

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
στον Καθηγητή Αθανάσιο Ι. Καραμπίνη,
τ. Πρόεδρο και Αντιπρύτανη Δ.Π.Θ.

Dedicated to
Professor Athanasio I. Karampini,
ex-President and Vice-Rector D.U.Th.

ΤΟΜΟΣ 2^{ος}
VOLUME II

Εκδότης-Επιμελητής Επιστημονικής Επετηρίδας
Ευστάθιος Παν. Τσαχαλίδης, Καθηγητής Δ.Π.Θ.

Editor of Scientific Annals
Efstathios Pan. Tsachalidis, Professor D.U.Th.

ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ

Αδελφών Κυριακίδη α.ε.

Εκδότης-Επιμελητής Επιστημονικής Επετηρίδας:
Ευστάθιος Παν. Τσαχαλίδης, Καθηγητής Δ.Π.Θ.

Σελιδοποίηση: *Μιχάλης Νόττας*

Επιμέλεια ύλης: Γεώργιος Χ"Λαζάρου, Δασολόγος, Δ.Π.Θ.
Τηλ. 2552041146

Αριθμός Εκτύπωσης: 1402

ISBN σειράς 978-960-89345-3-5
ISBN 978-960-89345-6-6

© 2009

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 καμία 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.

Μετά από απόφαση της Προσωρινής Γενικής Συνέλευσης του Τμήματος, ο δεύτερος Τόμος της Επιστημονικής Επετηρίδας του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης αφιερώνεται στον Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, Αθανάσιο Ι. Καραμπίνη, Αντιπρύτανη του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, που διατέλεσε Πρόεδρος του Τμήματος από το 2005 μέχρι και 2007.

Ο Τόμος - αφιέρωμα αποτελεί ελάχιστο φόρο τιμής στον διατελέσαντα επί τριετία (2005-2007) Πρόεδρο, για τις πολύτιμες υπηρεσίες που προσέφερε για την ανάπτυξη του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων. Είναι διεπιστημονικός τόμος, με θέματα που σχετίζονται με την διαχείριση και προστασία του Περιβάλλοντος

*Ευστάθιος Παν. Τσαχαλίδης
Καθηγητής
Υπεύθυνος έκδοσης της Επιστημονικής Επετηρίδας*

**Εκδότης – Επιμελητής Επιστημονικής Επετηρίδας
Ευστάθιος Παν. Τσαχαλίδης, Καθηγητής**

*Editor of Scientific Annals
Efstathios Pan. Tsachalidis, Professor*

**Επιστημονική Επιτροπή
Scientific Committee**

1. *Αλιφραγκής Δημήτριος, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.*
2. *Αμπας Ζαφείρης, αν. Καθηγητής, Αγροτική Ανάπτυξη, Δ.Π.Θ.*
3. *Αραμπατζής Γαρυφαλλος, επ. Καθηγητής, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
4. *Βουλγαρίδης Ηλίας, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.*
5. *Γκούτνερ Βασίλειος, Καθηγητής, Βιολογία, Α.Π.Θ.*
6. *Δήμου Βασιλική, Λέκτορας, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
7. *Δρόσος Βασίλειος, επ. Καθηγητής, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
8. *Ηλιάδης Λάζαρος, αν. Καθηγητής, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
9. *Καραμέρης Αθανάσιος, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.*
10. *Καρανικόλα Παρασκευή, επ. Καθηγήτρια, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
11. *Κιτικίδου Κυριακή, Λέκτορας, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
12. *Κοράκης Γεώργιος, Λέκτορας, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*
13. *Κούκουρα Ζωή, Καθηγήτρια, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.*
14. *Κουτρομανίδης Θεόδωρος, αν. Καθηγητής, Αγροτική Ανάπτυξη, Δ.Π.Θ.*
15. *Κουτρούμπας Σπυρίδων, Καθηγητής, Αγροτική Ανάπτυξη, Δ.Π.Θ.*
16. *Κωτσοβίνος Νικόλαος, Καθηγητής, Πολιτικών Μηχανικών, Δ.Π.Θ.*
17. *Μανωλάς Ευάγγελος, επ. Καθηγητής, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.*

18. Μάρης Φώτης, επ. Καθηγητής, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.
19. Μαρκάλας Στέφανος, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.
20. Μήλιος Ηλίας, επ. Καθηγητής, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.
21. Μπάτζιος Χρήστος, Καθηγητής, Κτηνιατρική Σχολή, Α.Π.Θ.
22. Παπαγεωργίου Αριστοτέλης, επ. Καθηγητής, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.
23. Παπαγεωργίου Νικόλαος, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.
24. Σμύρης Παύλος, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.
25. Σφουγγάρης Αθανάσιος, επ. Καθηγητής, Γεωπονία Φυτικής Παραγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
26. Ταμπάκης Στυλιανός, επ. Καθηγητής, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.
27. Τσαντόπουλος Γεώργιος, Λέκτορας, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.
28. Τσατήρης Μιχαήλ, Λέκτορας, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.
29. Τσαχαλίδης Ευστάθιος, Καθηγητής, Δασολογία και Διαχείριση Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ.
30. Τσιουβάρας Κωνσταντίνος, Καθηγητής, Δασολογία και Φυσικό Περιβάλλον, Α.Π.Θ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΤΟΥ 2^{ου} ΤΟΜΟΥ CONTENTS OF THE 2nd VOLUME

Σύντομο Βιογραφικό Σημείωμα: Αθανάσιος Καραμπίνης Καθηγητής, Αντιπρύτανης Δ.Π.Θ. 17

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΑΣΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- Ε. Σ. Κορακάκη και Κ. Ραδόγλου.** Σύγχρονες τεχνολογίες προσδιορισμού της ροής χυμών στα δασικά οικοσυστήματα. Εφαρμογές στην Ελλάδα. 41
- E. S. Korakaki and K. Radoglou.** *Advanced technologies for assessing sap flow in forest ecosystems. Applications in Greece.*
- Γ. Σπύρογλου, Π. Κωστοπούλου, Ο. Ντίνη-Παπαναστάση και Κ. Ραδόγλου.** Παραγωγή φυτευτικού υλικού μαύρης Πεύκης *Pinus nigra* (Arnold) με χρήση μικροθηκών (mini-plugs). 55
- G. Spyroglou, P. Kostopoulou, O. Dini Papanastasi and K. Radoglou.** *Production of black pine (Pinus nigra Arnold) seedlings in small containers (mini - plugs).*
- Η. Πιπινής και Η. Μήλιος.** Επίδραση προμεταχειρίσεων στη φύτευση σπόρων των ειδών *Albizia julibrissin* Durazz. και *Robinia pseudoacacia* L. 69
- E. Pipinis and E. Milios.** *Effect of pretreatments on seed germination of Albizia julibrissin Durazz. and Robinia pseudoacacia L.*
- Χ. Π. Παπαλεξανδρής και Η. Μήλιος.** Ανάλυση δομής και περιγραφή των συνθηκών σκίασης – φωτισμού σε συστάδες οξιάς (*Fagus sylvatica* L. s.l.) που βρίσκονται σε χαμηλά για το είδος υψόμετρα στο κεντρικό τμήμα του νομού Έβρου. 83
- Ch. Papalexandris and E. Milios.** *Structure analysis and description of shade – light conditions in low elevation Fagus sylvatica L. s.l. stands located in the central part of the Evros region in North-east of Greece.*
- Α. Τόσκας και Α. Καμπούρης.** Διαχρονική διερεύνηση ιδιοκτησίας και μηχανισμών οικιστικής ανάπτυξης στα περιαστικά δάση της περιοχής Σταμάτας – Διονύσου Ν. Αττικής.
- A. Toskas and A. Kampouris.** *Research of ownership and settle-*

- ment development in the periurban forests of Stamata – Dionisus area of Attica.* 99
- Ε. Χ. Ραντζούδη.** Απογραφή και αξιολόγηση των δένδρων κατά μήκος των δρόμων στο αστικό περιβάλλον (μελέτη περίπτωσης της Νέας Ορεστιάδας).
- E. Ch. Rantzoudi.** *The inventory and valuation of trees along the streets in the urban environment (study case the city of the Orestiada).* 113
- Γ. Κοράκης.** Τύποι ενδιαιτημάτων και σημαντικά χλωριδικά taxa στην περιοχή του Δικτύου Φύση 2000 «Όρη Βαρνούντα».
- G. Korakis.** *Habitat types and important plant taxa in the Natura 2000 site “Ori Varnounta”.* 133
- Krishne Gowda and M. V. Sridhara.** Planning and Management of green areas in Mysore city, India. 149

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΑΣΙΚΩΝ ΒΟΣΚΟΤΟΠΙΩΝ

- Π. Πλατής, Α. Αϊναλής, Ι. Μελιάδης και Κ. Τσιουβάρας.** Διαχρονική παρακολούθηση των βοσκόμενων δασικών εκτάσεων στη λεκάνη απορροής Βαμβακιάς Νομού Θεσσαλονίκης.
- P. Platis, A. Ainalis, I. Meliadis and K. Tsiouvaras.** *Multitemporal monitoring of rangelands in the watershed of Vambakia, prefecture of Thessaloniki.* 167
- Ε. Μ. Αβραάμ, Ζ. Μ. Παρίση και Α. Π. Κυριαζόπουλος.** Η καλλιέργεια των κτηνοτροφικών φυτών στην Ελλάδα: Παρούσα κατάσταση, δυνατότητες και προοπτικές.
- E. M. Abraham, Z. M. Parissi and A. P. Kyriazopoulos.** *Fodder crops cultivations in Greece: Status quo and Perspectives.* 177
- Μ. Δ. Καρατάσιου.** Εξέλιξη της βλάστησης και παραγωγικότητα των μεσογειακών ποολίβαδων.
- M. D. Karatassiou.** *Succesion and productivity in Mediterranean grasslands.* 189

ΒΙΟΜΕΤΡΙΑ-ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ-ΥΛΟΧΡΗΣΤΙΚΗ

- Κ. Κιτικίδου, Γ. Χατζηλαζάρου και Ι. Γκουγκουρέλας.** Εξισώσεις μορφάριθμου και υψομορφάριθμου για την κασταλιά του δάσους Λόφου Πιερίας.

- K. Kitikidou, G. Chatzilazarou and I. Gougourelas.** *Form factor and form height equations for chestnut trees at Pieria (Dasos Lofou).* 205
- Γ. Αραμπατζής, Α. Μαρινίδης, Σ. Τσιαντικούδης και Α. Αραμπατζής.** *Τυπολογία της τουριστικής ανάπτυξης στην Ελλάδα την περίοδο 1975 – 2006.*
- G. Arabatzis, A. Marinidis, S. Tsiantikoudis and A. Arabatzis.** *Typology of tourist development in Greece during 1975 – 2006.* 223
- Β. Δήμου.** *Η σπουδαιότητα των στόχων στους χειρισμούς συγκομιδής ξύλου.*
- V. Dimou.** *The importance of goals on wood logging handlings.* 249

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΓΡΙΑ ΖΩΗ

- Ε. Π. Τσαχαλίδης.** *Προστατευόμενες Φυσικές Περιοχές: Καταφύγια άγριας ζωής.*
- E. P. Tsachalidis.** *Protected areas in Hellas: Refuges of wildlife.* 263
- Ε. Π. Τσαχαλίδης.** *Ατομικά χαρακτηριστικά και κυνηγετική συμπεριφορά λαγοκνηγών στο Νομό Δράμας.*
- E. P. Tsachalidis.** *Personal characteristics and hunting behavior of hare hunters in prefecture Drama, eastern Macedonia.* 277
- Χ. Κ. Σώκος, Ε. Π. Τσαχαλίδης και Π. Κ. Μπίρτσας.** *Αφθονία λαγών μετά από τη δασική πυρκαγιά της Κασσάνδρας Χαλκιδικής.*
- C. K. Sokos, E. P. Tsachalidis and P. K. Birtsas.** *Hare abundance between burned and unburned areas at Kassandra, Chalkidiki.* 287
- Π. Κ. Μπίρτσας.** *Προσδιορισμός της σχέσης μεταξύ του μήκους του ράμφους και του βάρους με την ηλικία των νεοσσών του νυχτοκόρακα (*Nycticorax nycticorax*), στην τεχνητή λίμνη Κερκίνη Σερρών.*
- P. K. Birtsas.** *Relation between the beak length and body weight with the age of Black crowned night heron (*Nycticorax nycticorax*) nestlings in the artificial lake Kerkini, Serres, Greece.* 311
- Π. Μπίρτσας, Ν. Χασάναγας και Χ. Σώκος.** *Στάσεις κυνηγών της Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας προς τα μέτρα διαχείρισης των κυριότερων θηραματικών ειδών και των ενδιαιτημάτων τους.*
- P. Birtsas, N. Hasanagas and C. Sokos.** *Attitudes of hunters of Central and Western Macedonia toward management practices*

- applied to the main hunting species and their habitats.* 321
Κ. Γ. Παπασπυρόπουλος, Π. Κ. Μπίρτσας, Χ. Κ. Σώκος, Κ. Ε. Σκορδάς και Ν. Δ. Χασάναγας. Η ηλικία των κυνηγών ως οικονομικός δείκτης ανάπτυξης της θήρας: Η περίπτωση νομών Γρεβενών, Πέλλας και Θεσσαλονίκης.
K. G. Papaspyropoulos, P. K. Birtsas, C. K. Sokos, K. E. Skordas and N. D. Hasanagas. *The age of hunters as economic indicator of hunting development: The case of prefectures of Grevena, Pella and Thessaloniki.* 335
Ν. Παραλκίδης. Μελέτη των αναπαραγωγικών χαρακτηριστικών και της συμπεριφοράς του ζαρκαδιού (*Capreolus capreolus*) στην αιχμαλωσία.
N. Paralikidis. *Study of reproductive characteristics and behaviour of roe deer (Capreolus capreolus) in the captivity.* 351
Ν. Παραλκίδης. Μελέτη των μεταβολών των κεράτων στα ζαρκάδια και διαπίστωση παραγωγής τεστοστερόνης σε ιστοκαλλιέργειες του βελούδου.
N. Paralikidis. *Changes of the roe deer horns and production ascertainment testosterone in the culture of horns velvet tissue.* 365
Ν. Παραλκίδης. Σωματομετρικά στοιχεία και χρωματοσωμικός έλεγχος του Ζαρκαδιού (*Capreolus capreolus*) στην αιχμαλωσία.
N. Paralikidis. *Body mass measurements and chromosome test of Roe deer (Capreolus capreolus) in captivity.* 381
El. Hadjisterkotis and Peter M. Heise-Pavlov. *Urban stray cat problems: Ignore, maintain or reduce?* 389

ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΑ ΕΡΓΑ

- Β. Κ. Δρόσος, Β. Ι. Γιαννούλας και Α.-Κ. Γ. Δούκας.** Εκτίμηση επιπτώσεων κατασκευασμένων δασικών δρόμων στο φυσικό περιβάλλον.
V. C. Drosos, V. J. Giannoulas and A.-K. G. Doukas. *Impacts evaluation of constructed forest roads in the natural environment.* 403
Β. Κ. Δρόσος, Σ.-Α. Γ. Λιάμπας, Χ. Κ. Σταματίου, Ρ. Γιοβαννόπουλος και Δ. Ε. Φαρμάκης. Αποτύπωση μονοπατιών περιαισθητικού δάσους με τη χρήση του συστήματος GPS.

- V. C. Drosos, S.-A. G. Liampas, Ch. C. Stamatiou, R. Giannopoulos and D. E. Farmakis.** *Surveying of suburban forest paths with the usage of GPS system.* 415
- B. K. Δρόσος.** Γαλλικό κτηματολόγιο - ένα δυναμικό και αενάως εξελισσόμενο κτηματολόγιο.
- V. C. Drosos.** *France Cadastre - a dynamic and perpetually developed Cadastre.* 427
- A. Δ. Καμπούρης.** Βασικές αρχές αντιδιαβρωτικής προστασίας και σταθεροποίησης πρανών έργων οδοποιίας με την χρήση γεωυφασμάτων.
- A. D. Kampouris.** *Basic principles of erosion control and slope stabilization of road construction works using geotextiles and geocells.* 441
- Φ. Π. Μάρης και Σ. Αναστασιάδης.** Υδρολογική διερεύνηση της υπολεκάνης του ποταμού Αώου.
- F. Maris and S. Anastasiadis.** *Hydrologic investigation of the sub-watershed Aooos river.* 455
- Φ. Π. Μάρης, Ι. Α. Καλινδέρης και Γ. Ε. Μαλλίνης.** Σύστημα ταξινόμησης των λεκανών απορροής και ποσοτικός προσδιορισμός των απαραίτητων βιολογικών και τεχνικών έργων για την αποκατάστασή τους μετά από πυρκαγιά.
- F. P. Maris, I. A. Kalinderis and G. E. Mallinis.** *Classification system of watersheds and determination of the necessary biological and technical works for their restoration after an event of a forest fire.* 475
- Ι. Α. Καλινδέρης και Φ. Π. Μάρης.** Εκτίμηση της μέσης ετήσιας εδαφικής απώλειας και του μέσου ετήσιου στερεοφορτίου ως βάση για την ορθολογική διαχείριση των λεκανών απορροής.
- I. A. Kalinderis and F. P. Maris.** *Estimation of the mean annual erosion and mean annual sediment discharge for the rational management of watersheds.* 491
- Κ. Α. Σαρβάνης, Α. Γ. Βασιλείου, Ι. Α. Καλινδέρης, Λ. Σ. Ηλιάδης και Φ. Π. Μάρης.** Εκτίμηση της μέσης ετήσιας εδαφικής απώλειας με την χρήση δύο εμπειρικών μεθόδων και την βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η περίπτωση της νήσου Σκοπέλου.
- K. Sarvanis, A. Vasileiou, I. Kalinderis, L. Iliadis and F. Maris.** *Assessment of the average annual soil loss by the use of two em-*

pirical methods within a GIS environment. The Island of Skopelos case study.

509

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Γ. Τσαντόπουλος, Β. Ανδρεά, Κ. Τσιφοδήμου και Ε. Τσαχαλίδης. Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Ελλάδα: Προβλήματα και προτάσεις βελτίωσης.

G. Tsantopoulos, B. Andrea, K. Tsifodimou and E. Tsaxalidis. *Secondary Education and Environmental Education in Greece: problems and improvement suggestions.*

531

Ε. Ι. Μανωλάς και Α. Β. Αϊναλής. Η Χρήση της Φωτογραφίας στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Οι Διαταραχές των Λιβαδικών Οικοσυστημάτων.

E. I. Manolas and A. V. Ainalis. *The Use of Photography in Environmental Education: The Disturbances of Rangeland Ecosystems.*

547

Σ. Ταμπάκης, Ε. Μανωλάς, Σ. Γκαϊντατζής και Σ. Μαυρίδου-Μαυρουδή. Αξιολόγηση προβλημάτων στον παραποτάμιο χώρο αναψυχής του Άρδα: Οι απόψεις μαθητών δημοτικών σχολείων.

S. Tampakis, E. Manolas, S. Gaintatzis and S. Mavridou-Mavroudi. *Assessing problems in the surrounding area of river Ardas: The views of elementary school pupils.*

557

Δ. Δ. Ζωγράφου. Απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στη Βόρεια Ελλάδα.

D. D. Zografou. *Opinions of teachers about environmental education in Northern Greece.*

575

Ν. Δ. Χασάναγας, Α. Παναγιωτάκης, Κ. Μαυριού, Κ. Βεργίνη και Ε. Ευταξιάδου. Φύλο και τοπιακές προτιμήσεις παιδιών στο παιχνίδι: Ο ρόλος του φυτικού υλικού και του χωρικού σχεδιασμού στην περίπτωση μιας Παιδικής Χαράς.

N. D. Hasanagas, A. Panagiotakis, K. Mavriou, K. Vergini and E. Eftaxiadou. *Gender and landscape preferences of children in playing: The role of planting material and spatial planning in the case of a playground.*

591

Α. Katrami, Ch. Bezirtzoglou and E. Bezirtzoglou. Promoting and disseminating programme achievements and results.

605

**ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ -
ΙΑΤΡΙΚΗ - ΥΓΙΕΙΝΗ**

- Χ. Στεφανής, Α. Αλεξόπουλος, Χ. Βοϊδάρου, Σ. Βαβίας, Σ. Πλέσσας και Ε. Μπεζιρτζόγλου.** Κυριότερες μέθοδοι απομόνωσης και ταυτοποίησης μικροβιακών πληθυσμών από το έδαφος.
C. Stefanis, A. Alexopoulos, Ch. Voidarou, S. Vavias, S. Plessas and E. Bezirtzoglou. Principal methods of isolation and identification of soil microbial communities. 615
- Α. Αλεξόπουλος, Χ. Βοϊδάρου, Η. Νούσσιας, Χ. Στεφανής, Σ. Βαβίας και Ε. Μπεζιρτζόγλου.** Ανίχνευση μυκοβακτηριδίων σε ευρύαλα καλλιεργούμενα είδη ψαριών.
A. Alexopoulos, Ch. Voidarou, I. Noussias, Ch. Stefanis, S. Vavias and E. Bezirtzoglou. Occurrence of mycobacterium sp. of euryhaline fishes from sea cultures. 627
- Σ. Πλέσσας, Α. Αλεξόπουλος και Ε. Μπεζιρτζόγλου.** Διερεύνηση αντιμικροβιακής δράσης μικτών καλλιεργειών κατά την παραγωγή άρτου με την μέθοδο του προζυμίου.
S. Plessas, A. Alexopoulos and E. Bezirtzoglou. Evaluation of antimicrobial activity of mixed cultures in sourdough bread production. 635
- Σ. Πλέσσας, Α. Αλεξόπουλος και Ε. Μπεζιρτζόγλου.** Διερεύνηση οργανοληπτικού χαρακτήρα άρτων που παράχθηκαν με κύτταρα kefir μέσω ανάλυσης με αέρια χρωματογραφία-φασματοσκοπία μαζών (GC-MS).
S. Plessas, A. Alexopoulos and E. Bezirtzoglou. Evaluation of volatile composition of breads made with kefir through GC-MS analysis. 643
- Δ. Δημητρίδης, Π. Κανδύλης, Ε. Μπεζιρτζόγλου, Α. Κουτίνης, Μ. Κανελλάκη και Ι. Κουρκουτάς.** Αξιολόγηση της θερμικά αποξηραμένης ακινητοποιημένης καλλιέργειας kefir σε καζεΐνη ως αρχική καλλιέργεια στην παραγωγή ξηρού τυριού τυρογάλακτος.
Dimitrellou, P. Kandyliis, E. Bezirtzoglou, A. A. Koutinas, M. Kanellaki and Y. Kourkoutas. Evaluation of thermally-dried immobilized kefir on casein as starter culture for the production of dried whey cheese. 651

- Ε. Μπεζιρτζόγλου.** Οικολογία μικρόβιων. 663
E. Bezirtzoglou. Microbial Ecology.
- Ε. Σταυροπούλου, Ε. Σαρρή, και Κ. Φατσέα.** Εφαρμογές των βλαστοκυττάρων στην αντιμετώπιση σοβαρών παθήσεων. 679
E. Stavropoulou, E. Sarri and A. Fatsea. Stem cells application for therapeutic purposes.
- Ε. Bezirtzoglou.** Non – Bacterial contaminants and pathogens in food. 689

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης διανύει το δέκατο χρόνο δημιουργικής ζωής με πλούσιο επιστημονικό έργο. Μέρος του έργου αυτού αποτελεί και ο παρόν δεύτερος Τόμος της Επιστημονικής Επετηρίδας του Τμήματος που είναι αφιερωμένος στον Καθηγητή Αθανάσιο Καραμπίνη.

Με μεγάλη χαρά, λοιπόν, προλογίζω ως Πρόεδρος του Τμήματος το δεύτερο Τόμο της Επιστημονικής Επετηρίδας που είναι αποτέλεσμα των ερευνητικών δραστηριοτήτων των μελών Δ.Ε.Π. του Τμήματος αποδίδοντας παράλληλα και τα εύσημα στο τιμώμενο πρόσωπο. Ως προς τις εργασίες και τα κείμενα του επιστημονικού – ερευνητικού έργου ο αναγνώστης έχει την ευκαιρία να διαβάσει, να μελετήσει και να κρίνει. Ως προς το τιμώμενο πρόσωπο θα επεκταθώ λίγο παραπάνω διότι θεωρώ όχι μόνο τιμή, αλλά και καθήκον να αναγνωρίζουμε το έργο και την ακαδημαϊκή προσφορά σε αυτούς που το αξίζουν.

Ο Καθηγητής Αθανάσιος Καραμπίνης παρέλαβε τη σκυτάλη ως δεύτερος στη σειρά Πρόεδρος του Τμήματος συνεχίζοντας και αναβαθμίζοντας το έργο του αείμνηστου Καθηγητή Κωνσταντίνου Σίδηρη. Κατά τη διάρκεια της θητείας του ως Πρόεδρος ο Καθηγητής Αθανάσιος Καραμπίνης με τα οράματα, τις αρχές, και την αξιοπρέπεια που τον διέπει εργάστηκε ακούραστα για να προσφέρει και να αναδειξεί το Τμήμα. Με τις γνώσεις του, την εμπειρία, και την ικανότητά του να αντιλαμβάνεται έγκαιρα τα προβλήματα, προσέφερε πολύτιμες διοικητικές υπηρεσίες και η συμβολή στην ανάπτυξη και λειτουργία του Τμήματος υπήρξε καθοριστική.

Παράλληλα με τα καθήκοντα του Προέδρου, ο Καθηγητής Αθανάσιος Καραμπίνης, ασκούσε και τα καθήκοντα του Πρύτανη. Από τη θέση του Πρύτανη, υπηρετούσε με πίστη και αφοσίωση το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης και από τη θέση του Προέδρου, υπηρετούσε τα οράματα και τις προσδοκίες του Τμήματος. Προσπαθούσε πάντα με εύστοχες παρεμβάσεις να δώσει λύσεις σε όλα τα προβλήματα. Ακούραστος και αεικίνητος, αφιέρωνε πολλές ώρες στην ανάπτυξη και σωστή λειτουργία του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων της Ορεστιάδας το οποίο και τίμησε με την παρουσία του.

Λαμβάνοντας υπόψη, λοιπόν, τις αρετές και τις ιδιότητες που χαρακτηρίζουν την προσωπικότητά του, την πολύχρονη διοικητική του εμπειρία, την ά-

μεση αντίληψη των θεμάτων του Τμήματος, την ικανότητα επίλυσης των προβλημάτων, τις άριστες σχέσεις του με τους διδάσκοντες, τα μέλη ΔΕΠ και το διοικητικό προσωπικό, καθώς επίσης και τις πρωτοβουλίες του σχετικά με την ίδρυση Πανεπιστημιακού Δάσους, τη δημιουργία εστιατορίου και φοιτητικών εστιών, την ενίσχυση και στελέχωση του Τμήματος με νέα μέλη ΔΕΠ και τέλος, την ίδρυση και λειτουργία του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών, η Γενική Συνέλευση ομόφωνα αποφάσισε να αφιερώσει το δεύτερο Τόμο της Επιστημονικής Επετηρίδας του Τμήματος, ως ελάχιστο φόρο τιμής στον Καθηγητή Αθανάσιο Καραμπίνη, πρώην Πρόεδρο και νυν Αντιπρύτανη και Πρόεδρο της Επιτροπής Ερευνών του ΔΠΘ.

Η δύσκολη ακαδημαϊκή πορεία ενός πανεπιστημιακού δασκάλου, γίνεται ακόμη δυσκολότερη όταν επιφορτίζεται με το φορτίο διοικητικών ευθυνών που σημαίνει συνεχή προσπάθεια, προσωπικές θυσίες, πρόσθετη αγωνία, πολλά βέλη από διάφορες κατευθύνσεις, και έντονη παρουσία κόπου και πόνου. Στο πλαίσιο της ακαδημαϊκής δεοντολογίας η αναγνώριση των ικανών αποτελεί καθήκον όλων – διδασκόντων και διδασκομένων. Οφείλουμε λοιπόν, να βρούμε τη δύναμη, το κουράγιο, την αρετή, την τόλμη και την αγάπη για να διδάξουμε με το παράδειγμά μας τους συναδέλφους μας, τους φοιτητές, την ακαδημαϊκή κοινότητα και όλη την κοινωνία, αναγνωρίζοντας την προσφορά των άξιων και ικανών, έτσι ώστε να καταστήσουμε το Πανεπιστήμιο εστία αληθινής γνώσης και προσφοράς.

Καθηγητής Σάββας Π. Τοκμακίδης
Πρόεδρος του Τμήματος Δασολογίας
και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων
Αντιπρύτανης του ΔΠΘ

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ
του
ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ Ι. ΚΑΡΑΜΠΙΝΗ
Καθηγητή του Δ.Π.Θ



**ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ
ΤΟΥ
Καθηγητή ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΚΑΡΑΜΠΙΝΗ**

Ο Καθηγητής Αθανάσιος Καραμπίνης του Ιωάννη γεννήθηκε στα Βίλια της Αττικής το 1955. Ολοκλήρωσε τις γυμνασιακές του σπουδές στον Πειραιά και το 1974 εισήχθη στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης, κατά το πρώτο έτος της λειτουργίας του, από το οποίο και αποφοίτησε με σειρά επιτυχίας πρώτος. Κατά την διάρκεια των σπουδών του υπήρξε υπότροφος του ΙΚΥ.

Υπηρέτησε στο Πολεμικό Ναυτικό ως έφεδρος κελουστής με αναγνώριση του τίτλου (ΑΤ5). Απέκτησε την άδεια ασκήσεως επαγγέλματος του Πολιτικού Μηχανικού μετά από γραπτές εξετάσεις το 1980. Το 1982 διορίστηκε ως έμμισθος Επιστημονικός Συνεργάτης του εργαστηρίου Ωπλισμένου Σκυροδέματος της Πολυτεχνικής Σχολής του ΔΠΘ με ουσιαστική συμμετοχή στις εκπαιδευτικές και ερευνητικές δραστηριότητες του εργαστηρίου (διδασκαλία των υποχρεωτικών και κατ' επιλογήν υποχρεωτικών μαθημάτων, επίβλεψη διπλωματικών εργασιών και θεμάτων ετών, ερευνητικά προγράμματα, μεταπτυχιακά σεμινάρια).

Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα άρχισε την εκπόνηση την διδακτορικής διατριβής του με τίτλο "Συμβολή στην Μελέτη των Δυναμικών Χαρακτηριστικών Κατασκευών από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα" την οποία ολοκλήρωσε το 1986 και αναγορεύθηκε διδάκτορας με βαθμό "άριστα". Υπήρξε ο πρώτος διδάκτορας του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης από τους αποφοίτους του.

Το 1987 εκλέγεται Λέκτορας του Τομέα Σχεδιασμού και Κατασκευής Δομικών Έργων του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του ΔΠΘ, στη γνωστικό αντικείμενο των κατασκευών ωπλισμένου σκυροδέματος. Το 1990 εκλέγεται Επίκουρος Καθηγητής ενώ το 1998 εκλέγεται Αναπληρωτής Καθηγητής.

Τέλος το 2000 εκλέγεται Καθηγητής του Εργαστηρίου Ωπλισμένου Σκυροδέματος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης στο γνωστικό αντικείμενο "Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος για Συνήθεις και Σεισμικές Δράσεις", θέση την οποία υπηρετεί μέχρι σήμερα.

Υπήρξε Επισκέπτης καθηγητής - ερευνητής στο Department of Civil

Engineering, University of Arizona όπου ασχολήθηκε ερευνητικά στην περιοχή της ενίσχυσης δομικών συστημάτων ωπλισμένου σκυροδέματος με χρήση σύγχρονης τεχνολογίας (μανδύες από σύνθετα υλικά), καθώς και στο Department of Civil Engineering and Mines, University of Colorado USA με ερευνητική εργασία στην περιοχή της ανάλυσης δομικών στοιχείων ωπλισμένου σκυροδέματος με χρήση ενιαίας θεωρίας (πλαστικότητα).

Παρουσιάζει σημαντική διδακτική, ερευνητική και εφαρμοσμένη εμπειρία σε:

- Ανάλυση και σχεδιασμό δομικών στοιχείων και κατασκευών από ωπλισμένο Σκυρόδεμα για συνήθεις και σεισμικές δράσεις.
- Προσεισμικό και μετασεισμικό έλεγχο κατασκευών.
- Αποτίμηση βαθμού και αιτίων βλάβης σε κατασκευές από ωπλισμένο ή/και προεντεταμένο σκυρόδεμα.
- Σχεδιασμό επισκευών και ενισχύσεων για αύξηση του παρεχομένου επιπέδου ασφάλειας κατασκευών από σκυρόδεμα
- Μηχανική συμπεριφορά κατασκευών ωπλισμένου σκυροδέματος για συνήθεις και σεισμικές δράσεις.
- Δυναμική και σεισμική συμπεριφορά κατασκευών.
- Ανάλυση και σχεδιασμό ειδικών κατασκευών από ωπλισμένο ή/και προεντεταμένο σκυρόδεμα.
- Ανάλυση και σχεδιασμό κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ – ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ

- Πρύτανης του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (2005 - 2006). Υπήρξε ο πρώτος Πρύτανης του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης από τους αποφοίτους του.
- Αντιπρύτανης Ακαδημαϊκών Υποθέσεων και προσωπικού του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (2006 -).
- Αντιπρύτανης Οικονομικών Προγραμματισμού και Ανάπτυξης του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (2003 – 2005).
- Μέλος της Επιτροπής Οικονομικών Υποθέσεων της Συνόδου των Πρυτάνων των Ελληνικών Πανεπιστημίων 2003.
- Πρόεδρος της Επιτροπής Ερευνών του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (2003– 2005 & 2006 -).
- Πρόεδρος του Πανεπιστημιακού Συμβουλίου του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (2001 - 2004).
- Πρόεδρος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Δημοκριτείου Πα-

νεπιστημίου Θράκης (2004 -2008).

