραγματοποιείται όλο και περισσότερο σε παγκόσμια κλίμακα με τη χρήση διαφόρων μοριακών τεχνικών όπως είναι :

α) *Nucleotide Sequencing*,

- β) *Restriction Fragment Length Polymorphism Analysis (RFLP)*,
- γ) *Southern Blot Analysis*,
- δ) *Oligonucleotide Fingerprint Analysis*,
- ε) *Reverse Hybridization*,
- στ) *DNA Enzyme Immunoassay*,
- ζ) *RNase Protection Assay*,
- η) *Single-Strand Conformation Polymorphism Analysis*,
- θ) *Heteroduplex Mobility Assay And Heteroduplex Tracking Assay*
- ι) *Genome Segment Length Polymorphism Analysis (Electropherotyping)*.

Όλες οι παραπάνω τεχνικές έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία 20 χρόνια και έχουν αποδειχθεί εξαιρετικά χρήσιμες στην προσπάθεια των ερευνητών να τυποποιήσουν τους ιούς που απομονώνονται είτε με καλλιεργητικές είτε με μοριακές μεθόδους. Πολλές από τις μεθόδους τυποποίησης που αναφέρθηκαν μπορούν να εφαρμοστούν με τη χρησιμοποίηση απλών αντιδραστηρίων και οργάνων, χωρίς ιδιαίτερα υψηλό κόστος από τα περισσότερα εργαστήρια. Άλλες μέθοδοι και ιδιαίτερα η nucleotide sequencing analysis, βρίσκουν όλο και περισσότερο ευρεία εφαρμογή σε πολλά ερευνητικά εργαστήρια, εξαιτίας της αποτελεσματικότητάς τους στην τυποποίηση των ιών (Quan-Gen et al. 1999).

Η μοριακή τυποποίηση των ιών βρίσκεται σε εξέλιξη και γίνεται προσπάθεια βελτίωσης των μεθόδων της ώστε να είναι εύκολη η εφαρμογή τους στα ερευνητικά εργαστήρια.

Συμπεράσματα

Οι ιοί εντερικής προέλευσης εξαιτίας της ευρείας διάδοσης στο υδάτινο περιβάλλον, της ανθεκτικότητάς τους και των κινδύνων που ενέχουν για τη δημόσια υγεία αποτελούν το επίκεντρο πολλών ερευνητικών μελετών, που αφορούν κυρίως στον έλεγχο ποιότητας νερού και λυμάτων. Ο απώτερος στόχος έγκειται στην εφαρμογή αξιόπιστων μεθόδων απομόνωσης και κυρίως τυποποίησης των ιών σε επίπεδο ρουτίνας, ώστε αφενός να προστατεύεται η δημόσια υγεία και αφετέρου, να εντοπίζεται το υπεύθυνο ιικό στέλεχος σε περιπτώσεις επιδημίας. Τα κριτήρια επιλογής της ενδεδειγμένης μεθόδου εντοπίζονται στην αμεσότητα και την ακρίβεια διεξαγωγής αποτελεσμάτων. Η σύγχρονη επιστημονική βιβλιογραφία εμμένει ως επί το πλείστον στις μοριακές τεχνικές απομόνωσης και τυποποίησης ιών εντερικής προέλευσης, οι οποίες υπόκεινται σε συνεχή εξέλιξη με σκοπό να καταστούν προσιτές κι εφαρμόσιμες για την ολοκλήρωση επιδημιολογικών ερευνών.

Βιβλιογραφία

- Abbaszadegan, M., M. Lechevallier and C. Gerba. 2003. Occurrence of viruses in US groundwaters. *J AWWA* 95: 107-120.
- Angelakis, A. N., M.H.F. Marecos do Monte and L. Bontoux. 1999. The status of wastewater reuse practice in the Mediterranean basin: need for guidelines. *Water Res* 33: 2201-2217.
- Arens, M. 1999. Methods for subtyping and molecular comparison of human viral genomes. *Clin Microbiol Rev* 12: 612-626.
- Beavers, P. D. and E. A. Gardner. 1995. Prediction of virus transport through soils. *Proc. 15th Fed. Conv. AWWA* 530-535.
- Bitton, G. 1979. Effect of solar radiation on poliovirus: preliminary experiments. *Water Res* 13: 225.
- Bitton, G. 1980. Adsorption of viruses to surfaces: technological and ecological implications. In: Bitton G. & Marshall K.C. eds. *Adsorption of Microorganisms to surfaces*. New York, NY, John Wiley & Sons, Inc., p332.
- Bosch, A. 1998. Human enteric viruses in the water environment: a minireview. *Int Microbiol* 1: 191-196.
- Caro, V., S. Guillot and C. Delpeyroux. 2001 Molecular strategy for “serotyping” of human enteroviruses. *J Gen Virol* 82: 79-91.
- Chung, H. and M. D. Sobsey. 1993. Comparative survival of indicator viruses and enteric viruses in seawater and sediment. *Water Sci. Technol* 2: 425-428.
- Clarke, N. A. 1961. Removal of enteric viruses from sewage by activated sludge treatment. *Amer J Pub Health* 51:1118-1129.
- Deng, M. Y. and D. O. Cliver. 1995. Persistence of inoculated hepatitis A virus in mixed human and animal waters. *Appl. Environ. Microbiol* 61: 87-91.
- Gerba, C. P. 1975. Fate of wastewater bacteria and viruses in soil. Journal of the Irrigation and Drainage Division. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers* 101: 157-174.
- Gerba, C. P. 1984. Applied and theoretical aspects of virus adsorption to surfaces. *Adv Appl Microbiol* 30: 133-168.
- Girones, R. 1989. Isolation of marine bacteria with antiviral properties. *Can J Microbiol* 35: 1015-1021.
- Gratacap-Cavallier, B., O. Genoulaz and K. Brengel-Pesce. 2000. Detection of human and animal rotavirus sequences in drinking water. *Appl*

Environ Microbiol 66: 2690-2692.

- Griffin, D. W., C. G. Gibson and E. K. Lipp. 1999. Detection of viral pathogens by reverse transcriptase PCR and of microbial indicators by standard methods in the canals of Florida Keys. *Appl Environ Microbiol* 65: 4118-4125.
- Guardabassi, L., A. Dalsgaard and M. Sobsey. 2003. Occurrence and survival of viruses in composted human faeces. *Sustainable urban renewal and wastewater treatment* No. 32.
- Haas, C. N., J. B. Rose and C. P. Gerba. 1993. Risk assessment of viruses in drinking water. *Risk Anal* 13: 545-552.
- Haafliker, D., P. Hubner and J. Luthy. 2000. Outbreak of viral gastroenteritis due to sewage-contaminated drinking water. *Int J Food Microbiol* 54: 123-126.
- Holmes, P. R. 1989. Research into health risks at bathing beaches in Hong Kong. *J Inst Water Environ Manage* 3: 488-495.
- Hot, D., O. Legeay and J. Jacques. 2003. Detection of somatic phages, infectious enteroviruses and enterovirus genomes as indicators of human enteric viral pollution in surface water. *Water Res.* 37: 4703-4710.
- <http://cdc.com>
- Hurst, C. J. 1988. Influence of aerobic microorganisms upon virus survival in soil. *Can J Microbiol* 34: 696-699.
- Jockusch, S. 1996. Photo-induced inactivation of viruses: Adsorption of methylene blue, thionine and thiopyronine on QB bacteriophage. *Proc Nat Acad Sci USA* 93: 7446-7451.
- Koopmans, J. S., E. A. Eckert and H. B. Greenberg. 1982. Norwalk virus enteric illness acquired by swimming exposure. *Am J Epidemiol.* 115: 173-177.
- Koivunen, J. and H. Heinonen-Tanski. 2005. Inactivation of enteric microorganisms with chemical disinfectants, UV irradiation and combined chemical/UV treatments. *Water Res.* 39: 1519-1526.
- Kukkula, M., P. Arstila and M. L. Klossner. 1997. Waterborne outbreak of viral gastroenteritis. *Scan J Infect Dis.* 29: 415-418.
- La Belle, R. L. and C. P. Gerba. 1980. Influence of estuarine sediment on virus survival under field conditions. *Appl Environ Microbiol.* 39:749-755.
- Lees, D. 2000. Viruses and bivalve shellfish. *Int J Food Microbiol.* 59: 11-89.

- Moe, K. and J. A. Shirley. 1982. The effects of relative humidity and temperature on the survival of human rotavirus in faeces. *Arch Virol* 72: 179-186.
- Muir, P., U. Kammerer and K. Korn. 1998. Molecular typing of enteroviruses: current status and future requirements. *Clin Microbiol Rev* 11: 202-227.
- Nakajima, M. 2003. Adhesion and releasing of Poliovirus to activated sludge of wastewater purifying plants. *Water Sci Technol* 47: 117-121.
- Nasser, A. M. 1993. Comparative survival of E.coli, F+bacteriophages, HAV and poliovirus 1 in wastewater and groundwater. *Water Sci Technol* 27:401-407.
- Nwachuku, N. and C. P. Gerba. 2004. Emerging waterborne pathogens: can we kill them all? *Curr Opin Biotechnol* 15: 175-180.
- Pancordo, O. C. 1987. Infectivity and antigenicity reduction rates of human rotavirus strain WA in fresh waters. *Appl Environ Microbiol* 53: 1803-1811.
- Parker, V. L. and C. J. Martel. 2002. Long-term Survival of Enteric Microorganisms in Frozen Wastewater. *Technical Report ERDC/CRREL TR-02-16.US Army Corps of Engineers.*
- Pavlov, D. N., W. B. van Zyl and J. van Heerden. 2005. Prevalence of vaccine-derived polioviruses in sewage and river water in South Africa. *Water Res* 39: 3309-3319.
- Puig, M., J. Jofre and F. Lucena. 1994. Detection of adenoviruses and enteroviruses in polluted water by nested PCR amplification. *Appl Environ Microbiol* 60: 2963-2970.
- Qualls, R. G., M. H. Dorfman and J. D. Johnson. 1989. Evaluation of the efficiency of ultraviolet disinfection systems. *Water Res* 23: 317-325.
- Quan-Gen, L., A. Henningsson and P. Juto. 1999. Use of restriction fragment analysis and sequencing of a serotype-specific region to type adenovirus isolates. *J Clin Microbiol* 37: 844-847.
- Raphael, R. A. 1985. Long –term survival of human rotavirus in raw and treated river water. *Can J Microbiol* 31: 124-128.
- Rao, V. C., S. V. Lakhe and S. V. Waghmare. 1977. Virus removal in activated sludge sewage treatment. *Prog Water Technol* 9: 113-127.
- Salgot, M., M. Folch and E. Huertas. 2003 Comparison of different

- advanced disinfection systems for wastewater reclamation. *Water Sci Technol Water Supply* 2: 213-218.
- Sattar, S. A. and J. C. N. Westwood. 1997. Isolation of apparently wild strains of poliovirus type 1 from sewage in the Ottawa area. *J Can Med Assoc* 116: 25-27.
- Smith, E. M., C. P. Gerba and J. L. Melnick. 1978. Role of sediment in the persistence of enteroviruses in the estuarine environment. *Appl Environ Microbiol* 35: 685-689.
- Tsai, Y. L., M. D. Sobsey and L. R. Sangermano. 1993. Simple method of concentrating enteroviruses and hepatitis A virus from sewage and ocean water for rapid detection by reverse transcriptase-polymerase chain reaction. *Appl Environ Microbiol* 59: 3488-3491.
- Tyrrell, S. A., S. R. Rippey and W. D. Watkins. 1995. Inactivation of bacterial and viral indicators in secondary sewage effluents, using chlorine and ozone. *Water Res* 29: 2483-2490.
- Ward, R. L. and C. S. Ashley. 1979. Identification of the virucidal agent in wastewater sludge. *Appl Environ Microbiol* 38: 314-322.
- Wellings, F. M. 1976. Demonstration of solid-associated virus in wastewater and sludge. *Appl Environ Microbiol* 31: 354-358.
- Wilhem, S. W., W. H. Jeffrey, C. A. Suttle and D. L. Mitchell. 2002. Estimation of biologically damaging UV levels in marine surface waters with DNA and viral dosimeters. *Photochem Photobiol* 76: 268-273.
- Wolfe, R. 1990. Ultraviolet light disinfection of potable water. *Environ Sci Technol* 24: 768-773.
- Yates, M. V. and S. C. Yates. 1988. Modelling microbial fate in the subsurface environment. *CRC Crit Rev Environ Control* 17: 307-344.