- Πρόεδρος του τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δ.Π.Θ. (2005-2007).
- Πρόεδρος του τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης της ΠΣ/ Δ.Π.Θ. (2003-2005).
- Πρόεδρος του Τμήματος Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Δ.Π.Θ. (2006-2008).
- Αναπληρωτής Πρόεδρος του Τμήματος Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Δ.Π.Θ. (1999-2006).
- Διευθυντής του Τομέα Δομικών κατασκευών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της ΠΣ/ Δ.Π.Θ. (2001 – 2002, 2001 - 2002 και 2008 - 2009).
- Διευθυντής του Εργαστηρίου Ωπλισμένου Σκυροδέματος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της ΠΣ/ Δ.Π.Θ.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΤΡΟΠΕΣ - ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ - ΕΝΩΣΕΙΣ

α. Συμμετοχή σε επιστημονικές επιτροπές - συμβούλια:

- Μέλος του Διοικητικού Συμβουλίου του Ινστιτούτου Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών (ΙΤΣΑΚ) (2003 - 2005).
- Μέλος του Διοικητικού Συμβουλίου του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) (2002-2005).
- Τακτικό μέλος της Εθνικής Επιστημονικής Επιτροπής Εκτίμησης Σεισμικού Κινδύνου και Σεισμικής Διακινδύνευσης.
- Μέλος της Επιτελικής Επιτροπής του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος για την Εθνική Πολιτική Αντισεισμικής Ενίσχυσης Υφισταμένων Κατασκευών. (ΕΠΑΝΤΥΚ).
- Τακτικό μέλος της Μόνιμης Επιστημονικής Επιτροπής Αντισεισμικών Κατασκευών και Τεχνικής Σεισμολογίας του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ).
- Τακτικό μέλος της Ειδικής Μόνιμης Επιστημονικής Επιτροπής του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας για την υποστήριξη του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού.
- Μέλος της επιστημονικής ομάδας του ΟΑΣΠ για την σύνταξη κανονισμού Προσεισμικού Ελέγχου της τρωτότητας των δημοσίων κτιρίων.
- Τακτικό Μέλος και εις εκ των συντονιστών της Επιστημονικής Επιτροπής του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. για την διερεύνηση των αιτιών κατάρρευσης

των οικοδομών από τον σεισμό των Αθηνών της 7-9-1999.

- Μέλος της “Διαρκούς Επιστημονικής Επιτροπής Σχεδιασμού και Παρακολούθησης Προσεισμικού Ελέγχου Σχολικών Κτιρίων Επικράτειας” του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων.
- Μέλος της Επιτελικής Επιτροπής για την Εθνική Πολιτική Αντισεισμικής Ενίσχυσης των Υφισταμένων Κατασκευών του ΤΕΕ.
- Μέλος της Συντακτικής Επιτροπής της Σειράς Ι του περιοδικού ‘Τεχνικά Χρονικά Επιστημονική Έκδοση ΤΕΕ’, (Θέματα Πολιτικού Μηχανικού και Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού).
- Συντονιστής και σύνδεσμος της Ομάδας Εργασίας του ΤΕΕ για την Αποτίμηση της Τρωτότητας Υφισταμένων Κατασκευών.
- Μέλος Επιστημονικών Επιτροπών και κριτής σε επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια της ειδικότητας του.
- Πρόεδρος της εξεταστικής επιτροπής του ΤΕΕ Ανατολικής Μακεδονίας για τις εξετάσεις άδειας άσκησης επαγγέλματος Πολιτικού Μηχανικού (1989 – 2000).
- Πραγματογνώμονας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος σε θέματα αποτίμησης βαθμού βλάβης και φέρουσας ικανότητας κατασκευών ωπλισμένου σκυροδέματος.
- Μέλος του Τεχνικού Πανεπιστημιακού Συμβουλίου του Δ.Π.Θ. (1998 – 2000).
- Εκπρόσωπος του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος στο Νομαρχιακό Συμβούλιο Δημοσίων Έργων Νομού Ξάνθης (1988-1993).
- Μέλος της Μόνιμης Επιτροπής Επιστημονικών Θεμάτων και Πληροφορικής του ΤΕΕ-Θράκης.

β. Μέλος των επιστημονικών οργανισμών - ενώσεων:

- Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ).
- Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος (ΣΠΜΕ).
- Επιστημονική Εταιρεία Ερευνών Σκυροδέματος (ΕΠΕΣ).
- Ελληνικό Τμήμα Σκυροδέματος (ΕΤΣ-ΤΕΕ).
- Ελληνικό Τμήμα Αντισεισμικής Μηχανικής (ΕΤΑΜ-ΤΕΕ).
- Ειδική Επιστημονική Επιτροπή Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικής Μηχανικής του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος.
- Ελληνική Εταιρεία Μελετών Τοιχοποιίας και Μνημείων από Τοιχοποιία.

- American Concrete Institute (ACI).
- International Association for Bridge and Structures (IABSE).
- New Zealand Society for Earthquake Engineering (NZSEE).
- Earthquake Engineering Research Institute (EERI).
- Prestressed Concrete Institute (PCI).

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

α. Διδασκαλία σε προπτυχιακά μαθήματα

1. ‘Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος για Συνήθεις Δράσεις’.
2. ‘Ειδικές Κατασκευές Ωπλισμένου και Προεντεταμένου Σκυροδέματος’.
3. ‘Εργαστηριακά Θέματα Ωπλισμένου Σκυροδέματος’.
4. ‘Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος Ι’.
5. ‘Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος ΙΙ’.
6. ‘Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία’.
7. ‘Σχεδιασμός Δομικών Έργων με Χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή Ι’.
8. ‘Σχεδιασμός Δομικών Έργων με Χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή ΙΙ’.
9. ‘Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος ΙΙ’.
10. ‘Έλεγχος και Επεμβάσεις Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος’.
11. ‘Ωπλισμένο Σκυρόδεμα Ια’.
12. ‘Ωπλισμένο Σκυρόδεμα Ιβ’.
13. ‘Γέφυρες Ωπλισμένου και Προεντεταμένου Σκυροδέματος’.
14. ‘Δομική Στατική Ι’.
15. ‘Δομική Στατική ΙΙ’.
16. ‘Δομική Στατική ΙΙΙ’.
17. ‘Δομική Στατική ΙV’.
18. ‘Ωπλισμένο Σκυρόδεμα – Αντισεισμικός Σχεδιασμός Ι’.
19. ‘Ωπλισμένο Σκυρόδεμα – Αντισεισμικός Σχεδιασμός ΙΙ’.

β. Διδασκαλία σε μεταπτυχιακά μαθήματα

1. ‘Σεισμική συμπεριφορά στοιχείων και κατασκευών ωπλισμένου σκυροδέματος’.
2. ‘Τεχνικές Ελέγχου και επεμβάσεων στις κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος’.
3. ‘Σεισμικός σχεδιασμός γεφυρών με βάση τις σύγχρονες αντιλήψεις’.
4. ‘Σεισμική συμπεριφορά κατασκευών από σκυρόδεμα’.

γ. Διδακτορικές – Μεταπτυχιακές Διατριβές και διπλωματικές εργασίες.

Επέβλεψε 2 διδακτορικές διατριβές και άνω των 20 μεταπτυχιακών διατριβών οι οποίες εκπονήθηκαν και ολοκληρώθηκαν στο Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος της Πολυτεχνικής Σχολής του Δ.Π.Θ. Έχει επίσης υπάρξει επιβλέπων σε περισσότερες από 200 διπλωματικές εργασίες προπτυχιακών φοιτητών.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ-ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

α. Ερευνητικές Δημοσιεύσεις – Ανακοινώσεις

1. 'Βοηθήματα Αναλύσεως και Σχεδιασμού Δομικών Στοιχείων για M+N', (Καλευράς Β., Καραμπίνης Α.), πρακτικά 6ου ΕΣΣ, τόμος Ι, Ιωάννινα, Οκτ. 1983.
2. 'Αλληλεπίδραση Δομικών Συστημάτων ΩΣ-Τοιχοποιιών Πληρώσεως', (Καλευράς Β., Καραμπίνης Α.), πρακτικά 6ου ΕΣΣ, τόμος Ι, Ιωάννινα, Οκτ.1983.
3. 'Δυναμικά Χαρακτηριστικά και Απαιτήσεις Παραμορφωσιμότητας Ελληνικών Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος', (Καλευράς Β., Καραμπίνης Α.), πρακτικά 6ου ΕΣΣ, τόμος Ι, Ιωάννινα, Οκτ.1983.
4. 'Σεισμική Συμπεριφορά Τοιχοποιιών και Πλαισίων με Τοιχοπληρώσεις', (Καλευράς Β., Καραμπίνης Α.), Έκθεση Ερευνητικού Προγράμματος, Υπουργείο Δημοσίων Έργων, Ξάνθη, 1984.
5. 'Βοηθήματα Αναλύσεως και Σχεδιασμού Δομικών Στοιχείων από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα για M+N', πρακτικά 7ου ΕΣΣ τόμος Ι, Πάτρα, Οκτ.1985.
6. 'Συμβολή στη Μελέτη των Δυναμικών Χαρακτηριστικών Κατασκευών από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα', Διδακτορική Διατριβή, Ξάνθη, 1986.
7. 'Μοντέλα Μεταβολής Δυναμικών Χαρακτηριστικών Κτηρίων Ωπλισμένου Σκυροδέματος', πρακτικά 8ου ΕΣΣ τόμος ΙΙ, Ξάνθη, 1987.
8. 'Πειραματική και Αναλυτική Αποτίμηση των Δυναμικών Χαρακτηριστικών Συγκροτήματος Κατασκευών Κατοικίας', πρακτικά 8ου ΕΣΣ, τόμος ΙΙ, Ξάνθη, 1987.
9. 'Πειραματική Διερεύνηση της Θεμελιώδους Ιδιοπεριόδου 90 Συνήθων Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος Περιοχής Ξάνθης', πρακτικά 8ου ΕΣΣ, τόμος ΙΙ, Ξάνθη, 1987.
10. 'Συστηματική Διερεύνηση Τύπων, Βαθμών και Εκτάσεως Βλάβης Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος Καλαμάτας', (Καλευράς Β., Κα-

- ραμπίνης Α.), πρακτικά 8ου ΕΣΣ, τόμος ΙΙ, Ξάνθη, 1987.
11. 'Full Scale Ambient Vibration Measurements of Reinforced Concrete Buildings - Correlation with Analysis', 2^d East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction, Vol. I, Bangkok, Jan. 1989.
 12. 'Συστηματική Διερεύνηση Τύπων Βαθμών και Εκτάσεως Βλάβης Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος Καλαμάτας', (Καλευράς Β., Καραμπίνης Α.), Έκθεση Ερευνητικού Προγράμματος ΟΑΣΠ, Ξάνθη, 1988.
 13. 'Συγκριτική Διερεύνηση της Αντοχής Σχεδιασμού Διατομών Ωπλισμένου Σκυροδέματος Σχεδιασμένων με Διαφορετικούς Κανονισμούς', πρακτικά 9ου ΕΣΣ, τόμος Ι, Καλαμάτα, 1990.
 14. 'Πειραματικός Προσδιορισμός των Δυναμικών Χαρακτηριστικών Οδογέφυρας από Προεντεταμένο Σκυρόδεμα', πρακτικά 9ου ΕΣΣ, τόμος Ι, Καλαμάτα, 1990, σελ. 27-34.
 15. 'Concrete Sections Under M+N According to CEB and DIN 1045', 1st Conference on Concrete and Structures, Vol. I, Malaysia, 1989.
 16. 'Non Linear Analysis of Reinforced Concrete Sections in Ultimate Limit State', 2nd International Conference On Computer Aided Analysis and Design of Concrete Structures, Zell Am See, Austria, 1990.
 17. 'Διατομές Ωπλισμένου Σκυροδέματος Σχεδιασμένες με Διαφορετικούς Κανονισμούς σε Μεγέθη Ορθής Έντασης', Τεχνικά Χρονικά 1990, Τόμος 10, Νο2.
 18. 'Experimental and Analytical Investigation of Dynamic Characteristics for Reinforced Concrete Buildings', Proc. of the 9th European Conference on Earthquake Engineering", Vol. 8, Moscow, 1990.
 19. 'Αποτίμηση Δυναμικών Χαρακτηριστικών Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος', Τεχνικά Χρονικά, Τόμος 12, Ιανουάριος 1992.
 20. 'Damage Repairing Influence on the Seismic Behavior of RC Buildings-Dynamic Characteristics', (Karabinis A., Karagiannis C.), Proc. of the 1st Alexandria Conference on Structural and Geotechnical Engineering, Vol. 2 Dec. 1990.
 21. 'Analytical Evaluation of Damage Repairing influence on the Seismic Behavior of a R.C. Building', (Karagiannis C., Karabinis A.), Proc. of the 1st Alexandria Conference on Structural and Geotechnical Engineering Vol. 2 Dec 1990.
 22. 'Experimental Study of Fundamental Period of R.C. Structures', Proc. of the 3th East Asia Pacific Conference on Structural Engineering and

- Construction, Shanghai, Vol. 2 April 1991.
23. 'Dynamic Characteristics of a Typical Prestressed Highway Bridge', Proc. of the International Conference on New Dimensions in Bridges and Flyovers", Singapore, Vol.1 1991.
 24. 'Διερεύνηση Σχεδιασμού Δομικών Συστημάτων ΚΩΣ Σύμφωνα με τους Νέους Κανονισμούς', Καραμπίνης Α., κ.ά, πρακτικά 10^{ου} Ε.Σ.Σ, Ρόδος, τόμος ΙΙ, Οκτ. 1991.
 25. 'Σεισμικός Σχεδιασμός Πλαισιωτών Φορέων από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα', Πρακτικά 1 Ελληνικού Συνεδρίου Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας, Τόμος Ι, Αθήνα 1992.
 26. RCSA: 'Reinforced Concrete Section Analysis', Πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή, Εργ. ΩΣ/ΠΣ/ΔΠΘ.
 27. 'Διερεύνηση των Δυναμικών Χαρακτηριστικών Οδογέφυρας', 1993. Τεχνικά Χρονικά Τεύχος 2, Τόμος 14, 1994.
 28. 'Δοκοί από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα με Ενώσεις Οπλισμού σε Εναλλασσόμενη Καταπόνηση Μεγάλης Έντασης', Τεχνικά Χρονικά, Τόμος 14, τεύχος 3, 1994.
 29. 'Effects of Confinement on Concrete Columns - A Plasticity Theory Approach', Karabinis A., Kioussis P., J. of Structural Engineering American Society of Civil Engineers, Vol 120, No 9, Sept. 1994.
 30. 'Non Linear Analysis of Reinforced Concrete Sections', 2^d Alexandria Conference on Structural and Geotechnical Engineering, April 1994.
 31. 'Plasticity Computations for the Design of the Ductility of Circular Concrete Columns', Karabinis A.J., Kioussis P.D., Computers and Structures, Vol. 60, No 5 1996.
 32. 'Πειραματική Διερεύνηση της Μηχανικής Συμπεριφοράς Επιμηκύνσεων Οπλισμού', πρακτικά 11^{ου} ΕΣΣ, τόμος ΙΙ, Μάϊος 1994.
 33. 'Επιρροή του προσομοιώματος περίσφιξης στην πρόβλεψη της Σεισμικής Απόκρισης των Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος', Καραμπίνης Α., Καπετανάκης Ε., πρακτικά 11^{ου} ΕΣΣ, Τόμος Ι, Μάϊος 1994.
 34. 'Σεισμική Συμπεριφορά Τυπικών Δομικών Συστημάτων Σχεδιασμένων με τους Νέους Κανονισμούς', Καραμπίνης Α., Καπετανάκης Ε., πρακτικά 11^{ου} ΕΣΣ, Τόμος ΙΙΙ, Μάϊος 1994.
 35. 'Δυναμικά Χαρακτηριστικά Οδογεφυρών', Καραμπίνης Α., Kioussis P., πρακτικά 11^{ου} ΕΣΣ, Τόμος ΙΙ, Μάϊος 1994.
 36. 'Ανάλυση Κατασκευών', γενική εισήγηση στην 3η συνεδρίαση του 11^{ου} ΕΣΣ, Μάϊος 1994, (δημοσίευση κατόπιν προσκλήσεως).
 37. 'Strength and Ductility of Rectangular Concrete Columns - A Plasticity

- Approach', Karabinis A., Kiouisis P., J. of Structural Engineering American Society of Civil Engineers, Vol. 122, No3, March 1996.
38. 'Influence of Shear on Reinforced Concrete Beams with Lap Splices', 2^d East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction, Vol. I, Goald Coast, Australia, July 1995.
 39. 'Results of Traffic and Ambient Vibrations Testing of bridges', Proc. of 7th International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Chania, May 1995, Vol. I.
 40. 'Διερεύνηση των Δυναμικών Χαρακτηριστικών Οδογέφυρας - Πρόβλεψη της Σεισμικής Απόκρισης', Καραμπίνης Α., Πλέσιας Α., Μαστοράκη Μ., 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Τόμος ΙΙ, Λάρισα, Οκτώβριος 1995.
 41. 'Δομικά Στοιχεία Μορφής Κόμβου με Επιμηκύνσεις Οπλισμού σε Εναλλασσόμενη Καταπόνηση', 12^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Κύπρος Οκτ. 1996, Τόμος ΙΙ.
 42. 'Αναλυτικό Προσομοίωμα Πρόβλεψης της Αντοχής και της Ολκιμότητας Γραμμικών Στοιχείων Ωπλισμένου Σκυροδέματος', Κιούσης Π., Καραμπίνης Α., 12^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Κύπρος Οκτ. 1996, Τόμος ΙΙ.
 43. 'Investigation of Dynamic Characteristics of Roadbridge and Anticipation of its Seismic Response', Karabinis A., Liolios A., 1st International Symposium of Earthquake Resistant Engineering Structures 96, Thessaloniki Oct. 1996.
 44. 'Διερεύνηση της Σεισμικής Συμπεριφοράς Κατασκευής Σχεδιασμένης με Διαφορετικούς Κανονισμούς', επιστημονική έκδοση του περιοδικού ΚΤΙΠΙΟ, Τόμος Β, 1998.
 45. 'Προβληματισμοί για Ανάπτυξη στην Περιφέρεια- Πρόταση για συγκρότημα Συνεδριακού Κέντρου στα Άβδηρα', Αθανασόπουλος Χ., Αθανασόπουλος Γ., Αναστασίου Μ., Αθανασόπουλος Ι., Καραμπίνης Α., Παπαδόπουλος Μ., επιστημονική έκδοση του περιοδικού ΚΤΙΠΙΟ, Τόμος Β, 1998.
 46. 'Experimental Investigation of Concrete Strength Estimation with NDT's', International Conference of RILEM- IMEKO on Non Destructive Testing and Experimental Stress Analysis of Concrete Structures, Košice Slovakia 1998.
 47. 'Στοιχεία Ωπλισμένου Σκυροδέματος σε Επαναλαμβανόμενη Θλιπτική Καταπόνηση', Κιούσης Π., Καραμπίνης Α., Δημοπούλου Ε, επιστημονική έκδοση του περιοδικού ΚΤΙΠΙΟ, Τόμος Α, 1999.

48. 'Κέντρο Ιστορικών Μελετών και Συνεδρίων στους Φιλίππους: Σύζευξη έρευνας και Κοινωνικότητας' Αθανασόπουλος Χ., Αθανασόπουλος Γ., Αναστασίου Μ., Αθανασόπουλος Ι., Καραμπίνης Α., Παπαδόπουλος Μ., επιστημονική έκδοση του περιοδικού ΚΤΙΡΙΟ, Τόμος Β, 1999.
49. 'Reinforced Structural Elements for Different Types of Confinement', 3rd National Congress on Computational Mechanics, Βόλος 1999, Vol. I.
50. 'Μηχανική Συμπεριφορά Στοιχείων Σκυροδέματος με Επιμηκύνσεις Οπλισμού μειωμένου μήκους', 13^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Οκτώβριος 1999, Τόμος Ι.
51. 'Αποτελεσματικότητα του Οπλισμού Περίσφιξης σε Στοιχεία Σκυροδέματος', Δημοπούλου Ε., Κιούσης Π., Καραμπίνης Α., 13^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Οκτώβριος 1999, Τόμος Ι.
52. 'Ανάλυση – Διαστασιολόγηση – Συμπεριφορά Κατασκευών', ειδική εισήγηση κατόπιν προσκλήσεως, 13^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Οκτώβριος 1999.
53. 'Η χρήση Σύνθετων Υλικών στον Σχεδιασμό και την Ενίσχυση Στοιχείων Ω.Σ.', Καραμπίνης Α., Πανταζοπούλου Σ., περιοδικό Τεχνικά Χρονικά.
54. 'Plasticity Model for Reinforced Concrete Elements Subjected to Overloads', Karabinis A., Kiouisis P., J. of Structural Engineering American Society of Civil Engineers.
55. 'Plasticity Model for Reinforced Concrete Elements Subjected to Overloads', Karabinis A., Kiouisis P, 1st International Structural Engineering and Construction Conference, Honolulu Hawaii, January 2001.
56. 'Κυλινδρικά Στοιχεία Σκυροδέματος Περισφιγμένα με Ανθρακονήματα σε Αξονική Καταπόνηση', Α. Καραμπίνης, Θ. Ρουσάκης, 1^ο Ελληνικό Συνέδριο Συνθέτων Υλικών Σκυροδέματος, Ξάνθη Νοέμβριος 2000.
57. 'Αναλυτικό Προσομοίωμα της Μηχανικής Συμπεριφοράς Σκυροδέματος Περισφιγμένου με υφάσματα από συνθετικό υλικό', Α. Καραμπίνης, Θ. Ρουσάκης, 1^ο Ελληνικό Συνέδριο Συνθέτων Υλικών Σκυροδέματος, Ξάνθη Νοέμβριος 2000.
58. 'Μηχανική Συμπεριφορά στοιχείων Σκυροδέματος Επισκευασμένων με Ανθρακονήματα σε Εναλλασσόμενη Καταπόνηση μεγάλου Εύρους', Α. Καραμπίνης, Κ. Χατζηαποστόλου, 1^ο Ελληνικό Συνέδριο Συνθέτων Υλικών Σκυροδέματος, Ξάνθη Νοέμβριος 2000.
59. 'Reinforced Concrete Connections with Lap splices under Cyclic Loading' περιοδικό Structural Engineering and Mechanics.

60. ‘Σεισμική συμπεριφορά κατασκευών σχεδιασμένων με διαφορετικούς κανονισμούς’, Δημερίδα για τον σεισμό των Αθηνών ‘Ο σεισμός των Αθηνών ένα χρόνο μετά”, ΟΑΣΠ, ΤΕΕ Αθήνα 2000.
61. ‘Προσεισμικός Έλεγχος Δημοσίων Κτιρίων (σχέδιο)’, Γ. Πενέλης, Δ. Ταλασλίδης, Κ. Αναστασιάδης, Αθ. Καραμπίνης, Χρ. Καρακώστας, ΥΠΕΧΩΔΕ- ΟΑΣΠ, Ιανουάριος 2000.
62. ‘Carbon FRP confined concrete elements under axial load’, A. Karabinis, T. Rousakis, Proceedings of CICE 2001, International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, Hong Kong, 12 - 15 December 2001, Hong Kong.
63. ‘A Model for the Mechanical Behaviour of the FRP Confined Concrete Columns’, A. Karabinis, T. Rousakis, Proceedings of CICE 2001, International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, 12 - 15 December 2001, Hong Kong.
64. ‘Εφαρμογή του Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές με Βλάβες από Σεισμό’, Καραμπίνης Α., Φωτοπούλου Μ., Αβραμόπουλος Ι., 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας, Θεσ/νίκη 2001, Τομ. Β.
65. ‘Σεισμική Απόκριση Κατασκευής από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα στον Σεισμό των Αθηνών’, Καραμπίνης Α., Περιστέρη Β., Δρόσης Γ., 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας, Θεσ/νίκη 2001, Τομ. Β.
66. ‘Concrete Confined by FRP Material – A Plasticity Approach’ A. I. Karabinis, T. C. Rousakis, Elsevier Engineering Structures, Structures Journal, 24 (2002).
67. ‘Έλεγχος Εφαρμογής της Κείμενης Νομοθεσίας και των Αιτιών Κατάρρευσης των κατασκευών με ανθρώπινα θύματα κατά τον σεισμό των Αθηνών της 7-9-1999’ Ειδική Εισήγηση, 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας, Θεσ/νίκη 2001.
68. ‘Investigation of Collapse Mechanism of an Apartment Building During the Earthquake of Athens on 7-9-1999’, 12th European Conference on Earthquake Engineering, London 2001.
69. ‘Βαθμονόμηση της Διαδικασίας Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές με Βλάβες από Σεισμό’, Σεισμική Διακινδύνευση των Κατασκευών, Δημερίδα ΤΕΕ-ΟΑΣΠ-ΔΠΘ, Καβάλα Σεπτέμβριος 2002.
70. ‘Διερεύνηση των Αιτιών κατάρρευσης των κατασκευών’, Σεισμική Διακινδύνευση των Κατασκευών, Δημερίδα ΤΕΕ-ΟΑΣΠ-ΔΠΘ, Καβάλα Σεπτέμβριος 2002.

71. 'Behaviour of rectangular frp confined concrete elements subjected to monotonic and cyclic axial compressive load', A. I. Karabinis, T. C. Rousakis, Fib 2003 Symposium 'Concrete Structures in Seismic Regions', 6-8 May 2003.
72. 'Theory of plasticity for the modeling of rectangular frp confined concrete columns', P Kioussis, T. Rousakis, A. Karabinis, Fib 2003 Symposium 'Concrete Structures in Seismic Regions', 6-8 May 2003, Athens.
73. Βαθμονόμηση της Α' φάσης του προσεισμικού ελέγχου (Ταχύς Οπτικός Έλεγχος), 14^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Κως 2003, Τόμος Γ.
74. 'Συμπεράσματα για την σεισμική τρωτότητα των κτιρίων από τον σεισμό της Αθήνας της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999', Α. Καραμπίνης κ.α, 14^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Κως 2003, Τόμος Β.
75. 'Στοιχεία σκυροδέματος τετραγωνικής διατομής περισφιγμένα με σύνθετα υφάσματα', Α. Καραμπίνης, Θ. Ρουσάκης, 14^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Κως 2003, Τόμος Β.
76. 'Εφαρμογή της θεωρίας πλαστικότητας σε στοιχεία σκυροδέματος τετραγωνικής διατομής περισφιγμένα με σύνθετα υλικά', Π. Κιούσης, Θ. Ρουσάκης, Α. Καραμπίνης, 14^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Κως 2003.
77. 'Αποτίμηση Σεισμικής Συμπεριφοράς Κατασκευών από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα – Τρωτότητα Διακινδύνευση', Εισήγηση κατόπιν προσκλήσεως 14^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Κως 2003, Τόμος Α.
78. 'Seismic rehabilitation of reinforced concrete beam-column connections by FRP material'. Karabinis A.I., Rousakis T.C. International Conference on Computational & Experimental Engineering & Sciences ICCES 04, 26-29 July 2004, Madeira, Portugal.
79. 'Calibration and Distribution of Structural Damage of Reinforced Concrete Buildings', Eleftheriadou, A.K., Karabinis, A.J. Proceedings of the 4th European Workshop on the Seismic Behavior of Irregular and Complex Structures, Thessaloniki, August 2005.
80. 'FRP Confining Effects on Steel Reinforced Concrete Square Sections Subjected to Axial Load' Karabinis A.I., Rousakis T.C. (2006): Proceedings of the 2nd International fib Congress, 5-8 June 2006, Naples, Italy. Vol. 2.
81. 'Analytical Estimation of Vulnerability Functions for R.C. Structures', Eleftheriadou A.K., Karabinis A.J., Proceedings of the 1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva Swit-

zerland, September 2006.

82. 'Πειραματική διερεύνηση της πλαστικής συμπεριφοράς σκυροδέματος ομοιόμορφα περισφιγμένου από μανδύα ινωπλισμένων πολυμερών υπό σταδιακά αυξανόμενη φόρτιση – αποφόρτιση' Καραμπίνης Α.Ι., Ρουσάκης Θ.Χ 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος (ΤΕΕ), Αλεξανδρούπολη Οκτ. 2006 Τόμος Α.
83. 'Αναλυτική προσομοίωση της πλαστικής συμπεριφοράς σκυροδέματος υπό ομοιόμορφη περισφιγξη από μανδύα ινωπλισμένων πολυμερών'. Ρουσάκης Θ.Χ., Καραμπίνης Α.Ι., Π.Δ. Κιούσης, R. Terpers, 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος (ΤΕΕ), Αλεξανδρούπολη Οκτ. 2006 Τόμος Α.
84. 'Προσομοίωση με πεπερασμένα στοιχεία της συμπεριφοράς υποστυλωμάτων ωπλισμένου σκυροδέματος περισφιγμένων με ινωπλισμένα πολυμερή' Καραμπίνης Α.Ι., Ρουσάκης Θ.Χ., Μανωλίτση Γ.Ε. 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος (ΤΕΕ), Αλεξανδρούπολη Οκτ. 2006 Τόμος Β.
85. 'Ο σεισμός της Λευκάδας στις 14 Αυγούστου 2003-Διερεύνηση της σεισμικής τρωτότητας των κατασκευών' Καραμπίνης Α.Ι., Μπαλτζοπούλου Α.Δ., Ρουσάκης Θ.Χ. 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος (ΤΕΕ), Αλεξανδρούπολη Οκτ. 2006 Τόμος Β.
86. 'Συσχέτιση βαθμού βλάβης και κόστους αποκατάστασης των κατασκευών από το σεισμό της Αθήνας της 7^{ης}-9-1999', Καραμπίνης Α.Ι., Μπαλτζοπούλου Α.Δ. 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος (ΤΕΕ), Αλεξανδρούπολη Οκτ. 2006 Τόμος Β.
87. 'Παράμετροι τρωτότητας και κόστους αποκατάστασης σε κατασκευές με βλάβες από το σεισμό της Αθήνας της 7^{ης}-9-1999' Καραμπίνης Α.Ι., Μπαλτζοπούλου Α.Δ., Παντελή Κ.Δ. 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος (ΤΕΕ), Αλεξανδρούπολη Οκτ. 2006 Τόμος Β.
88. 'Εκτίμηση Σεισμικής Τρωτότητας και Διακινδύνευσης των Κτιρίων στην Ξάνθη από την Δράση του ΕΠΑΝΤΥΚ', Καραμπίνης Α.Ι., Μπαλτζοπούλου Α.Δ., Πλέσιας Α.Ι. 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος (ΤΕΕ), Αλεξανδρούπολη Οκτ. 2006, Τόμος Β.
89. 'Συσχέτιση και Ομογενοποίηση των Υφιστάμενων Κλιμάκων Βλάβης σε Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος' Καραμπίνης Α.Ι., Ελευθεριάδου Α.Κ.. 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος (ΤΕΕ), Αλεξανδρούπολη Οκτ. 2006, Τόμος Β.
90. 'Αναλυτική Αποτίμηση της Σεισμικής Τρωτότητας Κατασκευών από Ωπλισμένο Σκυροδέμα' Ελευθεριάδου Α.Κ., Καραμπίνης Α.Ι. 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος (ΤΕΕ), Αλεξανδρούπολη Οκτ. 2006, Τόμος Β.
91. 'Συσχέτιση και Ομογενοποίηση των Υφιστάμενων Κλιμάκων Βλάβης

- σε Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος'. Καραμπίνης, Α.Ι., Ελευθεριάδου, Α.Κ. Πρακτικά 15^{ου} Συνεδρίου Σκυροδέματος, Αλεξανδρούπολη Οκτ. 2006, τόμος Β'.
92. 'Η πρόκληση του ελέγχου και της σεισμικής διακινδύνευσης των κατασκευών', Εναρκτήρια ομιλία στο 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος (ΤΕΕ), Αλεξανδρούπολη Οκτ. 2006.
 93. 'Τρωτότητα και Διακινδύνευση των κτιρίων στους ΟΤΑ', Ειδική εισήγηση στο 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος (ΤΕΕ), Αλεξανδρούπολη Οκτ. 2006.
 94. 'Three-dimensional Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Columns Strengthened by Fiber Reinforced Polymer Sheets' Karabinis A.I., Rousakis T.C., Manolitsi G., 2007. Proceedings of the 8th International Symposium on Fiber Reinforced Polymer Reinforcement for Concrete Structures, FRPRCS-8, Patras, Greece.
 95. 'Vulnerability Assessment Derived from Earthquake Damage Data', Karabinis, A.I., Eleftheriadou, A.K. Proceedings of ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering, Rethymno, Crete, June 2007.
 96. 'FRP-Confined Concrete Members: Axial Compression Experiments and Plasticity Modelling' Rousakis T.C, Karabinis A.I, Kioussis P.D. Elsevier, Engineering Structures Journal, Vol 29, No 7, 2007.
 97. 'FRP Strengthening of RC Columns – Parametric Finite Element Analyses of Bar Quality Effect' Rousakis T.C., Manolitsi G., Karabinis A.I., Asia-Pacific Conference on FRP in Structures (APFIS 2007), 12-14 December 2007, Hong Kong.
 98. '3D Finite Element Analysis of Substandard Columns Strengthened by Fiber Reinforced Polymer Sheets', Karabinis A.I., Rousakis T.C., Manolitsi G. 2007. ASCE Journal of Composites for Construction, Volume 12, Issue 5.
 99. 'Substandard Reinforced Concrete Members Subjected to Compression - FRP Confining Effects.' Rousakis T.C., Karabinis A.I., 2008. RILEM Materials and Structures, Springer Netherlands, 15.01.2008, vol. 41, no. 9.
 100. 'Analytical modelling of Plastic Behaviour of Uniformly FRP Confined Concrete Members', Rousakis T.C., Karabinis A.I., Kioussis P.D., Tepfers R.. 2008. Elsevier, Journal of Composites Part B: Engineering, Volume 39, Issues 7-8, October-December 2008.
 101. 'Empirical Seismic Vulnerability Evaluation Based on Earthquake

Damage Data, Eleftheriadou A.K., Karabinis A.J., Proceedings of the International Conference on Earthquake Engineering and Disaster Mitigation 2008, Jakarta, Indonesia.

102. ‘Σεισμική επισκευή στοιχείων ΩΣ με ινωπλισμένα πολυμερή, μετά από πρόκληση εκτεταμένης βλάβης’ Ρουσάκης Θ. Χ., Καραμπίνης Α. Ι. 2008. 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας, Αθήνα.

β. Λοιπές ερευνητικές εργασίες – δημοσιεύσεις

1. ‘Μια Πρώτη Αποτίμηση των Βλαβών από τον Σεισμό της 13-5-1995 στην Περιοχή της Κοζάνης και των Γρεβενών’, ΤΕΕ, Δελτίο Περιφερειακού τμήματος Ανατολικής Μακεδονίας, Τεύχος 19, Ιούνιος 1995, σελ. 7-19.
2. ‘Ο Πρόσφατος Σεισμός των Αθηνών (9/1999)’, ΤΕΕ, Δελτίο Περιφερειακού τμήματος Ανατολικής Μακεδονίας, Τεύχος 30, Απρίλιος 2000.
3. ‘Κανονισμός Μελετών - Ερευνών για την κατασκευή έξι χαραδρογεφυρών στην παράκαμψη Καβάλας’, ΥΠΕΧΩΔΕ, 1995.
4. ‘Κανονισμός Μελετών - Ερευνών για την κατασκευή της Γέφυρας του Άρδα’, ΥΠΕΧΩΔΕ, 1996.
5. ‘Ερευνα της Συμπεριφοράς Τυπικών Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος κατά τους Σεισμούς Καλαμάτας Σεπτ. 1986’.
6. ‘Συμπεράσματα για την τρωτότητα κτιρίων από τον σεισμό της Αθήνας 7-9-1999. Βαθμονόμηση της διαδικασίας Προσεισμικού ελέγχου & διερεύνηση των αιτιών κατάρρευσης’.
7. ‘Διερεύνηση της δομικής τρωτότητας με τα στοιχεία του σεισμού της Πάρνηθας’.
8. ‘Βλάβες κτιρίων από ΩΣ’.
9. ‘Αποτίμηση Σεισμικής Τρωτότητας και Διακινδύνευση’ Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος Μάρτιος 2004.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ – ΣΥΓΓΡΑΜΜΑΤΑ

1. ‘Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος’, Τόμος Ι.
2. ‘Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος-Πίνακες’.
3. ‘Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος-Εφαρμογές’.
4. ‘Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία’.
5. ‘Σχεδιασμός Κατασκευής Ωπλισμένου Σκυροδέματος Σύμφωνα με τους Νέους Ελληνικούς Κανονισμούς’, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.

6. 'Βοήθημα για την Χρήση του Κανονισμού Μελέτης και Κατασκευής Έργων από Σκυρόδεμα'.
7. 'Γέφυρες Ωπλισμένου και Προεντεταμένου Σκυροδέματος'.
8. 'Σεισμικός σχεδιασμός γεφυρών με βάση τις σύγχρονες αντιλήψεις', (Σημειώσεις).
9. 'Σεισμική συμπεριφορά στοιχείων και κατασκευών ωπλισμένου σκυροδέματος'.
10. 'Τεχνικές Ελέγχου και επεμβάσεων στις κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος'.

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

(Επιλεκτική αναφορά ορισμένων στοιχείων από την εφαρμοσμένη ερευνητική δραστηριότητα στο επιστημονικό του πεδίο).

α. Ερευνητικά προγράμματα

1. Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων:

- 'Προσεισμικός Έλεγχος των Σχολικών Κτιρίων που σχεδιάστηκαν και Κατασκευάστηκαν χωρίς Αντισεισμικό Κανονισμό στον Νομό Ξάνθης'.
- 'Προσεισμικός Έλεγχος των Σχολικών Κτιρίων που σχεδιάστηκαν και Κατασκευάστηκαν χωρίς Αντισεισμικό Κανονισμό στους Νομούς Καβάλας, Ροδόπης και Έβρου'.
- 'Προσεισμικός Έλεγχος των Σχολικών Κτιρίων που σχεδιάστηκαν και Κατασκευάστηκαν χωρίς Αντισεισμικό Κανονισμό στους Νομούς Δράμας και Σερρών'.

2. Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης:

- 'Διερεύνηση της Φέρουσας Ικανότητας του Δομικού Συστήματος του Γυμνασίου της Χώρας στην Σαμοθράκη - Προτάσεις Επεμβάσεων'.

3. Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας:

- 'Βαθμονόμηση της Διαδικασίας Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος'.
- "Σύνταξη τεχνικών οδηγιών προσεισμικού ελέγχου της τρωτότητας δημοσίων κτιρίων'.

- ‘Συστηματική Διερεύνηση Τύπων Βαθμών - Εκτάσεως Βλάβης Κατασκευών ΩΣ Καλαμάτας’. Ξάνθη 1987.
- ‘Έρευνα της Συμπεριφοράς Τυπικών Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος κατά τους Σεισμούς Καλαμάτας Σεπτ. 1986’.
- ‘Μεθοδολογία και Κριτήρια Προσεισμικού Ελέγχου Κατασκευών’.

4. Δήμος Ξάνθης:

- ‘Μεθοδολογία αποτίμησης και αποκατάστασης της φέρουσας ικανότητας παραδοσιακών κατασκευών - Εφαρμογή στον παραδοσιακό οικισμό της Ξάνθης’.
- ‘Διερεύνηση των συγχρόνων Δυνατοτήτων Στέγασης Μεγάλων Χώρων - Εφαρμογή στο Κλειστό Αθλητικό Κέντρο Ξάνθης’.
- ‘Πνευματικό-Πολιτιστικό Κέντρο Δήμου Ξάνθης’.

5. Υπουργείο Χωροταξίας Οικισμού και Περιβάλλοντος:

- ‘Τύποι Χαρακτηριστικά και Δυνατότητες Βελτιώσεως Υφισταμένων Μικρών Οικοδομών Β. Ελλάδος”, Ξάνθη 1984.
- ‘Μεθοδολογία και Κριτήρια Συστηματικού Προσεισμικού Ελέγχου Κατασκευών και Σεισμική Ικανότητα Υφισταμένων Κατασκευών Τυπικής Ελληνικής Πόλεως’, Ξάνθη.
- ‘Σεισμική Συμπεριφορά Τοιχοποιιών και Πλαισίων με Τοιχοπληρώσεις’.

6. Δήμος Καρδίτσας:

- ‘Διερεύνηση της Φέρουσας Ικανότητας του Δομικού Συστήματος των κερκίδων στο Δημοτικό Αθλητικό Κέντρο του Δήμου Καρδίτσας’.

7. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ροδόπης - Έβρου:

- ‘Διερεύνηση της Φέρουσας Ικανότητας του Οικονομικού Γυμνασίου Αρρένων Αλεξανδρούπολης - Προτάσεις Επεμβάσεων’.

8. ΟΤΕ Ακίνητα ΑΕ:

- ‘Σύνταξη Κατευθυντήριων Προδιαγραφών και Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων Αποτίμησης της Σεισμικής Ικανότητας υφισταμένων Κτιρίων ιδιοκτησίας ΟΤΕ ΑΚΙΝΗΤΑ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ’.

β. Υπηρεσίες Τεχνικού Συμβούλου

1. Τεχνικός Σύμβουλος του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε και συντάκτης του Κανονισμού Μελετών-Ερευνών και κατασκευής (τεχνικών προδιαγραφών) για τα έργα.
-Κατασκευή 6 χαραδρογεφυρών στην Παράκαμψη Καβάλας
-Γέφυρα Αρδα.
2. Παροχή επιστημονικών συμβουλών στο Δήμο Ξάνθης κατά την διαδικασία κατασκευής του Κλειστού Πολυ-Αθλητικού Κέντρου ‘Φίλιππος Αμοιρίδης.
3. Τεχνικός Σύμβουλος για το εξειδικευμένο έργο της μελέτης και κατασκευής βιομηχανικού χώρου μεγάλης έκτασης (50.000μ²) με βελτιστοποίηση του χρόνου κατασκευής.
4. Τεχνικός Σύμβουλος σε θέματα γεφυρών ωπλισμένου και προεντεταμένου σκυροδέματος με αντικείμενο την επισκόπηση των μελετών τεχνικών, προτάσεις αποκατάστασης βλαβών- αστοχιών, αξιολόγηση προτάσεων βλαβών- αστοχιών, επικαιροποίηση - αναθεώρηση νέων προδιαγραφών της Εγνατίας Οδού.

γ. Πραγματογνωμοσύνες

Έχει υπάρξει πραγματογνώμονας σε αρκετό αριθμό περιπτώσεων διακρίβωσης της φέρουσας ικανότητας κατασκευών από Ωπλισμένο ή/και Προεντεταμένο Σκυρόδεμα, διορισμένος από Δικαστικές Αρχές, Δημόσιες Υπηρεσίες (Νομαρχίες, Π.Υ.Δ.Ε. κ.λπ.), ΝΠΔΔ, και το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος. Περιπτώσεις κατασκευών οι οποίες παρουσίαζαν ιδιαίτερο βαθμό δυσκολίας αναλύσεως της πραγματικής κατάστασης του δομικού συστήματος και απαιτείτο η διακρίβωση των αιτιών βλάβης, η αποτίμηση του παρεχομένου επιπέδου ασφαλείας για συνήθεις και σεισμικές δράσεις, καθώς και η σύνταξη προτάσεων αποκαταστάσεως και ενισχύσεως.

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ - ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟ ΕΡΓΟ ΣΕ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Συντάκτης ιδιαίτερα μεγάλου αριθμού ειδικών μελετών σε ανάλυση και σχεδιασμό κατασκευών ωπλισμένου σκυροδέματος για συνήθεις και σεισμικές δράσεις. Μελέτες έργων τα οποία αφορούν σε:

α. Δομικά συστήματα ωπλισμένου σκυροδέματος έργων ειδικής φύσεως και ιδιαίτερων απαιτήσεων σε σχεδιασμό για συνήθεις και σεισμικές δράσεις. (Μελέτες δομικών συστημάτων σε Αθλητικά κέντρα – κλειστά γυμναστή-

ρια, Μελέτες δομικών συστημάτων Ιερών Ναών,: Μελέτες δομικών συστημάτων κατασκευών με εκπαιδευτική χρήση, συνεδριακά κέντρα, ξενοδοχειακές μονάδες, κατασκευών ιατρικής χρήσης κ.λπ).

β. Οδογέφυρες ή σιδηροδρομικές γέφυρες από ωπλισμένο ή/και προεντεταμένο σκυρόδεμα ενταγμένες σε διεθνή και εθνικά δίκτυα (ΠΑΘΕ, ΕΓΝΑΤΙΑ, Εθνικές Οδούς, Επαρχιακά Οδικά δίκτυα κ.λπ.).

γ. Έλεγχο και Επεμβάσεις σε δομικά συστήματα ωπλισμένου σκυροδέματος με βλάβες από συνήθειες και σεισμικές δράσεις ή σε δομικά συστήματα στα οποία ήταν επιβεβλημένη η αύξηση του παρεχομένου επιπέδου φέρουσας ικανότητας.

ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ-ΣΕΜΙΝΑΡΙΑ – ΟΜΙΛΙΕΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΠΡΟΣΚΛΗΣΕΩΣ

Έχει προσκληθεί και δώσει περισσότερες από 50 διαλέξεις σε θέματα της επιστημονικής του ειδικότητας ενώ το δημοσιευμένο έργο του παρουσιάζει μεγάλο αριθμό αναφορών από διάφορους ερευνητές.

**ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΑΣΩΝ
ΚΑΙ
ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Σύγχρονες τεχνολογίες προσδιορισμού της ροής χυμών στα δασικά οικοσυστήματα. Εφαρμογές στην Ελλάδα

Ε. Σ. Κορακάκη και Κ. Ραδόγλου *

*Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών,
Βασιλικά, Τ.Κ. 57006, Θεσσαλονίκη. E-mail: radoglou@fri.gr

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή μας επιβάλλει να διερευνήσουμε θέματα που αφορούν την εξελικτική πορεία των δασικών μας οικοσυστημάτων σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα και την μελέτη των επιπτώσεων της διαφοροποίησης των κλιματολογικών παραμέτρων στην ανάπτυξη των φυτών. Στις μεσογειακές χώρες, όπως η Ελλάδα, η μεταβολή του κλίματος αναμένεται ότι θα επιφέρει σημαντικές αλλαγές στην υδατική διαθεσιμότητα, λόγω της αύξησης της συχνότητας, έντασης και διάρκειας των περιόδων ξηρασίας. Υπάρχει επομένως αυξανόμενη ανάγκη να μελετήσουμε την αλληλεπίδραση μεταξύ της βλάστησης και του υδρολογικού κύκλου. Ο προσδιορισμός της υδατικής κατάστασης των δένδρων πραγματοποιείται με την μελέτη της ροής των φυτικών τους χυμών.

Έχουν αναπτυχθεί μια σειρά τεχνικών για τον προσδιορισμό της ροής των χυμών, αλλά δύο από αυτές είναι ευρέως διαδεδομένες, οι οποίες βασίζονται στην θερμότητα του σομού: η μέθοδος θερμικής εξισορρόπησης του κορμού (stem-tissue heat balance) του Čermák και η μέθοδος θερμικής μεταφοράς (heat dissipation) του Granier.

Αξίζει να σημειώσουμε ότι, ο προσδιορισμός της ροής των χυμών των δένδρων, μας παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την εκτίμηση της διαπνοής και της υδραυλικής αγωγιμότητας της κόμης, της υδραυλικής αγωγιμότητας των στομάτων, καθώς και του υδατικού ισοζυγίου του ευρύτερου οικοσυστήματος. Στην παρούσα ανασκόπηση παρουσιάζονται οι πιο σύγχρονες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σήμερα για τον προσδιορισμό της υδατικής κατάστασης των δένδρων. Επιπροσθέτως περιγράφουμε την χρήση μιας εκ των μεθόδων σε δάση χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis* Mill) στην Κασσάνδρα Χαλκιδικής και οξύας (*Fagus sylvatica* L.) στο όρος Πάικο.

Λέξεις κλειδιά: ροή φυτικών χυμών, υδατικό ισοζύγιο, κλιματική μεταβολή, χαλέπιος πεύκη, οξυά.

Εισαγωγή

Απόρροια της τεκμηριωμένης αλλαγής του κλίματος και της πληθυ-

σμακής αύξησης είναι η υδατική κρίση σε όλο τον κόσμο. Σύμφωνα με πρόσφατα δεδομένα η παγκόσμια κρίση για υδατικά αποθέματα είναι πλέον γεγονός σε παγκόσμια κλίμακα (Aldhous, 2003). Στις μεσογειακές χώρες, όπως στην Ελλάδα, η μεταβολή του κλίματος αναμένεται ότι θα επιφέρει σημαντικές αλλαγές στην υδατική διαθεσιμότητα, λόγω της αύξησης της συχνότητας, έντασης και διάρκειας των περιόδων ξηρασίας (IPCC, 2001). Η μεταβολή αυτή και οι επιπτώσεις της στην υδατική διαθεσιμότητα οδηγούν σε αρκετές οικολογικές μεταβολές, όπως εισαγωγή νέων ειδών, εντονότερος ανταγωνισμός μεταξύ ειδών και εντός του ίδιου είδους, αλλαγή των ορίων εξάπλωσης των ειδών, σταδιακή υποβάθμιση κυρίως των μεσογειακών οικοσυστημάτων λόγω της εμφάνισης του φαινομένου της ερημοποίησης.

Δασικά είδη που διαβιούν σε περιοχές με έντονη ξηρασία, όπως είναι η Μεσόγειος, έχουν προσαρμόσει τη φυσιολογία τους στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα η έντονη φωτοσυνθετική δραστηριότητα πραγματοποιείται νωρίς το πρωί και το κλείσιμο των στοματίων ολοκληρώνεται πριν την εμφάνιση υψηλών θερμοκρασιών, το οποίο αποτελεί προστατευτικό μηχανισμό για το φυτό ενάντια στην υδατική καταπόνηση (Radoglou 1996, Raftoyannis and Radoglou 2002).

Η διαπνοή της κόμης των δένδρων είναι πολύ δύσκολο να προσδιοριστεί στο πεδίο σε φυσικές συνθήκες, λόγω του μεγάλου μεγέθους των δένδρων και της ανομοιογένειας των συστάδων. Μέχρι πριν από 20 περίπου χρόνια οι συνήθειες μέθοδοι προσδιορισμού της διαπνοής της κόμης των δένδρων περιοριζόταν σε επιτόπου μετρήσεις σε επίπεδο φύλλου, ενώ σήμερα, μετά από εντατική έρευνα, τεχνολογική ανάπτυξη και αναρίθμητες δημοσιεύσεις, οι συνεχείς μετρήσεις της διαπνοής σε επίπεδο δένδρου πραγματοποιούνται με τη χρήση εξειδικευμένων τεχνικών για τον προσδιορισμό της ροής των χυμών.

Σκοπός της ανασκόπησης αυτής είναι να παρουσιαστούν οι δύο πιο διαδεδομένες τεχνικές προσδιορισμού της ροής των φυτικών χυμών των δένδρων, οι δυνατότητες που μας δίδονται για προσδιορισμό άλλων φυσιολογικών παραμέτρων σχετικών με την υδατική κατάσταση των δένδρων, και η σύγκριση μεταξύ των τεχνικών αυτών. Στην Ελλάδα, εφαρμόστηκε πρόσφατα και για πρώτη φορά σε δασικά είδη, η τεχνική θερμικής μεταφοράς (heat dissipation) του Granier. Τα υπό μελέτη είδη είναι η χαλεπίος Πεύκη (*Pinus halepensis*) στην Κασσάνδρα Χαλκιδικής και η οξυά (*Fagus sylvatica* L.) στο όρος Πάικο.

Μεθοδολογία

Θεωρητικό υπόβαθρο

Η κίνηση του νερού από το έδαφος προς την κόμη των δένδρων γίνεται μέσω των αγωγών του σομφού (αγγεία ή τραχεΐδες) και στηρίζεται σε αρχές ανάλογες με αυτές του νόμου του Ωhm για την ροή ηλεκτρισμού. Σύμφωνα με την αναλογία αυτή, η ροή του νερού από μια περιοχή A σε μια άλλη B (π.χ., από το έδαφος στην ατμόσφαιρα), F_{AB} , είναι ανάλογη του γινομένου της υδραυλικής αγωγιμότητας (K_{AB} , $\text{kg s}^{-1} \text{MPa}^{-1}$) της περιοχής αυτής και της διαφοράς υδατικού δυναμικού της δομής ($\Psi_A - \Psi_B$) (Tyree and Ewers, 1991).

$$F_{AB} = K_{AB}(\Psi_A - \Psi_B) \quad (\text{Εξίσωση 1})$$

Η κίνηση του νερού στα δένδρα ελέγχεται αρχικά από την φάση της εξάτμισης μεταξύ της διαπνεύσας επιφάνειας και τον αέρα, οι κύριοι ρυθμιστές της κίνησης αυτής είναι τα στόματα των φύλλων ή βελονών, και οποιαδήποτε αύξηση στην αντίσταση της ροή του νερού θα οδηγούσε στην μείωση της διαπνοής προκαλώντας το κλείσιμο των στομάτων (Kramer, 1983).

Τεχνικές και μεθοδολογία

Για μια σειρά ετών, δασικοί επιστήμονες επιζητούσαν την ανάπτυξη αξιόπιστων τεχνικών για προσδιορισμό της υδατοικανότητας των δένδρων. Από τα μέσα του 1950 χρησιμοποιήθηκαν λυσίμετρα (Fritschen *et al.* 1973, Edwards 1986), πορόμετρα (Roberts 1977, Knight *et al.* 1981), αεριζόμενοι θάλαμοι (Greenwood and Beresford 1979, Dunin and Greenwood 1986), χημικοί δείκτες (Greenidge, 1955) ραδιοϊσότοπα (Kline *et al.* 1970, Waring and Roberts 1979), σταθερά ισότοπα (Calder *et al.* 1986, Dye *et al.* 1992) και αρκετές μέθοδοι βασισμένες στην μεταφορά θερμικής ενέργειας (Čermák *et al.* 1973, Čermák *et al.* 1976, Granier 1985, Granier 1987, Swanson 1994, Smith and Allen 1996), με απώτερο σκοπό τον ποσοτικό προσδιορισμό της υδατοϊκανότητας των δένδρων (Wullshleger *et al.* 1998). Από τις προαναφερθείσες μεθόδους έχει δοθεί έμφαση στις τεχνικές που αναπτύχθηκαν με βάση την αρχή μεταφοράς θερμικής ενέργειας, καθώς η τεχνολογία μας έχει πλέον επιτρέψει την χρήση μέσων για τον χαρακτηρισμό της υδατικής κατάστασης των δένδρων με συνεχείς μετρήσεις (real-time data) στο πεδίο, δίνοντας μας την δυνατότητα να αποκομίσουμε μια πλήρη εικόνα της.

Ειδικότερα, για τον χαρακτηρισμό της υδατικής κατάστασης των δένδρων χρησιμοποιούνται κυρίως δύο τεχνικές που προσδιορίζουν τη ροή των χυμών τους, οι οποίες βασίζονται στην θερμότητα του σομφού: η μέθοδος θερμικής εξισορρόπησης του κορμού (stem-tissue heat balance) του Čermák και η μέθοδος θερμικής μεταφοράς (heat dissipation) του Granier. Οι δύο αυτές μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί τα τελευταία χρόνια σε μια σειρά διαφορετικών δασικών ειδών σε ποικίλες κλιματικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα την ερυθρελάτη (*Picea abies* (L.) Karst.) (Alzheimer *et al.* 1998), τη δασική Πεύκη (*Pinus sylvestris* L.) (Köstner *et al.* 1996, Granier *et al.* 1996, Martinez vilalta *et al.* 2007, Korakaki 2007), τον ψευδοπλάτανο (*Acer pseudoplatanus* L.) και τον φράξο (*Fraxinus excelsior* L.) (Hamid and Mencuccini, 2008).

Μέθοδος θερμικής εξισορρόπησης του κορμού (stem-tissue heat balance)

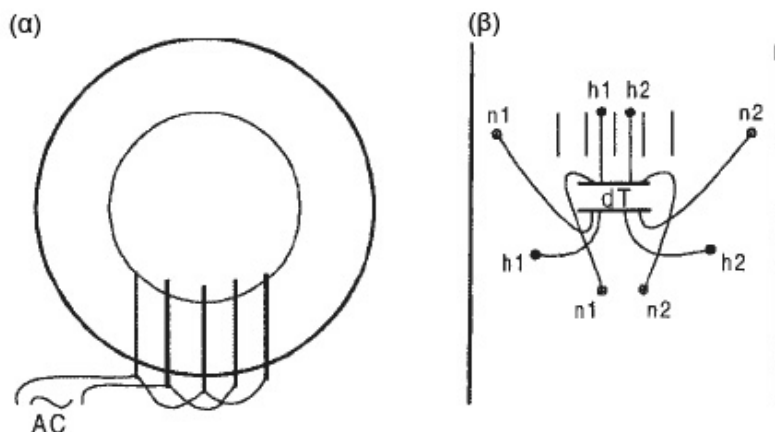
Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε από τον Čermák και τους συνεργάτες του (Čermák *et al.* 1973) με σκοπό την μέτρηση της ροής των φυτικών χυμών των δένδρων. Για την εφαρμογή αυτής απαιτείται η εισαγωγή πέντε ηλεκτροδίων (60 x 25 x 1 mm), σε παράλληλη διάταξη, στον κορμό, με διαστήματα 20mm μεταξύ τους. Τα ηλεκτρόδια καλύπτουν όλο το λειτουργικό τμήμα μεταφοράς νερού του σομφού. Εναλλασσόμενο ρεύμα περνάει από το σομφό σε ισχύ 1W (Εικόνα 1α). Η παροχή ρεύματος ρυθμίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφευχθούν θερμοκρασιακές διαφορές μεγαλύτερες των 5 Kelvin. Η θερμοκρασιακή διαφορά μετριέται με την χρήση θερμοζεύγων τοποθετημένων στο επάνω μέρος των ηλεκτροδίων και 15cm κάτω από αυτά. Τα θερμοζεύγη αυτά αποτελούνται από μια αλυσίδα οκτώ αισθητήρων, οι οποίοι έχουν καταναμηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να αντισταθμίζουν την φυσική θερμοκρασιακή μεταβολή (natural temperature gradient) γύρω από την περιοχή μέτρησης (Εικόνα 1β).

Τα δύο ζεύγη αισθητήρων μετράνε τη θερμοκρασία των θερμαινόμενων και μη τμημάτων του σομφού σε δύο βάθη (h_1 και h_2 , Εικόνα 1β) και τα άλλα δύο αντισταθμίζουν τη φυσική θερμοκρασιακή μεταβολή του κορμού (n_1 και n_2 , Εικόνα 1β).

Η ροή του νερού (Q_w) στο θερμαινόμενο τμήμα του κορμού υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$Q_w = \frac{P}{c_w \Delta T} - \frac{k}{c_w} \quad (\text{kg s}^{-1})$$

(Εξίσωση 2)



Εικόνα 1. (α) Σχέδιο της διάταξης των ηλεκτροδίων, σε κορμό δένδρου, του συστήματος του Čermák, **(β)** Η κατανομή των θερμοζευγών γύρω από το θερμαινόμενο τμήμα του σομφού. Όπου $h1$ και $h2$, οι αισθητήρες που μετράνε τη θερμοκρασία των θερμαινόμενων και μη τμημάτων του σομφού, και τα $n1$ και $n2$ αφαιρούν τη φυσική θερμοκρασιακή μεταβολή (Lundblad et al. 2001).

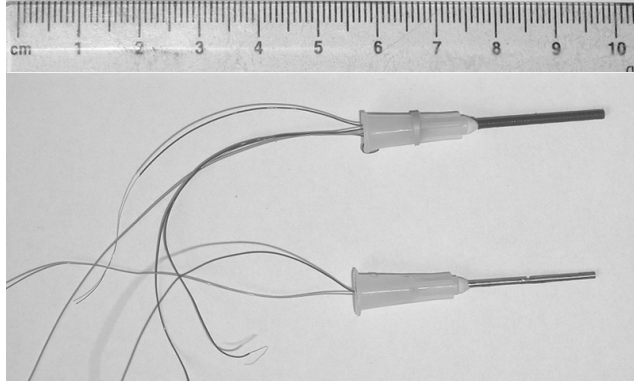
Figure 1. (a) Scheme of the heating of the Čermák measuring system using five electrodes, **(b)** The placement of the thermocouples around the heated segment; $h1$ and $h2$ sense the difference between heated and unheated parts and $n1$ and $n2$ subtract the natural temperature gradient (Lundblad et al. 2001).

όπου, P (W) είναι το παρεχόμενο ρεύμα, c_w ($4.186,8 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$) είναι η ειδική θερμότητα του νερού, ΔT (K) είναι η θερμοκρασιακή διαφορά και k (W K^{-1}) είναι ο συντελεστής της θερμικής απώλειας απο το θερμαινόμενο τμήμα υπό συνθήκες μηδενικής ροής.

Μέθοδος θερμικής μεταφοράς (heat dissipation)

Την μέθοδο θερμικής μεταφοράς εμπνεύστηκε ο Granier (Granier 1985, Granier 1987). Το σύστημα που κατασκεύασε ο Granier αποτελείται από ένα ζεύγος όμοιων αισθητήρων (μήκους 21mm και διαμέτρου 2mm), οι οποίοι τοποθετούνται οριζόντια, ο ένας πάνω από τον άλλο σε απόσταση 10-15cm μεταξύ τους, και κάθετα στο αγωγίμο σομφό (αφού έχει προηγηθεί αφαίρεση του φλοιού και του καμβίου). Οι αισθητήρες αποτελούνται από θερμοστοιχεία από χαλκό (Cu) και κωνσάντη (κράμα χαλκού – νικελίου,

Cu-Ni). Ο άνω αισθητήρας έχει τυλιχθεί σπειροειδώς, σε όλο του το μήκος, με θερμαινόμενο καλώδιο από κωνσταντή, σε αντίθεση με τον κάτω που δεν θερμαίνεται, και λειτουργεί ως αισθητήρας αναφοράς (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Αισθητήρες μέτρησης ροής φυτικών χυμών, τύπου Granier, από θερμοστοιχεία από χαλκό και κωνσταντή.

Figure 2. Granier-type sap flow sensors, made from copper and constantan wires.

Στον θερμαινόμενο αισθητήρα παρέχεται σταθερή ισχύς 200mW. Το ζεύγος αισθητήρων δίνει τιμές της θερμοκρασιακής διαφοράς (ΔT_i) μεταξύ τους, που παράγεται λόγω της ροής των φυτικών χυμών στο σομφό ξύλο κατά τη διάρκεια όλης της ημέρας. Η μέγιστη τιμή της διαφοράς αυτής (ΔT_0) παρατηρείται όταν η ροή των χυμών είναι μηδενική και συμβαίνει μετά τα μεσάνυχτα όταν, κατά τη διάρκεια της νύχτας, η διαπνοή ελαχιστοποιείται.

Οι θερμοκρασιακές διαφορές έχουν συσχετισθεί εμπειρικά με τη ροή του νερού, μετά από βαθμονόμηση των αισθητήρων σε πολλούς κορμούς.

Η μαθηματική σχέση με την οποία υπολογίζεται η πυκνότητα της ροής των χυμών Q_s (sap flux density, $\text{g m}^{-2}\text{s}^{-1}$), είναι η εξής:

$$Q_s = 119K^{1.231} \quad (\text{Εξίσωση 3})$$

$$K = \frac{\Delta T_0 - \Delta T_i}{\Delta T_i} \quad (\text{Εξίσωση 4})$$

Η ροή των χυμών F (sap flow, gs^{-1}) υπολογίζεται με βάση τη σχέση:

$$F = Q_s \cdot A_s \quad (\text{Εξίσωση 5})$$

όπου A_s (sapwood area) είναι η επιφάνεια του σομφού ξύλου του δένδρου σε m^2 .

Εφαρμογή της μεθόδου θερμικής μεταφοράς στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, μια πρώτη εφαρμογή σε δασικά οικοσυστήματα ξεκίνησε πρόσφατα σε δάσος χαλεπίου Πεύκης στην Κασσάνδρα Χαλκιδικής και σε δάσος οξυάς στην περιοχή του όρους Πάικο.

Στο δάσος χαλεπίου Πεύκης χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά συστήματα μέτρησης της ροής των χυμών, τα οποία βασίζονται στην ίδια αρχή λειτουργίας. Το πρώτο σύστημα εγκαταστάθηκε σε τέσσερα κυρίαρχα, μη γεινιάζοντα άτομα χαλεπίου Πεύκης και αποτελείται από ένα ζεύγος αισθητήρων (TDP80, Dynamax Inc., Houston, TX, USA) μήκους 80 mm και διαμέτρου 1.5 mm.

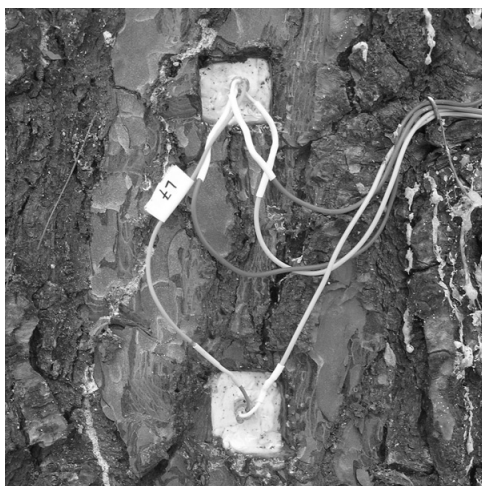
Το δεύτερο σύστημα, το οποίο και δημιουργήθηκε από το εργαστήριο μας, με σημαντική συνεισφορά υλικών και γνώσεων από το Πανεπιστήμιο της Νεμπράσκα, εγκαταστάθηκε σε επτά άτομα χαλεπίου Πεύκης και αποτελείται από τρία ζεύγη αισθητήρων διαφορετικού μήκους (21, 51 και 81 mm) και διαμέτρου 1.2 mm. Έκαστο σύστημα τριών ζευγών αισθητήρων εγκαταστάθηκε στο σθηθιαίο ύψος σε κάθε ένα από τα επτά άτομα Πεύκης (σύνολο 7 δένδρα \times 3 ζεύγη αισθητήρων = 21 ζεύγη αισθητήρων) με απόκλιση 120° , με σκοπό να αποκομίσουμε πλήρη εικόνα της ροής των φυτικών χυμών του δένδρου σε όλη την περιφέρεια του και σε διαφορετικά βάθη, καθώς είναι γνωστό πως ο ρυθμός ροής των χυμών σε πολλά είδη εξαρτάται από το βάθος του σομφού (Delzon *et al.* 2004, Ford *et al.* 2004).

Στο δάσος οξυάς εγκαταστήσαμε δύο ζεύγη αισθητήρων διαφορετικού μήκους (21 και 51 mm) και διαμέτρου 1,2mm, τα οποία και κατασκευάσαμε στο εργαστήριο. Έξι ευθυτενή άτομα οξυάς επιλέχθηκαν για την εγκατάσταση των αισθητήρων αυτών. Σε κάθε δένδρο τοποθετήθηκαν δύο ζεύγη αισθητήρων, διαφορετικού μήκους και με απόκλιση 180° μεταξύ τους (σύνολο 6 δένδρα \times 2 ζεύγη αισθητήρων = 12 ζεύγη αισθητήρων).