Enteric Viruses in aquatic environment – Methods of isolation and molecular typing

D. Venieri, G. Komninou and E. Bezirtzoglou

Summary

Human enteric viruses are very important for public health. Their transmission occurs through the different pathways that they may follow in the aquatic environ-

ment, leading in human contamination and emergence of waterborne diseases. The implementations of appropriate sewage plants, as well as the application of suitable methods of disinfection in treated sewage, are two major factors for the removal of viruses from sewage of each area.

What is essential for the protection of public health and the reuse of treated sewage effluents (water and sludge) is the study of environmental conditions, which affect the survival of viruses and all pathogenic microorganisms contained in sewage. Factors that affect survival of enteric viruses in the environment are temperature, pH, light, their adsorption to surfaces and the presence of other microorganisms and they are depending on type and structure of each virus. Study of these factors has led to the development of techniques, which are already in use for isolation and further surveillance of enteric viruses. Molecular isolation techniques seem to be the most promising, since they are fast, accurate and highly sensitive. The next step after virus isolation is typing and serotyping, which is essential for epidemiological reasons in order to determine the transmission route of a specific type of virus. Many typing methods are being applied in the scientific field but the current status refers to the evolution of molecular typing of viruses, so as to be performed on a routine basis for the fulfillment of epidemiological studies.

Prevalence of Hepatitis C virus antibodies in Greek blood donors

**C. Antonopoulou - Kaliouli*, D. Driyiannakis, A. Alexopoulos,
C. Voidarou and E. Bezirtzoglou**

***University of Ioannina, Medical School, Dpt of Microbiology, Ioannina, Greece**

Abstract

An epidemiological study for the detection of IgG antibodies against Hepatitis C Virus (HCV) was performed in a population of 500 apparently healthy blood donors. All blood donors answered standard precoded questionnaires regarding age, sex, area of residence, education status and sexual behavior.

The detection of HCV antibodies has been done with three different assays: The Immunoenzymatic assay ELISA with reagents of 2nd generation, the supplement assay ELISA and the confirmatory assay Western Blot. The Greek healthy donors presented a percentage of 0.6 % HCV antibodies.

No correlation was observed between the prevalence of HCV antibodies and the age range or sex. However, a correlation was observed between the prevalence of HCV antibodies and the frequency of transfusions. The group of healthy blood donors used in our study can be considered as a random sample, reflecting data for the general population, permitting us to draw important conclusions about the frequency of Hepatitis C infections which actually remains low in our country.

Introduction

Hepatitis C virus (HCV), the major causative agent of parenterally transmitted non – A, non – B hepatitis (NANBH), has an envelope containing lipids and a diameter of 40-60 nm (Antonopoulou – Kaliouli, 1995). The viral genome is an RNA molecule of positive polarity of about 9.400 nucleotides that encodes a polyprotein of 3011 aminoacids (Tagger et al, 1992) HCV belongs to the family of Flaviviridae. The aim of our study was to evaluate the prevalence of the hepatitis in healthy blood donors used as a random sample, reflecting data for the general population.

Material and methods

500 apparently healthy blood donors were entered the study. All blood donors answered standard precoded questionnaires regarding age, sex, area of residence, education status and sexual behaviour.

The age range of the patients was 20-79 years (mean age: 49.5), there were 288 men and 212 women. Blood donors transfused in the past, were excluded from this study.

The detection of HCV antibodies has been done with three different assays: The immunoenzymatic assay ELISA with reagents of 2nd generation, the supplement assay ELISA and the confirmatory assay Western Blot.

Results

Three of the 500 apparently blood donors were anti-HCV (+), that is 2 men and 1 woman (Table I) (Figure I).

Table I: *Prevalence of HCV virus antibodies in Greek Blood Donors.*

SEX		ANTI-HCV (+)
MEN	288	2
WOMEN	212	1
TOTAL	500	3(0.6 %)

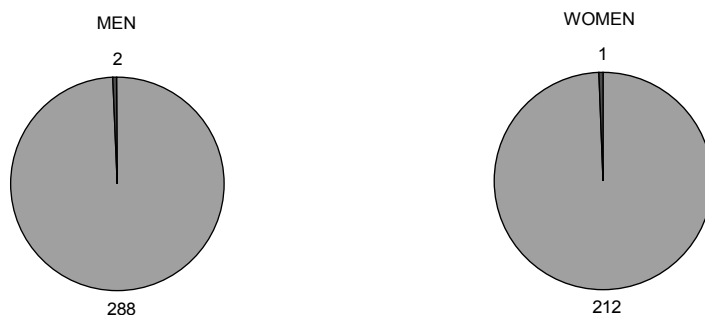


Figure I: *Prevalence of HCV Virus antibodies in Greek blood donors following their sex.*

There was no significant difference between anti-HCV positive and

anti-HCV negative patients in terms of age and sex, but positive subjects seems to be related to low education status and hygiene conditions and a rigorous sexual behavior.

Occupational exposure and/or family contacts may spread the virus.

Discussion

This study was conducted in a period where screening of blood donors and patients were not being systematically done.

Anti-HCV screening in blood donors was introduced in Greece in 1990, prior to this many patients has already been transfused with possible HCV infected blood. In order to determine the HCV infection attack rates we used frozen sera collected at our Department from 1988.

The Greek healthy blood donors presented a percentage of 0.6 % HCV antibodies.

No correlation was observed between the prevalence of HCV antibodies and the age range or sex.

However, many authors (Ippolito et al 1992, Gladziwa et al 1992, Pauri et al 1992) report a correlation between the prevalence of HCV antibodies and the frequency of transfusions.

Bloods donors previously transfused were excluded from the study, because we tried to investigate other factors associated the spread of the virus.

The group of healthy blood donors used in our study can be considered as a random sample, reflecting data for the general population, permitting us to draw important conclusions about the frequency of Hepatitis C infections which actually remains low in our country.

Moreover, the positivity of anti-HCV antibodies does not always indicate persistent infection and viremia even through a high percentage of HCV – RNA positivity in anti-HCV (+) blood donors has been reported (Garson et al). In our study, no correlation is reported between age or sex and the prevalence of antibodies to HCV.

A high incidence of anti-HCV positivity is related to a low socio-economical and educational status of the patients.

In addition, sexual exposure and household contact have been suggested as risk factors for transmission.

In conclusion, the frequency of Hepatitis c infections remain low in our country, even at a period, where screening of the virus was not being systematically done.

Therefore, it should be useful when possible, to educate patients about risk factors and anyway to carry out general infection control measures able to prevent not only the spread of HCV but also of the other blood-borne pathogens.

References

- Antonopoulou–Kaliouli, C. 2005. Prevalence of Hepatitis C, antibodies in haemodialysis patients – Thesis, University of Ioannina, Medical School.
- Garson, J., S. Tedder, M. Briggs, P. Tuke, J. Glazebrook, A. Trute, D. Parker, J. Barbara, M. Contreras and S. Aloysius. 1990. Detection of hepatitis C viral sequences in blood donors donations by “nested” polymerase chain reaction and prediction of infectivity, *Lancet*, Jun 16, 335(8703):1419-22.
- Gladziwa, U., U. Schlipkoeter, B. Lorbeer, K. Chalmakow, M. Roggendorf and H. G. Sieberth. 1992. Prevalence of antibodies to hepatitis C virus in patients on peritoneal dialysis, *Clinical Nephrology* 40(1): 46-52.
- Ippolito, E., S. Aterini, M. Salvadori, G. D’ Elia and M. Amato. 1992. HCV Incidence in a Dialysis Center: Preliminary Reports, *Nephron*. 61: 375-376.
- Mioli, V. A. 1992. Risk Factors and Clinical Expression of HCV Infection in Haemodialysis Patients, *Nephron*. 61: 313-314.
- Pauri, P., C. Salvoni, W. Vitolo, P. Carletti, E. Facenciulli, A.M. Ricciatti and S. Della Bella. 1992. Risk factors and clinical expression of HCV infection in hemodialysis patients. *Nephron*. 61(3):313-4
- Tagger, A., M.L. Ribero, S. Chiaramonte, F. Bortolotti and F. Tremolada. 1992. Hepatitis C Virus Antibody Response in Acute and Chronic Non-A, Non-B Hepatitis, *Nephron*. 61: 258-259.

Herpes Viruses Infections associated with blood transfusions in cancer patients

L. Kavallierou, C. Voidarou, A. Alexopoulos and E. Bezirtzoglou*

*Democritus University of Thrace, School of Agricultural Development,
Microbiology Lab, 68200 – Orestiada (Greece)

Περίληψη

Η ανίχνευση αντισωμάτων έναντι των ερπητοϊών είναι απαραίτητη για τους καρκινοπαθείς ασθενείς και τους ανοσοκατασταλμένους, διότι τα άτομα αυτά μπορεί να αναπτύξουν λοίμωξη από αυτούς τους ιούς, οι οποίοι είναι άνευ κινδύνου για τον γενικό πληθυσμό.

Στην παρούσα μελέτη ανιχνεύθηκαν αντισώματα IgM που υποδηλώνουν πρόσφατη επαφή με το ιόν στην ομάδα των ερπητοϊών και συγκεκριμένα, έναντι του κυτταρομεγαλοϊού (CMV), του Epstein-Barr ιού (EBV) και του ιού του απλού έρπητα (HSV). Η επίπτωση των αντισωμάτων στους καρκινοπαθείς διαφοροποιείται ανάλογα την ομάδα των ερπητοϊών; CMV – IgM (15.5%), EBV – IgM (19%), HSV- IgM (9.5%). Η συχνότητα αυτή είναι σαφώς υψηλότερη από αυτήν του γενικού πληθυσμού στις αντίστοιχες ομάδες ερπητοϊών. Επιπλέον ευρέθη συσχετισμός της παρουσίας αντισωμάτων EBV – IgM με τον καρκίνο του ρινοφάρυγγος και του λεμφώματος, καθώς και της παρουσίας αντισωμάτων CMV – IgM και του καρκίνου των πνευμόνων.