Τα ζεύγη αισθητήρων, και στις δύο περιπτώσεις συστημάτων, τοποθετήθηκαν στο σομφό ξύλο του δένδρου στο σθηθιαίο ύψος. Για την αποφυγή λανθασμένης εκτίμησης της ροής των φυτικών χυμών, λόγω της ημερήσιας

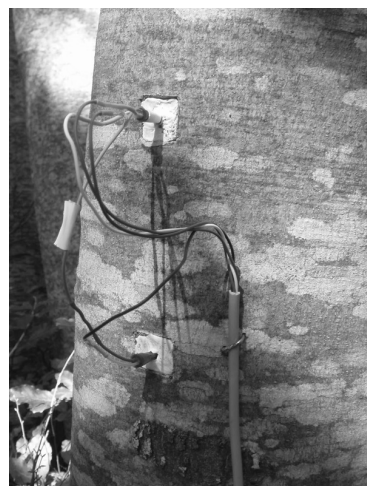
και εποχικής μεταβολής της θερμοκρασίας, δεν τροφοδοτούμε με ρεύμα τα ζεύγη αισθητήρων σε δύο εκ των υπό μελέτη δένδρα, με σκοπό την συνεχή μέτρηση της φυσικής θερμοκρασιακής μεταβολής (natural temperature gradient) της ροής, ώστε στο τέλος της μελέτης να μπορούμε να διορθώσουμε τις τιμές των υπολοίπων ζευγών αισθητήρων.

Σημαντική είναι επίσης, η μόνωση των αισθητήρων και του κορμού των δένδρων, στο σημείο εγκατάστασης των αισθητήρων, ώστε να μην επηρεάζονται οι τιμές της θερμοκρασίας από τις θερμοκρασιακές μεταβολές του περιβάλλοντος.



Εικόνα 3. Εγκατάσταση των αισθητήρων μέτρησης ροής χυμών σε χαλέπιο Πεύκη.

Figure 3. Granier-type sap flow sensor installation on *Pinus halepensis*.



Εικόνα 4. Εγκατάσταση των αισθητήρων τύπου Granier σε οξυά.

Figure 4. Granier-type sap flow sensor installation on *Fagus sylvatica* L.

Συζήτηση

Η ανασκόπηση αυτή αποσκοπεί στην παρουσίαση των επικρατέστερων τεχνικών προσδιορισμού της ροής των φυτικών χυμών των δένδρων, ήτοι η μέθοδος θερμικής εξισορρόπησης του κορμού (stem-tissue heat balance) του Čermák και η μέθοδος θερμικής μεταφοράς (heat dissipation) του Granier, στην μεταξύ τους σύγκριση, και στον προσδιορισμό των πληροφοριών που μπορούν να εξαχθούν από αυτού του είδους τις μετρήσεις.

Η μέτρηση της ροής των φυτικών χυμών μας παρέχει πληροφορίες για την φυσιολογική και περιβαλλοντική ρύθμιση της διαπνοής σε επίπεδο κλάδων ή και ολόκληρου του δένδρου (Wullschleger *et al.* 1998). Οι μετρήσεις αυτές είναι εφαρμόσιμες σε μεγάλη κλίμακα, διότι το σύνθετο εδαφικό ανάγλυφο και η χωρική ανομοιογένεια δεν περιορίζουν την διεξαγωγή τους. Παρόλα αυτά, η μεταβολή της ροής των χυμών κατά μήκος της διαμέτρου του σομφού (radial gradient), εάν δεν ληφθεί υπόψη μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα (Clearwater *et al.* 1999). Επίσης οι εκτιμήσεις της ροής σε επίπεδο συστάδας προϋποθέτουν διαδικασίες αναγωγής τους από τις μετρήσεις σε επίπεδο δένδρου, το οποίο μπορεί να καταστεί ιδιαίτερος δύσκολο σε μικτά και ανομοιογενή δάση.

Από την εφαρμογή των δύο μεθόδων αυτών σε συγκεκριμένα δασικά είδη, με σκοπό την σύγκριση τους (Köstner *et al.* 1996, Lundblad *et al.* 2001), αλλά και εξετάζοντας μεμονωμένα ερευνητικές εργασίες που χρησιμοποιούν μια εκ των μεθόδων για των προσδιορισμό της ροής, καταλήγουμε σε ποικίλα συμπεράσματα. Η ύπαρξη διαφωνίας στην ποσοτική εκτίμηση της πυκνότητας της ροής των χυμών υφίσταται, αλλά και οι δύο μέθοδοι αντιδρούν ποιοτικά με τον ίδιο τρόπο σε μεταβολές των περιβαλλοντικών παραμέτρων.

Η μέθοδος θερμικής εξισορρόπησης του Čermák δεν χρειάζεται βαθμονόμηση, δίνει πολύ καλά αποτελέσματα σε κορμούς μεγάλης διαμέτρου (>40cm) (Köstner *et al.* 1996) και τα ηλεκτρόδια που φέρει το σύστημα καλύπτουν μεγάλη επιφάνεια σομφού. Η μέθοδος αυτή κοστίζει περισσότερο στην εφαρμογή της και αποτελείται από ένα σύστημα το οποίο μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Τεχνικά η πιο απλή, οικονομική στην κατασκευή της και εύκολα εφαρμόσιμη μέθοδος είναι αυτή της θερμικής μεταφοράς του Granier, κατά τη χρήση της οποίας όμως πρέπει να λάβουμε υπόψη την φυσική θερμοκρασιακή μεταβολή στο σομφό ξύλο, διαφορετικά θα οδηγηθούμε σε λανθασμένη εκτίμηση της ροής χυμών. Το σύστημα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε κορμούς μικρότερης διαμέτρου (από 4cm), το οποίο όμως πρέπει να βαθμονομείται πάντα πριν την εγκατάσταση του, σε αντίθεση με το σύστημα του Čermák. Επίσης οι αισθητήρες του συστήματος Granier μπορούν εύκολα να κατασκευαστούν στο εργαστήριο, με σχετικά χαμηλό κόστος, αλλά δύσκολα επαναχρησιμοποιούνται. Στο σύστημα Granier παρατηρείται επίσης μια ευαισθησία στην επαφή μεταξύ του αισθητήρα και του αγωγίμου σομφού ξύλου. Εάν δεν επιτευχθεί πολύ καλή επαφή μεταξύ τους, θα υπάρξουν σημαντικές απώλειες στην ροή των χυμών, οι οποίες και θα αυξάνοντα με την αύξηση του ρυθμού ροής των χυμών.

Ο ρυθμός ροής των φυτικών χυμών μεταβάλλεται με το βάθος του σομού, θα πρέπει επομένως η μεταβολή αυτή να λαμβάνεται πάντα υπόψη και στις δύο μεθόδους, διαφορετικά η ροή των χυμών υποεκτιμάται.

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου μέτρησης της ροής φυτικών χυμών στα δάση χαλεπίου πεύκης και οξυάς στην Ελλάδα χρησιμοποιήσαμε την μέθοδο του Granier, καθώς είχαμε την τεχνογνωσία να κατασκευάσουμε τους αισθητήρες που απαιτούνται για την εφαρμογή της, είναι αποδεδειγμένα μια αξιόπιστη μέθοδος, τα δένδρα στην οποία την εφαρμόσαμε ποικίλουν σε διάμετρο και σκοπός μας ήταν να κρατήσουμε το κόστος κατασκευής και συντήρησης τους σε χαμηλά επίπεδα.

Τέλος με την εφαρμογή και των δύο μεθόδων επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός της ροής των χυμών των δένδρων, ο οποίος μας παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την εκτίμηση της διαπνοής της κόμης, και όταν συνδυαστεί με συμπληρωματικές μετρήσεις, όπως κλιματικών παραμέτρων, αγωγιμότητας στομάτων και υδατικού δυναμικού, τότε μπορούμε να προσδιορίσουμε την υδραυλική αγωγιμότητα του δένδρου, καθώς και του υδατικού ισοζυγίου του ευρύτερου οικοσυστήματος.

Ευχαριστίες

Ευχαριστίες εκφράζονται στην κ Σταυρούλα Στολάκη για την συνεργασία και συμμετοχή της στην εγκατάσταση των αισθητήρων.

Βιβλιογραφία

- Aldhous, P. 2003. How to slake planet's thirst; the world's forgotten crisis. *Nature* 422: 251-253.
- Alsheimer, M., B. Köstner, E. Falge and J.D.Tenhunen. 1998. Temporal and spatial variation in transpiration of Norway spruce stands within a forested catchment of the Fichtelgebirge, Germany. *Annals Sci. For.* 55: 103-123.
- Calder, I.R., M.N. Narayanswamy, N.V. Srinivasalu, W.G. Darling and A.J. Lardner. 1986. Investigation into the use of deuterium as a tracer for measuring transpiration from eucalypts. *J. Hydrol.* 84: 345-351.
- Čermák, J., J. Kucera and M. Penka. 1976. Improvement of the method of sap flow rate determination in full-grown trees based on heat balance with direct electric heating of xylem. *Biol. Plant.* 18: 105-110.
- Čermák, J., M. Deml and M. Penka. 1973. A new method of sap flow rate

- determination in trees. *Biol. Plant.* 15: 171-178.
- Clearwater, M.J., F.C. Meinzer, J.L. Andrade, G. Goldstein and N.M. Holbrook. 1999. Potential errors in measurement of nonuniform sap flow using heat dissipation probes. *Tree Physiology* 19: 681-687.
- Delzon, S., M. Sartore, A. Granier and D. Loustau. 2004. Radial profiles of sap flow with increasing tree size in maritime pine. *Tree Physiology* 24: 1285-1293.
- Dunin, F.X. and E.A.N. Greenwood. 1986. Evaluation of the ventilated chamber for measuring evaporation from a forest. *Hydrol. Proc.* 1: 47-62.
- Dye, P.J. 1996. Response of *Eucalyptus grandis* trees to soil water deficits. *Tree Physiology* 16: 233-238.
- Edwards, W.R.N. 1986. Precision weighing lysimetry for trees, using a simplified tared-balance design. *Tree Physiology* 1: 127-144.
- Ford, C.R., M.A. McGuire, R.J. Mitchell and R.O. Teskey. 2004. Assessing variation in the radial profile of sap flux density in *Pinus* species and its effect on daily water use. *Tree Physiology* 24: 241-249.
- Fritschen, L.J., L. Cox and R. Kinerson. 1973. A 28-meter Douglas-fir in a weighing lysimeter. *For. Sci.* 19:256-261.
- Granier, A., R. Huc and S.T. Barigah. 1996. Transpiration of natural rain forest and its dependence on climatic factors. *Agricultural and Forest Meteorology* 78: 19-29.
- Granier, A. 1985. A new method of sapflow measurement in tree stems [in French] Une nouvelle méthode pour la mesure du flux de sève brute dans le tronc des arbres. *Annal. Sci. For.* 42: 193-200.
- Granier, A. 1987. Sap flow measurement in Douglas fir stems using a new thermal method. *Annal. Sci. For.* 44: 1-14.
- Greenidge, K.N.H. 1955. Observations on the movement of moisture in large woody stems. *Can. J. Bot.* 33: 202-221.
- Greenwood, E.A.N. and J.D. Beresford. 1979. Evaporation from vegetation in landscapes developing secondary salinity using the ventilated-chamber technique. I. Comparative transpiration from juvenile *Eucalyptus* above saline ground-water seeps. *J. Hydrol.* 42: 369-382.
- IPCC. 2001. Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability. [www document] URL <http://www.IPCC.ch/wg2SPM.pdf>.
- Kline, J.R., J.R. Martin, C.F. Jordan and J.J. Koranda. 1970. Measurement of transpiration in tropical trees with tritiated water. *Ecology* 5:

1068-1073.

- Knight, D.H., T.J. Fahey, S.W. Running, A.T. Harrison and L.L. Wallace. 1981. Transpiration from 100-year-old lodgepole pine forests estimated with whole-tree potometers. *Ecology* 62: 717-726.
- Korakaki, E. 2007. The role of size and age in the physiological ecology of Scots pine and poplar trees. PhD thesis, University of Edinburgh.
- Köstner, B., P. Biron, R. Siegwolf and A. Granier. 1996. Estimates of water vapor flux and canopy conductance of Scots pine at the tree level utilizing different xylem sap flow methods, *Theor. Appl. Clim.* 53: 105-113.
- Kramer, P.J. 1983. *Water Relations of Plants*. Academic Press, Florida.
- Lundblad, M., F. Lagergren and A. Lindroth. 2001. Evaluation of heat balance and heat dissipation methods for sapflow measurements in pine and spruce. *Ann. For. Sci.* 58: 625-638.
- Hamid, H.A. and M. Mencuccini. 2008. Age- and size-related changes in physiological characteristics and leaf chemical composition of *Acer pseudoplatanus* and *Fraxinus excelsior* trees. *Tree Physiology*, in press.
- Martínez-Vilalta, J., D. Vanderklein, S Lee and M. Mencuccini. 2007. Tree height and the age-related decline in growth in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Oecologia* 150: 529-544.
- Radoglou, K.M. 1996. Environmental control of CO₂ assimilation rates and stomatal conductance in five oak species growing under field conditions in Greece. *Annals Forest Science (Annales des Sciences Forestières)*, 53 (2-3), 269-278.
- Raftoyannis, Y. and K. Radoglou. 2002. Physiological response of beech and sessile oak in a natural mixed stand during a dry summer. *Annals of Botany* 89(6), 723-730.
- Roberts, J. 1977. The use of tree-cutting techniques in the study of the water relations of mature *Pinus sylvestris* L. *J. Exp. Bot.* 28: 751-767.
- Smith, D.M. and S.J. Allen. 1996. Measurement of sap flow in plant stems. *J. Exp. Bot.* 47: 1833-1844.
- Swanson, R.H. 1994. Significant historical developments in thermal methods for measuring sap flow in trees. *Agric. For. Meteorol.* 72: 113-132.
- Tyree, M.T. and F.W. Ewers. 1991. The hydraulic architecture of trees and other woody plants. *New Phytologist* 119: 345-360.
- Waring, R.H. and J.M. Roberts. 1979. Estimating water flux through stems

of Scots pine with tritiated water and phosphorus-32. *J. Exp. Bot.* 30: 459-471.

Wullschlegel, S.D., F.C. Meinzer and R.A. Vertessy. 1998. A review of whole-plant water use studies in trees. *Tree Physiology* 18: 499-512.

Advanced technologies for assessing sap flow in forest ecosystems. Applications in Greece

E. Σ. Korakaki and K. Radoglou

Abstract

Climate change has dictated us to study issues regarding the understanding of forest ecosystem processes in a changing environment and the effects of environmental factors on plant growth. In Mediterranean, climate change is expected to alter the water availability, due to the increases in the frequency, intensity and duration of dry periods. It is therefore, essential to study the interactions between vegetation and the hydrological cycle. Tree water use efficiency is estimated by applying sap flow measurements.

Several methods have been developed to measure sap flow, but only two of them have been widely used, the Čermák's stem-tissue heat balance method and Granier's heat dissipation method.

Sap flow measurements provide us with important information on crown transpiration and hydraulic conductivity, stomatal conductance, and ecosystem water balance. In this review, we report, describe and compare the most important and widely used sap flow techniques. Furthermore, we describe the methodology we followed using Granier's technique to measure sap flow on an Aleppo pine forest at Halkidiki and on a beech forest at Paiko Mountain.

Keywords: sap flow, stomatal conductance, transpiration, hydrological cycle, Aleppo pine, beech, Greece.

Παραγωγή φυτευτικού υλικού μαύρης Πεύκης *Pinus nigra* (Arnold) με χρήση μικροθηκών (mini-plugs)

Γ. Σπύρογλου, Π. Κωστοπούλου, Ο. Ντίνη-Παπαναστάση
και Κ. Ραδόγλου*

*ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. - Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, 57006, Βασιλικά, Θεσσαλονίκη.
E-mail: radoglou@fri.gr

Περίληψη

Η ποιότητα του φυτευτικού υλικού στο φυτώριο αποτελεί ουσιαστικά τον παράγοντα που ο άνθρωπος μπορεί να μεταβάλει και να επηρεάσει για την εξασφάλιση υψηλών ποσοστών επιβίωσης. Το πρόγραμμα PRE-FOREST έχει ως στόχο να αυτοματοποιήσει την μαζική παραγωγή δασικού φυτευτικού υλικού κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες, η οποία θα είναι και οικονομική αλλά και περιβαλλοντικά φιλική. Ο στόχος αυτής της εργασίας ήταν: 1) Η εκτίμηση της δυνατότητας παραγωγής αρτιφύτων μαύρης πεύκης σε μικροφυτοδοχεία και 2) Η εκτίμηση της επίδρασης τεσσάρων διαφορετικών πυκνοτήτων μικροφυτοδοχείων και δυο διαφορετικών υποστρωμάτων στην παραγωγή φυτευτικού υλικού μαύρης πεύκης. Η παρούσα έρευνα έδειξε ότι είναι δυνατή η παραγωγή προκαλλιιεργούμενου φυτευτικού υλικού μαύρης πεύκης καλής ποιότητας με τη χρήση μικροθηκών (mini-plugs). Για την προκαλλιέργεια των φυταρίων απαιτείται ελάχιστο χρονικό διάστημα τριών έως τεσσάρων εβδομάδων σε ελεγχόμενες συνθήκες (φωτοπερίοδος 14h, 20/15°C θερμοκρασία ημέρας/νύχτας, 80% σχετική υγρασία, ένταση ακτινοβολίας 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Η χρήση σταθεροποιημένου υποστρώματος συνιστάται. Η προτεινόμενη πυκνότητα των μικροθηκών για φύτευση θα πρέπει να είναι μικρότερη των 2000 φυταρίων ανά τετραγωνικό μέτρο.

Λέξεις Κλειδιά: επιβίωση φυταρίων, μορφολογία φυταρίων, φυτωριακό υπόστρωμα, πυκνότητα θηκών, φυτωριακή παραγωγή

Εισαγωγή

Η αποτυχία πολλών εργασιών αναδάσωσης στην Ελλάδα οφείλεται κατά κύριο λόγο στη χρησιμοποίηση φυτευτικού υλικού κακής ποιότητας (Ραδόγλου, 2001). Επιπλέον, το μεσογειακό περιβάλλον αποτελεί σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα για την αρχική εγκατάσταση φυτευτικού υλικού λόγω των υψηλών θερμοκρασιών αέρα και εδάφους, της μειωμένης εδαφικής υγρασίας, και της συχνής απουσίας βροχοπτώσεων. Η ποιότητα του φυτευ-

τικού υλικού στο φυτώριο αποτελεί ουσιαστικά τον μόνο παράγοντα που ο άνθρωπος μπορεί να μεταβάλει και να επηρεάσει ευνοϊκά προς όφελός του (Ραδόγλου, 1999) για την εξασφάλιση υψηλού ποσοστού επιβίωσης μετά τη μεταφύτευση.

Στην Ευρώπη η φυτωριακή παραγωγή δασικών ειδών έχει βελτιωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Το ερευνητικό πρόγραμμα PRE-FOREST (2006-2008) ασχολείται με την ανάπτυξη μιας νέας Ευρωπαϊκής τεχνολογίας για την οικονομική και περιβαλλοντικά φιλική παραγωγή προκαλλιεργούμενου δασικού φυτευτικού υλικού. Χρηματοδοτείται από την Ε.Ε. μέσω του 6^{ου} προγράμματος πλαισίου (FP6). Στο πρόγραμμα συμμετέχουν εκτός του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών του ΕΘΙΑΓΕ, τα πανεπιστήμια της Tuscia (Ιταλία) και της Dalarna (Σουηδία) και οι επιχειρήσεις “Δυτικομακεδονικά Φυτώρια” (Γρεβενά), Vivai Torsalorenzo (Ιταλία) και QS Odlingsssystem AB (Σουηδία). Κύριος στόχος του προγράμματος είναι η ανάπτυξη νέας τεχνολογίας, βασιζόμενης στην προκαλλιέργεια φυτευτικού υλικού σε μικροθήκες, σε μία μονάδα παραγωγής, η λειτουργία της οποίας θα είναι χαμηλού κόστους και περιβαλλοντικά φιλική. Βασικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας αυτής θα είναι η δυνατότητα παραγωγής μεγάλης ποσότητας φυτευτικού υλικού ανά m^2 ανεξάρτητα από τις εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Απώτερος στόχος είναι η εμπορική εκμετάλλευση της αναπτυσσόμενης τεχνολογίας σε συνδυασμό με την επιστημονική υποστήριξη του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών με αποτέλεσμα τα φυτώρια που διαθέτουν την εν λόγω τεχνολογία να αυξήσουν την ανταγωνιστικότητά τους τόσο σε οικονομικό όσο και σε ποιοτικό επίπεδο.

Το φυτευτικό υλικό που παράγεται σε μικροθήκες (mini-plugs) αποτελεί ένα εναλλακτικό σύστημα παραγωγής δασικών φυταρίων. Το μέγεθος της μικροθήκης προσφέρει τη δυνατότητα παραγωγής μεγάλης ποσότητας φυταρίων σε μικρό χώρο στο φυτώριο, οδηγώντας σε μικρότερο κόστος σε σχέση με τη χρήση των μεγαλύτερων φυτοδοχείων (Vavrina, 1995). Οι μικροθήκες έχουν συνήθως όγκο μικρότερο των 33 cm^3 , και διατίθενται σε μία ποικιλία σχημάτων, όγκων και πυκνοτήτων. Πλεονεκτήματα της παραγωγής σε μικροθήκες είναι η σχεδόν 100% απόδοση του συστήματος, καθώς δεν παρουσιάζονται απώλειες φυταρίων, η εξασφάλιση μέγιστης πυκνότητας φυταρίων ανά επιφάνεια παραγωγής, η μέγιστη αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης σπόρων ή μοσχευμάτων, η μικρή περίοδος καλλιέργειας και η βελτιωμένη ποιότητα του φυτευτικού υλικού (Landis 1990, 2007). Τα φυτά που παράγονται σε μικροθήκες μπορούν στη συνέχεια είτε να μεταφυτευτούν στο έδαφος παράγοντας τελικά γυμνόριζα φυτά είτε να

μεταφυτευτούν σε μεγαλύτερα φυτοδοχεία (Riley and Steinfield, 2005).

Παρά το γεγονός ότι η μαύρη πεύκη καλύπτει μόλις το 5,5% της δασωμένης επιφάνειας της Ελλάδας, εντούτοις, η ικανότητά της να προσαρμόζεται σε ποικίλα κλιματεδαφικά περιβάλλοντα και να δίνει ικανοποιητικές ποσότητες τεχνικού ξύλου έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχώς αυξανόμενη χρήση της σε νέες αναδασώσεις. Το είδος αυτό χρησιμοποιείται με επιτυχία σε γυμνές ορεινές και ημιορεινές περιοχές, καθώς και σε εγκαταλειπόμενους βοσκοτόπους και γεωργικές εκτάσεις (Τσιόντσης, 1991). Το γεγονός ότι δεν παρουσιάζει ισχυρή φυσική αναγέννηση έχει ως αποτέλεσμα η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων και καλής ποιότητας φυταρίων μαύρης πεύκης να αποτελεί πρόκληση για τα δασικά φυτώρια.

Στόχοι της παρούσας εργασίας ήταν: 1) η εκτίμηση της δυνατότητας παραγωγής φυταρίων μαύρης πεύκης σε μικροθήκες, 2) η εκτίμηση της επίδρασης διαφορετικών πυκνοτήτων μικροθηκών και διαφορετικών υποστρωμάτων στην παραγωγή φυτευτικού υλικού μαύρης πεύκης και 3) η χρήση των αποτελεσμάτων για τον καθορισμό σταθερών πρωτοκόλλων παραγωγής φυταρίων σε μικροθήκες με σκοπό τη μαζική και αυτοματοποιημένη παραγωγή τους στην πρωτότυπη αυτοματοποιημένη μονάδα που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος PRE-FOREST.

Υλικά και μέθοδοι

Σπόροι μαύρης πεύκης (*Pinus nigra* Arnold) προέλευσης Γρεβενών (έτος συλλογής 2006) τοποθετήθηκαν το Μάρτιο του 2007 σε μικροθήκες (QuickPot®, -Kubern GmbH, Ering, Γερμανία) τεσσάρων πυκνοτήτων: 3500/m² (310 x 530 x 30 mm όγκου 3 cm³ /θήκη, 576 θήκες / τελάρο), 1820/m² (310 x 530 x 40 mm, όγκου 9 cm³ /θήκη, 299 θήκες / τελάρο), 1460/m² (310 x 530 x 37 mm, όγκου 13 cm³ /θήκη, 240 /θήκες / τελάρο) και 975/m² (310 x 530 x 37 mm, όγκου 18 cm³ /θήκη, 160 θήκες /τελάρο) (Εικόνα 1ii). Για την πλήρωση των μικροθηκών δύο τύποι υποστρώματος χρησιμοποιήθηκαν: τύρφη (Klassmann TS1, Klassmann-Deilmann GmbH, Geeste, Γερμανία) και σταθεροποιημένο μέσο (Preforma PP01, Jiffy Products International AS, Stange, Νορβηγία). Το πείραμα περιέλαβε πέντε επαναλήψεις των 40 φυταρίων ανά πυκνότητα και υπόστρωμα. Μετά τη σπορά οι δίσκοι τοποθετήθηκαν σε αυξητικούς θαλάμους 400 lt (KB8000FL, Termaks AS, Bergen, Νορβηγία) για τέσσερις εβδομάδες. Οι συνθήκες μέσα στο θάλαμο ήταν οι εξής: φωτοπερίοδος 14h, φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία (PPFD) 250 μmol m⁻² s⁻¹, σχετική υγρασία (RH) 80±10% και

20/15°C θερμοκρασία ημέρας/νύχτας. Τα φυτά ποτίζονταν κάθε δεύτερη ημέρα.

Η φύτευση και επιβίωση των φυταρίων μέσα στο θάλαμο καταγραφόταν στο τέλος κάθε εβδομάδας. Στο τέλος της τέταρτης εβδομάδας καλλιέργειας μετρήθηκαν τα ακόλουθα μορφολογικά χαρακτηριστικά σε τυχαία επιλεγμένο δείγμα 15 φυταρίων ανά πυκνότητα και υπόστρωμα: μήκος ρίζας και βλαστού, φυλλική επιφάνεια, ξηρό βάρος ρίζας και υπέργειου τμήματος και αναλογία ξηρού βάρους ρίζας - βλαστού.

Για την εκτίμηση της ζωτικότητας των φυταρίων, μετρήθηκε το δυναμικό αύξησης ριζών (Root Growth Potential, RGP). Στο τέλος της τέταρτης εβδομάδας, 16 φυτάρια ανά χειρισμό επιλέχθηκαν τυχαία και μεταφυτεύθηκαν σε μικροθήκες της αντίστοιχης πυκνότητας, τα οποία και τοποθετήθηκαν σε ανοξείδωτα δοχεία (35x26x8 cm). Το υλικό πλήρωσης των δοχείων αυτών αποτελούνταν από μίγμα ίσου όγκου τύρφης (Klassmann Base Substrate 250I, Klassmann-Delmann GmbH, Geeste, Germany) και άμμου. Τα δοχεία βυθίστηκαν μέσα σε νερό, σύμφωνα με την τεχνική που περιγράφεται από τον Mattsson (1986), ακολουθώντας ένα πλήρως τυχαίο πειραματικό σχέδιο. Το πείραμα διήρκησε 3 εβδομάδες, η θερμοκρασία του αέρα και του νερού ήταν 21 ± 2 °C, η σχετική υγρασία $40\% \pm 10\%$ και η φωτοπερίοδος 14 h με ακτινοβολία (PPFD) του τεχνητού φωτισμού στο επίπεδο του φυτοκαλύμματος ρυθμιζόμενη στα $300 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Τα φυτάρια ποτίζονταν κάθε δύο μέρες. Η περίσσεια νερού απομακρύνονταν μία ώρα μετά την εφαρμογή του ποτίσματος με τη χρήση ειδικής αντλίας. Δεν χρησιμοποιήθηκε λίπανση. Στο τέλος των τριών εβδομάδων όλες οι ρίζες που είχαν αναπτυχθεί εκτός των μικροθηκών συλλέχθηκαν και ξεπλύθηκαν για την απομάκρυνση υπολειμμάτων υποστρώματος. Το δυναμικό αύξησης των ριζών υπολογίστηκε ως το ξηρό βάρος των νέων ριζών μετά από ξήρανση τους σε κλίβανο στους 70 °C για 48 h (Brønnum, 2005).

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση της διακύμανσης (univariate ANOVA, general linear model procedure) με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS 15.0 for Windows (SPSS Inc, 2006). Το κριτήριο πολλαπλού εύρους του Duncan χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση διαφορών μεταξύ των μέσων όρων.

Αποτελέσματα

Επιβίωση αρτιφύτων μαύρης πεύκης

Η ανάλυση της διακύμανσης του αριθμού των αρτιφύτων που επιβίω-

σαν στο τέλος της περιόδου αύξησης σε ελεγχόμενες συνθήκες (Πίνακας 1) έδειξε ότι η επίδραση του υποστρώματος ήταν στατιστικά σημαντική στην επιβίωση των φυτών. Αρτίφυτα που αυξήθηκαν σε τύρφη είχαν μικρότερη επιβίωση (μ.ο.=48,7%) από τα αντίστοιχα που αυξήθηκαν στο σταθεροποιημένο μέσο (90,5%) [Σχήμα 1 (i), Εικόνα 1(i)]. Η πυκνότητα φύτευσης δεν επηρέασε σημαντικά την επιβίωση. Η αλληλεπίδραση μεταξύ υποστρώματος και πυκνότητας δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 1. Ανάλυση διακύμανσης αύξησης αρτιφύτων μαύρης πεύκης σε σχέση με το υπόστρωμα και την πυκνότητα.

Table I. Univariate statistical analysis for black pine growth traits in relation with substrate and density.

F κριτήριο <i>F criterion</i> Μεταβλητή Variable	Υπόστρωμα Substrate	Πυκνότητα Density	Αλληλεπίδραση Interaction
Επιβίωση/ <i>Survival</i> (%)	63,15 ***	2,57 ^{ns}	0,958 ^{ns}
Μήκος ρίζας / <i>Root length</i> (cm)	14,11 ***	9,54 ***	0,69 ^{ns}
Μήκος βλαστού / <i>Shoot length</i> (cm)	5,86 *	3,1 *	0,41 ^{ns}
Αναλογία ρίζας-βλαστού/ <i>Root-shoot ratio</i>	15,93 ***	5,86 **	0,607 ^{ns}
Ξηρό βάρος ρίζας/ <i>Root dry weight</i> (mg)	1,74 ^{ns}	8,11 ***	0,62 ^{ns}
Ξηρό βάρος βλαστού/ <i>Shoot dry weight</i> (mg)	20,96 ***	3,84 *	0,69 ^{ns}
Αναλογία ξηρού βάρους ρίζας-βλαστού / <i>Root-shoot dry weight ratio</i>	12,04 **	4,67 **	1,47 ^{ns}
Φυλλική επιφάνεια/ <i>Leaf area</i> (cm ²)	15,28 ***	6,53 ***	0,78 ^{ns}
Δυναμικό αύξησης ριζών (<i>RGP</i>) (mg)	6,17 *	7,96 ***	0,51 ^{ns}

ns: μη σημαντικό/non significant *: P<0,05, **: P<0,01, ***: P<0,001

Μήκος ρίζας – βλαστού

Τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε τύρφη παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά μικρότερο μήκος ρίζας (μ.ο.=2,9 cm) και μεγαλύτερο μήκος βλαστού (8,9 cm) από εκείνα στο σταθεροποιημένο υπόστρωμα (3,8 cm για τη ρίζα και 8,5 cm για το βλαστό), (Πίνακας 1, Σχήμα 1ii). Στατιστικά σημαντικές ήταν επίσης οι διαφορές στο μήκος ρίζας και βλαστού μεταξύ των πυκνοτήτων των μικροθηκών. Σύμφωνα με το κριτήριο πολλαπλού εύρους του Duncan, το μέσο μήκος ρίζας και βλαστού ήταν στατιστικά μικρότερο στην

μεγαλύτερη πυκνότητα ($3500/m^2$) σε σύγκριση με τις υπόλοιπες τρεις, ενδιάμεσες και μικρή ($975-1820/m^2$), που δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους.

Ξηρό βάρος ρίζας – βλαστού

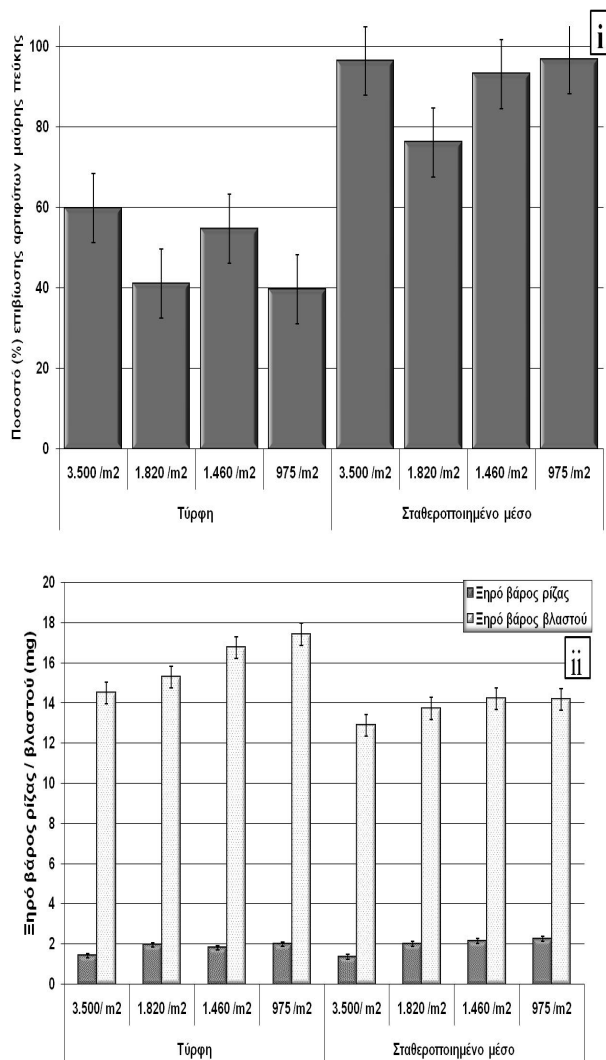
Το ξηρό βάρος (βιομάζα) της ρίζας δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των υποστρωμάτων. Η κατάσταση διαφοροποιήθηκε στην πυκνότητα των φυτοδοχείων, με αυτή των $3500/m^2$ να έχει τη μικρότερη τιμή ($\mu.o=1,4$ mg) και να διαφέρει σημαντικά από τις υπόλοιπες τρεις (2,0 mg, 2,0 mg και 2,1 mg για 1820, 1460 και $975/m^2$ αντίστοιχα).