Herpes viruses are known to cause several human diseases to neonates, pregnant women, hemophiliacs, patients with renal or bone marrow transplants and immunosuppressed persons.

In primary and often in secondary infection the appearance of IgM specific antibodies detected usually by the fluorescent antibody (FA) technique, is the first laboratory indication of infection and usually occurs within 1-6 days of the onset of symptoms. When detected, this is diagnostic.

The risk of acquiring infection from blood varies with the donor population (Kavallierou 1991) and the type of blood product (Parravisini 1997) and diminishes with the duration of storage (Engels 1999).

The percentage of apparently healthy Greek blood donors with IgM antibodies to CMV, EBV and HSV, as reported in a previous study we make, is low (4,4%, 6,1% and 7,7% respectively) (Kavallierou 1991).

However, the prevalence of IgG antibodies is high and ranges from 70% to 80%. This high prevalence may be explained by the fact that our population consisted of apparently healthy donors belonging to different socio-economic classes.

The prevalence of CMV IgM antibodies in cancer patients is estimated of 15,5%. A significant difference is calculated between the above considered group and the control group. This latter group was composed from a patient population considered free of cancer disease after study by axial tomography.

The prevalence of EBV IgM antibodies in cancer patients is estimated of 19% comparing to the control group, where this percentage low (6%).

However, the prevalence of HSV IgM antibodies is low for both groups of patients (cancer-group: 9.5%, control-group:7.3%). No significant difference was calculated for this case.

When malignancies are collected in 8 main groups of cancer (lung, rhinopharynx, uterus, breast, central nervous system, gastrointestinal, urogenital, lymphoma), we found a significant correlation between the presence of IgM antibodies against CMV and the lung cancer.

Detection of EBV IgM antibodies is found in correlation with the cancer of rhinopharynx. It may be a correlation between the presence of IgM antibodies against EBV and lymphoma.

Radiological localization of the cancer was realized by axial tomography and confirmed by biopsy or surgical operation.

Data collection permit us to draw important conclusions about the frequency of CMV, EBV and HSV infections in patients with special needs (Bustamante 1991, Ward 1998, Michalek 2002), as cancer patients used in our study. As all the above viruses can be transmitted by blood transfusion (Bowden 1995), it is important to note that screening should be introduced to identify seronegative patients in groups in which infection could be life-threatening and to ensure that only seronegative blood products are given to such patients.

References

- Bowden, R. A., S. J. Slichter, M. Sayers, D. Weisdorf, M. Cays, G. Schoch, M. Banaji, R. Haake, K. Welk and L. Fisher. 1995. A comparison of filtered leukocyte-reduced and cytomegalovirus (CMV) seronegative blood products for the prevention of transfusion-

- associated CMV infection after marrow transplant. *Blood*. 86:3598–3603.
- Bustamante, C. and J. Vade. 1991. Herpes simplex virus infection in the immunocompromised cancer patient. *J Clin Oncol*. 9:1903–1915.
- Engels Eric A., Helen Eastman, Dharam V. Ablashi, Rainford J. Wilks, Joy Braham and Angela Manns. 1999. Risk of Transfusion-Associated Transmission of Human Herpesvirus 8. *Journal of the National Cancer Institute*, Vol. 91, 20: 1773-1775, October 20, 1999
- Kavallierou, L., E. Bezirtzoglou, P. apellou, S. Spanaki and R. Renieri. 1991. Antibodies CMV, HSV, EBV in Greek blood donors, *Medical Laboratory Sciences*. 48: 142-146.
- Michálek, Jaroslav and Radek Horvath. 2002. High incidence of Epstein-Barr virus, cytomegalovirus and human herpesvirus 6 infections in children with cancer *BMC Pediatr*. 2: 1.
- Parravicini, Carlo., Sonja J. Olsen, Maria Capra, Francesca Poli, Girolamo Sirchia, Shou-Jiang Gao, Emilio Berti, Arcangelo Nocera, Edardo Rossi, Giovannina Bestetti, Massimo Pizzuto, Massimo Galli, Mauro Moroni, Patrick S. Moore and Mario Corbellino. 1997. Risk of Kaposi's Sarcoma-Associated Herpes Virus Transmission From Donor Allografts Among Italian Posttransplant Kaposi's Sarcoma Patients . *Blood*, Vol. 90: 2826-2829.
- Ward, K.N. 1998. Infections due to the herpesvirus group in immunocompromised patients. *Curr Opin Infect Dis*. 11: 425–430.

Epidemiology and advances on Aids Virus

E. Bezirtzoglou

Democritus University of Thrace, School of Agricultural Development, Department of Food Science and Technology, Microbiology, Biotechnology and Hygiene Lab, 68200 – Orestiada (Greece)

Abstract

This review article reports all obtained knowledge on AIDS virus concerning its natural history, the possibility of the transmission, pathogenesis and treatment of the disease.

The edidemiological profile of the disease is given by studies comparing the disease status 10 years ago and actually. Laboratory approach is considered by new technological concepts and advances, as well as perspectives concerning development of vaccines and therapeutical policies of the future. However, it remains a lot of investigation to be done in all different fields until we obtained enough knowledge on the virus. Scientists of all life disciplines worldwide, should gather the necessary knowledge and experience in order to investigate the complexity of the disease and give solutions for its control and eradication.

Introduction

I could imagine Pasteur facing our epoch, describing a plethora of bacteria, virus, protozoa whom ecology, biology and pathogenic power are so many varied, from the drinking water and the consumed food to the nature.

I thought that he will be surprised from the complexity of the subject for which he firstly initiated the study. I thought that besides his humbleness, he could be proud for his task. Additionally, we could be proud for his successors, having so well understood his lessons and advancing developments so far for the best of humanity with the rapid development of cellular and molecular biology and of immunology.

Therefore, "entering" our cells, our defences, our genes, we can better evaluate dysfunctions and disorders.

Modifications of our environment, our habits, and our customs constitute new points, favourable to the development of new agents, or to their llawake" from latency.

New diseases are present every day. When a disease can be treated, likewise the terrible variola definitely eradicated, a new one is surging, like the awful AIDS. Nowadays like other times, bacteria and viruses "are travelling" the world with us. New diseases are present every day. When a disease can be treated, likewise the terrible variola definitely eradicated, a new one is surging, like the awful AIDS. Nowadays like other times, bacteria and viruses "are travelling" the world with us.

Formerly, the pest was coming from China to Europe by caravan or by ship from the East. Nowadays, the AIDS virus takes the plane like us and flying, joins Zair to San Francisco.

According to the data of the World Health Organisation, AIDS patients have been reported in more than 162 countries at 1993. Official declarations refer 500.000 cases, but their real number seems to be 1.500.000. From this number, 500.000 patients are children (Pizzo, 1993), with 90% of them in Africa (Mbubaegbu, 1993) (Ribeiro et al, 1993). The carriers of virus are estimated to 9 - 11.000.000, including 3.000.000 women and 1.000.000 children ten years after the presence of the disease.

The incubation period of the disease is approximatively 10 years. The future perspectives seem to be terrific. Fourteen years ago at 1993, scientists expected that by the year 2000, 30 - 40.000.000 of persons will be infected from the virus all over the world; 90% of third world countries and 25% of children. This makes that more than 10.000.000 persons will have contracted the AIDS disease. Today unfortunately, previsions of these numbers seems to be effective.

Human immunodeficiency virus was identified 23 years ago, by the scientific team of Professor Montagnier, in 1983 at Institute Pasteur, Paris (Montagnier et al, 1984).

Initially, the virus was called "Lymphadenopathy Associated Virus (= LAV), because of its implication in lymphadenopathy associated with HIV infection (Table I).

Less than a year ago, at U.S.A., Professor Gallo (Gallo et al, 1983) isolated a virus from AIDS patients called Human-T.

In 1986, all viruses having a relationship to AIDS, have been immaniculated by the "International Committee for Classification of Virus" as Human Immunodeficiency Virus (HIV) (Table 1) (Chin et al, 1990). HIV has the characteristics of Retrovirus with a size of 100 to 140 nm, belonging to the genus of Lentiviruses. The virus is covered by a lipoidic membrane which proliferations containing the external surface glycoprotein 120(gp

120) are present. These proliferations are joined to a stick carrying the glycoprotein 41 (gp 41) (Lange et al, 1993), through the membrane and also the lipoidic envelope. Attachment of the virus on cells is effected with these glycoproteins.

Inside the envelope, the following were found: the core of the virus containing the viral ARN, the enzyme reverse. transcriptase, the ribonucleic core protein P 24/25, and the nucleocapsid with the protein P 17/18 (Levy, 1993) (Papaevangelou, 1988). The virus enters an individual primarily by infecting either activated T cells, resident macrophages, or mucosal cells in the bowel or uterine cavity. One of the first breakthroughs in studies of HIV was the discovery of its major cellular receptor, the CD4 molecule. Helper / inducer T lymphocytes bearing CD4 molecules have been termed "the leader of the immunological orchestra" because of their central role in the immune. response. The reason for preferential growth of HIV in CD4+ lymphocytes was then explained by its attachment to the CD4 protein on the cell surface. Subsequent studies have indicated that, for virus binding,

conformational changes in gr120 and perhaps CD4 occur (Levy, 1993). Once the virus has entered the cell as a ribonucleocapsid, several intracellular processes take place that lead to the integration of a proviral form into the cell chromosome. The viral RNA, still associated with core proteins, undergoes reverse transcription, using its RNA-dependent DNA polymerase and RNase H activities, and eventually forms double-stranded DNA. These DNA copies (CDNA) of the viral RNA then migrate to the nucleus, where as circular but noncovalently bound molecules, integrate into the cell chromosome. This integration of the identification of specific viral regions responsible for certain iological properties such as cell tropism, kinetics of replication and cytopathicity.

The genetic material of HIV is made up of 9 genes situated between LTR's (= Long Terminal Repeats), but only 3 of them code the production of viral constitutives (Papaevangelou, 1988):

- gene GAG is coding the production of nuclear proteins; the most important being the nuclear protein P24.
- gene ENV is coding the production of envelope glycoproteins.
- gene POL is coding the production of reverse transcriptase.

The remaining 6 genes, are producing proteins intervening in the regulation of the above structural genes or being in relation to the virulence of the virus.

Natural history and transmission of the infection

The interval between infection and appearance of the first clinical symptoms in an individual varies.

Infection with HIV can produce a diverse clinical picture, ranging from an acute seroconversion illness to full blown AIDS many years later (Moss et Baschetti, 1989).

Infection may be asymptomatic (Eskild et al, 1992) or symptomatic. Acute infection following first exposure to the virus is usually asymptomatic and may occur up to about six weeks after the contact. Lymphadenopathy generally occurs after 1 or 2 years of incubation period, but appearance of more serious symptoms need a longer incubation time of 6 or 7 years. High risk groups show generally a shorter incubation period.

The concentration of the virus in the different biological fluids varies and this is in relation with the transmission of the disease. HIV has been isolated from semen, cervical secretions, cell free plasma, tears, lymphocytes, cerebrospinal fluid, urine, saliva, breast milk and blood (Newburg et al, 1992) (Fuchs et al, 1993).

Particularly infectious are blood, semen and cervical secretions. The commonest mode of virus transmission throughout the world is by sexual intercourse. Infected blood or blood products is another main way of infection (Wright and Silberstein, 1993).

Transmission from mother to child occurs in utero and also possibly at birth (Chorba et al, 1993). There is no good documented evidence that the virus is spread by saliva.

Recent publications report a mucosal transmission of the virus (Adler, 1991). Dendric cells of mucosa have been incriminated to be especially sensitive for the virus transmission. Despite their small number, these cells attach to the virus which is then reproduced rapidly in them. Following these recent publications, HIV can be transmitted via the infected dendric cells during a "prolonged kiss" or during sexual intercourse without any prior traumatism.

Finally, there is no evidence that the virus is spread by mosquitoes, bed bugs, lice, in swimming pools, or by sharing cups, eating and cooking utensils, toilets, and air space with an infected individual.

Homosexuals, bisexuals and prostitutes belong to the main groups at an increased risk of contracting AIDS (Donnelly et al, 1993). Transmission also occurs through the sharing or the reuse of contaminated needles by in-

jecting intravenous drug abusers (Blower, 1992), or for therapeutic procedures, and from the infected mother to child (Oxtoby, 1990). Persons transfused with blood and its products, as well as with organs or tissue transplants, are at increased risk. Studies of heterosexual transmission have shown high risk for individuals with multiple sexual partners.

Table 1: *AIDS virus*

VIRUS	INITIAL NAME	YEAR	ORIGIN
HTLV-I	HumanT lymphotropic virus-1	1978	Leucemic patients
HTLV-II	HumanT lymphotropic	1982	#
Human Immunodeficiency virus (= HIV)	Lymphadenopathy Associated Virus (= LAV) HumanT lymphotropic virus-3 (= HTLV-III)	1983 1984	AIDS patients #
SimianT lymphotropic virus (STLV-III Mac)		1985	Macacus
HIV-II	LAV-II	1986	AIDS patients in Africa

Table 2: *Distribution of AIDS cases following continent 0/6/1993)*

CONTINENT	NUMBER OF CASES
America (U.S.A.: 289.320)	371.086
Europe	92.482
Africa	247.577
Australia	4.188
Asia	3.561
TOTAL	718.894

Epidemiology of the disease

An increase in AIDS cases has been reported throughout the world. Case reports and epidemiological surveys, presented on tables below show clearly the increase in its transmission. Cumulative AIDS cases, reported to

the World Health Organisation at 30/6/1993, are estimated to 718.894 (Table 2).

Table 3: *Numulative cases of AIDS in Europe (31/3/93)*

COUNTRY	NUMBER OF CASES
Albania	1
Austria	935
Belgium	1.359
Bulgaria	18
France	24.211
Deutschland	9.697
Yugoslavia	268
Denmark	1.182
U.K.	7.341
Spain	18.347
Italy	16.860
Holland	2.575
Hungary	120
Poland	131
Rumania	2.353
Switzerland	3.028
Turkey	99
Greece	800
Ireland	334
Iceland	26
Israel	229
Luxemburg	62
Monaco	21
Malta	27
Norway	319
Portugal	1.248
Russia	127
Sweden	817
Czechoslovakia	31
Finland	128

Amongst European countries, France has been known to register the majority of cases at 1993 (Table 3). Results are also given for 2004 (Table 4) (Table 5), ten years later in order to follow the disease and compare with prognostics on its march. Nowadays, Portugal, Germany and UK are among the countries showing increasing numbers in cases of the disease. Our interest is focussed on results obtained in our country, Greece as well. Epidemio-

Table 4: HIV infections newly diagnosed and rates per million population by country and year of report (1997-2004), and cumulative totals, WHO European Region, data reported by 31 December 2004

Geographic area Country	Year reporting started	Year of report							
		1997		1998		1999		2000	
		N	Rate	N	Rate	N	Rate	N	Rate
West									
Andorra †	2004	-	-	-	-	-	-	-	-
EU Austria †	1998	-	-	313	38.6	339	41.9	426	52.8
EU Belgium	1986	696	68.5	753	73.8	801	78.3	950	92.7
EU Denmark	1990	273	51.8	213	40.3	287	54.1	280	48.9
EU Finland	1986	71	13.8	80	15.5	142	27.5	146	28.2
EU France ‡	2003	-	-	-	-	-	-	-	-
EU Germany	1993	2 014	24.5	2 219	27.0	1 798	21.9	1 707	20.7
EU Greece §	1999	515	48.4	667	62.1	1 276	117.6	505	46.3
EU Iceland	1985	9	32.9	8	28.9	12	42.9	10	35.4
EU Ireland ¶	1985	109	29.6	116	31.1	186	49.3	290	75.9
EU Israel	1983	241	42.7	379	65.6	277	46.9	289	47.8
EU Italy ¶¶	1985	-	-	-	-	1 233	73.5	1 174	70.0
EU Luxembourg ††	1999	22	52.7	29	68.5	30	69.9	44	101.1
EU Malta ††	2004	-	-	-	-	-	-	-	-
EU Monaco §§	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EU Netherlands ¶¶	2002	-	-	-	-	1 478	93.5	363	22.8
EU Norway	1986	117	26.6	101	22.8	136	30.6	169	37.8
EU Portugal ¶¶¶	1983	-	-	-	-	-	-	4 127	412.1
EU San Marino	1999	3	116.5	1	38.3	2	75.7	3	112.1
EU Spain **	1999	-	-	-	-	-	-	-	-
EU Sweden	1985	240	27.1	249	28.1	211	23.8	242	27.3
EU Switzerland	1985	848	118.4	617	86.1	626	87.3	586	81.7
EU United Kingdom	1984	2 859	49.2	2 967	50.9	3 138	53.6	3 499	59.6
Total West		8 019		8 712		11 972		14 792	
Centre									
Albania	1992	3	1.0	5	1.6	4	1.3	10	3.2
Bosnia & Herzegovina	1989	3	0.9	22	6.0	10	2.8	2	0.5
Bulgaria	1987	30	3.6	26	3.2	27	3.3	49	6.1
Croatia	1986	17	3.9	36	8.1	48	10.8	33	7.4
EU Cyprus †††	1986	27	35.4	19	24.7	23	29.6	29	37.0
Czech Republic	1985	62	6.0	31	3.0	50	4.9	57	5.6
EU Hungary	1985	71	7.0	74	7.3	62	6.2	47	4.7
Macedonia, F.Y.R.	1987	0	0.0	9	4.5	5	2.5	7	3.5
EU Poland	1985	579	15.0	637	16.5	527	13.6	630	16.3
Romania	1992	650	28.8	648	28.8	364	16.2	290	12.9
Serbia & Montenegro	1985	103	9.7	105	9.9	84	7.9	71	6.7
EU Slovakia	1985	8	1.5	11	2.0	2	0.4	19	3.5
EU Slovenia	1986	8	4.0	14	7.0	15	7.5	13	6.5
Turkey	1985	141	2.2	110	1.7	120	1.8	158	2.3
Total Centre		1 702		1 747		1 341		1 415	
East									
Armenia	1986	37	11.5	9	2.8	35	11.1	29	9.3
Azerbaijan	1987	13	1.6	66	8.2	81	10.0	64	7.8
Belarus	1987	653	64.2	554	54.7	411	40.8	527	52.5
EU Estonia	1988	9	6.4	10	7.2	12	8.7	390	285.3
Georgia	1989	21	3.9	25	4.7	35	6.6	79	15.0
Kazakhstan	1987	437	27.0	299	18.7	165	11.7	347	22.2
Kyrgyzstan	1987	2	0.4	6	1.3	10	2.1	16	3.3
EU Latvia	1987	25	10.3	162	67.1	242	101.1	466	196.4
EU Lithuania	1988	31	8.8	52	14.8	66	18.6	85	18.6
Moldova, Republic of	1987	404	93.6	408	94.8	155	36.1	176	41.1
Russian Federation †††	1987	4 319	29.3	3 968	27.0	19 728	134.9	58 786	403.7
Tajikistan	1987	1	0.2	1	0.2	0	0.0	7	1.1
Turkmenistan	1989	0	0.0	0	0.0	1	0.2	0	0.0
Ukraine †††	1987	8 717	171.2	8 197	162.3	5 300	105.6	5 485	110.4
Uzbekistan	1987	7	0.3	3	0.1	28	1.1	154	6.2
Total East		14 676		13 760		26 289		66 591	
Total European Union (EU)		7 621		8 816		11 918		15 481	
Total WHO European Region		24 397		24 210		39 602		82 798	

EU Countries which constitute the European Union as of 1 May 2004

* Cumulative totals since the start of reporting; may include cases with year of report not available

† New HIV reporting system started in 2004; data include many cases diagnosed in previous years

‡ New HIV reporting system started gradually in 2003; data from March 2003 to June 2004; estimated rate per million in 2004 = 67

§ Retrospective reporting before 1995; data for 1999 include many cases diagnosed in previous years

¶ Excluding mother-to-child cases before 2000

¶¶ HIV reporting exists in 7 out of 20 regions/provinces (Boltano, Pinar del Rio, Venezuela-Guila, Lazio, Modena, Piemonte, Trento, Veneto); rates based on the population of the 7 regions:

16.78 million; data (presented by year of diagnosis) available for all 7 regions

** December 2003 data

Table 5: HIV infections newly diagnosed by geographic area*, sex, age at diagnosis and year of report (2000-2004), and cumulative totals, WHO European Region, data reported by 31 December 2004

Geographic area Sex	Age at diagnosis (years)	Year of report					Cumulative total reported †
		2000	2001	2002	2003	2004	
West							
Male							
	<15	138	128	145	156	104	2 097
	15-19	143	127	127	156	153	2 024
	20-29	2 697	2 089	2 772	2 706	2 599	38 645
	30-39	4 011	3 674	5 107	5 306	5 071	55 058
	40-49	1 816	1 736	2 497	3 013	2 971	26 274
	50+	1 103	1 072	1 531	1 713	1 578	14 901
Total West – male ‡		10 007	8 903	12 286	13 177	12 554	142 413
Female							
	<15	138	130	155	160	100	1 742
	15-19	132	143	263	274	235	1 934
	20-29	1 578	1 568	2 374	2 735	2 499	22 673
	30-39	1 548	1 825	2 489	2 965	2 647	19 694
	40-49	507	545	782	1 034	1 064	6 002
	50+	283	284	450	561	580	3 430
Total West – female ‡		4 228	4 369	6 567	7 814	7 157	56 845
Centre							
Male							
	<15	54	76	55	44	24	2 301
	15-19	44	80	74	44	65	713
	20-29	293	302	301	323	300	4 906
	30-39	234	252	305	267	330	3 651
	40-49	125	137	143	159	193	1 558
	50+	71	65	85	106	105	614
Total Centre – male ‡		905	1 032	1 014	1 003	1 112	15 592
Female							
	<15	49	62	51	41	22	1 685
	15-19	38	65	69	47	68	645
	20-29	153	165	174	155	164	2 125
	30-39	49	88	104	111	110	927
	40-49	26	61	41	41	36	377
	50+	24	18	15	31	32	222
Total Centre – female ‡		360	524	485	462	473	6 639
East							
Male							
	<15	161	252	130	153	95	1 079
	15-19	11 152	12 588	4 460	1 814	1 109	37 903
	20-29	32 179	47 310	25 299	18 867	16 024	166 407
	30-39	6 322	10 145	8 057	7 673	8 599	52 246
	40-49	1 580	2 590	2 418	2 396	2 835	14 224
	50+	338	621	527	567	887	3 406
Total East – male ‡		52 008	73 521	40 901	31 486	29 738	276 493
Female							
	<15	77	140	127	95	68	678
	15-19	4 087	5 868	3 464	2 547	2 331	21 234
	20-29	8 366	14 446	11 969	11 600	12 312	68 113
	30-39	1 532	2 586	2 722	3 015	3 612	17 137
	40-49	319	564	710	835	1 114	4 092
	50+	121	227	263	267	510	1 576
Total East – female ‡		14 561	23 854	19 260	18 389	20 187	113 163
Total WHO European Region §		82 798	113 930	81 025	72 843	71 755	633 770