Αντίθετα, το υπόστρωμα άσκησε σημαντική επίδραση στο ξηρό βάρος του βλαστού. Τα φυτά στην τύρφη είχαν μεγαλύτερο ξηρό βάρος κατά μέσο όρο ($\mu.o=15,9$ mg) ενώ εκείνα του σταθεροποιημένου μέσου υστερούσαν κατά 2,2 mg (13,7 mg). Επίσης, τα φυτά που αναπτύχθηκαν στις μεγάλες πυκνότητες (3500 και $1820/m^2$) υστερούσαν σε υπέργεια βιομάζα (13,7 mg και 14,5 mg) σε σχέση με τις άλλες πυκνότητες (15,5 mg και 15,8 mg) (Σχήμα Iii), σχηματίζοντας δυο ομοιογενείς ομάδες. Ο μεγαλύτερος αυξητικός χώρος επέδρασε θετικά στη δημιουργία μεγαλύτερης υπέργειας βιομάζας.

Σχετικά με την αναλογία ξηρού βάρους ρίζας-βλαστού, τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε τύρφη είχαν στατιστικώς σημαντικά μικρότερη αναλογία ξηρού βάρους ρίζας-βλαστού ($\mu.o.=0,113$) σε σχέση με αυτά του σταθεροποιημένου μέσου (0,141). Όσον αφορά στην πυκνότητα των μικροθηκών, όπως και στις προηγούμενες μεταβλητές, η μεγαλύτερη πυκνότητα ($3500/m^2$) και άρα ο μικρότερος αυξητικός χώρος παρουσίασε τη μικρότερη αναλογία (0,101) λόγω ξηρού βάρους ρίζας-βλαστού, σχηματίζοντας ξεχωριστή ομάδα από τις άλλες τρεις πυκνότητες (0,138, 0,132 και 0,136).

Φυλλική επιφάνεια.

Το υπόστρωμα επέδρασε σημαντικά στη φυλλική επιφάνεια των φυταρίων με το σταθεροποιημένο μέσο να αναπτύσσει φυτά με μικρότερη φυλλική επιφάνεια ($\mu.o.=3,0$ cm^2) σε σχέση με την τύρφη (3,3 cm^2). Η πυκνότητα των φυτοδοχείων είχε επίσης σημαντική επίδραση στη φυλλική επιφάνεια με τη μικρότερη τιμή (2,8 cm^2) να καταγράφεται στη μεγαλύτερη πυκνότητα και να διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες τρεις πυκνότητες.



Σχήμα 1. (i) Επιβίωση (%) και (ii) ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού (mg) αρτιφύτων μαύρης πεύκης στο τέλος της περιόδου αύξησης σε ελεγχόμενες συνθήκες, σε δυο υποστρώματα και σε μικροθήκες 4 πυκνοτήτων.

Figure 1. (i) Survival (%) and (ii) root and shoot dry weight (mg) of black pine seedlings at the end of growth period in controlled conditions, in two substrates and in mini-plugs of 4 densities.

Δυναμικό αύξησης ριζών (RGP)

Τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε τύρφη παρουσίασαν κατά το τέλος της αύξησής τους σε ελεγχόμενες συνθήκες μικρότερο δυναμικό αύξησης ριζών (RGP) ($\mu.o.=7,2 \text{ mg}$) (Εικόνα 1i) σε σχέση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε σταθεροποιημένο υπόστρωμα ($9,5 \text{ mg}$). Η επίδραση της πυκνότητας των φυτοδοχείων ήταν στατιστικά σημαντική και διαφοροποιημένη σε σχέση με τις άλλες μεταβλητές, με την πυκνότητα των $1820 \text{ φυτών}/\text{m}^2$ να παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή ($4,3 \text{ mg}$). Η μεγαλύτερη ($3500/\text{m}^2$) και η μικρότερη ($975/\text{m}^2$) πυκνότητα επέδειξαν το μεγαλύτερο δυναμικό αύξησης των ριζών ($10,9$ και $9,7 \text{ mg}$ αντίστοιχα).

Συζήτηση

Η παραγωγή άριστης ποιότητας φυταρίων στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους θεωρείται σημαντική για την επιτυχία της μεταφύτευσης καθώς δημιουργούνται φυτάρια με ισχυρό υπέργειο και υπόγειο τμήμα (Pelton, 2003). Τα αποτελέσματα μας δείχνουν ότι διάστημα προκαλλιέργειας 3 – 4 εβδομάδων είναι ικανοποιητικό για την παραγωγή φυτευτικού υλικού μάρης πεύκης. Το υλικό αυτό μπορεί στη συνέχεια να μεταφυτευτεί σε τελάρα μεγαλύτερων διαστάσεων και να παραμείνει στο φυτώριο για μία αυξητική περίοδο πριν να μεταφυτευτεί στο πεδίο.

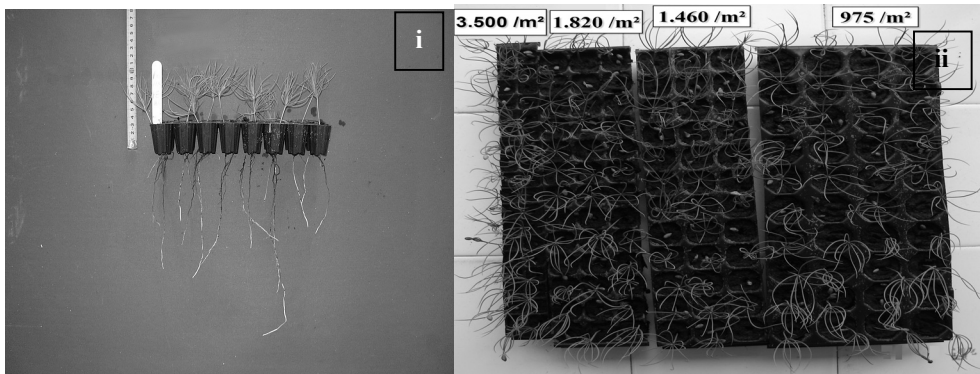
Τα φυτάρια της μάρης πεύκης παρουσίασαν υψηλότερα ποσοστά επιβίωσης στο σταθεροποιημένο υπόστρωμα σε σχέση με την απλή τύρφη. Φαίνεται ότι στο σταθεροποιημένο μέσο, οι συνθήκες υγρασίας, τα θρεπτικά στοιχεία και η συνοχή του μέσου παρέχουν στις ρίζες ευνοϊκότερες συνθήκες αύξησης. Το υπόστρωμα επίσης συγκρατεί το ριζικό σύστημα ανεξάρτητα από την ανάπτυξη του τελευταίου. Έτσι οι μικροβώλοι είναι εύκολο να αποσπαστούν από τις μικροθήκες και να μεταφυτευτούν ακόμα και αν δεν έχει αναπτυχθεί ικανοποιητικό ριζικό σύστημα (Riley and Steinfeld, 2005). Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του υποστρώματος ανάπτυξης, δηλαδή η αγωγιμότητα, το πορώδες, η ικανότητα συγκράτησης νερού, η καλή επαφή με τις ρίζες ασκούν σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυταρίων κατά την διάρκεια καλλιέργειας τους στο φυτώριο. Μάλιστα σε μερικές περιπτώσεις η επίδραση τους αυτή μπορεί να διατηρηθεί μέχρι και τα πρώτα στάδια μετά τη μεταφύτευση (Costa et al. 2004).

Αντίθετα, η πυκνότητα των μικροθηκών δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά την επιβίωση των αρτιφύτων. Επειδή η κάθε θήκη είναι ατομικο-

ποιημένη, τα ριζικά συστήματα δεν έρχονται σε επαφή και, συνεπώς, δεν υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των ριζών ως προς το διαθέσιμο νερό και τα θρεπτικά στοιχεία. Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης εξαρτάται από τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου (Barnett and Brissette, 1986) και μάλιστα είναι πιο έντονη όταν χρησιμοποιούνται μεγάλης διάρκειας καλλιεργητικές περιόδους (Barnett, 1980). Συνεπώς, η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος στη διάρκεια των 4 εβδομάδων δεν περιορίζεται από το μέγεθος της θήκης που χρησιμοποιήθηκε.

Τα μήκη των ριζών των φυτών που αναπτύχθηκαν στην τύρφη ήταν μικρότερα σε σχέση με αυτά του σταθεροποιημένου μέσου. Ανάλογη ήταν και η συμπεριφορά των φυτών στο δυναμικό αύξησης των ριζών (RGP), το οποίο είναι ένας δείκτης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην πρόβλεψη της επιτυχίας επιβίωσης μετά τη μεταφύτευση. Το σταθεροποιημένο υποστρώμα είχε καλύτερη μέση επίδοση σε ξηρό βάρος ριζών (9,52 mg) σε σχέση με την τύρφη (7,12 mg). Φαίνεται λοιπόν ότι το σταθεροποιημένο μέσο ευνοεί την ανάπτυξη περισσότερων νέων ριζών. Οι διαφορές μεταξύ των δύο υποστρωμάτων είναι πιθανόν να οφείλονται στις διαφορετικές ιδιότητες τους π.χ. pH, πορώδες, αερισμός, υδατοϊκανότητα, επαφή με το ριζικό σύστημα, ηλεκτρική αγωγιμότητα. Όσον αφορά στο pH η τύρφη έχει κατά μ.ο $\text{pH} = 6,0$ ενώ το σταθεροποιημένο μέσο $\text{pH} = 4,0$. Επίσης, τα δυο υποστρώματα διαφέρουν ως προς την ηλεκτρική αγωγιμότητα, με την τύρφη να εμφανίζει υψηλότερες τιμές (0,7 mS) σε σχέση με το σταθεροποιημένο μέσο (0,2 mS). Η μικρότερη αγωγιμότητα του σταθεροποιημένου υλικού αποτελεί ένδειξη της μικρότερης περιεκτικότητάς του σε θρεπτικά στοιχεία (Jacobs and Timmer, 2005). Όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε υποστρώματα φτωχά σε θρεπτικές ουσίες τείνουν να αναπτύξουν το ριζικό τους σύστημα προς τα βαθύτερα εδαφικά στρώματα. Στην περίπτωση του σταθεροποιημένου μέσου η επένδυση των φυταρίων στο υπόγειο τμήμα τους γίνεται εις βάρος του υπέργειου τμήματος. Πράγματι, το μήκος του βλαστού, η φυλλική επιφάνεια και το ξηρό βάρος του βλαστού είναι υψηλότερα όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε τύρφη. Το δασοπονικό είδος και το μέγεθος του σπόρου, η καλύτερη επαφή του σταθεροποιημένου υποστρώματος με τις ρίζες των φυταρίων μαζί με τους παράγοντες που αναφέρθηκαν πιο πάνω επηρεάζουν συνολικά την αύξηση ριζών και βλαστού. Ο σπόρος με τις αποθησαυριστικές του ουσίες στις κοτυληδόνες ή στο μεγαγαμετόφυτο παρέχει τα πρώτα θρεπτικά στοιχεία στο νεαρό φυτό ανεξάρτητα από το υπόστρωμα μέχρις ότου το φυτό αναπτύξει τα πρώτα πράσινα φύλλα ή βελόνες ώστε να είναι ικανό να φωτοσυνθέσει και να τραφεί μόνο του. Από το σημείο αυτό και με-

τά η θρέψη των φυτών εξαρτάται από το υπόστρωμα (Margolis and Brand, 1990).



Εικόνα 1. (i) Δυναμικό αύξησης ριζών φυταρίων μαύρης πεύκης που αυξήθηκαν σε τύρφη και σε μικροδοχεία πυκνότητας $975/m^2$, (ii) Παραγωγή φυταρίων μαύρης πεύκης σε μικροδοχεία με σταθεροποιημένο υπόστρωμα στις 4 διαφορετικές πυκνότητες.

Picture 1. (i) Root Growth Potential of black pine seedlings grown in peat and in a density of $975/m^2$. (ii) Production of black pine seedlings in stabilized medium and mini-plugs of the four different densities.

Φυτά που καλλιεργήθηκαν σε τύρφη επέδειξαν στατιστικά μικρότερη αναλογία ρίζας - βλαστού σε σχέση με αυτά του σταθεροποιημένου υποστρώματος. Η στατιστικά σημαντική διαφορά εμφανίστηκε και στην αναλογία του ξηρού βάρους ρίζας-βλαστού. Το συνεκτικότερο σταθεροποιημένο μέσο έδωσε φυτά με περισσότερη υπόγεια βιομάζα (0,14) σε σχέση με την τύρφη (0,11) καθιστώντας το υλικό κατάλληλο για παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων και καλής ποιότητας φυταρίων.

Το μέγεθος των μικροθηκών επέδρασε αντιστρόφως ανάλογα στο σύνολο των μεταβλητών που μελετήθηκαν. Το μικρότερο μήκος ρίζας-βλαστού, αλλά και το μικρότερο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού παρατηρήθηκε στην μεγαλύτερη πυκνότητα των 3500 φυτών/ m^2 με το μικρότερο όγκο εδαφικού υποστρώματος (3 cm^3). Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν θα πρέπει να αποδοθούν στη διαφορά του όγκου του εδαφικού υποστρώματος.

Προς διερεύνηση παραμένει γιατί το δυναμικό αύξησης των ριζών εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές τόσο στη χαμηλότερη όσο και στην υψηλότερη πυκνότητα. Το δυναμικό αύξησης των ριζών (RGP) θεωρείται

σημαντικός φυσιολογικός δείκτης της βιωσιμότητας των φυταρίων και χρησιμοποιείται ευρέως για τον έλεγχο της ικανότητας δημιουργίας και επιμήκυνσης του ριζικού συστήματος του φυτευτικού υλικού μετά τη μεταφύτευση (Simpson and Ritchie, 1996). Με το δυναμικό αύξησης των ριζών (RGP) συνεκτιμούνται δύο χαρακτηριστικά της κατάστασης ενός φυταρίου: η φυσιολογική του κατάσταση και το μέγεθος του ριζικού του συστήματος (McKay and Mason, 1991). Παρά το γεγονός ότι στη μεγαλύτερη πυκνότητα το μήκος και το ξηρό βάρος των ριζών ήταν χαμηλό, στο τέλος της περιόδου καλλιέργειας, όταν τα φυτά αυτά μεταφυτεύτηκαν εμφάνισαν υψηλές τιμές RGP. Το εύρημα αυτό ενισχύει ακόμη περισσότερο την άποψη ότι η πυκνότητα δεν αποτελεί σημαντικό παράγοντα επίδρασης στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυταρίων σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης. Φαίνεται ότι το μικρό μέγεθος (13 x 13 mm) και βάθος (30 mm) των θηκών της πυκνότητας 3500/m² ευνοούν την ανάπτυξη νέων ριζών, καθώς οι υπάρχουσες ρίζες φτάνουν γρηγορότερα στα τοιχώματα και το κάτω μέρος των μικροθηκών, όπου και σταματούν την ανάπτυξή τους, με αποτέλεσμα το σχηματισμό πλευρικών ριζών στο ανώτερο μέρος του βώλου (Ortega et al. 2006).

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα έδειξε ότι είναι δυνατή η παραγωγή προκαλλιεργούμενου φυτευτικού υλικού μαύρης πεύκης καλής ποιότητας με τη χρήση μικροθηκών (mini-plugs). Για την προκαλλιέργεια των φυταρίων απαιτείται ελάχιστο χρονικό διάστημα τριών έως τεσσάρων εβδομάδων σε ελεγχόμενες συνθήκες (φωτοπερίοδος 14h, 20/15°C θερμοκρασία ημέρας/νύχτας, 80% σχετική υγρασία, ένταση ακτινοβολίας 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Η χρήση σταθεροποιημένου υποστρώματος συνιστάται. Η προτεινόμενη πυκνότητα φύτευσης σε mini-plugs για την παραγωγή φυταρίων μαύρης πεύκης θα πρέπει να είναι μικρότερη των 2000 φυταρίων ανά τετραγωνικό μέτρο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερο αριθμό φυταρίων, χαμηλότερο κόστος παραγωγής και υψηλής ποιότητας φυτευτικό υλικό μετά το πέρας της περιόδου αύξησης.

Ευχαριστίες

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος “PREFOREST” (CRAFT FP6). Ευχαριστίες εκφράζονται στους

συνεργαζόμενους φορείς στο ανωτέρω πρόγραμμα. Στην Δρ. Μαρία Αλεξού για την συνεισφορά της στις μετρήσεις των πειραμάτων καθώς επίσης τους φοιτητές Filipe Fernandez και Olivier Giraud για τη βοήθειά τους στη σωστή τήρηση των πρωτοκόλλων των πειραμάτων στο εργαστήριο. Ευχαριστίες εκφράζονται επίσης στη Γενική Δ/ση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών & Φ.Π. (Κεντρική Αποθήκη Δασικών Σπόρων) για τη διάθεση των σπόρων και στην Δρ. Δέσποινα Παϊταρίδου, για την άριστη συνεργασία..

Βιβλιογραφία

- Barnett, J. P. 1980. Density and Age Affect Performance of Containerized Loblolly Pine Seedlings. *Southern Forest Research Station, Research Note*, OS-266.
- Barnett, J.P. and J.C. Brissette. 1986. Producing southern pine seedlings in containers. Gen. Tec. Rep. SO-59, New Orleans, LA: US Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, pp. 71.
- Brønnum, P. 2005. Assessment of seedling storability of *Quercus robur* and *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20: 26-35.
- Costa, F., E. Silva, S. Moura, M.H. Almedia, M.R. Chambel and C. Pereira. 2004. Cork-oak seedling production: container capacity and substrate effect on seedling field performance. In: Nursery production and stand establishment of broadleaves to promote sustainable forest management. P. 171-178 (L. Ciccacese, S. Lucci & A. Mattsson, Eds). APAT, Dalarna University, IUFRO groups S£.02.00. Rome, Italy, May 7-10 (2001).
- Jacobs, D.F. and V.C. Timmer. 2005. Fertilizer-induced changes in rhizosphere electrical conductivity: relation to forest tree seedling root system growth and function. *New Forests* 30: 147-166.
- Landis, T.D. 1990. Containers: types and functions. In: Landis, T.D, R.W. Tinus, S.E. McDonald and J.P Barnett. (eds) *The Container Tree Nursery Manual*, Vol. 2. Agric. Handbk 674. Washington, PC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, pp. 1-39.
- Landis, T.D. 2007. Miniplug transplants: Producing large plants quickly. *USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-50*, pp. 46-53.
- Margolis, H.A. and D.G. Brand. 1990. An ecophysiological basis for understanding plantation establishment. *Can. J. For. Res.* 20: 375-

390.

- Mattsson, A. 1986. Seasonal variation in root growth capacity during cultivation of container grown *Pinus sylvestris* seedlings. *Scand. J. For. Res.* 1: 473-482.
- McKay, H.M. and W.L. Mason. 1991. Physiological indicators of tolerance to cold storage in Sitka spruce and Douglas-fir seedlings. *Can. J. For. Res.* 21: 890-901.
- Ortega, U., J. Majada, A. Mena-Petite, J. Sanchezzabala, N. Rodrigues-Iturrizar, K. Txarterina, J. Azpitarte and M. Dunabeitia. 2006. Field performance of *Pinus radiata* (D. Don) produced in nursery with different types of containers. *New Forests* 31: 97–112.
- Pelton, S. 2003. Aspects to make plug-to-plug transplanting a success. In: Riley, L.E., R.L. Dumroese, T.D. Landis (technical coordinators) National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations – 2002. Ogden, UT: USDA *Forest Service, Rocky Mountain Research Station*. RMRS-P-28: 117-123.
- Ραδόγλου, Κ. 1999. Εξωτερικοί παράγοντες που επιβαρύνουν το στρες μεταφύτευσης. Πρακτικά επιστημονικού διημέρου: Φυτευτικό υλικό δασικών ειδών (Ραδόγλου Κ, Ραυτογιάννης Ι., επιμέλεια). 28-29 Ιανουαρίου 1999, Θεσσαλονίκη, σελ. 15-26.
- Ραδόγλου, Κ. 2001. Εγκατάσταση φυταρίων σε αντίξοα περιβάλλοντα. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου με θέμα “Προστασία φυσικού περιβάλλοντος και αποκατάσταση διαταραγμένων περιοχών”, 17-20 Οκτωβρίου 2000, Κοζάνη, σελ. 206-212.
- Riley, L.E. and D. Steinfield. 2005. Effects of bareroot nursery practices on tree seedling root development: an evolution of cultural practices at J. Herbert Stone nursery. *New Forests*, 30: 107–126.
- Simpson, D.G. and G.A. Ritchie. 1996. Does RGP predict field performance? A debate. *New Forests* 13: 249–273.
- SPSS Inc. 2006. *SPSS for Windows, Release 15.0 for Windows User's Guide*. SPSS Inc., Chicago IL
- Τσιόντσης, Α. 1991. Παραγωγή και κατανομή οργανικής ουσίας και δυναμική των θρεπτικών στοιχείων σε οικοσυστήματα μαύρης πεύκης (*Pinus nigra* Arn). *Διδακτορική διατριβή*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Vavrina, C.S. 1995. An introduction to the production of containerized vegetable transplants. *Bulletin 302, Coop. Ext. Ser.*, Univ. of Florida, Gainesville, FL.

Production of black pine (*Pinus nigra* Arnold) seedlings in small containers (mini - plugs)

G. Spyroglou, P. Kostopoulou, O. Dini-Papanastasi and K. Radoglou

Summary

Failure of reforestation attempts in Greece may be attributed to the low quality of planting stock. The quality of seedlings is the principal factor that can be manipulated to affect field performance. *Pinus nigra* is one of several native species that has been promoted by the Greek Forest Service for reforestation, as the species is able to survive and grow in a variety of environments. In Europe nursery production of forest species has been significantly improved within the last years because of the improved planting stock, large nursery units and standardized and sophisticated line production. The concept of the PREFOREST project was the automation of forest planting material production under controlled conditions and the contribution to a new environmentally friendly and economic European technology on the production of forest planting stock. Aim of this study was to: 1) evaluate the possibility of black pine seedlings production in mini-plug containers, 2) study the effects of four different mini-plug densities and two growing media on black pine planting stock. Seeds of black pine, Grevena provenance (collection year 2006) were used to grow plants in mini-plugs in four densities: 3500/m² (volume 3 cm³), 1820/m² (9 cm³), 1460/m² (13 cm³) και 975/m² (18 cm³). For the mini plugs filling two substrates were used: peat and stabilized medium. Overall our results indicate that it is possible to produce significantly high quality of planting stock by sowing *Pinus nigra* in mini plugs. For the cultivation of black pine seedlings in mini-plugs under controlled conditions (14h photoperiod, 20/15°C day/night temperature, 80±10 % relative humidity and 250 μmol m⁻² s⁻¹ photosynthetic photon flux density) a period of four weeks is needed. Seedlings in stabilized substrate survived better than those in peat. The overall performance of seedlings grown in stabilized substrate was better in all morphological and physiological variables measured. As far as the effect of density is concerned, it was reversely proportional to the measured variables. Production of black pine planting material is feasible using mini-plugs filled with stabilized growing medium in a density of less than 2000 plants per square meter.

Keywords: Survival, seedlings' morphology, peat, stabilized medium, mini-plug density.

Επίδραση προμεταχειρίσεων στη φύτευση σπόρων των ειδών *Albizia julibrissin* Durazz. και *Robinia pseudoacacia* L.

Η. Πιπινής* και Η. Μήλιος

* Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας, 54124, Α.Π.Θ.
E-mail: epipinis@for.auth.gr.

Περίληψη

Σε σπόρους των ειδών *Albizia julibrissin* και *Robinia pseudoacacia* εφαρμόστηκαν προμεταχειρίσεις με θειικό οξύ και βραστό νερό με σκοπό τη βελτίωση της φυτρωτικής τους ικανότητας. Η αναστολή της φύτευσης των παραπάνω ειδών, όπως και στα περισσότερα ξυλώδη είδη της οικογένειας Fabaceae, οφείλεται στο αδιαπέραστο περίβλημα του σπόρου από το νερό και το οξυγόνο. Συγκεκριμένα, οι σπόροι των δύο ψυχανθών ειδών εμβάπτιστηκαν σε διάλυμα πυκνού θειικού οξέος για διάφορους χρόνους (20, 40 και 60 λεπτά της ώρας) και ο άλλος χειρισμός ήταν η τοποθέτηση των σπόρων σε βραστό νερό που βαθμιαία κρύωσε για 8 ώρες. Οι χειρισμοί βελτίωσαν το ποσοστό των φυτρωμένων σπόρων καθώς και τον μέσο χρόνο φύτευσης και στα δύο είδη. Η εμβάπτιση των σπόρων της *Albizia julibrissin* στο θειικό οξύ για 40 λεπτά έδωσε το υψηλότερο ποσοστό των φυτρωμένων σπόρων (97,5%) με σημαντική διαφορά σε σχέση με τους άλλους χειρισμούς. Επίσης, όλοι οι χειρισμοί με το θειικό οξύ έδωσαν υψηλότερα ποσοστά σε σχέση με το χειρισμό με βραστό νερό και τον μάρτυρα. Οι μικρότεροι μέσοι χρόνοι φύτευσης των σπόρων (4,10 και 4,03 ημέρες) παρατηρήθηκαν στους χειρισμούς εμβάπτισης στο θειικό οξύ για 40 και 60 λεπτά. Οι σπόροι της *Robinia pseudoacacia* που εμβάπτιστηκαν στο θειικό οξύ για 60 λεπτά είχαν σημαντικά υψηλότερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (77,5%) και μικρότερο μέσο χρόνο φύτευσης (5,27 ημέρες) σε σχέση με τους άλλους δύο χρόνους εμβάπτισης και τον μάρτυρα. Ο χειρισμός με το βραστό νερό έδωσε ικανοποιητικό ποσοστό φυτρωμένων σπόρων (70,00%) και μέσο χρόνο φύτευσης (5,85 ημέρες) που δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά με τις αντίστοιχες τιμές των χειρισμών εμβάπτισης για 40 και 60 λεπτά στο θειικό οξύ.

Λέξεις κλειδιά: *Albizia julibrissin*, *Robinia pseudoacacia*, λήθαργος σπόρου, φυτρωτικότητα, μέσος χρόνος φύτευσης, χειρισμός με θειικό οξύ και βραστό νερό.

Εισαγωγή

Η *Albizia julibrissin* Durazz. και η *Robinia pseudoacacia* L. της οικογένειας των *Fabaceae* είναι από τα δασοπονικά είδη που εισήχθησαν στη χώρα μας. Το πρώτο είναι γνωστό για την καλλωπιστική του αξία και το άλλο για την ικανότητά του να ευδοκιμεί σε υποβαθμισμένα εδάφη.

Το γένος *Albizia* περιλαμβάνει περίπου 100–150 είδη, κυρίως δέντρα και όρθιους θάμνους των τροπικών και υποτροπικών περιοχών. Ένα είδος του γένους *Albizia* που καλλιεργείται ευρέως ως καλλωπιστικό σε πάρκα και σε δενδροστοιχίες είναι η *Albizia julibrissin*. Είναι είδος αυτοφυές της Κίνας και πιθανόν της Ιαπωνίας (Αραμπαντζής, 2001). Πρόκειται για φυλλοβόλο δέντρο με ύψος μέχρι 15m που μπορεί να αναπτυχθεί ακόμη και σε πολύ φτωχά και ξηρά εδάφη.

Το γένος *Robinia* περιλαμβάνει 20 είδη της Β. Αμερικής και Μεξικού. Ένα από αυτά που καλλιεργείται για πολλές χρήσεις εδώ και πάρα πολλά χρόνια στην Ελλάδα είναι η *Robinia pseudoacacia* (Αθανασιάδης, 1985). Πρόκειται για ένα ταχυαυξές και ολιγαρκές είδος που μπορεί και αναπτύσσεται σε φτωχά εδάφη (Ντίνη – Παπαναστάση, 1996). Ως ψυχανθές έχει την ιδιότητα οι ρίζες του να δημιουργούν συμβιώσεις με αζωτοδεσμευτικά βακτήρια και να εμπλουτίζουν το έδαφος με αζωτούχες ενώσεις. Η ικανότητα να ευδοκιμεί και να αναπαράγεται σε δυσμενή περιβάλλοντα κάνει το είδος αυτό κατάλληλο για την αποκατάσταση διαταραγμένων εδαφών και για τη στερέωση και προστασία επικλινών εδαφών. Επίσης, έχει χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό και για τη δάσωση γεωργικών εκτάσεων (Κανονισμός 2080/92 της ΕΟΚ).

Σε πολλά δασικά είδη η φύτευση των σπόρων τους επιτυγχάνεται χωρίς καμία προμεταχείριση αρκεί να βρεθούν οι σπόροι κάτω από κατάλληλες συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας, φωτός και σύνθεσης αερίων (Ντάφης 1986, Τάκος και Μέρου 1995). Σπόροι, όμως άλλων ειδών δε φυτρώνουν ακόμη και αν βρεθούν κάτω από άριστες συνθήκες φύτευσης. Οι σπόροι αυτοί βρίσκονται σε λήθαργο. Οι σπόροι και των δύο προαναφερθέντων ειδών, όπως και σε πολλά άλλα ξυλώδη ψυχανθή είδη, έχουν πολύ σκληρό περίβλημα. Παράγοντας που κάνει εύκολη τη διατήρησή τους για πολλά χρόνια, αλλά και συγχρόνως δυσκολεύει τη φύτευσή τους (λήθαργος περιβλήματος). Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές αναφορές για το λήθαργο των σπόρων σε είδη της οικογένειας των ψυχανθών (Taylorson and Hendricks 1977, Hartmann et al. 1990, Tarrega et al. 1992, Masamba 1994, Demel 1996, Baskin and Baskin 1998, Sacheti and Al-Rawahy 1998,

Orozco-Almanza et al. 2003, Πιπινής κ.α. 2003, Fenner and Thompson 2005).

Η αναστολή της φύτευσης σε σπόρους με σκληρό περίβλημα είναι αποτέλεσμα: (1) της μηχανικής αντίστασης – το σκληρό περίβλημα εμποδίζει την αύξηση του εμβρύου και την έξοδο του ριζιδίου, (2) του αδιαπέραστου στην υγρασία περιβλήματος και (3) του αδιαπέραστου στο οξυγόνο περιβλήματος (Τάκος και Μέρου 1995, Morris et al. 2000). Στη φύση το σκληρό περίβλημα των σπόρων γίνεται διαπερατό κάτω από την επίδραση διαφόρων παραγόντων όπως: της εποχιακής εναλλαγής της θερμοκρασίας (Baskin 2003, Van Assche et al. 2003), της έκθεσης των σπόρων σε φωτιά (Sabiiti and Wein 1987, Hanley and Fenner 1998), των μικροοργανισμών του εδάφους (Gogue and Emino 1979, Hartmann et al. 1990) ή αν φαγωθούν και περάσουν από το στομάχι των ζώων (Russi et al. 1992, Miller 1995, Baskin and Baskin 1998, Traveset et al. 2001). Επομένως, για να επιτύχουμε μία γρήγορη, ομοιόμορφη και υψηλή φυτρωτικότητα απαιτείται μία προμεταχείριση των σπόρων πριν τη σπορά. Στη δασοκομική πράξη το «μαλάκωμα» του σκληρού περιβλήματος επιτυγχάνεται: (1) με μηχανική απόξεση του περιβλήματος (Ibanez and Passera 1997, Baes et al. 2002, Orozco-Almanza et al. 2003), (2) με εμβάπτιση των σπόρων σε πυκνόθειικό οξύ (Liu et al. 1981, Πιπινής κ.α. 2003, Demel 1996, Fu et al. 1996, Sacheti and Al-Rawahy 1998, Pandita et al. 1999), (3) με τοποθέτηση των σπόρων σε ζεστό νερό (Msanga and Maghembe 1986, Lopez and Aviles 1988) και (4) με έκθεση των σπόρων σε υψηλές θερμοκρασίες (Martin et al. 1975, Bonner et al. 1994).

Λόγω της οικολογικής αξίας των συγκεκριμένων ειδών και του μεγάλου εμπορικού ενδιαφέροντος από τους φυτωριούχους της χώρας μας στην παρούσα εργασία ερευνήθηκαν χειρισμοί που εφαρμόζονται για τη διακοπή του ληθάργου του περιβλήματος με σκοπό τη γρήγορη και υψηλή φυτρωτικότητα των σπόρων.

Υλικά – Μέθοδοι

Οι σπόροι και των δυο ειδών συλλέχθηκαν από δέντρα που φύονται σε δεντροστοιχίες και πάρκα της Θεσσαλονίκης. Οι καρποί της *Robinia pseudoacacia* συλλέχθηκαν τον Σεπτέμβριο και της *Albizia julibrissin* τον Οκτώβριο του 2007. Οι σπόροι και των δύο ειδών που συλλέχθηκαν ήταν σε κατάσταση πλήρους ωριμότητας. Αμέσως μετά τη συλλογή ακολούθησε φυσική ξήρανση των καρπών σε σκιερό και καλά αεριζόμενο χώρο. Έπειτα,

με επανειλημμένο τρίψιμο, κοσκίνισμα και λίχνισμα έγινε ο διαχωρισμός των σπόρων από τα υπόλοιπα μέρη του καρπού. Στη συνέχεια οι σπόροι και για τα δύο είδη βυθίστηκαν στο νερό και αυτοί που επέπλεαν απομακρύνθηκαν (κούφιοι σπόροι). Θα πρέπει να αναφερθεί πως αρκετοί σπόροι της *Robinia pseudoacacia* απομακρύνθηκαν με το νερό διότι ήταν προσβεβλημένοι από έντομα και επέπλεαν. Τελικά, οι σπόροι απλώθηκαν να στεγνώσουν σε θερμοκρασία δωματίου και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε γυάλινα δοχεία εντός ψυγείου στους 2 με 4°C μέχρι να χρησιμοποιηθούν.

Προμεταχείριση σπόρων

Στους σπόρους και των δύο ειδών εφαρμόστηκαν οι παρακάτω χειρισμοί:

- Εμβάπτιση των σπόρων σε πυκνόθειικό οξύ (συγκέντρωσης 95-97%) για 20, 40 και 60 λεπτά.
- Τοποθέτηση των σπόρων σε βραστό νερό. Στο σημείο βρασμού το νερό απομακρύνθηκε από τη θερμαντική εστία και αμέσως έγινε εμβάπτιση των σπόρων οι οποίοι παρέμειναν στο νερό έως αυτό να κρυώσει (8 ώρες). Ο όγκος του νερού που χρησιμοποιήθηκε ήταν περίπου τριπλάσιος του όγκου των σπόρων.
- Τοποθέτηση των σπόρων σε τρεχούμενο νερό για 24 ώρες (μάρτυρας).

Τεστ φυτρωτικότητας

Τα πειράματα φύτευσης πραγματοποιήθηκαν την άνοιξη του 2008 σε θάλαμο με ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτισμού του εργαστηρίου Δασοκομίας της Σχολής Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ.. Επειδή τα περισσότερα είδη φυτρώνουν κάτω από εναλλασόμενες συνθήκες ο θάλαμος ρυθμίστηκε στους 25°C για 8 ώρες σε φως και στους 20°C για 16 ώρες στο σκοτάδι (Baskin and Baskin 1998, Demel 1998, Tigabu and Oden 2001, Merou et al. 2002). Σε κάθε είδος και για κάθε χειρισμό είχαμε 4 επαναλήψεις των 30 σπόρων (Bonner et al. 1994). Σε όλα τα πειράματα εφαρμόστηκε το πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο. Οι σπόροι τοποθετήθηκαν ομοιόμορφα πάνω σε άμμο, μέσα σε πλαστικά τριβλία (petri) των 9cm. Η άμμος που χρησιμοποιήθηκε ως υπόστρωμα είχε αποστειρωθεί στους 105°C για 24 ώρες. Πότισμα με απιονισμένο νερό γινόταν σε τακτά χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε η άμμος να διατηρείται πάντα υγρή. Η μέτρηση των φυτρωμένων σπόρων γινόταν και για τα δύο είδη κάθε 4 ημέρες. Ως κριτήριο για τη φύτευση χρησιμοποιήθηκε η έξοδος του ριζιδίου, μήκους 2 mm, σύμφωνα με τους κανόνες του I.S.T.A. (1999). Για κάθε επα-

νάληψη ανά χειρισμό υπολογίστηκε το ποσοστό των φυτρωμένων σπόρων. Η διάρκεια του ελέγχου της φυτρωτικότητας ήταν 32 ημέρες.

Για την εκτίμηση του ρυθμού-ταχύτητας φύτρωσης των σπόρων των δύο ειδών, για κάθε χειρισμό υπολογίστηκε ο μέσος χρόνος φύτρωσης των σπόρων (mean germination time, MGT). Ο μέσος χρόνος φύτρωσης των σπόρων (MGT) υπολογίστηκε για κάθε επανάληψη ανά χειρισμό σύμφωνα με τον τύπο (Ellis and Roberts 1981, Hartmann et al. 1990):

$$MGT = \Sigma(Dn)/\Sigma n$$

όπου n: ο αριθμός των σπόρων που φύτρωσαν την ημέρα D και

D: ο αριθμός των ημερών από την έναρξη του πειράματος.

Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων

Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS ver. 11.5. Για κάθε χειρισμό υπολογίστηκε το ποσοστό των φυτρωμένων σπόρων καθώς και ο μέσος χρόνος φύτρωσης ως οι μέσοι όροι από τις αντίστοιχες τιμές των 4 επαναλήψεων. Τα ποσοστά των φυτρωμένων σπόρων πριν τη στατιστική ανάλυση υπέστησαν γωνιακή μετατροπή (Snedecor and Cochran, 1988). Ο έλεγχος για τη διαπίστωση στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των χειρισμών σε κάθε είδος έγινε με την ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA) (Snedecor and Cochran 1988, Μάτης 1989). Η σύγκριση των μέσων όρων όπου υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές έγινε με τον έλεγχο του πολλαπλού εύρους του Duncan (Μάτης, 1989). Το επίπεδο σημαντικότητας που χρησιμοποιήθηκε ήταν $\alpha = 0,05$.

Αποτελέσματα

Albizia julibrissin

Στον πίνακα I παρουσιάζονται τα ποσοστά των φυτρωμένων σπόρων καθώς και ο μέσος χρόνος φύτρωσης των σπόρων της *Albizia julibrissin* για τον κάθε χειρισμό.

Από τα στοιχεία του πίνακα I παρατηρούμε πως οι σπόροι που εμβάπτιστηκαν στο H₂SO₄ για 40 λεπτά παρουσίασαν το μεγαλύτερο ποσοστό φύτρωσης ίσο με 97,5% ($\alpha=0,05$). Με την αύξηση του χρόνου εμβάπτισης στο οξύ (60 λεπτά) το ποσοστό μειώθηκε σε 92,5% και δεν παρουσιάζει στατιστικά καμία σημαντική διαφορά με το ποσοστό που επιτεύχθηκε με τα 20 λεπτά εμβάπτισης (91,67%). Ο χειρισμός των σπόρων με το βραστό νερό

έδωσε ένα ποσοστό ίσο με 80,00%. Τέλος, το μικρότερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων ίσο με 30,83% έδωσε ο μάρτυρας ($\alpha=0,05$).

Πίνακας I. Ποσοστό φυτρωμένων και μέσος χρόνος φύτρωσης των σπόρων της *Albizia julibrissin* για κάθε χειρισμό.

Table I. Germination percentage and mean germination time of *Albizia julibrissin* seeds in each treatment.

Χειρισμοί	Ποσοστό φυτρωμένων σπόρων ¹ (M.O. % \pm T.A.)	Μέσος χρόνος φύτρωσης ¹ (M.O. ημέρες \pm T.A.)
20 min H ₂ SO ₄	91,67b \pm 4,30	5,05b \pm 0,55
40 min H ₂ SO ₄	97,50a \pm 3,19	4,10a \pm 0,13
60 min H ₂ SO ₄	92,50b \pm 4,19	4,03a \pm 0,07
Βραστό νερό	80,00c \pm 4,71	7,87c \pm 0,90
Μάρτυρας	30,83d \pm 4,19	9,80d \pm 0,85

Μέσοι όροι στην ίδια στήλη που ακολουθούνται με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($\alpha=0,05$).

¹ Μέσος όρος των 4 επαναλήψεων

Means in similar column are statistically different at $\alpha=0,05$, when they have no common letter.

¹ Average of the 4 replications.

Με την αύξηση του χρόνου εμβάπτισης στο H₂SO₄ παρατηρήθηκε μία μείωση του μέσου χρόνου φύτρωσης των σπόρων. Οι σπόροι που εμβαπτίστηκαν για 40 και 60 λεπτά παρουσίασαν τους μικρότερους μέσους χρόνους φύτρωσης που ανέρχονται σε 4,1 και 4,03 ημέρες αντίστοιχα ($\alpha=0,05$). Στους σπόρους που εμβαπτίστηκαν στο H₂SO₄ για 20 λεπτά ο μέσος χρόνος φύτρωσης ήταν 5,05 και στους σπόρους που τοποθετήθηκαν στο βραστό νερό ήταν 7,87 ημέρες. Τέλος, οι σπόροι του μάρτυρα έδωσαν το μεγαλύτερο μέσο χρόνο φύτρωσης ίσο με 9,8 ημέρες ($\alpha=0,05$).

Robinia pseudoacacia

Στον πίνακα II παρουσιάζονται τα ποσοστά των φυτρωμένων σπόρων καθώς και ο μέσος χρόνος φύτρωσης των σπόρων της *Robinia pseudoacacia* για τον κάθε χειρισμό.

Από τα στοιχεία του πίνακα II παρατηρούμε ότι με την αύξηση του

χρόνου εμφάνισης στο H_2SO_4 είχαμε και αύξηση του ποσοστού των φυτρωμένων σπόρων. Οι σπόροι που εμφάνιστηκαν στο H_2SO_4 για 60 λεπτά παρουσίασαν το μεγαλύτερο ποσοστό φύτευσης (77,5%) σε σχέση με τους σπόρους που εμφάνιστηκαν για 20 και 40 λεπτά (55,83 και 67,5% αντίστοιχα) ($\alpha=0,05$). Ο χειρισμός με το βραστό νερό έδωσε ένα ποσοστό ίσο με 70% το οποίο δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα αντίστοιχα των χειρισμών εμφάνισης στο H_2SO_4 για 40 και 60 λεπτά. Τέλος, ο μάρτυρας έδωσε το μικρότερο ποσοστό φυτρωμένων σπόρων ίσο με 41,67% ($\alpha=0,05$).

Πίνακας II. Ποσοστό φυτρωμένων και μέσος χρόνος φύτευσης των σπόρων της *Robinia pseudoacacia* για κάθε χειρισμό.

Table II. Germination percentage and mean germination time of *Robinia pseudoacacia* seeds in each treatment.

Χειρισμοί	Ποσοστό φυτρωμένων σπόρων ¹ (M.O. % \pm T.A.)	Μέσος χρόνος φύτευσης ¹ (M.O. ημέρες \pm T.A.)
20 min H_2SO_4	55,83c \pm 4,19	6,72c \pm 0,57
40 min H_2SO_4	67,50b \pm 5,69	6,58bc \pm 0,43
60 min H_2SO_4	77,50a \pm 5,00	5,27a \pm 0,55
Βραστό νερό	70,00ab \pm 5,44	5,85ab \pm 0,24
Μάρτυρας	41,67d \pm 6,38	7,38c \pm 0,66

Μέσοι όροι στην ίδια στήλη που ακολουθούνται με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($\alpha=0,05$).

¹ Μέσος όρος των 4 επαναλήψεων

Means in similar column are statistically different at $\alpha=0,05$, when they have no common letter.

¹ Average of the 4 replications.

Με την αύξηση του χρόνου εμφάνισης στο H_2SO_4 παρατηρήθηκε μία μείωση του μέσου χρόνου φύτευσης των σπόρων. Οι σπόροι που εμφάνιστηκαν για 60 λεπτά στο H_2SO_4 παρουσίασαν τον μικρότερο μέσο χρόνο φύτευσης ίσο με 5,27 ημέρες σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές των άλλων δύο χρόνων εμφάνισης ($\alpha=0,05$). Ο μέσος χρόνος φύτευσης των σπόρων που προμεταχειρίστηκαν με βραστό νερό (5,85 ημέρες) δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τους μέσους χρόνους φύτευσης που παρατηρήθηκαν στους σπόρους που εμφάνιστηκαν στο H_2SO_4 για 40 και 60 λεπτά

(6,58 και 5,27 ημέρες αντίστοιχα). Οι σπόροι του μάρτυρα έδωσαν ένα μέσο χρόνο φύτευσης ίσο με 7,38 ημέρες που δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τις τιμές που παρατηρήθηκαν στους σπόρους που εμβάπτιστηκαν στο H₂SO₄ για 20 και 40 λεπτά (6,72 και 6,58 ημέρες αντίστοιχα).

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω αποτελέσματα γίνεται κατανοητό πως η αναστολή της φύτευσης των σπόρων των *Albizia julibrissin* και *Robinia pseudoacacia* είναι αποτέλεσμα του σκληρού και αδιαπέραστου περιβλήματος. Οι προμεταχειρίσεις των σπόρων με το πυκνό θειικό οξύ ή το βραστό νερό, που οδήγησαν στο μαλάκωμα του περιβλήματος είχαν ως αποτέλεσμα να επιτύχουμε μία ταχύτερη και σε μεγαλύτερο ποσοστό φύτευση των σπόρων σε σχέση με τον μάρτυρα. Βελτίωση της φυτρωτικής ικανότητας σπόρων για πολλά είδη της οικογένειας των ψυχανθών με διάφορους χειρισμούς έχει αναφερθεί από πολλούς συγγραφείς. Ο Demel (1996) αναφέρει πως προμεταχείριση με θειικό οξύ ή με βραστό νερό ή μηχανική απόξεση βελτίωσε τη φυτρωτικότητα των σπόρων σε είκοσι ψυχανθή είδη. Ο Masamba (1994) αναφέρει πως η προμεταχείριση με θειικό οξύ είχε ως αποτέλεσμα το μαλάκωμα του περιβλήματος και τη βελτίωση της φυτρωτικότητας σπόρων σε τέσσερα είδη του γένους *Acacia*. Ανάλογα αποτελέσματα για τον ίδιο χειρισμό έχουν αναφερθεί και για άλλα ψυχανθή είδη από τους Liu et al. (1981), Mahmoud (1985), Lopez and Aviles (1988), Todd-Bockarie et al. (1993), Sacheti and Al-Rawahy (1998) και Πιπινής κ.α. (2003). Η μηχανική απόξεση του περιβλήματος σε σπόρους τεσσάρων ειδών του γένους *Mimosa* βελτίωσε κατά πολύ τη φυτρωτική τους ικανότητα σύμφωνα με τους Orozco-Almanza et al. (2003).

Η καλύτερη μέθοδος βελτίωσης της φυτρωτικότητας των σπόρων της *Albizia julibrissin* ήταν η εμβάπτισή τους σε πυκνό θειικό οξύ. Οι χειρισμοί με το θειικό οξύ (20, 40 και 60 λεπτά εμβάπτισης) έδωσαν τα υψηλότερα ποσοστά φύτευσης. Ο καλύτερος χρόνος εμβάπτισης ήταν τα 40 λεπτά που έδωσε ποσοστό φύτευσης ίσο με 97,5%. Αυξανόμενου του χρόνου εμβάπτισης παρατηρήθηκε μια στατιστικά σημαντική μείωση (92,5%) του ποσοστού φύτευσης. Οι Χριστοδούλου κ.α. 2007 σε προμεταχείριση με πυκνό θειικό οξύ σπόρων της *Albizia julibrissin* για 60 λεπτά παρατήρησαν ποσοστά φύτευσης 92 και 80% όταν οι σπόροι τοποθετήθηκαν σε θαλάμους ανάπτυξης στο σκοτάδι με θερμοκρασίες 15 και 23°C αντίστοιχα. Οι Das and Saha (1999) αναφέρουν ότι ο χειρισμός με πυκνό θειικό οξύ για 30 λεπτά σε

σπόρους του είδους *Albizia procera* έδωσε ποσοστό φύτευσης ίσο με 100%. Ο Demel (1996) σε έρευνά του βρήκε πως για τα είδη *Albizia lebeck* και *Albizia schimperiana* ο καλύτερος χρόνος εμφάνισης των σπόρων τους σε θεικό οξύ είναι τα 40 και 30 λεπτά αντίστοιχα και αυξανόμενου του χρόνου παρατηρήθηκε μείωση του ποσοστού των φυτωμένων σπόρων. Αντιθέτως, οι Merou et al. (2002) αναφέρουν πως το 100% της φυτωτικής ικανότητας των σπόρων της *Albizia julibrissin* επιτυγχάνεται με 120 λεπτά εμφάνισης των σπόρων σε πυκνό θεικό οξύ. Ο χειρισμός με το θεικό οξύ έδωσε και τους μικρότερους μέσους χρόνους φύτευσης. Οι μικρότεροι μέσοι χρόνοι φύτευσης ήταν 4,03 και 4,10 ημέρες και επιτεύχθηκαν με τα 60 και τα 40 λεπτά εμφάνισης στο θεικό οξύ. Σύμφωνα με τον Cavanagh (1987) ο χειρισμός των σπόρων διαφόρων ειδών με θεικό οξύ ή μηχανική απόξεση επιτυγχάνει μία πιο γρήγορη, ομοιόμορφη και σε μεγάλο ποσοστό φύτευση σε σχέση με τον χειρισμό τους με βραστό ή ζεστό νερό. Επίσης, οι Πιπινής κ.α. (2003) αναφέρουν πως ο χειρισμός με πυκνό θεικό οξύ των σπόρων των ειδών *Calycotome villosa*, *Spartium junceum* και *Medicago arborea* επιτάχυνε τη φύτευση.

Οι σπόροι της *Robinia pseudoacacia* που προμεταχειρίστηκαν με το θεικό οξύ για 60 λεπτά και με το βραστό νερό έδωσαν υψηλά ποσοστά φυτωμένων σπόρων 77,5 και 70% αντίστοιχα. Οι Singh et al. (1991) αναφέρουν πως οι χειρισμοί με θεικό οξύ για 3 ώρες ή με βραστό νερό σε σπόρους της *Robinia pseudoacacia* έδωσαν ποσοστά φύτευσης 94 και 88% αντίστοιχα. Στην παρούσα εργασία παρατηρούμε πως καθώς αυξάνεται ο χρόνος εμφάνισης αυξάνεται και το ποσοστό των φυτωμένων σπόρων. Ενδεχομένως, αν χρησιμοποιούσαμε χρόνους εμφάνισης μεγαλύτερους των 60 λεπτών θα είχαμε και μεγαλύτερα ποσοστά φυτωμένων σπόρων. Κατά το χειρισμό με το βραστό νερό οι σπόροι παρέμειναν στο νερό για 8 ώρες, ενδεχομένως ο επιπλέον χρόνος που χρησιμοποιήθηκε από τους Singh et al. (1991) (24 ώρες) να βελτίωσε τη φυτωτικότητα. Ο μικρότερος μέσος χρόνος φύτευσης (5,27 ημέρες) παρατηρήθηκε με τα 60 λεπτά εμφάνισης στο θεικό οξύ και δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με την αντίστοιχη τιμή του χειρισμού με το βραστό νερό. Ο Demel (1996) για μία γρήγορη, ομοιόμορφη και σε μεγάλο ποσοστό φύτευση προτείνει χειρισμό των σπόρων με θεικό οξύ, μηχανική απόξεση ή με βραστό νερό.

Στα Ελληνικά δασικά φυτώρια όπου παράγεται ένας μεγάλος αριθμός φυταρίων των δύο ειδών και κυρίως της *Robinia pseudoacacia* προτείνεται ο χειρισμός των σπόρων πριν τη σπορά με βραστό νερό. Η προμεταχείριση, μεγάλης ποσότητας σπόρων με βραστό νερό είναι αρκετά πιο εύκολη, φθη-

νή και λιγότερο επικίνδυνη σε σχέση με το θειικό οξύ και δίνει επίσης καλά αποτελέσματα όσο αφορά τη φυτρωτικότητα.

Βιβλιογραφία

- Αθανασιάδης, Ν.Η. 1985. *Δασική Βοτανική (Δέντρα και Θάμνοι των Δασών της Ελλάδος)*. Μέρος ΙΙ. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη, σελ. 305.
- Αραμπαντζής, Θ.Ι. 2001. *Θάμνοι και Δέντρα στην Ελλάδα*. Τόμος ΙΙ. Οικολογική κίνηση Δράμας. Τ.Ε.Ι. Καβάλας.
- Baes, P.O, M.L. de Viana and S. Suhring. 2002. Germination in *Prosopis ferox* seeds: effects of mechanical, chemical and biological scarifiers. *Journal of Arid Environments* 50: 185–189.
- Baskin, C.C. and J.M. Baskin. 1998. *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego.
- Baskin, C.C. 2003. Breaking physical dormancy in seeds – focusing on the lens. *New Phytologist* 158: 229–232.
- Bonner, F.T., J.A. Vozzo, W.W. Elam and S.B.Jr. Land. 1994. *Tree Seed Technology Training Course*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, General Technical Report SO-106.
- Cavanagh, T. 1987. Germination of hard-seeded species (Order Fabales). Pages 58-70 in P. Langkamp (editor), *Germination of Australia Native Plant Seed*. AMIRA, Melbourne/Sydney.
- Das, B. and P.K. Saha. 1999. Effect of dormancy breaking on testa ultrastructures and water uptake patterns of *Albizia procera* seeds. *Seed Science & Technology* 27: 615-625.
- Demel, T. 1996. Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. *Forest Ecology and Management* 80: 209–223.
- Demel, T. 1998. Germination of *Acacia origena*, *A. pilispina* and *Pterolobium stellatum* in response to different presowing seed treatments, temperature and light. *Journal of Arid Environments* 38, 551–560.
- Ellis, R.H. and E.H. Roberts. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science & Technology* 9: 373-409.
- Fenner, M. and K. Thompson. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Fu, S.M., J.G. Hampton, M.J. Hill and K.A. Hill. 1996. Breaking hard seed of yellow and slender serradella (*Ornithopus compressus* and *O. pinnatus*) by sulphuric acid scarification. *Seed Science & Technology* 24: 1–6.
- Gogue, G.J. and E.R. Emino. 1979. Seed coat scarification of *Albizia julibrissin* Durazz. by natural mechanisms. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 104: 421–423.
- Hanley, M.E. and M. Fenner. 1998. Pre-germination temperature and the survivorship and onward growth of Mediterranean fire-following plant species. *Acta Oecologica* 19: 181–187.
- Hartmann, H.T., D.E. Kesler. and F.T. Davies. 1990. *Plant propagation. Principles and practices*. 5th Ed. Prentice Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Ibanez, A.N. and C.B. Passera. 1997. Factors affecting the germination of albaida (*Anthyllis cytisoides* L.), a forage legume of the Mediterranean coast. *Journal of Arid Environments* 35: 225–231.
- I.S.T.A. (International Seed Testing Association). 1999. International Rules for Seed Testing Rules 1999. *Seed Science & Technology*, Volume 27 (Supplement), pp. 333.
- Liu, N.Y., H. Khatamian and T.A. Fretz. 1981. Seed coat structure of three woody legume species after chemical and physical treatments to increase seed germination. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 106: 691–694.
- Lopez, J.H. and R.B. Aviles. 1988. The pre-treatment of seeds of four Chilean *Prosopis* to improve their germination response. *Seed Science & Technology* 16: 239–246.
- Mahmound, A. 1985. Germination of *Cassia senna* from Saudi Arabia. *Journal of Arid Environments* 9: 39–49.
- Martin, R.E., R.L. Miller and C.T. Cushwa. 1975. Germination response of legume seeds subjected to moist and dry heat. *Ecology* 56: 1441–1445.
- Masamba, C. 1994. Presowing seed treatments on four African *Acacia* species: appropriate technology for use in forestry for rural development. *Forest Ecology and Management* 64: 105–109.
- Μάτης, Κ. 1989. Δασική Βιομετρία - Ι Στατιστική. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Α.Π.Θ. σελ 358.
- Merou Th., I. Takos and E. Konstantinidou. 2002. Effect of treatments and seed collection on seed germination of *Albizia julibrissin* Durazz.

- seeds. Pages 101-106 in C. A. Thanos, T. L. Beardmore, K. F. Connor and E. L. Tolentino (editors), *Tree Seeds 2002. Proceedings of the 2002 Annual Meeting of IUFRO 2.09.00 (Research Group for Seed Physiology and Technology)*, 11-15 September 2002. Chania, Crete.
- Miller, M.F. 1995. *Acacia* seed survival, seed germination and seedling growth following pod consumption by large herbivores and seed chewing by rodents. *African Journal of Ecology* 33: 194–210.
- Morris, E.C., A. Tieu and K. Dixon. 2000. Seed coat dormancy in two species of *Grevillea* (Proteaceae). *Annals of Botany* 86, 771–775.
- Msanga, H.P. and J.A. Maghembe. 1986. Effect of hot water and chemical treatments on the germination of *Albizia schimperana* seed. *Forest Ecology and Management* 17: 137–146.
- Ντάφης, Σ. 1986. Δασική Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη, σελ. 443.
- Ντίνη – Παπαναστάση, Ο. 1996. Αξιοποίηση γεωργικών και δασικών εκτάσεων με φυτεία ψευδακακίας. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας «Αξιοποίηση Δασικών Πόρων», Καρδίτσα 11-13/10/1995: 96–103.
- Orozco-Almanza, M.S., L.P. de Leon-Garcia, R. Grether and E. Garcia-Moya. 2003. Germination of four species of the genus *Mimosa* (leguminosae) in a semi-arid zone of Central Mexico. *Journal of Arid Environments* 55: 75–92.
- Pandita, V.K., S. Nagarajan and D. Sharma. 1999. Reducing hard seedness in fenugreek by scarification technique. *Seed Science & Technology* 27: 627–631.
- Πιπινής, Η., Μ. Ασλανίδου, Η. Μήλιος, Χ. Γκιουμουσίδης και Χ. Καρακώστα. 2003. Μελέτη της φυτρωτικότητας τριών ψυχανθών ειδών: *Calycotome villosa* (Poir.) Link., *Spartium junceum* L. και *Medicago arborea* L. Επιστημονική Επετηρίδα Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ. Υπό δημοσίευση.
- Russi, L., P.S. Cicks and E.H. Roberts. 1992. The fate of legume seeds eaten by sheep from Mediterranean grassland. *Journal of Applied Ecology* 29: 772–778.
- Sabiiti, E.N. and R.W. Wein. 1987. Fire and *Acacia* seeds: a hypothesis of colonization success. *Journal of Ecology* 74: 937–946.
- Sacheti, U. and S.H. Al-Rawahy. 1998. The effects of various pretreatments on the germination of important leguminous shrub-tree species of

- the Sultanate of Oman. *Seed Science & Technology* 26: 691–699.
- Singh, D.P., M.S. Hooda and F.T. Bonner. 1991. An evaluation of scarification methods for seeds of two leguminous trees. *New Forests* 5: 139-145.
- Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. 1988. *Statistical Methods*. 7th Ed. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A. pp. 507.
- Τάκος, Ι. και Θ. Μέρου. 1995. *Τεχνολογία σπόρων ξυλωδών φυτών*. Τ.Ε.Ι. Καβάλας, Τμήμα Δασοπονίας Δράμας. Art of Text, Θεσσαλονίκη, σελ 181.
- Tarrega, R., L. Calvo and L. Trabaud. 1992. Effect of high temperatures on seed germination of two Leguminosae. *Vegetatio* 102: 139–147.
- Taylorson, R.B. and S.B. Hendricks. 1977. Dormancy in seeds. *Annual Review of Plant Physiology* 28: 331–354.
- Tigabu M. and P.C. Oden. 2001. Effect of scarification, gibberellic acid and temperature on seed germination of two multipurpose *Albizia* species from Ethiopia. *Seed Science & Technology* 29: 11–20.
- Todd-Bockarie, A.H., M.L. Dureya, S.H. West and T.L. White. 1993. Pre-treatment to overcome seed coat dormancy in *Cassia siberiana*. *Seed Science & Technology* 21: 383–398.
- Traveset, A., N. Riera and R.E. Mas. 2001. Passage through bird guts causes interspecific differences in seed germination characteristics. *Functional Ecology* 15: 669–675.
- Van Assche, J.A., K.L.A. Debucquoy and W.A.F. Rommens. 2003. Seasonal cycles in the germination capacity of buried seeds of some Leguminosae (*Fabaceae*). *New Phytologist* 158: 315–323.
- Χριστοδούλου, Ν., Σ. Κώστας, Σ. Χατζηλαζάρου, Ν. Ριφάκη, Θ. Σύρος, Μ. Αγγελάκη και Α. Οικονόμου. 2007. Αξιολόγηση της φυτρωτικής ικανότητας σπόρων σε διάφορα καλλωπιστικά δέντρα. Πρακτικά Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών. Χανιά 2007. Υπό δημοσίευση.

Effect of pretreatments on seed germination of *Albizia julibrissin* Durazz. and *Robinia pseudoacacia* L.

E. Pipinis and E. Milios

Summary

The seeds of *Albizia julibrissin* and *Robinia pseudoacacia*, as in several woody legumes species are characterized by a hard seed coat that inhibits germination. In these seeds the inhibition of germination originates from the prevention of water uptake and gas exchange. Seeds were subjected to concentrated sulphuric acid and boiling water treatments. Seeds of both species were immersed in concentrated sulfuric acid for various periods of time (20, 40 and 60 minutes) and other seeds were soaked in boiling water and were instantly removed from the source of heat and allowed to cool down for 8 hours. The treatments improved the germination percentages as well as the mean germination time in both species. For *Albizia julibrissin* seeds, sulfuric acid treatment for 40 minutes resulted in significantly higher germination percentage (97,5%) compared to the other treatments. Furthermore, all the sulfuric acid treatments applied resulted in higher germination percentage than that of the boiling water treatment and control. Minimum mean germination times (4,10 and 4,03 days) were observed after the immersion of seeds in sulfuric acid for 40 and 60 minutes. For *Robinia pseudoacacia* seeds, sulfuric acid treatment for 60 minutes resulted in significantly higher germination percentage (77,5%) and minimum mean germination time (5,27 days) than the other sulfuric acid treatments and control. Seeds that were immersed in boiling water gave a satisfactory germination percentage (70,00%) and mean germination time (5,85 days) that didn't differ statistically with the sulfuric acid treatments for 40 and 60 minutes.

Keywords: *Albizia julibrissin*, *Robinia pseudoacacia*, seed dormancy, seed germination, mean germination time, sulfuric acid and boiling water treatments.

Ανάλυση δομής και περιγραφή των συνθηκών σκίασης – φωτισμού σε συστάδες οξιάς (*Fagus sylvatica* L. s.l.) που βρίσκονται σε χαμηλά για το είδος υψόμετρα στο κεντρικό τμήμα του νομού Έβρου

Χ. Π. Παπαλεξανδρής και Η. Μήλιος*

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

Περίληψη

Σκοποί της παρούσας εργασίας είναι α) η ανάλυση της δομής των αμιγών συστάδων οξιάς (*Fagus sylvatica* L. s.l.) σε χαμηλά για το είδος υψόμετρα, στο κεντρικό τμήμα του νομού Έβρου, β) η περιγραφή των συνθηκών σκίασης – φωτισμού στις συστάδες αυτές και γ) η συναγωγή προτάσεων και συμπερασμάτων για τη δασική πράξη. Για την έρευνα των χαρακτηριστικών της δομής των συστάδων οξιάς τοποθετήθηκε μία επιφάνεια των 4 ha (200mX200m). Η επιφάνεια αυτή χωρίστηκε σε 4 επιφάνειες των 100mX100m. Σε κάθε επιφάνεια όλα τα δέντρα με στηθιαία διάμετρο μεγαλύτερη των 4 cm παχυμετρήθηκαν στο στηθιαίο ύψος. Σε μια επιφάνεια των 100mX100m ελήφθησαν 60 ημισφαιρικές φωτογραφίες. Για κάθε φωτογραφία, υπολογίστηκε η τιμή του δείκτη ορατού τμήματος του ουράνιου θόλου. Η δομή των συστάδων οξιάς είναι αντίστοιχη του ανομήλικου ακανόνιστου δάσους. Η κυκλική επιφάνεια του δάσους είναι περίπου 32 m²/ha. Ο μέσος όρος των τιμών του δείκτη ορατού τμήματος του ουράνιου θόλου είναι 0,089 ή κατά μέσο όρο το 8,9% του ουράνιου θόλου είναι ορατό. Οι συστάδες οξιάς στην περιοχή έρευνάς μας θα πρέπει να μετατραπούν σε υποκηπευτές κατά ομάδες και λόχμες. Τέλος, στο πλαίσιο διατήρησης της βιοποικιλότητας στην περιοχή θα πρέπει να παρακρατηθούν για περισσότερους από έναν περίτροπους χρόνους τόσο μεμονωμένα άτομα μεγάλων διαστάσεων όσο και κάποιες επιφάνειες δάσους.

Λέξεις Κλειδιά: (*Fagus sylvatica* L. s.l.), δομή συστάδων, συνθήκες σκίασης – φωτισμού, βιοποικιλότητα.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για τη μελλοντική επιβίωση και βιωσιμότητα πολλών οικοσυστημάτων οξιάς (*Fagus sylvatica* L.

s.l.) στην Ευρώπη, αν οι προβλεπόμενες κλιματικές αλλαγές πραγματοποιηθούν (Cescatti and Piutti 1998, Fotelli et al. 2001, Sabate et al. 2002, Milios 2004).

Σε αυτό το πλαίσιο, η ανάλυση και επομένως η γνώση των χαρακτηριστικών της δομής των συστάδων οξιάς σε σχέση με τις δασοκομικές επεμβάσεις σε διάφορα οικοσυστήματα του είδους οδηγούν στη βελτίωση της διαχείρισης των δασών οξιάς. Επιπρόσθετα, αυτή η γνώση μπορεί αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για την ανάπτυξη νέων τεχνικών χειρισμού για τη διατήρηση και την προστασία των δασών του είδους.

Δομή μιας συστάδας είναι η φυσική και πρόσκαιρη κατανομή των δέντρων και των άλλων φυτών. Η κατανομή αυτή μπορεί να εκφραστεί με πολλούς τρόπους, όπως η οριζόντια και κατακόρυφη διάρθρωση των δέντρων και το μέγεθος των ζωντανών ή νεκρών φυτών (ή τμημάτων τους) περιλαμβάνοντας επίσης τον όγκο της κόμης, τη φυλλική επιφάνεια, τον αριθμό των κορμών, την κυκλική επιφάνεια, την ηλικία των δέντρων ή τους συνδυασμούς τους (Oliver and Larson, 1996).