* See Table 1 for list of countries and completeness of data per country

† Cumulative totals since the beginning of reporting

‡ Includes cases with unknown age group

§ Includes cases with unknown sex

Table 6: *Source of infection for AIDS patients in Greece (30/5/1993)*

SOURCE OF INFECTION	NUMBER OF CASES
Homosexuals - Bisexuals	399
Drug users	34
Homosexuals-Bisexuals-Drug users	5
polytransfused	45
Polytransfused in blood factors	53
Heterosexuals	154
Other	90
TOTAL	780

Table 7: *Distribution of AIDS cases during the years in Greece (30/6/1993)*

EAR	NUMBER OF CASES
1984	6
1985	7
1986	22
1987	5
1988	82
1989	107
1990	135
1991	147
1992	162
1993	79
TOTAL	800

Table 8: *Distribution of AIDS patients following age in Greece (30/6/1993)*

AGE REPARTITION	NUMBER OF CASES
< 25	73
25 - 29	126
30 - 34	145
35 - 39	140
40 - 49	156
50 +	26
Unidentified	26
TOTAL	800

Table 9: Greece**Estimated number of adults and children living with HIV/AIDS, end of 2003**

These estimates include all people with HIV infection, whether or not they have developed symptoms of AIDS, alive at the end of 2003:

Adults and children	9,100		
Low estimate	4,500		
High estimate	15,000		
Adults (15-49)	9,000	Adult rate (%)	0.2
Low estimate	4,400	Low estimate	0.1
High estimate	15,000	High estimate	0.3
Children (0-15)			
Low estimate			
High estimate			
Women (15-49)	1,800		
Low estimate	900		
High estimate	3,000		

Estimated number of deaths due to AIDS

Estimated number of adults and children who died of AIDS during 2003:

Adults and Children	<100
Low estimate	
High estimate	<200

Estimated number of orphans

Estimated number of children who have lost their mother or father or both parents to AIDS and who were alive and under age 17 at the end of 2003:

Current living orphans	
Low estimate	
High estimate	

logical studies are reported for groups at increased risk (Table 6-10) and following data of declaration of the disease. Over the last decade, Greece has experienced a massive influx of migrants from countries in South Eastern/Central Europe, the Middle East, Asia and Africa. This study aimed to estimate the percentage and the specific characteristics of HIV-positive migrants reported in Greece, and to describe the secular trend of migrants' proportion among HIV-infected individuals. From 1989 to 2003, 6292 HIV-positive cases were reported to HCIDC. Data show that 749 people (439 males, 303 females) originated from countries other than Greece. Most HIV-positive migrants come from Sub-Saharan Africa (32.44%) and nearly 20% from Central and Eastern Europe. In the Greek population, men who have sex with men (MSM) constitute 50.47% of cases, while 16.15% are heterosexuals. The epidemic profile follows a different pattern among migrants ($P<0.05$). Heterosexual transmission accounts for 41.52% of HIV-positive reported migrants, while 19.09% are

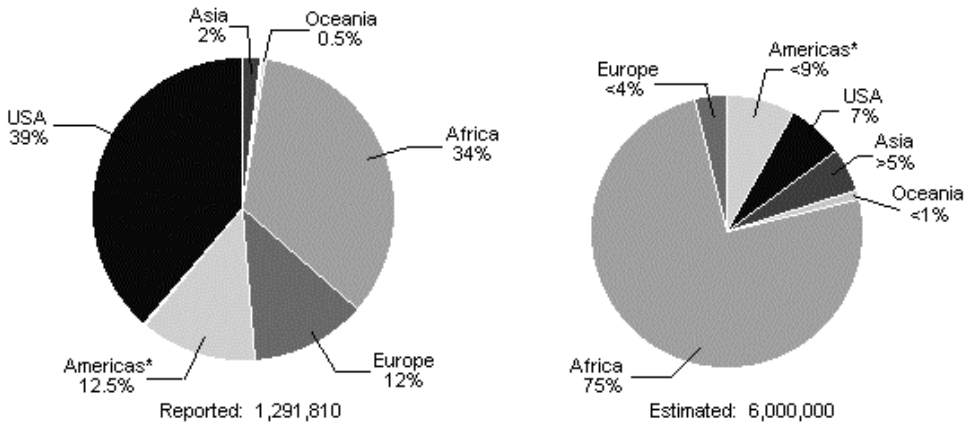
Table 10: Greece

DEMOGRAPHIC DATA	YEAR	ESTIMATE	SOURCE
Total population (thousands)	2004	10,977	UN population division database
Female population aged 15-24 (thousands)	2004	660	UN population division database
Population aged 15-49 (thousands)	2004	5,375	UN population division database
Annual population growth rate (%)	1992-2002	0.7	UN population division database
% of population in urban areas	2003	60.7	UN population division database
Average annual growth rate of urban population	2000-2005	0.6	UN population division database
Crude birth rate (births per 1,000 pop.)	2004	9	UN population division database
Crude death rate (deaths per 1,000 pop.)	2004	10.7	UN population division database
Maternal mortality rate (per 100,000 live births)	2000	10	WHO (WHR2004)/UNICEF
Life expectancy at birth (years)	2002	78	World Health Report 2004, WHO
Total fertility rate	2002	1.3	World Health Report 2004, WHO
Infant mortality rate (per 1,000 live births)	2000	6	World Health Report 2004, WHO
Under 5 mortality rate (per 1,000 live births)	2000	7	World Health Report 2004, WHO
SOCIO-ECONOMIC DATA	YEAR	ESTIMATE	SOURCE
Gross national income, ppp, per capita (Int.\$)	2002	18,240	World Bank
Gross domestic product, per capita % growth	2001-2002	3.6	World Bank
Per capita total expenditure on health (Int.\$)	2001	1,522	World Health Report 2004, WHO
General government expenditure on health as % of total expenditure on health	2001	56	World Health Report 2004, WHO
Total adult illiteracy rate	2000	2.8	UNESCO
Adult male illiteracy rate	2000	1.5	UNESCO
Adult female illiteracy rate	2000	4.1	UNESCO
Gross primary school enrolment ratio, male	2000/2001	99	UNESCO
Gross primary school enrolment ratio, female	2000/2001	99	UNESCO
Gross secondary school enrolment ratio, male	2000/2001	98	UNESCO
Gross secondary school enrolment ratio, female	2000/2001	99	UNESCO

MSM. An 11% increase for each subsequent year in the rate of HIV-positive migrants reported in Greece has been estimated using a Poisson regression model fitted to the data (IR 1.11; 95% confidence interval 1.08–1.13). The results suggest an increasing trend of HIV-seropositive migrants in Greece during recent years. Group-based interventions, better access to health care and a comprehensive public approach should be applied to migrants.

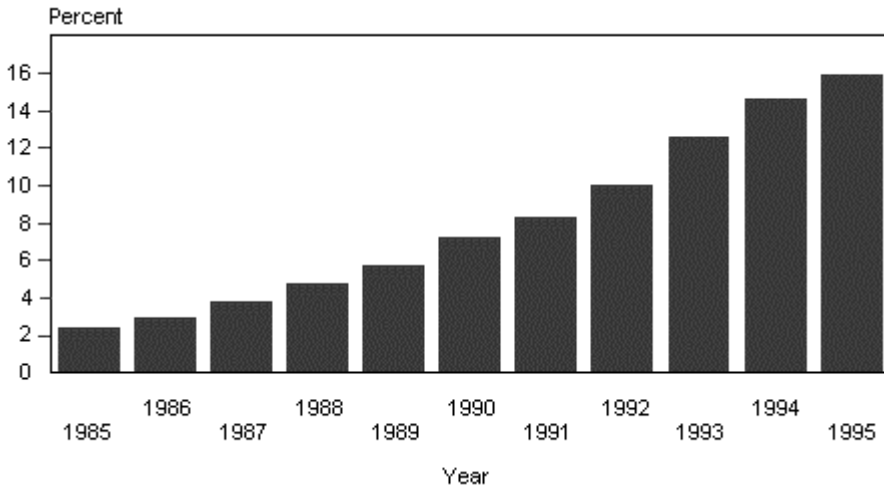
The majority of cases are mentioned during the time period of sexual activities (Figure 1-3).

Epidemiological surveillance of AIDS in the European region is conducted on the basis of a common case definition and consensus criteria. Nevertheless differential characteristics are in evidence in the respective re-



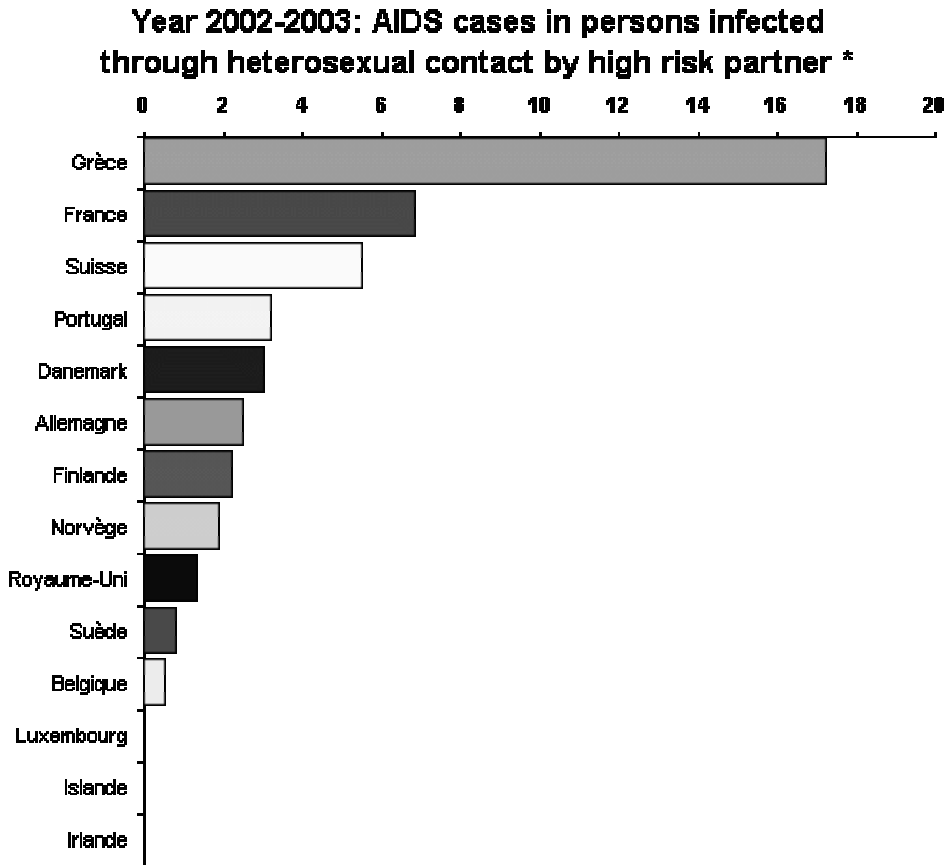
*Excluding the United States.

Figure 1: *Distribution of Total Number of Reported and Estimated AIDS Cases in Adults and Children From Late 1970s/Early 1980s Until Late 1995*



*Percentages are based on redistribution of cases initially reported with undetermined mode of exposure to HIV to the distribution expected after further investigation.
 SOURCE: Centers for Disease Control and Prevention, unpublished data.

Figure 2: *Percentage of Reported AIDS Cases Attributed to Heterosexual Transmission, By Year of Diagnosis* United States, 1985-1995*

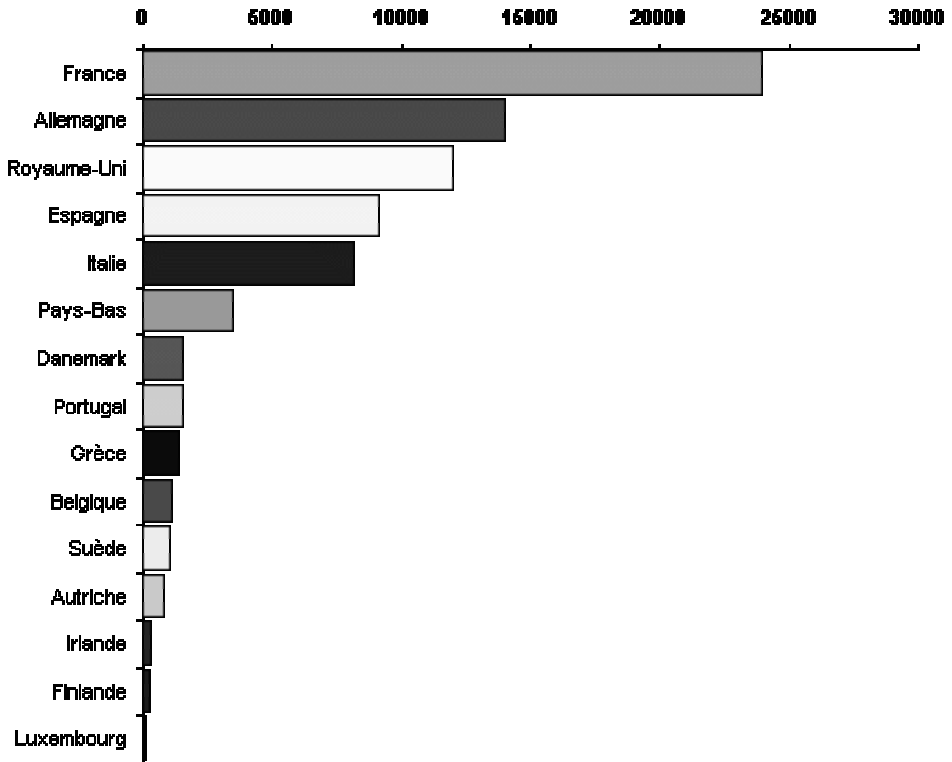


- **High risk sex partner:** bisexual male, IDU, haemophiliac or transfusion recipient

Figure 3. HIV infections newly diagnosed in persons (100%) infected through heterosexual contact, by country and transmission subcategory, cases reported in 2002-2003, WHO European Region, data reported by 30 June 2003

porting systems, both as between countries and even as between regions of the same country, with possible repercussions on completeness (Bennett JE, 1989). Firstly, depending on AIDS incidence and the number of clinicians and centres delivering healthcare, organisation of the healthcare network serving AIDS patients evinces wide differences; and while this may logically entail different organisational demands for surveillance purposes, it does not necessarily entail differences in completeness. In certain countries,

Year 1999-2003: AIDS cases in homo/bisexual men*



* Excluding homo/bisexual injecting drug users

Figure 4. *AIDS cases in homo/bisexual men* by country and year of diagnosis (1999-2003) adjusted for reporting delays, WHO European Region, data reported by 30 June 2003*

AIDS reporting is mandatory (Blower SM, 1992), something that would presumably make for greater completeness, yet compliance cannot always be guaranteed. In contrast, some countries have attained high levels of completeness through the use of voluntary confidential reporting (Adler MW, 1991). There may well be other, more important factors, such as assumption of responsibility for disease reporting by clinicians, guarantees of the system's confidentiality, and non-discrimination of patients. In some regions, active surveillance systems are in place (with reporting agents being system-

atically contacted by the information gathering agency at regular intervals) and have registered reporting rates higher than those for passive reporting systems (Chin J et al, 1990). Lastly, in certain areas, systematic case searching is undertaken using supplementary sources, such as death certificates or hospital databases, thereby enabling pockets of underreporting to be detected and completed.

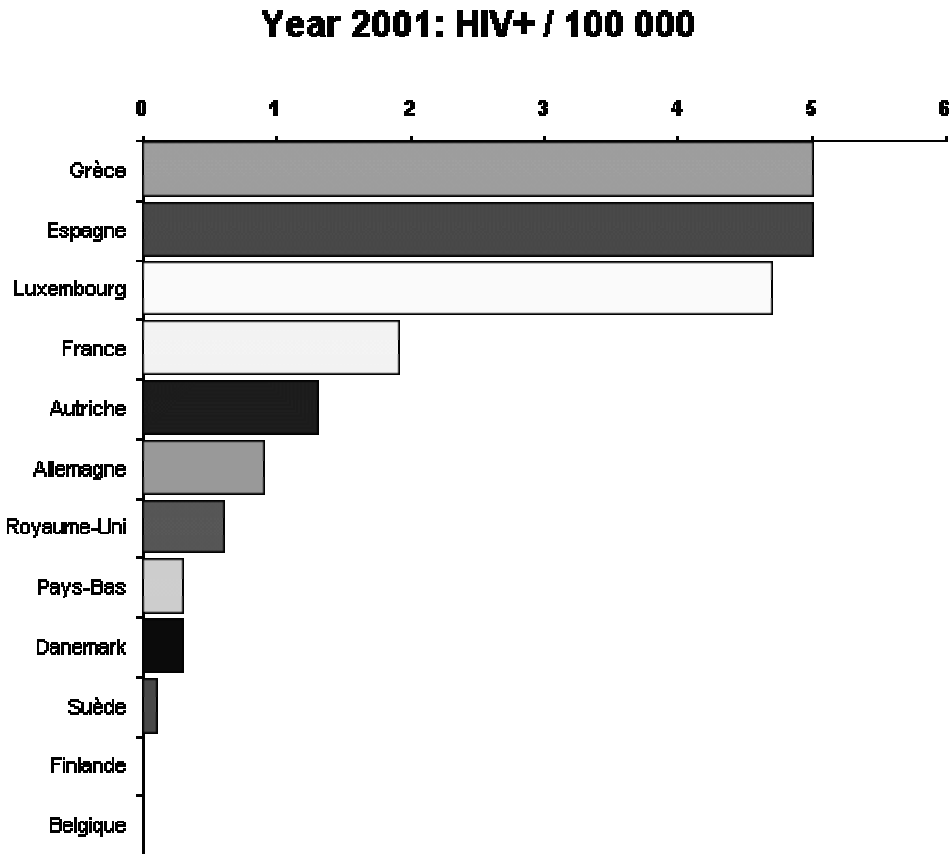
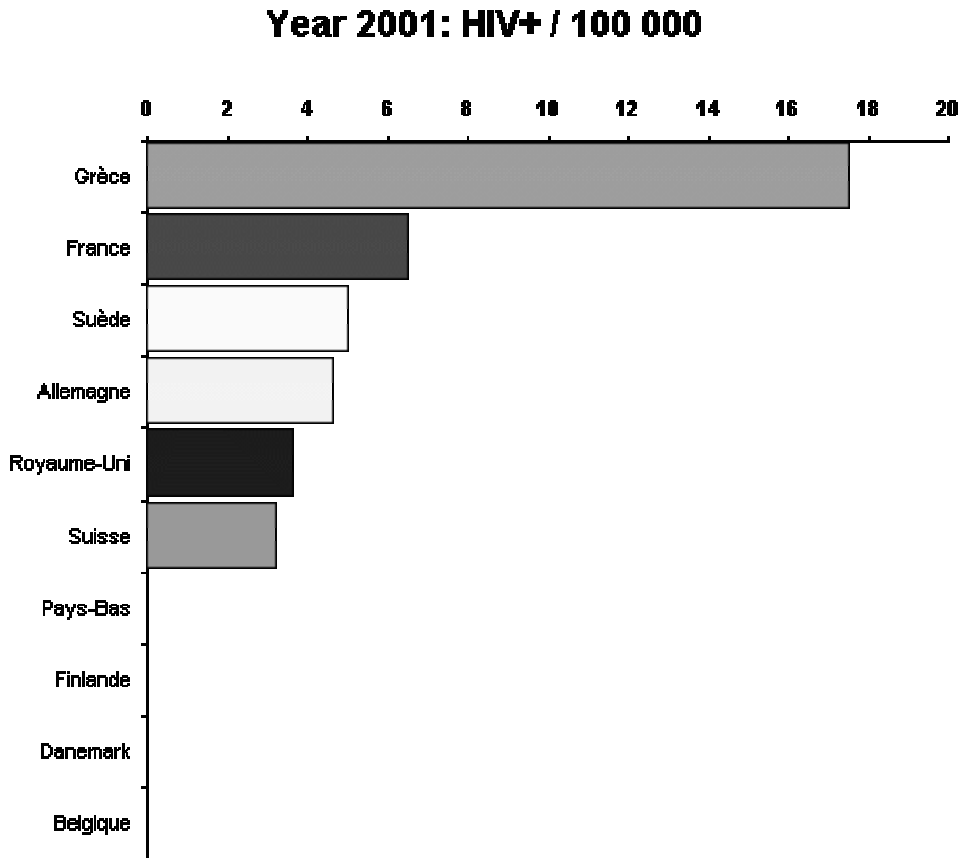


Figure 5. Systematic HIV antibody screening in blood banks: HIV prevalence in blood donations by country, WHO European Region



* **Candidate donors:** persons who apply for donating blood and have an initial HIV test before they can be registered as blood donors

Figure 6. Systematic HIV antibody screening in blood banks: HIV prevalence in blood donations from new or candidate* donors by country, WHO European Region

Pathogenesis

Infection with HIV can produce a very diverse clinical picture (Levy, 1993), ranging from an acute seroconversion illness to full blown AIDS many years later. Infection may be asymptomatic (Luque et al, 1993) or symptomatic. Infection following first exposure to the virus is usually asymptomatic and may occur generally up to about 3 to 6 weeks after the contact. In some cases, antibodies are detected only after 12 months after

the first contact.