Οι συνθήκες σκίασης ή φωτισμού στο εσωτερικό των συστάδων καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το ενδοδασικό κλίμα, τη διαθεσιμότητα του αυξητικού χώρου όπως και την εγκατάσταση αναγέννησης των διάφορων δασοπονικών ειδών (Ντάφης 1986, Oliver and Larson 1996, Szwagrzyk et al. 2001). Επίσης οι συνθήκες φωτισμού που επικρατούν σε μια συστάδα όπως και οι εναλλαγές τους αποτελούν έναν από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη βιοποικιλότητα στα δασικά οικοσυστήματα (Lindenmayer and Franklin, 2002).

Η οξιά αποτελεί ένα από τα πιο ευρέως εξαπλωμένα είδη των δασών της Ευρώπης. Στη χώρα μας η οξιά εμφανίζεται στις κύριες ορεινές περιοχές (Πίνδος, Πάϊκο, Ροδόπη κ. ά.) βορειότερα του όρους Οξιά (Στερεά Ελλάδα), που αποτελεί το νοτιότερο σημείο εξάπλωσής της (Αθανασιάδης, 1986).

Η συστηματική διάκριση των ειδών και υποειδών του γένους *Fagus* δεν είναι απόλυτως αποσαφηνισμένη για την περιοχή της Ευρώπης και της δυτικής Ασίας. Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη ταξινομική θεώρηση, γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη ενός είδους (*Fagus sylvatica*) με δύο υποείδη: *F. sylvatica* ssp. *sylvatica* και *F. sylvatica* ssp. *orientalis* (Strid and Tan 1997, Denk et al. 2002, Denk 2003). Η πιο πρόσφατη έρευνα που έγινε στη βορειανατολική Ελλάδα αναφέρει ότι η οροσειρά της Ροδόπης αποτελεί το «σημείο συνάντησης» της *Fagus sylvatica* ssp. *sylvatica* με τη *Fagus sylvatica* ssp. *orientalis* (Papageorgiou et al. 2008).

Στο κεντρικό τμήμα του νομού Έβρου, στα διοικητικά όρια του Δασαρχείου Σουφλίου, η οξιά, σε ορισμένες περιπτώσεις, σχηματίζει αμιγείς και μικτές συστάδες με ικανοποιητική παραγωγική ικανότητα σε υψόμετρα κάτω των 700 μέτρων τα οποία μπορούν να θεωρηθούν χαμηλά για την οξιά.

Σκοποί της παρούσας εργασίας είναι οι ακόλουθοι:

Η ανάλυση της δομής των αμιγών συστάδων οξιάς σε χαμηλά για το είδος υψόμετρα, στο κεντρικό τμήμα του νομού Έβρου.

Η περιγραφή των συνθηκών σκίασης – φωτισμού στις συστάδες αυτές.

Η συναγωγή προτάσεων και συμπερασμάτων για τη δασική πράξη.

Περιοχή έρευνας

Τα δεδομένα της παρούσας εργασίας ελήφθησαν από τμήμα του δασικού συμπλέγματος Δερείου – Δαδιάς – Αισύμης, στο οποίο υπάρχουν συστάδες οξιάς και βρίσκεται επί της νοτιοανατολικής απόληξης του ορεινού συγκροτήματος της Ροδόπης. Η έκταση της περιοχής αυτής είναι 196 ha (26°,03' ανατολικά και 41°,09' βόρεια). Το υπερθαλάσσιο ύψος κυμαίνεται από 475 έως 700 m. Η έκθεση στον ορίζοντα είναι βορειοδυτική – δυτική. Οι κλίσεις που κυριαρχούν κυμαίνονται από 5 έως 20%.

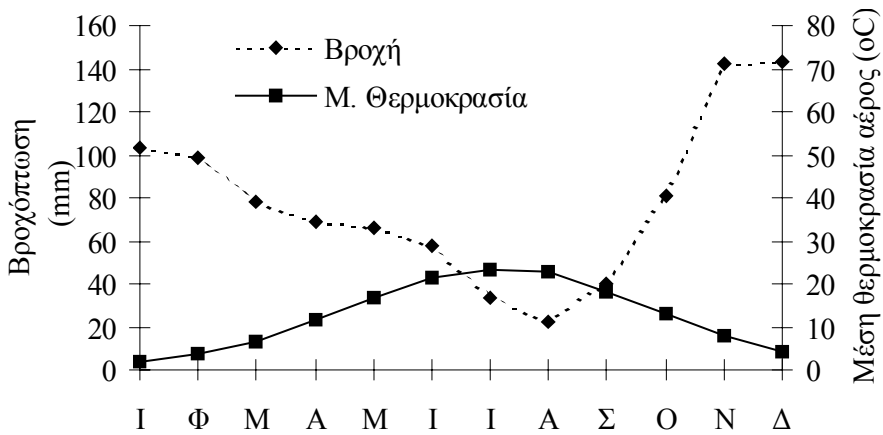
Η ευρύτερη περιοχή του δάσους διαχειριζόταν μέχρι τις αρχές του προηγούμενου αιώνα ως βοσκότοπος με χιλιάδες γιδοπρόβατα, που ανήκαν σε πληθυσμούς χωριών που βρίσκονταν μέσα σε αυτό, ενώ υπήρχαν και τα αγροτεμάχια κάθε οικισμού. Γειτονικά από την περιοχή έρευνας υπήρχε το μουσουλμανικό χωριό "Ιερά Ερείπια" (Μουκαντέ), οι κάτοικοι του οποίου ασχολούνταν κατά κόρον με την κτηνοτροφία και λιγότερο με τη γεωργία. Αποτέλεσμα όλων αυτών των δραστηριοτήτων ήταν η υπερβόσκηση της περιοχής, κυρίως από γιδοπρόβατα, η κλαδονομή των δέντρων και η έντονη λαθροϋλοτομία όλων των ειδών. Η συνθήκη της Λωζάνης και η ανταλλαγή των πληθυσμών σήμανε και την ερήμωση του χωριού και η περιοχή σχεδόν εγκαταλείφθηκε. Στον εμφύλιο πόλεμο αποτέλεσε πεδίο συγκρούσεων των δύο αντιμαχόμενων πλευρών. Κατόπιν η περιοχή εγκαταλείφθηκε, με αποτέλεσμα η βλάστηση να ακολουθήσει σιγά - σιγά τη φυσική της εξέλιξη (Υλωρική 2006).

Σήμερα η περιοχή δέχεται μέτριας έντασης βόσκηση από βοοειδή, τα οποία βόσκουν ελεύθερα στο δάσος. Η λαθροϋλοτομία, παρά το γεγονός ότι έχει περιοριστεί από τις προσπάθειες της Δασικής Υπηρεσίας (μέσω της διαχείρισης του δάσους), δεν έχει εκλείψει (Υλωρική 2006, προσωπικές πα-

ρατηρήσεις).

Στο δάσος η διαχείριση άρχισε στα τέλη της δεκαετίας του 1960, οπότε και εκπονήθηκε η πρώτη διαχειριστική μελέτη. Στην περιοχή γίνονται αναγεννητικές υλοτομίες, όπου κατά κύριο λόγο η αναγέννηση εγκαθίσταται σε διακενογενές περιβάλλον, που δημιουργείται από την απομάκρυνση δύο γειτονικών ή και ενός ατόμου οξιάς με μεγάλες διαστάσεις, καθώς επίσης και μικρότερων διαστάσεων ατόμων κυρίως στους μέτριες παραγωγικότητας σταθμούς. Στη συνέχεια τα διάκενα διευρύνονται με την απομάκρυνση και άλλων γειτονικών ατόμων ή σε λίγες περιπτώσεις με διαδοχικές υπόσκιες υλοτομίες (Milios and Papalexandris, 2008). Επίσης, στο μεγαλύτερο μέρος της υπόλοιπης έκτασης γίνονται επεμβάσεις πολύ μικρής έντασης στο πλαίσιο καλλιέργειας, όπου κυρίως απομακρύνονται μικρών διαστάσεων άτομα. Στην περιοχή έρευνας έχουν γίνει συνολικά τρεις επεμβάσεις (υλοτομίες) με βάση τα μέχρι σήμερα εκπονηθέντα διαχειριστικά σχέδια (Υλωρική 2006).

ΑΙΣΥΜΗ (1962 – 2002)



Σχήμα 1. Ομβροθερμικό διάγραμμα του μετεωρολογικού σταθμού Αισύμης.
Figure 1. Ombrothermic diagram of the meteorological station of Esimis.

Το μητρικό πέτρωμα της περιοχής έρευνας είναι ο γνεύσιος. Το έδαφος της περιοχής είναι αμμώδες έως αμμοπηλώδες (Υλωρική 2006).

Πλησιέστερα στην περιοχή έρευνας βρίσκεται ο σταθμός της Αισύμης στις νότιες παρυφές του δασικού συμπλέγματος και σε υψόμετρο 340 m. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 12,56°C, ενώ η μέση ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται σε 934,71 mm. Το ομβροθερμικό διάγραμμα του σταθμού δίνεται στο Σχήμα 1.

Στο μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής έρευνας η οξιά (*Fagus sylvatica* L. s.l.) εμφανίζεται αμιγής, ή με σποραδική μίξη της χνοώδους ποδισκοφόρου δρυός (*Quercus pedunculiflora* C. Koch). Σε ένα τμήμα της περιοχής υπάρχει μίξη σε ομάδες ή και λόχμες οξιάς - δρυός. Επίσης στην περιοχή έρευνας εμφανίζονται διάσπαρτα άτομα φουντουκιάς (*Corylus avellana* L.) και αρκουδοπούρναρου (*Ilex aquifolium* L.).

Μέθοδος έρευνας

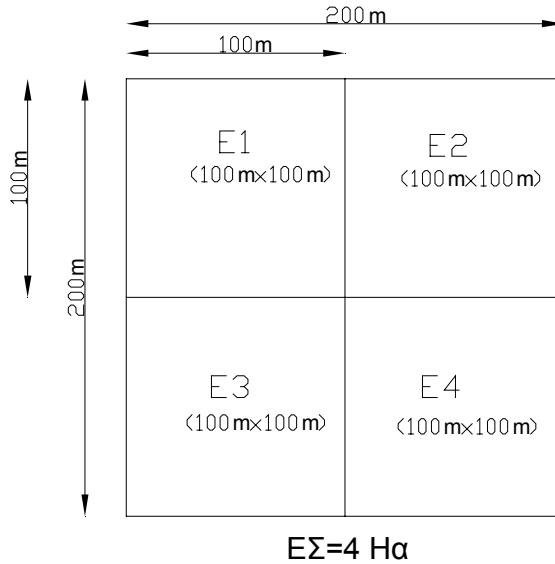
Έρευνα δομής

Για την έρευνα των χαρακτηριστικών της δομής των συστάδων οξιάς στην περιοχή έρευνας τοποθετήθηκε μία επιφάνεια ΕΣ των 4 ha (200mX200m) σε υψόμετρο περίπου 640 m. Η επιφάνεια αυτή χωρίστηκε σε 4 επιφάνειες των 100mX100m. Οπότε δημιουργήθηκαν οι επιφάνειες E1 (100mX100m), E2 (100mX100m), E3 (100mX100m) και E4 (100mX100m).

Σε κάθε επιφάνεια όλα τα δέντρα, με στηθιαία διάμετρο μεγαλύτερη των 4 cm παχυμετρήθηκαν, στο στηθιαίο ύψος (1,3 m). Τέλος, μετρήθηκε το ύψος των 10 υψηλότερων δέντρων της ΕΣ.

Έρευνα των συνθηκών σκίασης-φωτισμού

Στην E1 επιλέχθηκαν 60 σημεία με τη μέθοδο της απλής τυχαίας δειγματοληψίας. Από κάθε σημείο και σε ύψος 1,5 m από το έδαφος, λήφθηκε μια ημισφαιρική φωτογραφία. Χρησιμοποιήθηκε το σύστημα της Delta – T Devices Ltd με ευρυγώνιο ημισφαιρικό φακό 180° και ψηφιακή φωτογραφική μηχανή Nikon Coolpix 900, η οποία ήταν προσαρμοσμένη σε μηχανισμό οριζοντίωσης. Οι φωτογραφίες ελήφθησαν τον Αύγουστο του 2007. Σε όλες τις περιπτώσεις η φωτογράφιση γινόταν λίγο πριν από την ανατολή ή λίγο μετά τη δύση του ηλίου και υπό συνθήκες ομοιογενούς ουρανού, καθώς απαιτούνται ομοιόμορφες συνθήκες φωτισμού (HemiView User Manual, Delta – T Devices Ltd, Whitmore et al. 1993, Hale 2001). Οι φωτογραφίες μεταφέρθηκαν από την ψηφιακή φωτογραφική μηχανή σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, όπου επεξεργάστηκαν με το λογισμικό HemiView 2.1 της Delta – T Devices Ltd.



Σχήμα 2. Επιφάνειες E1 (100mX100m), E2 (100mX100m), E3 (100mX100m), E4 (100mX100m) και EΣ (200mX200m).

Figure 2. E1 (100mX100m), E2 (100mX100m), E3 (100mX100m), E4 (100mX100m) and EΣ (200mX200m) plots.

Για κάθε φωτογραφία, υπολογίστηκε η τιμή του δείκτη ορατού τμήματος του ουράνιου θόλου (V_s =Visible sky ή Canopy openness) (Jennings et al. 1999, Hale and Edwards 2002, Montgomery 2004). Η τιμή του δείκτη υπολογίζεται για το σημείο από το οποίο λαμβάνεται η φωτογραφία και κυμαίνεται από 0 έως 1.

Μηδενική τιμή του δείκτη ορατού τμήματος του ουράνιου θόλου (V_s) σημαίνει ότι το σημείο όπου λαμβάνεται η φωτογραφία βρίσκεται κάτω από πλήρη σκίαση. Από το σημείο εκείνο δεν είναι ορατό κανένα τμήμα του ουράνιου θόλου, δηλαδή υπάρχουν εμπόδια που αποκρύπτουν όλο τον ουράνιο θόλο (φύλλα, κορμοί, κλαδιά κ.ά.), ενώ η τιμή 1 δηλώνει ότι είναι ορατός όλος ο ουράνιος θόλος. Όπως είναι κατανοητό η τιμή του Visible sky συνδέεται με την τιμή της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο συγκεκριμένο σημείο (HemiView User Manual, Delta – T Devices Ltd) (Hale 2001, Montgomery 2004).

Αποτελέσματα

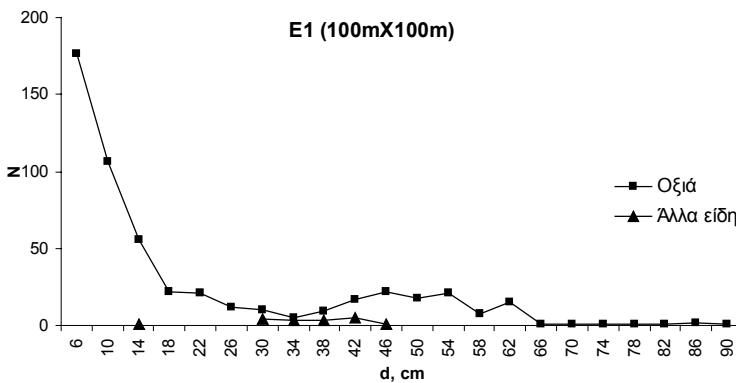
Στα σχήματα 3, 4 και 5 δίνεται η κατανομή διαμέτρων των δέντρων σε κλάσεις 4 εκ. στις επιφάνειες E1 (100mX100m), E1+E2 (100mX200m) και EΣ (200mX200m).

Σε όλες τις επιφάνειες η δομή των σχηματισμών της οξιάς είναι αντίστοιχη του ανομήλικου ακανόνιστου δάσους.

Από τα άλλα είδη στην E1 εμφανίζεται μόνο η δρυς, στις υπόλοιπες περιπτώσεις η δρυς εμφανίζεται στις μεγαλύτερες διαμέτρους, ενώ το αρκουδοπούρναρο και η φουντουκιά στις μικρότερες.

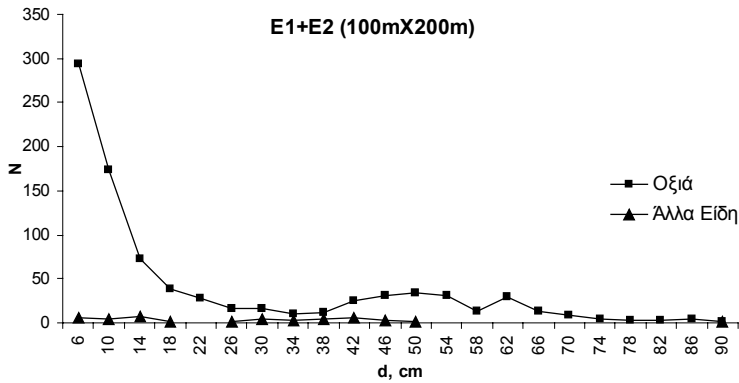
Στις επιφάνειες που τοποθετήθηκαν και γενικότερα στην περιοχή έρευνας, οι σχηματισμοί της οξιάς εμφανίζονται πολυώροφοι έως και μονώροφοι κατά θέσεις. Το αρκουδοπούρναρο και η φουντουκιά εμφανίζονται στον υπόροφο των συστάδων, ενώ η δρυς συνήθως στον ανώροφο. Το ύψος των 10 υψηλότερων δέντρων οξιάς στην EΣ κυμαίνεται από 25,5 έως 31,5 m.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 1, τόσο στην επιφάνεια E1 όσο και στην EΣ ένα σημαντικό ποσοστό των δέντρων έχει στηθαία διάμετρο πάνω από 52 εκ. (8,7% και 11,3% του συνολικού αριθμού των δέντρων αντίστοιχα). Επίσης, τα δέντρα μεγάλων διαστάσεων συνεισφέρουν σε μεγάλο ποσοστό στην κυκλική επιφάνεια των δύο επιφανειών. Συγκεκριμένα, στην E1 η κυκλική επιφάνεια που αντιστοιχεί στα δέντρα με διάμετρο άνω των 52 εκ. ανέρχεται στο 43,9% της συνολικής κυκλικής επιφάνειας της, ενώ στην EΣ το αντίστοιχο ποσοστό είναι 59,2%.



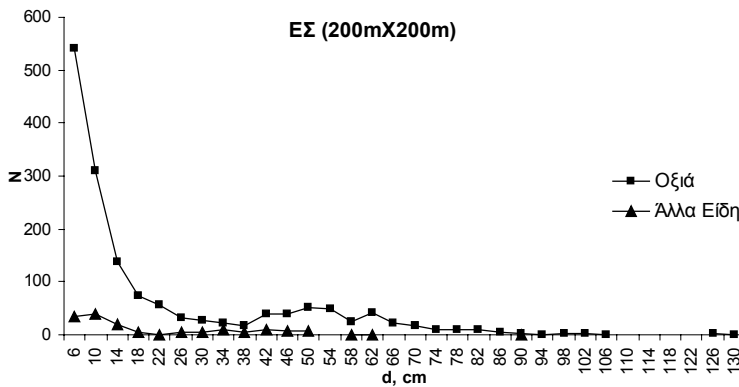
Σχήμα 3. Κατανομή διαμέτρων των δέντρων σε κλάσεις 4 εκ. στην επιφάνεια E1 (100mX100m).

Figure 3. Diameter frequency distribution in the E1(100mX100m) plot.



Σχήμα 4. Κατανομή διαμέτρων των δέντρων σε κλάσεις 4 εκ. στην επιφάνεια E1+E2 (100mX200m).

Figure 4. Diameter frequency distribution in the E1+E2 (100mX200m) plot.



Σχήμα 5. Κατανομή διαμέτρων των δέντρων σε κλάσεις 4 εκ. στην επιφάνεια EΣ (200mX200m).

Figure 5. Diameter frequency distribution in the EΣ (200mX200m) plot.

Ο μέσος όρος των τιμών Vs των 60 φωτογραφιών που ελήφθησαν στη E1 είναι 0,089 ή κατά μέσο όρο το 8,9% του ουράνιου θόλου είναι ορατό (S.D. = 0,024, Min=0,38, Max=0,161). Στο σχήμα 6 παρατηρούμε ότι στη μεγάλη τους πλειοψηφία οι τιμές του Vs βρίσκονται μεταξύ του 0,06 και του 0,13. Δηλαδή, στις περισσότερες φωτογραφίες το ορατό τμήμα του ουράνιου θόλου κυμαινόταν από 6 έως 13%. Δε λείπουν και οι μικρότερες τιμές, όπως επίσης και μία μεγαλύτερη τιμή (0,161).

Συζήτηση

Σύμφωνα με τον Ντάφη (1990α), τα δάση της οξιάς στην Ελλάδα εμφανίζονται με ακανόνιστη δομή και άλλοτε πλησιάζουν την ακανόνιστη υποκηπευτή σε ομάδες, λόχμες μέχρι και μικρές συστάδες μορφή, ενώ σε άλλες περιπτώσεις την μορφή του κηπευτοειδούς δάσους.

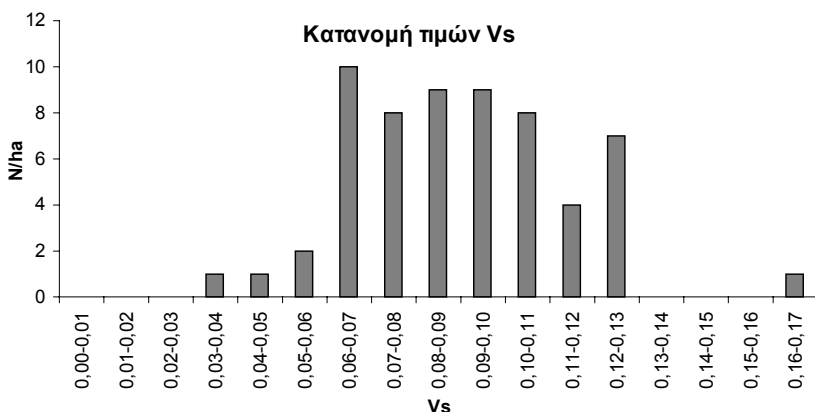
Πίνακας I. Ποσοτικά χαρακτηριστικά δομής, συχνότητες του αριθμού και κυκλική επιφάνεια των δέντρων ανάλογα με το μέγεθός τους στις επιφάνειες E1 και EΣ.

Table I. Quantitative characteristics of structure, frequency of stem number and tree basal area for different timber sizes in E1 and EΣ plots.

	Μέγεθος Δέντρων							
	Μικρό (d: 4-35cm)		Μέτριο (d: 36-52cm)		Μεγάλο (d: >52 cm)		Σύνολο	
	E1	EΣ	E1	EΣ	E1	EΣ	E1	EΣ
Οξιά								
N	408	1200	71	161	47	189	526	1550
%	77,6	77,4	13,5	10,4	8,9	12,2	100	100
K.E (m ²)	4,8	14,5	11,4	26,6	14,1	69,0	30,3	110,1
%	16,0	13,2	37,6	24,1	46,4	62,7	100	100
Άλλα Είδη								
N	8	120	9	32	0	3	17	155
%	47,1	77,4	52,9	20,7	0,0	1,9	100	100
K.E (m ²)	0,6	2,4	1,1	4,8	0,0	1,2	1,7	8,4
%	32,7	28,6	67,3	57,2	0	14,2	100	100
Σύνολο								
N	416	1320	80	193	47	192	543	1705
%	76,6	77,4	14,7	11,3	8,7	11,3	100	100
K.E (m ²)	5,4	16,9	12,5	31,4	14,1	70,2	32,0	118,5
%	16,9	14,3	39,2	26,5	43,9	59,2	100	100

Στη δική μας περίπτωση οι συστάδες οξιάς είναι ανομήλικες και ακανόνιστες. Σε αρκετά τμήματα των εκτάσεων που τοποθετήθηκαν οι επιφάνειες αλλά και σε πολλά σημεία του δάσους η δομή του πλησιάζει αυτή της ακανόνιστης κηπευτής, ενώ σε άλλες περιοχές πλησιάζει την ακανόνιστη υποκηπευτή μορφή. Η δημιουργία ακανόνιστης κηπευτής μορφής ευνοείται από την απομάκρυνση ατόμων με μεγάλες διαστάσεις σε διάσπαρτη κατανομή στο χώρο. Αντίστοιχα, όταν τα κέντρα που δημιουργούνται από την απομάκρυνση ενός ή περισσότερων ατόμων με μεγάλες διαστάσεις διευρύνονται

νονται με υπόσκιες διαδοχικές υλοτομίες, ευνοείται η δημιουργία ακανόνιστης υποκηπευτής δομής.



Σχήμα 6. Κατανομή των τιμών Vs στην επιφάνεια E1 σε κλάσεις των 0,01.
Figure 6. Frequency distribution of Vs values in the E1 plot.

Η κυκλική επιφάνεια του δάσους είναι περίπου 32 m²/ha (στοιχεία από την E1), ενώ το ποσοστό των δέντρων μεγάλων διαστάσεων εμφανίζεται μεγαλύτερο του 8%, με τη συμμετοχή τους στη συνολική κυκλική επιφάνεια να κυμαίνεται από 43,9 % στην E1 έως 59,2 % στην ΕΣ. Στην επιφάνεια ΕΣ μάλιστα βρέθηκαν δέντρα με στηθιαία διάμετρο άνω των 100 cm. Αντίστοιχα, στο Ιράν οι Sagheb-*Talebi* and Schutz (2002) χρησιμοποιώντας ανάλογη μεθοδολογία σε μια μεγάλη επιφάνεια των 200mX200m, η οποία περιλαμβάνει μικρότερες, βρήκαν ότι η κυκλική επιφάνεια των αμιγών συστάδων *Fagus orientalis* Lipsky είναι 31,8 m²/ha. Στην περίπτωση του Ιράν το ποσοστό των δέντρων μεγάλων διαστάσεων (>55 cm) είναι 32,3%, ενώ η συμμετοχή τους στη συνολική κυκλική επιφάνεια είναι 86,6% (οι τιμές αυτές προέρχονται και σε αυτήν την περίπτωση από την υποεπιφάνεια των 100mX100m). Επίσης, οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν ότι από την επιφάνεια του 1 ha και σε μεγαλύτερες επιφάνειες η δομή του δάσους είναι ακανόνιστη ανομήλικη.

Οι τιμές του Vs που μετρήθηκαν στην E1 είναι χαρακτηριστικές για δάση που δημιουργούνται από σκίοφυτα είδη. Αν και η μέγιστη τιμή Vs που μετρήθηκε είναι 0,161 (ή 16,1%), η ύπαρξη διακένων με διάφορα μεγέθη στις συστάδες οξιάς της περιοχής έρευνας υποδηλώνει την ύπαρξη μεγαλύτερου εύρους τιμών Vs και, γενικότερα, μεγαλύτερης ετερογένειας όσον α-

φορά τις συνθήκες σκίασης - φωτισμού. Στην Κροατία, στα Δειναρικά δάση ελάτης-οξιάς, ο Jelaska (2004) βρήκε ότι οι τιμές Vs κυμαίνονται από 0,0266 (ή 2,66%) έως 0,1372 (ή 13,72%), ενώ ο μέσος όρος του Vs ήταν 0,0614 (ή 6,14%). Στην Τσεχία, σε μία συστάδα όπου κυριαρχεί η οξιά στην οποία έχει γίνει η πρώτη επέμβαση για την αναγέννησή της, στο πλαίσιο των υπόσκιων διαδοχικών υλοτομιών οι Modry et al. (2004) βρήκαν ότι οι τιμές Vs κυμαίνονται από 0,056 (ή 5,6%) έως 0,241 (ή 24,1%), ενώ ο μέσος όρος ήταν 0,154 (ή 15,4%).

Οι συστάδες οξιάς της περιοχής που ερευνήθηκε είναι σημαντικές για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας στη χώρα μας αλλά και σε ευρύτερο χωρικό πλαίσιο, όχι μόνο γιατί εμφανίζονται σε χαμηλά σχετικά υψόμετρα για το είδος, αλλά γιατί φέρουν ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Η ύπαρξη μεγάλων διαστάσεων δέντρων, η ετερογένεια δομής, η ύπαρξη σχετικής ετερογένειας όσον αφορά τις συνθήκες σκίασης - φωτισμού και η εμφάνιση άλλων ειδών στον υπόροφο και τον ανώροφο αποτελούν σημαντικά στοιχεία που υποστηρίζουν τη βιοποικιλότητα στα δασικά οικοσυστήματα (βλέπε Lindenmayer and Franklin, 2002). Αναγκαία θεωρείται η έρευνα από επιστήμονες διάφορων ειδικοτήτων, ώστε να καταγραφεί η βιοποικιλότητα του σπάνιου, τόσο για τη χώρα μας όσο και γενικότερα, αυτού οικοσυστήματος. Η πλήρης καταγραφή της βιοποικιλότητας θα αποτελέσει και τη βάση για τη λήψη όλων των αναγκαίων μέτρων για την προστασία της.

Προτάσεις – συμπεράσματα για τη δασική πράξη

Οι συστάδες οξιάς στην περιοχή ερευνάς μας θα πρέπει να μετατραπούν σε υποκηπευτές κατά ομάδες και λόγχμες (βλέπε Ντάφης 1990α, Ντάφης 1990β, Milios and Papalexandris 2008). Η υποκηπευτή μορφή ταιριάζει στο είδος της οξιάς και προτείνεται για δάση στα οποία συμμετέχει η οξιά στην Ελλάδα (Σμύρης 1987, Μήλιος 2000). Αν και ως σκιοφύτο είδος η οξιά είναι δυνατόν να δημιουργεί κηπευτές συστάδες, από δασοτεχνικής άποψης δημιουργούνται πολλά προβλήματα πληγώσεων σε νεαρά άτομα κατά τις εργασίες συγκομιδής (Ντάφης, 1990α).

Η μίξη με τη δρυ θα πρέπει να διατηρηθεί κυρίως κατά ομάδες και λόγχμες. Επίσης θα πρέπει να διατηρηθεί η φουντουκιά και το αρκουδοπούρναρο στον υπόροφο των συστάδων.

Στο πλαίσιο διατήρησης και αύξησης της βιοποικιλότητας, σε όλη την έκταση των συστάδων θα πρέπει να παρακρατούνται άτομα μεγαλύτερων διαστάσεων για περισσότερους από έναν περίτροπους χρόνους, έτσι ώστε

να διατηρηθεί και να αυξηθεί η παρουσία μεγάλων διαστάσεων δέντρων στις συστάδες (βλέπε Lindenmayer and Franklin, 2002). Επίσης, με αυτόν τον τρόπο θα δημιουργηθούν με το πέρασμα του χρόνου και άλλα δομικά χαρακτηριστικά ιδιαίτερα σημαντικά για τη διατήρηση και αύξηση της βιοποικιλότητας στα δάση της περιοχής, όπως νεκρά ιστάμενα δέντρα με ή χωρίς σήψη κ.ά. (βλέπε Lindenmayer and Franklin, 2002). Επίσης, εκτός από μεμονωμένα δέντρα θα πρέπει να παρακρατούνται αδιατάρακτες από ανθρώπινες επεμβάσεις, για περισσότερους από έναν περίτροπους χρόνους, και κάποιες επιφάνειες του δάσους, έτσι ώστε, εκτός άλλων ωφελειών, να εμφανίζεται το στάδιο γήρατος με τη βιοποικιλότητα που αντιστοιχεί σε αυτό (βλέπε Frankling et al. 1997, Lindenmayer and Franklin 2002, Μήλιος και Ακριτίδου 2008).

Ο συνδυασμός των επεμβάσεων της κλασικής δασοκομίας για τη δημιουργία και καλλιέργεια του υποκηπευτού δάσους με το σχεδιασμό και τη λήψη μέτρων για τη διατήρηση και αύξηση της βιοποικιλότητας, όπως είναι η παρακράτηση (μορφή, έκταση, κατά χώρο κατανομή κ.ά.), θα πρέπει να αναλύεται σε ειδικό δασοκομικό σχέδιο που θα πρέπει να εκπονηθεί.