Seroconversion is generally associated in a syndrome similar to infectious mononucleosis. The patient suffers from fever, malaise, lethargy, myalgia, arthralgia, lymphadenopathy and sore throat (Adler, 1991).

Afterwards, there is a latent phase of infection during the first years or even later, followed by persistent generalized lymphadenopathy. Nevertheless, it is prudent to assume that the individual is still infected despite the latency. Chronic infection may be asymptomatic before the development of AIDS (Moss, 1988) (Samuel et al, 1993).

In case of symptomatic disease, the main symptoms observed are: fever, diarrhea, weight loss, as well as minor opportunistic infections, skin conditions, hairy leukoplakia, bacterial, fungal and viral infections. The number of T4 lymphocytes is decreased. This symptomatic aspect of the disease, termed ARC (Aids Related Complex) can be permanent for months or years, before patients have developed AIDS. The clinical features of HIV infection (Volberding and Jacobson, 1992) can be ascribed to the profound immune deficit which develops in infected individuals. The destruction of CD4 bearing lymphocytes accounts at least in part for the immunosuppressive effect of the virus (Koot et al, 1993).

The main clinical manifestations of AIDS disease are tumours and a series of opportunistic infections (Van den Bossche et al, 1989). Non-Hodgkin's lymphoma (Tirelli et al, 1993) and squamous carcinomas of the mouth and anorectum have been reported, but the typical tumour described is the Kaposi sarcome (Strecker et al, 1993). Different neurological manifestations (Stratton, 1992) have been described, but most opportunistic infections associated with AIDS can affect virtually any system of the body (Coopman et al, 1993). The disorders of the nervous system most commonly seen in patients with AIDS are encephalitis, meningitis, cerebral space occupying lesions, demyelination, retinitis, myelopathy, and peripheral neuropathy (Adler, 1991).

The number of infected persons to develop the disease are estimated to more than 90% and their survival after having developed AIDS to 1 year. Death occurs generally after long hospitalisation.

Classification

In order to have a better estimate of the progress of the disease, two main classification systems have been proposed. The former by the Centre for Disease Control (CDC) (Table 11), focusing on the clinical features of

the disease, and the latter one, by the Walter Reed Institut (W.R.), (Table 12) is dependent upon laboratory values, in addition to some clinical aspects of the disease.

Table 11: *Classification of HIV infection manifestations according to the CDC*

GROUP 1	Primary infection
GROUP 11	No clinical symptoms
GROUP 111	Chronic lymphadenopathy
GROUP 1v	Symptomatic
Sub-group A	General symptoms
Sub-group B	Neurological symptoms
Sub-group C	Opportunistic infections
Category C-1	Unusual infections
Category C-2	Other infections
Sub-group D	Malignant affections
Sub-group E	Other manifestations

Table 12: *Classification of HIV infection manifestations according to the WR*

STAGE	
WRo	- (before seroconversion)
WR1	Positive antibodies or antigens
WR2	WR1 + chronic lymphadenopathy
WR3	WR1 + T4 < 40 + lymphadenopathy
WR4	WR3 + 10ss of cellular immunity
WRs	WR3 +/- oral candidiasis
WR6	WR4 or WRs + occasionnal infections

Opportunistic infections

The destruction of CD4 bearing lymphocytes accounts for the immunosuppressive effect of the virus, resulting in a number of unusual secondary opportunistic infections (Zufferey et al, 1993). Most of these infections are due to reactivation of latent organisms in the host or in some cases to ubiquitous organisms to which we are continuously exposed. In general, the treatment of these infections suppresses rather than eradicates the organisms, so relapse is common when treatment is stopped (Zuger, 1993). Additionally, the side effects of many of the drugs used, do not easily permit the long term treatment that is needed. These opportunistic infections associated

with AIDS can affect virtually any system of the body (Table 13) (Alados et al, 1993) (Echevarria et al, 1993)t (Van den Hook and Coutinho, 1993).

Table 13: *Infections in AIDS disease*

PULMONARY INFECTIONS	P. carinii, CMV, Mycobacterium tuberculosis, atypic Mycobacterium, Histoplasma, Cryptococcus, Legionella, Nocardia coccidioides, Cryptosporidium, Candida, Herpes simplex virus, other G(+) and G(-) cocci and bacille.
INFECTIONS OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM	Toxoplasma, CMV, Cryptococcus, PAPOVA-Virus, Herpes simplex virus.
OPHTHALMIC INFECTIONS	Conjunctivitis from CMV
DIGESTIVE INFECTIONS	Mycosis, CMV, Herpes simplex, Cryptosporidium, Isospora.
ORAL INFECTIONS	"Hairy buccal leucoplacia" from Epstein-Barr virus.
	Buccal candidiasis
MALIGNANT AFFECTIONS	Kaposi's sarcoma, Lymphomas, Cancers
OTHER	Neurological symptoms
OTHER	Psychiatrical symptoms
OTHER	"Slim disease"

Laboratory methods

Ten years after the isolation of the virus seems to be causative of AIDS, the period between infection and primary invasion has not been appraised with accuracy. Excepting extreme cases, seroconversion after a few days, or after 35 months the average period is from 3 to 6 weeks. In retarded cases, the retrovirus replication may not reach the necessary threshold for the production of antibodies, during a long period of time. The advent of an effective antibody test in 1984 has allowed for a clearer understanding of the changing prevalence and natural history of HIV infection (Welch, 1993).

The laboratory results may allow us to estimate the progress of the disease (Malone et al, 1993). Specific IgG antibodies appear within 3 to 6 weeks after the infection. Usually, gp160 and p25 appear first on the Western Blot. The detection of earlier markers, IgM directed against GAG proteins (p18, p24~ p55) or against envelope proteins (gp41, gp120, gp160) do not give proof methods (PCR) has not been established yet (Kellogg and

Kwok, 1990). The virus can be isolated from lymphocytes, plasma, medullar cells and CSF cultures.

ELISA is a rapid and reproducible method for detection of antiHIV. The sensitivity and the specificity of the method have been evaluated at 98%, but the main disadvantages of the method are the "falses positives" or rarely "the falses negatives" (Papaevangelou, 1988).

Immunofluorescence (IF) has been used as a confirmation technique. It can be applied 15 days to 3 months after infection occurs.

The Western blot, which is electrophoresis on polyacrylamide gel, is the main proposed confirmation method. Antigen p24 can be detected during the period that precedes seroconversion. Envelope proteins (gp41, gp120) are detected later, but remains until the end of the disease (Papaevangelou, 1988).

The most recent method, RIBA, seems to have high sensitivity, but its use is limited only to specialized laboratories because of its radioactive nature.

Clearly enough, various markers have been held as indicators of bad prognosis and progress towards AIDS within 3 years following their appearance. This applies to a T4 level $< 200/\text{mm}^3$, to a T4/T8 ratio < 0.4 , and to a detectable P24 antigenemia (Pan et al, 1993). Beta 2 microglobulin alone is a predictive factor ($>4\text{mg/l}$).

Surveillance of the disease

The completeness of any AIDS surveillance system—that is, the match between reported and real cases—may be adversely affected for a number of reasons:

- The severe HIV disease not fulfilling the AIDS case definition.
- The under-diagnosis of AIDS cases attributable to a variety of causes, such as marginal populations, limitations on patient access to healthcare centres, atypical disease presentation, lack of diagnostic resources, death of patients, etc.
- The reporting delay—that is, the time between the date of AIDS diagnosis and the date on which the case report is registered in the system. This lag, which leads to an underestimation of the number of cases in the most recent periods, is a common limitation on all AIDS reporting systems and specific methods have been developed to correct for it.
- The underreporting—that is, the proportion of diagnosed AIDS cases

that are never reported. The difference between underreporting and reporting delay is not always clear, as the mere fact that a case has not been reported to date can in no way exclude the possibility of its being reported subsequently (Adler MW, 1991).

- In countries with a high number of health care centres attending to AIDS patients, the same case may be reported more than once by different clinicians. Consequently, failure to detect and eliminate such duplicate reports will lead to the number of cases being overestimated. Detection of such duplicates may prove to be one of the greatest difficulties confronting AIDS surveillance systems. To ensure complete duplicate detection in countries having a large number of reporting hospitals and cases, coding systems endowed with a highly sensitive discriminatory capability or even recourse to altogether more robust identifiers, such as patient names, are therefore called for (Alados JC et al, 1993).

Treatment of the disease

Substantial emphasis has been directed at finding therapeutic modes for attacking the virus or virus-infected cells. Information on different drugs showing anti-HIV activity *in vitro* appears regularly, but their clinical efficacy awaits further evaluation. It is vital to support patients affected by HIV. Counselling should have a twofold purpose: (1) prevention of the patient relatives and (2) support of the infected individual (Jewett and Hecht, 1993). It provides help for those facing the tremendous stress of the HIV disease, leading to episodic or continual psychological disturbance or suicides. The treatment of the infection is usually limited to the treatment of its complications, namely opportunistic infections (Bennett, 1989) or tumors (Rohlman et al, 1993). Treatment of opportunistic infections is already discussed and is in relation to the responsible agent (Table 14) (Girard and Saimot, 1992) (Potekajev et al, 1992).

Recognising the causative agent of AIDS as a retrovirus led to an immediate emphasis on arresting the replicative cycle of the virus. It is, therefore, not surprising that the first successful compound found, was an inhibitor of the required reverse transcription, the AZT, which is noted to inhibit viral RT and HIV replication. One notable problem of AZT therapy has been the emergence of resistant virus strains generally after 12 to 18 months (Table 11) (Stellbrink et al, 1993).

DDI has been proposed as an alternative solution to patients not supporting the AZT therapy (Table 15) (Abrams, 1990).

HIV positivity per se is not an indication for isolating the patient. It is important to isolate the patient, however, if he has certain other infections, such as tuberculosis or salmonellosis, or if there is a likelihood of extensive exposure to body fluids p.e., because of haemorrhage or severe diarrhoea. Another indication for isolation of the patient can be the small number of white cells, so as to avoid an eventual contamination by the personnel. Finally, a patient can be kept isolated at the final stage of the disease.

Table 14: *Treatment of opportunistic infections in AIDS*

	AGENT	FIRST CHOICE	ALTERNATIVE
Parasites	<i>P. carinii</i> <i>T. gondii</i> Cryptosporidia <i>I. belli</i>	. Co-trimoxazole . pyrimethamine sulphadiazine . without established therapy . Co-trimoxazole	. Pentamidine . Pyrimethamine / clindamycin
Fungal infections	<i>C. neoformans</i> <i>Candida sp.</i> (mucosal) 	. Amphotericin . Clotrimazole troches, Amphotericin	. Amphotericin . Ketoconazole
Bacteria	<i>M. tuberculosis</i> <i>M. avium complex</i> <i>Salmonella sp.</i> <i>Shigella sp.</i>	. Isoniazid rifampicin ethambutol . Clofazimine plus rifampicin and ethambutol . Ampicillin . Ampicillin	. Streptomycin . Amikacin . Co-trimoxazole . Co-trimoxazole
Virus	CMV Herpes simplex Herpes zoster	. Ganciclovir . Acyclovir . Acyclovir	. Foscarnet . Vidaribine . Vidaribine

Future perspectives

Substantial emphasis has been targeted at finding therapeutic modalities for attacking the virus or virus-infected cells (Montagnier, 1993). Furthermore, other approaches to enhancing the immune response of the host against the virus should be emphasized.

A plethora of new therapeutic agents has been proposed for therapy alone or in combination with other molecules. Encouraging progress has been made at finding the HIV vaccine, but several problems are imposed. The genetic variability of the virus is one of the essential subjects of concern (Montagnier, 1993). The genetic polymorphism of the virus induces an important antigenic transformation and HIV is divided into 7 groups.

Finally, another important problem should be noted that protection is limited to the strain used to prepare the vaccine and is not one hundred per cent effective (Levy, 1993). Therefore, there is still a long and difficult way to put such vaccines into application.

Table 15: *Latest therapeutic agents proposed for AIDS patients*

THERAPEUTIC AGENT
Dextran Sulphate
Soluble CD4 (rCD4)
AZT (Azidothymidine or Zidovudine) ddC
(Dideoxycytidine)
ddA and ddi (Dideoxyadenosine and Dideoxynosine)
Phosphonoformate
Rifabutin
Phosphothioate
oligodeoxynucleotides
Castanospermine
a-Interferon
Ampligen

Conclusions

Obviously, there remains a lot of investigation to be carried out until we fully understand the complexity of AIDS pathogenesis. Scientists of all life disciplines worldwide, should gather the necessary knowledge and experience in order to elaborate on new concepts using up to date technological advances and analytical data of the microbiological research.

Let's then follow the humble example of the Greek doctor Hippocrates, whose wisdom is quoted in the following phrase:

*"The life is short,
the art of medicine is too long,
the opportunity is rapidly gone away, the experience is deceitful
and the right appreciation of situation,
very difficult".*

References

- Abrams, D. I. 1990. Alternative therapies in HIV infection. *AIDS* 4: 1179-1187.
- Adler, M. W. 1991 ABC of AIDS. BMJ Press. England.
- Alados, J. C., C. Miranda, F. Ortiz and R. Cano. 1993. Disseminated Histoplasmosis in an AIDS patient in Spain *12* (10): 793-794.
- Bennett, J. E. 1989. Current status and perspectives of antifungal therapy. In: *Mycoses in AIDS patients*. Vanden Bossche H. et al (Ed.) Plenum Press. New York. pp. 199-206.
- Blower, S. M. 1992. A method for estimating HIV transmission rates among female sex partners of male intravenous drug users. *American Journal of Epidemiology* 136 (12): 1532-1534.
- Chin J., P. Sato and J. M. Mann. 1990. Infections par le HIV et cas de SIDA: Projections jusqu'en l'an 2000. *WHO Bulletin OMS* 68 (2): 143-153.
- Chorba, T. L., R. C. Holman and B. L. Evatt. 1993. Heterosexual and mother-to-child transmission of AIDS in the hemophilia community. *Public Health Reports* 108 (1): 99-105.
- Coopman, S. A., R. A. Johnson, R. Platt and R. S. Stern. 1993. Cutaneous disease and drug reactions in HIV infection. *New England Journal of Medicine* 328 (23): 1670-1674.
- Donnelly, C., W. Leisenring, P. Kanki, T. Awerbuch and S. Sanderg. 1993.

- Comparison of transmission rates of HIV-1 and HIV-2 in a cohort of prostitutes in Senegal. *Bulletin of Mathematical Biology* 55 (4): 731-743.
- Easterbrook, P. 1993. Immunological and host genetic resistance to HIV infection and disease. *Current AIDS literature* 6 (2): 46-47.
- Echevarria J., P. Campos and J. Chang. 1993. Mucocutaneous leishmaniasis and AIDS. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 87 (2): 186-187.
- Eskild A., P. Magnus, O. Nilsen, V. Hassltvedt and A. Lystad. 1992. Asymptomatic subjects at HIV diagnosis have prolonged survival as AIDS patients. *International Journal of Epidemiology* 21 (2): 387-390.
- Fuchs, D., G. Weiss and H. Wachter. 1993. Making the blood supply safer. *Annals of Internal Medicine* 118 (7): 574-575.
- Gallo, R. C., P. S. Sarin, E. P. Gelmann, M. Robert-Guroff, E. Richardson, v. S. Kalyanaraman, D. Mann, G. D. Sidhn, R. E. Stahl, s. Zolla-Pazner, J. Leibowitch and M. Popovic. 1983. Isolation of human T-cell leukemia virus in acquired immune deficiency syndrome (AIDS). *Science* 220: 865-867.
- Girard, P. M., and A. G. Saimot. 1992. Prophylaxis of *P. carinii* pneumonia in HIV infected adults. *Current Opinion in Infectious Diseases* 5 (6): 827-832.
- Houinava, H., K. Samakidis, E. Derou, E. Bezirtzoglou and G. Antoniadis. 1989. Prevalence of antibodies to HIV in high risk groups in Greece. 4th European Congress of Clinical Microbiology, Nice, April, 1989.
- Jewett, J. F. and F. M. Hecht. 1993. Preventive health care for adults with HIV infection. *Journal of the American Medical Association* 269 (9): 1144-1153.
- Kavallierou, L., D. Skourni, P. Gargalianos, G. Plournidis, G. Stergiou, J. Kosmidis and N. Renieri. 1991. Prognostic markers and immunological alterations during HIV infection. 3rd ISBT Congress. Prague. Czechoslovakia.
- Kellogg, D. E. and S. Kwok. 1990. *Detection of HIV in PCR protocols*. Academic Press. San Diego.
- Koot M., I. P. M. Keet and A. H. V. Vos. 1993. Prognostic value of HIV-1 syncytium-inducing phenotype for rate of CD4+ cell depletion and progression to AIDS. *Annals of Internal Medicine* 118 (9): 681-

688.

- Lange, J. M. A., V. J. P. Teeuwssen and C. A. B. Boucher. 1993. Antigenic variation of the dominant gp41 epitope in Africa. *AIDS* 7 (4): 461-466.
- Levy, J. A. 1993. Pathogenesis of HIV. *Microbiological Reviews* 57 (1): 183-289.
- Luque, F., M. Leal, J. A. Pineda, Y. Torres, I. Aguado, M. Olivera, J. Hernandez-Quero, A. Sanchez-Quijano, C. Rey and E. Lissen. 1993. Failure to detect silent HIV infection by PCR in subjects at risk for heterosexually transmitted HIV type 1 infection 12 (9): 663-667.
- Malone, J. D., E. S. Smith and J. Sheffield. 1993. Comparative evaluation of six rapid serological tests for HIV-1 antibody. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes* 6 (2): 115-119.
- Mbubaegbu, C. 1993. AIDS in Africa. *British Medical Journal* 306: 1691-1692.
- Montagnier, L. *Laborama* 33: 1993.
- Montagnier, L., J. C. Chermann, F. Barre-Sinoussi, S. Chamaret, J. Gruest, M. T. Nugeyre, F. Rey, c. Dauguet, C. Axler-Blin, F. Vezinet-Brun, c. Rouzioux, A. G. Saimot, W. Rozenbaum, J. C. Gluckman, D. Klatzmann, E. Vilmer, C. Griselli, C. Gazengel and J. B. Brunet. 1984. A new human T-lymphotropic retrovirus. In: Gallo R.C., Essex M.E., Gross L. et al (Ed.). *Human T-cell leukemia/lymphoma virus*. Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor. New York. 363 - 379.
- Moss, A. R. 1988. Predicting who will progress to AIDS. *British Medical Journal* 297: 1067-1068.
- Moss, A. R. and P. Baschetti. 1989. Natural history of HIV infection. *AIDS* 3: 55-61.
- Newburg, D. S., R. P. viscidi, A. Ruff and R. H. Yolken. 1992. A human milk factor inhibits binding of HIV to the CD4 receptor. *Pediatric Research* 31: 22-28.
- Oxtoby, M. J. 1990. Perinatally acquired human immunodeficiencyvirus infection. *Pediatric Infectious Diseases Journal* 9: 609-619.
- Pan, L. Z., A. Werner and J. A. Levy. 1993. Detection of plasma v iremia in human immunodeficiency virus-infected individuals at all clinical stages. *J. Clin. Microbiol.* 31: 283-288.
- Papaevangelou, G. 1988. AIDS. Saloniki. Greece.
- Pizzo, P. A. 1993. Pediatric AIDS. *AIDS Clinical care* 5 (2): 9-10.

- Potekayev, S. N., N. S. Potekayev, B. M. Gruzdev, v.v. Pokrovskii and O. G. Yurin. 1992. Therapy of syphilis in HIV infection. *Vestnik Dermatologii i Venerologii* 8: 31-34.
- Ribeiro T. T., C. Brites and E. D. Jr Moreira. 1993. Serologic validation of HIV infection in a tropical area. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes* 6 (3): 319-322
- Rohlman, Y. C., N. A. Canfield and R. A. Greenfield. 1993. An unusual mediastinal tumor in a patient with AIDS. *American Journal of Medicine* 94 (2): 221-222.
- Samuel, M. C., N. Hessel, S. Shiboski, R. R. Engel, TP. Speed and Jr. Winkelsteinw. 1993. Factors associatedwith, HIV seroconversion in homosexual men in three San Fransisco cohort studies. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes* 6(3): 303-312.
- Stellbrink, H. J., H. Albrecht, A. Pleettenberg, A. Stoehr, A. Laufs, S. Fenske and H. Greten. 1993. Antiviral and immunological effects of escalating low doses of zidovudine in HIV positive patients 12(8): 618-621.
- Stratton, C. W. 1992. Multiple central nervous system infections in an AIDS patient. *Infectious Diseases. Newsletter* 11(7): 55-56.
- Strecker, W., L. Gurtler, M. Bimbangili and K. Strecker. 1993. Clinical manifestation of HIV infection in Northern zaire. *AIDS* 7(4): 597-598.
- Tirelli, U., D. Serraino and A. Carbone. 1993. Hodgkin disease andHIV. *Annals of Internal Medicine* 118(4): 313-314.
- Vanden Bossche, H., D. W. R. Mackenzie, G. Cauwenbergh, J. V. Gutsem, E. Drouhet and B. Dupont. 1989. (Ed) *Mycoses in AIDS patients*. Plenum Press. New York.
- Van den Hoek, J. A. R. and R. A. Coutinho. 1993. Sexually Transmitted Diseases and tuberculosis. *Current AIDS literature* 6 (3): 89-90.
- Volberding, P. and M. A. Jacobson. (ed). 1992. *AIDS Clinical Review*. Dekker Inc., NY.
- Welch, J. 1993. HIV testing and transmission. *Current AIDS literature* 6(8/9): 299-300.
- Wright, M. P. and F. B. Silberstein. 1993. Screening blood donors by computer interview. *Journal of American Medical Association* 269(12): 1505-1506.
- Zufferey, J., A. Sugar, P. Rudaz, J. Bille, M. P. Glauser and J. P. Chave. 1993. Prevalence of latent Toxoplasmosis and serological diagnosis

of active infection in HIV-Positive patients. *AIDS* 12(8): 591-595.

Zuger, A. 1993. Recurrent genital herpes in an HIV-infected woman. *AIDS Clinical Care* 5(3): 20-24.