Βιβλιογραφία

- Αθανασιάδης, Ν. 1986. Δασική Βοτανική Μέρος II. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ. 309.
- Cescatti, A. and E. Piutti. 1998. Silvicultural alternatives, competition regime and sensitivity to climate in a European beech forest. *Forest Ecology and Management* 102: 213–223.
- Denk, T. 2003 Phylogeny of *Fagus* L. (Fagaceae) based on morphological data. *Plant Systematics and Evolution* 240: 55–81.
- Denk, T., G.Grimm, K. Stogerer, M. Langer and V. Hemleben. 2002. The evolutionary history of *Fagus* in western Eurasia: evidence from genes, morphology and the fossil record. *Plant Systematics and Evolution* 232: 213–236.
- Delta – T Devices Ltd. 1999. HemiView User Manual. U.K.
- Fotelli, M.N., A. Gessler, A.D. Peuke and H. Rennenberg. 2001. Drought affects the competitive interactions between *Fagus sylvatica* seedlings and an early successional species, *Rubus fruticosus*: responses of growth, water status and $\delta^{13}\text{C}$ composition. *New Phytologist* 151: 427–435.
- Franklin, J.F., D.R. Berg, D.A. Thornburgh and J.C. Tappeiner. 1997. Al-

- ternative silvicultural approaches to timber harvesting: Variable Retention Harvest Systems, pp 111-139 in: Kathryn A. Kohm and Jerry F. Franklin (eds.). *Creating a Forestry for the 21st Century. The Science of Ecosystem Management*. Island Press.
- Hale, S.E. 2001. Light regime beneath Sitka spruce plantations in northern Britain: preliminary results. *Forest Ecology and Management* 151: 61-66.
- Hale, S.E. and C. Edwards 2002. Comparison of film and digital hemispherical photography across a wide range of canopy densities. *Forest Ecology and Management* 112: 51-56.
- Jennings, S.B., N.D. Brown and D. Sheil. 1999. Assessing forest canopies and understory illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. *Forestry* 72: 59–73.
- Jelaska, S.D. 2004. Analysis of canopy closure in the Dinaric silver fir beech forests (*omphalodo-fagetum*) in Croatia using hemispherical photography. *Hacquetia* 3/2 43-49.
- Lindenmayer, D.B. and J.F. Franklin. 2002. *Conserving Forest Biodiversity, A Comprehensive Multiscaled Approach*. Island Press, Washington. pp. 352.
- Μήλιος, Η. 2000. Δυναμική εξέλιξη και αξιολόγηση των μικτών συστάδων στη Ροδόπη του νομού Ξάνθης. Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη, σελ. 345.
- Milios, E. 2004. The influence of stand development process on the height and volume growth of dominant *Fagus sylvatica* L. s.l. trees in the central Rhodope Mountains of north – eastern Greece. *Forestry*: 77: 17–26.
- Μήλιος, Η. και Σ. Ακριτίδου. 2008. Μυκόρριζα – Δασικά οικοσυστήματα – Δασική πράξη. Επιστημονική επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, τομ. Αφιέρωμα στη μνήμη του Κωνσταντίνου Σίδηρη Καθηγητή Δ.Π.Θ. σελ. 67–93.
- Milios, E. and C. Papalexandris. 2008. The influence of shade and site productivity on the seedling density in low elevation stands of *Fagus sylvatica* L. s.l. located in north-eastern Greece. *Lesnický casopis - Forestry Journal* (special Issue) in press.
- Montgomery, R.A. 2004. Effects of understory foliage on patterns of light attenuation near the forest floor. *Biotropica* 36: 33-39.
- Modrý, M., D. Hubeny and K. Rejsek. 2004. Differential response of natu-

- rally regenerated European shade tolerant tree species to soil type and light availability. *Forest Ecology and Management* 188: 185-195.
- Ντάφης, Σ. 1986. Δασική Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη, σελ. 443.
- Ντάφης, Σ. 1990α. Δασοκομικός χειρισμός δασών οξιάς. Επιστημονική επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, τομ. ΛΓ/2 Θεσσαλονίκη, σελ. 115–150.
- Ντάφης, Σ. 1990β. Εφαρμοσμένη Δασοκομική. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη, σελ. 258.
- Oliver, C.D. and B.C. Larson. 1996. *Forest Stand Dynamics*. John Wiley & Sons, Inc., New York. pp. 520.
- Papageorgiou, A.C., A. Vidalis, O. Gailing, I. Tsiripidis, S. Hatziskakis, S. Boutsios, S. Galatsidas and R. Finkeldey. 2008. Genetic variation of beech (*Fagus sylvatica*) in Rodopi (N.E. Greece). *European Journal of Forest Research* 127: 81–88.
- Sabate, S., C.A. Gracia and A. Sanchez. 2002. Likely effects of climate change on growth of *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* and *Fagus sylvatica* forests in the Mediterranean region. *Forest Ecology and Management* 162: 23–37.
- Σμύρης, Π. 1987. Η δυναμική εξέλιξη της δομής στο παρθένο δάσος του Παρανεστίου. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τόμος Α', Αριθ. 13. Θεσσαλονίκη, σελ. 481-595.
- Strid, A. and K. Tan. 1997. *Flora Hellenica* 1-2. Koeltz, Konigstein. pp. 547.
- Szwagrzyk, J., J. Szewczyk and J. Bodziarczyk. 2001. Dynamics of seedling banks in beech forest: results of a 10-year study on germination, growth and survival. *Forest Ecology and Management* 141: 237-250.
- Sagheb-Talebi, K. and J.P. Schütz. 2002. The structure of natural oriental beech (*Fagus orientalis*) in the Caspian region of Iran and potential for the application of the group selection system. *Forestry* 4: 465-472.
- Υλωρική, Ε.Ε. 2006. Μελέτη προστασίας και διαχείρισης Δημοσίου Δάσους Δερείου – Δαδίας – Αισύμης περιόδου 2006 – 2015. Θεσσαλονίκη.
- Whitemore, T.C., N.D. Brown, M.D. Swaine, D. Kennedy, C.I. Goodwin-

Bailey and W.K. Gong. 1993. Use of hemispherical photographs in forest ecology: measurement of gap size and radiation totals in a Bornean tropical rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 9: 131–151.

Structure analysis and description of shade – light conditions in low elevation *Fagus sylvatica* L. s.l. stands located in the central part of the Evros region in Northeast of Greece

Ch. Papalexandris and E. Milios

Abstract

The aims of this study are a) to analyze the structure of natural pure *Fagus sylvatica* L. s.l. stands in low elevations, located in the central part of the Evros region in Northeast of Greece, b) to describe shade – light conditions in these stands and c) to give recommendations for forest practice. In order to analyze stand structure a plot of 4 ha (200mX200m) was established. This plot was then divided into four plots, each of which was of 1 ha (100mX100m). For each plot the diameter at breast height (DBH) for trees over 4 cm in DBH was recorded. In a one ha plot 60 hemispherical photographs were taken. For each photograph the value for visible sky (Vs) was calculated. The beech stands have an irregular and uneven aged structure. The basal area of the stands is approximately 32 m²/ha. The mean value of Vs is 0.089 or on average only the 8.9% of the sky is visible. The irregular shelterwood system must be used in the stands of the study area. Finally, in the frame of biodiversity maintenance in the region, large living trees as well as intact forest areas must be retained for more than one rotation.

Keywords: (*Fagus sylvatica* L. s.l.), stand structure, shade – light conditions, biodiversity.

Διαχρονική διερεύνηση ιδιοκτησίας και μηχανισμών οικιστικής ανάπτυξης στα περιαστικά δάση της περιοχής Σταμάτας - Διονύσου Ν. Αττικής

Α. Τόσκας και Α. Καμπούρης*

***Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Δια-
χείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων.
E-mail: akambour@otenet.gr**

Περίληψη

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση των αιτίων και μηχανισμών που προκαλούν την οικιστική ανάπτυξη στις δασικές εκτάσεις του περιαστικού χώρου της πρωτεύουσας. Το εν λόγω φαινόμενο σχετίζεται άμεσα με τον ιδιοκτησιακό χαρακτήρα και τις διαδικασίες εκμετάλλευσης της δασικής γης. Ο προσδιορισμός των ορίων μεταξύ νομιμότητας και αυθαιρεσίας στην πορεία μετασχηματισμού της δασικής γης σε δομήσιμη και οικιστική αποτέλεσε έναν από τους κύριους ερευνητικούς στόχους. Η τύχη των δασών της Αττικής συνδέεται άρρηκτα με το σχηματισμό της μεγάλης γαιοκτησίας και τους όρους που αυτή επέβαλλε στην οικοπεδοποίηση και την εκμετάλλευσή τους για οικιστικούς σκοπούς. Οι εντάξεις σε σχέδιο πόλης ή σε όρια οικισμού προ του '23 κατατημένον και πουλημένων δασικών εκτάσεων αποτέλεσαν τις πράξεις μεταβολής του χαρακτηρισμού και της καταστροφής τους, αλλά και της νομιμοποίησης της δόμησης που σε πολλές περιπτώσεις είχε ήδη ξεκινήσει εκεί.
Λέξεις κλειδιά: Αυθαίρετη δόμηση, οικιστική ανάπτυξη, περιαστικά δάση Αττικής.

Εισαγωγή

Το ζήτημα της προστασίας και διαφύλαξης των περιαστικών δασών της πρωτεύουσας σήμερα θεωρείται κρίσιμο λόγω των πολύ υποβαθμισμένων συνθηκών, μέσα στις οποίες ζουν οι κάτοικοι του Λεκανοπεδίου. Τα δάση αυτά καταστρέφονται καθημερινά από την οικιστική εξάπλωση του πολεοδομικού συγκροτήματος και το ερώτημα που τίθεται βέβαια είναι κάτω από ποιους όρους πραγματοποιείται η καταστρεπτική αυτή διαδικασία. Η διστακτικότητα του κράτους να ρυθμίσει το θέμα της αυθαιρετης δόμησης στις δασικές εκτάσεις υποδηλώνει την ύπαρξη ισχυρών συμφερόντων αξιοποίη-

σης της δασικής ιδιοκτησίας. Επιπλέον, το εμπόριο της δασικής γης φαίνεται ότι δεν απευθύνεται, τουλάχιστον κατά τις τελευταίες δεκαετίες, στις ίδιες κοινωνικές ομάδες με εκείνες που εποίκισαν μεταπολεμικά και έκτισαν με αυθαίρετα, τα λαϊκά προάστια της Αθήνας. Η εμφάνιση πολυτελών κατασκευών υποδηλώνει ότι η αυθαίρετη δόμηση στις δασικές εκτάσεις ενός σημαντικού τμήματος του περιαστικού χώρου συντελείται κυρίως από τα υψηλά και τα μεσαία εισοδήματα που αγόρασαν εκεί γη με κάποιους μηχανισμούς. Από την εξέταση της σχετικής βιβλιογραφίας διαπιστώνεται ότι σε αντίθεση με το φαινόμενο της λαϊκής αυθαίρετης προαστιοποίησης, η οικιστική ανάπτυξη στα δάση έχει ελάχιστα διερευνηθεί και δημοσιευμένα στοιχεία δεν υπάρχουν.

Μεθοδολογία και πηγές έρευνας

Η έρευνα βασίστηκε, σε σημαντικό βαθμό, στην επιλογή μελέτης περίπτωσης (case study), η οποία αφορά έξι δήμους και κοινότητες στις βορειοανατολικές παρυφές του Λεκανοπεδίου, και πιο συγκεκριμένα τον Αγ. Στέφανο, τη Σταμάτα, τη Μπάλα, την Εκάλη, τη Δροσιά και το Διόνυσο. Η έρευνα αφορούσε:

1. Αναζήτηση στοιχείων για το ιδιοκτησιακό καθεστώς της περιοχής της εξέλιξης του και των επιπτώσεων του στην οικιστική ανάπτυξη (κτηματικοί χάρτες και κτηματολογικοί πίνακες, δικαστικές αποφάσεις από διάφορες Διευθύνσεις του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης, Αρχαιοφυλακείο του Συμβολαιογραφικού Συλλόγου Αθηνών)
2. Γνώση της ιδιομορφίας του γαιοκτητικού ζητήματος των δασών της Αττικής και της νομοθεσίας τους (Αρχεία της Γενναδείου και Εθνικής Βιβλιοθήκης, του ΓΕΩΤΕΕ, Γενικά Αρχεία του Κράτους κ.λπ.)
3. Διερεύνηση των διαφόρων μορφών οικιστικής ανάπτυξης, νόμιμων και παράνομων, στα περιαστικά δάση της περιοχής μελέτης από συμβόλαια αγοραπωλησίας, διαγράμματα ένταξης των συνοικισμών στο σχέδιο πόλεως, καθώς και από στοιχεία που αντλήθηκαν από το Τμήμα των Οικοδομικών Συνεταιρισμών του ΥΠΕΧΩΔΕ και τον Οργανισμό Αθήνας.

Η εξέλιξη του δασοκτήματος Σταμάτας – Διονύσου κατά την περίοδο 1830-1940

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης για το ιδιοκτησιακό καθεστώς των έξι δήμων και κοινοτήτων της περιοχής μελέτης, διαπιστώθηκε ότι η εν λόγω περιοχή αποτελούσε ενιαίο δασοαγρόκτημα και διεκδικείτο τα τελευταία χρόνια από το Δημόσιο και τους κληρονόμους του Ασημάκη Ηλιόπουλου. Στις δικαστικές αποφάσεις υπήρχαν αναφορές για την εξέλιξη του ιδιοκτησιακού καθεστώτος του δασοκτήματος Σταμάτας - Διονύσου από το 1830 μέχρι σήμερα. Κατά την περίοδο των αγοραπωλησιών των οθωμανικών κτημάτων στην Αττική, στη δεκαετία του 1830, αγοράζονται τα δύο τσιφλίκια της Σταμάτας και του Διονύσου από επιφανείς πολιτικούς της εποχής. Το 1830 αγοράζεται το τσιφλίκι της Σταμάτας από τον Κ. Ζωγράφο, μετέπειτα υπουργό Εξωτερικών, για λογαριασμό του Α. Λουριώτη που υπήρξε και αυτός πολιτικό πρόσωπο. (Δρίκος, 1994). Την ίδια εποχή αγοράζεται το τσιφλίκι του Διονύσου από τον Ι. Παπαρρηγόπουλο, πρόξενο της Ελλάδος στη Ρωσία.

Το τσιφλίκι, συνώνυμο επί τουρκοκρατίας με σχετικά περιορισμένης έκτασης αγρόκτημα (200 - 300 στρ.) περιλαμβάνει κυρίως καλλιεργήσιμες αλλά και κάποιες βοσκήσιμες εκτάσεις, απαραίτητες στο σύστημα της αγρανάπαυσης. Τα κτήματα, όμως, που πουλήθηκαν στους έλληνες αγοραστές, περιέχουν και δάση, εκτάσεις δηλαδή που απαγορευόταν να πουληθούν σε ιδιώτες, εφόσον θεωρούνταν δημόσιες. Λόγω δηλαδή της χαλαρότητας στις διαδικασίες των αγοραπωλησιών, οι έλληνες αγοραστές αποκτούν αρχικά τη νομή εκτάσεων, των οποίων τα όρια και η χρήση δεν είναι σαφώς προσδιορισμένα. Η έκταση και το περιεχόμενο των τσιφλικιών αρχίζουν δηλαδή να αλλάζουν σταδιακά μετά την απελευθέρωση.

Τα δάση και οι χέρσες εκτάσεις, που αποτελούσαν, κατά τους οθωμανικούς κανόνες, *δημόσιες γαίες* και ανήκαν κατά κυριότητα στο τουρκικό κράτος, έπρεπε κανονικά να περιέλθουν στο ελληνικό Δημόσιο. Πολλά, όμως, από αυτά πωλούνται μαζί με καλλιεργήσιμες εκτάσεις τσιφλικιών σε έλληνες και ξένους κεφαλαιούχους. Για τους αγρούς και τα λιβάδια της Αττικής, στα οποία το οθωμανικό κράτος διατηρούσε την ψιλή κυριότητα και παραχωρούσε τη διαρκή χρήση τους (νομή) σε ιδιώτες, μεταβιβαζόταν το δικαίωμα της νομής και όχι της πλήρους κυριότητας. Με την επιβολή, όμως, του βυζαντινορωμαϊκού δικαίου, το 1835, έγινε δεκτή η ισοδυναμία μεταξύ του τούρκικου δικαίου της νομής και της πλήρους κυριότητας του βυζαντινορωμαϊκού δικαίου. Έτσι, Έλληνες και ξένοι αγοραστές ανα-

γνωρίστηκαν κύριοι των αγροτικών εκτάσεων των τσιφλικιών. *Τα δάση και τα λιβάδια θεωρήθηκαν κατ' αρχήν δημόσια από το νέο ελληνικό κράτος, το οποίο με διάφορα νομοθετήματα επιχείρησε να τα κατοχυρώσει ως τέτοια (Β.Δ. 1833 "περί ορισμού του φόρου βοσκής", Β.Δ. 1836 "περί ιδιωτικών δασών" κ.λπ.).*

Στο διάστημα μεταξύ 1836 και 1843, εγκρίνονται οι πωλήσεις πολλών μεγάλων κτημάτων της Αττικής, τις οποίες η κυβέρνηση αρνιόταν αρχικά να εγκρίνει, ακριβώς επειδή περιείχαν και εκτάσεις που απαγορευόταν να πουληθούν όπως, εκτός των αγροτικών εκτάσεων, και δάση, χέρσες εκτάσεις και χείμαρρους. Στις εγκρίσεις των αγοραπωλησιών αυτών αναφερόταν ότι ως προς τα δάση, τα λιβάδια και γενικά τις εκτάσεις που θεωρούνταν δημόσιες, μεταβιβαζόταν μόνο το δικαίωμα της νομής και όχι της πλήρους κυριότητας. Τότε αναγνωρίζονται ως έγκυρες από την Εξεταστική Επιτροπή επί των Πωλήσεων των Οθωμανικών Ιδιοκτησιών και οι αγοραπωλησίες των δύο τσιφλικιών, της Σταμάτας και του Διονύσου (το 1836 η αγορά του Διονύσου και το 1842 εκείνη της Σταμάτας).

Μέχρι τη δεκαετία του 1870, είναι σχεδόν βέβαιο ότι συνεχίστηκε η ίδια πολιτική εκ μέρους του κράτους απέναντι στα δάση. Όμως, λόγω των πιέσεων που ασκούν οι τσιφλικούχοι, οι οποίοι νέμονται όλο και πιο εκτεταμένες δασικές εκτάσεις, τίθενται σε εφαρμογή ορισμένες διατάξεις του βυζαντινορωμαϊκού δικαίου, σύμφωνα με τις *οποίες χωρούσε και επί των εθνικών δασών, κτήση κυριότητας με έκτακτη χρησικτησία λόγω τριακονταετούς νομής*. Έτσι, πολλοί τσιφλικούχοι θεωρούνται, μετά την εποχή αυτή, ιδιοκτήτες μεγάλων δασικών εκτάσεων.

Το 1872, ο μεγαλοκτηματίας Κ. Βερσής αγοράζει τα δύο τσιφλίκια και τα νέμεται μέχρι το 1877, οπότε και τα πωλεί στην Ευφροσύνη Δ. Σούτσου. Το 1883, το ενιαίο κτήμα της Σταμάτας - Διονύσου αγοράζεται από τον Ασημάκη Ηλιόπουλο, γεωπόνο και μεγαλοκτηματία, ο οποίος ζει στο Αϊβαλί της Μικράς Ασίας. Όταν το 1903 το κτήμα μεταβιβάζεται στα τέκνα του, Θεόδωρο και Ηλία, εμφανίζεται να περιλαμβάνει στο σχετικό συμβόλαιο 80.000 στρέμματα περίπου. Η περιχάραξη των ορίων του, τα οποία αρχικά είναι βέβαια εντελώς ασαφή, γίνεται σε όλο τον 19ο αιώνα, ύστερα από δίκες και συμβιβασμούς με τους όμορους μεγαλονομείς (Μονή Πετράκη, Μονή Πεντέλης, και Δ. Καλλιφρονάς). Είναι σίγουρο, επίσης, ότι μέχρι περίπου τα τέλη του 19ου αιώνα το Δημόσιο διατηρεί την ψιλή κυριότητα επί των δασικών εκτάσεων, παραχωρώντας στους εκάστοτε αγοραστές μόνο το δικαίωμα της νομής. Τότε, για πρώτη φορά, γίνεται λόγος για ιδιωτικό δάσος και μέχρι την εποχή της αγροτικής μεταρρύθμισης εκδίδονται κάποιες

δικαστικές αποφάσεις που αναγνωρίζουν "συνεχή νομή και κατοχή" στους Ηλιόπουλους, για ορισμένες μόνο από τις δασικές εκτάσεις του κτήματος. Φαίνεται, όμως, ότι το δασοαγρόκτημα δεν είχε κριθεί στο σύνολο του από τα δικαστήρια, αν δηλαδή επρόκειτο για ιδιωτικό ή δημόσιο κτήμα.

Η εφαρμογή των διατάξεων του βυζαντινορωμαϊκού δικαίου περί κτήσεως κυριότητας με έκτακτη χρησικτησία σε δημόσια κτήματα *δημιούργησε ένα γενικότερο ευνοϊκό κλίμα υπέρ των καταπατήσεων των δασών*, από το οποίο επωφελήθηκαν κυρίως ισχυρά πολιτικά και οικονομικά πρόσωπα, αλλά και μικροκαλλιεργητές που εκχέρσωναν δασική γη και τη μετέτρεπαν σε αγρούς. Είναι δε χαρακτηριστικό ότι τότε νομιμοποιούνται πολλοί αυθαίρετοι συνοικισμοί και αγροί σε δασικές εκτάσεις, αλλά και πολλά δάση είτε εκποιούνται σε ιδιώτες, είτε αρχίζει η διαχείριση τους ως ιδιωτικών. *Έτσι, δημιουργείται η μεγάλη ατομική γαιοκτησία, αμφιλεγόμενου χαρακτήρα, της οποίας απαραίτητη προϋπόθεση ύπαρξης και σχηματισμού είναι ο σφετερισμός εκτεταμένων δασικών εκτάσεων*. Τα μεγάλα, λοιπόν, ιδιωτικά και μοναστηριακά κτήματα, που σχηματίζονται με τις παραπάνω διαδικασίες, κυριαρχούν στις περισσότερες περιοχές της Αττικής κατά τον 19ο αιώνα και μέχρι το Μεσοπόλεμο.

Η αγροτική μεταρρύθμιση δεν κατόρθωσε να διαλύσει τη μεγάλη γαιοκτησία στην Αττική, ακριβώς διότι περιορίστηκε σε απαλλοτριώσεις κυρίως των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, που αποτελούσαν ένα πολύ μικρό ποσοστό των μεγάλων κτημάτων, εφόσον το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελούσαν τα δάση και τα λιβάδια (Βεργόπουλος, Τσουκαλάς 1975, Καραγιώργος 1986). Η συνολική έκταση των τσιφλικιών και των μεγάλων μοναστηριακών κτημάτων στις παραμονές της αγροτικής μεταρρύθμισης εκτιμάται ότι ήταν γύρω στα 900.000 στρέμματα, δηλαδή το 50% της έκτασης της επαρχίας Αττικής ενώ η απαλλοτριωθείσα έκταση εκεί αφορούσε μόνο περί τα 170.000 στρέμματα.

Τα δάση, λοιπόν, που περιλαμβάνονταν στα μεγάλα κτήματα, συνεχίζουν να παραμένουν, στο μεγαλύτερο ποσοστό τους, στα χέρια ιδιωτών ή στα μοναστήρια και μετά την εφαρμογή της αγροτικής μεταρρύθμισης. Τότε θα αρχίσουν η κατάτμηση και η οικοπεδοποίηση τους για τη δημιουργία συνοικισμών αλλά και η πώληση τους μεμονωμένα σε ιδιώτες. *Οι διαδικασίες πώλησης, οικοπεδοποίησης και αστικοποίησης ευνοούνται από ένα χαλαρό απαγορευτικό πλαίσιο για τις κατατμήσεις, αλλά και από πράξεις της διοίκησης που εντάσσουν δασικές εκτάσεις στο σχέδιο πόλεως*. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι ειδική διάταξη του δασικού κώδικα του 1929 απαγόρευσε την κατάτμηση των δασών αλλά και την υπαγωγή τους στο σχέδιο

πόλεως χωρίς προηγούμενη άδεια του Υπ. Γεωργίας. Επίσης, η πώληση και η οικοπεδοποίηση εκτός σχεδίου δασικών εκτάσεων, μετά την ισχύ των διατάξεων περί σχεδίων πόλεων, το 1924, δεν μπορούσαν πλέον να γίνουν βάσει ιδιωτικού ρυμοτομικού σχεδίου. Ορισμένοι, όμως, εξοχικοί συνοικισμοί δημιουργούνται κατ' αυτόν τον παράνομο τρόπο.

Έτσι, την εποχή αυτή ο περιαστικός και εξωαστικός χώρος της πρωτεύουσας, που αποτελεί και τις περιοχές των μεγάλων κτημάτων, εξελίσσεται και αναπτύσσεται οικιστικά με το σχηματισμό διαφόρων κατηγοριών οικισμών:

- Οι παλαιοί μικροί συνοικισμοί των τσιφλικιών παύουν να αποτελούν με την αγροτική μεταρρύθμιση «ιδιωτικά χωριά σε τσιφλίκια». Πολλοί μετασχηματίζονται σε αγροτικούς οικισμούς με κάποιο υποτυπώδες ρυμοτομικό σχέδιο και απαρτίζουν ενιαίο σύνολο με τις γύρω διανεμηθείσες, στους ακτήμονες καλλιεργητές, αγροτικές εκτάσεις. Σε ορισμένες περιοχές, όπου γίνεται και ταυτόχρονη εγκατάσταση προσφυγικών ομάδων, οι οικισμοί αναπτύσσονται σημαντικά.
- Οι νέοι προσφυγικοί συνοικισμοί καθορίζουν σημαντικά την οικιστική ανάπτυξη της πρωτεύουσας και δημιουργούνται με κρατική παρέμβαση, η οποία επιτρέπει για ένα διάστημα τις απαλλοτριώσεις, διευκολύνοντας μέσω της νομοθεσίας την κατάληψη οποιωνδήποτε εκτάσεων, ακόμη και των δασικών ή των αναδασωτέων. Οι βορειοανατολικές και νοτιοανατολικές περιοχές του εξωαστικού χώρου πλήττονται σε μικρό βαθμό από τον προσφυγικό εποικισμό, ενώ οι κύριοι τόποι απορρόφησης προσφύγων είναι ο άμεσος περιαστικός χώρος και οι δυτικές περιοχές του λεκανοπεδίου. Έτσι συνενώνεται η Αθήνα με τον Πειραιά και με άλλα μικρότερα χωριά πρώην τσιφλικιών.
- Οι περισσότεροι εξοχικοί συνοικισμοί του Μεσοπολέμου ιδρύθηκαν μέσα σε μεγάλα κτήματα και υπήρξαν, σε μεγάλο βαθμό, το αποτέλεσμα εμπορευματοποίησης της δασικής γης από τους μεγαλοϊδιοκτήτες της. Χωροθετούνται κυρίως στις βορειοανατολικές και νοτιοανατολικές περιοχές του περιαστικού και εξωαστικού χώρου της πρωτεύουσας (Εκάλη, Καστρί, Διόνυσος, Ρέα, Νέα Κηφισιά, Νέο Αμαρούσιο, Πεντέλη, Καλογρέζα, Παλαιό Ψυχικό, Κυπριάδου, Άλιμος, Τράχωνες, Ευρυάλη, Ηλιούπολη, Βούλα, Βουλιαγμένη).
- Οι οικισμοί οικοδομικών συνεταιρισμών δημοσίων υπαλλήλων ή στρατιωτικών δημιουργούνται πολλές φορές σε δασικές ή αναδασωτέες εκτάσεις, χάρη σε ένα ιδιαίτερα ευνοϊκό, γι' αυτές τις επαγγελματικές ομάδες, θεσμικό πλαίσιο (Καρέας, Βούλα, Τσακός, Χολαργός κ.ά.).

Η εφαρμογή της αγροτικής μεταρρύθμισης στο κτήμα Σταμάτας - Διονύσου έγινε κυρίως με εκούσια αγοραπωλησία, δηλαδή με απευθείας πώληση, στους ακτήμονες καλλιεργητές, των περισσότερων αγροτικών εκτάσεων, που αντιπροσώπευαν εκεί ένα μικρό ποσοστό της συνολικής επιφανείας του (γύρω στο 10%) (Καραγιώργος, 1986). Το 1925 το κτήμα κηρύσσεται απαλλοτριωτέο. Οι Ηλιόπουλοι πέτυχαν την ακύρωση των περισσότερων απαλλοτριώσεων, με το επιχείρημα ότι πρόκειται για δασικές εκτάσεις ανεπίδεκτες εκχέρσωσης που έχουν "οικοπεδική αξία". Τα δάση, που αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία των εκτάσεων του δασοαγροκτήματος (85% περίπου), παραμένουν λοιπόν στα χέρια των Ηλιόπουλων. Τότε αρχίζουν τις πωλήσεις μεγάλων δασοτεμαχίων στην ελεύθερη αγορά, κυρίως στο νότιο τμήμα του, μεταξύ Εκάλης και Διονύσου, για ορισμένα από τα οποία δίδονταν άδειες κατάτμησης από το Υπουργείο Γεωργίας. Έτσι ξεκινάει η οικοπεδοποίηση, με ή χωρίς άδειες του Υπουργείου Γεωργίας, για τη δημιουργία εξοχικών και προσφυγικών συνοικισμών. Ο κίνδυνος των απαλλοτριώσεων ωθεί τους αδελφούς Ηλιόπουλους, που έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα, στη σταδιακή εκποίηση μεγάλων δασικών εκτάσεων σε ιδιώτες και εταιρείες. Η πώλησή τους σε εύπορες κοινωνικές ομάδες για οικοπεδοποίηση και δημιουργία εξοχικών συνοικισμών θα διαμορφώσει σιγά-σιγά όλο το νότιο τμήμα του κτήματος σε περιοχή κατοικίας της αστικής τάξης (Εκάλη, Ρέα, Διόνυσος). Αντίθετα, στο βορειοδυτικό τμήμα σχηματίζεται ο προσφυγικός συνοικισμός Αγ. Στεφάνου - Ν. Ζοριάνης με απαλλοτρίωση (1927), γεγονός που θα διαφοροποιήσει κοινωνικά, αρχικά τουλάχιστον, την περιοχή από το νότιο τμήμα του κτήματος. Μια τρίτη ενότητα στα ανατολικά θα αποτελέσουν, τέλος, οι αγροτικές περιοχές γύρω από το συνοικισμό της Σταμάτας και της Μπάλας, οι οποίες πουλήθηκαν με εκούσια αγοραπωλησία στους ακτήμονες καλλιεργητές και κτηνοτρόφους του κτήματος.

Ιδρύονται οι εξοχικοί συνοικισμοί της Εκάλης (1924), του Διονύσου (1928) και της Ρέας (1929), αλλά και οι συνοικισμοί της Δροσιάς, "Ρωσοχώρι" (1926) και ο "αγροτικός συνοικισμός των αξιωματικών" (1935), οι οποίοι θα ενταχθούν στο σχέδιο μεταπολεμικά. Η προσέλκυση ευπόρων αγοραστών προς τις περιοχές της Εκάλης, του Διονύσου και της Ρέας διευκολύνεται βέβαια με την προβολή του προτύπου του «εξοχικού κηποπροαστίου» (Κουκούλα, 1990). Ακόμη από τα συμβόλαια αγοραπωλησίας των εκτάσεων αλλά και στα προεδρικά διατάγματα έγκρισης των εξοχικών συνοικισμών τίθενται ικανοποιητικοί όροι στη δόμηση και στα μεγέθη των οικοπέδων, αλλά και περιορισμοί στη χωροθέτηση ορισμένων χρήσεων για

την αισθητική και την υγιεινή των συνοικισμών (απαγόρευση χρησιμοποίησης των οικοδομών για εμπορικά καταστήματα, εγκατάστασης βιομηχανιών, νοσοκομείων, κλινικών κ.ά.).

Ο συνοικισμός της Εκάλης κατοικήθηκε από την υψηλή αστική τάξη της εποχής (τουλάχιστον τα 3/4 των οικιστών αποτελούσαν βιομήχανοι, τραπεζίτες και μεγαλέμποροι, ελεύθεροι επαγγελματίες, καθηγητές πανεπιστημίου κ.ά.). Η περιοχή, όπου θα δημιουργούταν ο εξοχικός συνοικισμός του Διονύσου, άρχισε να οικοπεδοποιείται και να πωλείται τμηματικά, χωρίς σχέδιο, σε εύπορες κοινωνικές ομάδες επίσης. Το 1928 δημοσιεύεται προεδρικό διάταγμα έγκρισης του συνοικισμού χωρίς σχεδιάγραμμα. Το σχεδιάγραμμα, που θα δημοσιευτεί μεταπολεμικά, ουδέποτε εφαρμόζεται στο έδαφος. *Ο εξοχικός συνοικισμός της Ρέας αποτελεί τυπικό παράδειγμα αυθαίρετα σχεδιασμένου οικισμού βάσει ιδιωτικού ρυμοτομικού σχεδίου.* Η συντριπτική πλειοψηφία των αρχικών αγοραστών στο συνοικισμό αυτό ανήκαν, επίσης, στην υψηλή κοινωνία (ελεύθεροι επαγγελματίες, επιχειρηματίες, μεγαλέμποροι, τραπεζίτες χρηματιστές και στρατιωτικοί) (Κοσμάκη, 1991). Την εποχή αυτή δημιουργείται ένα στοιχειώδες κτηματολόγιο για το δασοαγρόκτημα, σύμφωνα με το οποίο φαίνεται ότι η έκταση του κάλυπτε συνολικά 51.300 στρέμματα περίπου. Ταυτόχρονα και η πληθυσμιακή εξέλιξη των οικισμών του δασοκτήματος Σταμάτας - Διονύσου είναι εντυπωσιακή την εποχή αυτή (Χουλιάρακης, 1973). Στην εικοσαετία 1920 – 1940 ο πληθυσμός της περιοχής μεταβάλλεται από 1252 σε 2729 κατοίκους. Επίσης, στο ίδιο χρονικό διάστημα, οι μικροί αγροτικοί συνοικισμοί της Σταμάτας και της Μπάλας, εμφανίζοντας βραδύτερη εξέλιξη, διπλασιάζουν τον πληθυσμό τους, ενώ η περιοχή της Σπατούλας (Δροσιάς) τον υπερδιπλασιάζει λόγω της εγκατάστασης των προσφύγων εκ Ρωσίας.

Στο Μεσοπόλεμο, επομένως, μεγάλες δασικές εκτάσεις καταστρέφονται προς όφελος της οικιστικής ανάπτυξης, αφού πωλούνται, με ή χωρίς άδειες κατάτμησης του Υπουργείου Γεωργίας, σε ιδιώτες, οικοπεδικές εταιρείες και συνεταιρισμούς. Έτσι, μέσα σε τριάντα χρόνια, το ποσοστό δασοκάλυψης στην Αττική μειώθηκε περίπου στο μισό, δηλαδή από 75% στις αρχές του 1900, έπεσε στο 37% περίπου το 1929 (Κοντός, 1929).

Συμπεράσματα για την μεταπολεμική οικιστική ανάπτυξη στα δάση της Αττικής και στο δασόκτημα Σταμάτας – Διονύσου (1940 - 1995)

Κατά τις πρώτες μεταπολεμικές δεκαετίες εντείνονται οι διαδικασίες κατακερματισμού της δασικής γης στα μεγάλα κτήματα. Λόγω των σημα-

ντικά χαμηλότερων τιμών των γηπέδων στις εκτός σχεδίου περιοχές του περιαστικού χώρου της πρωτεύουσας, πολλοί οικοδομικοί συνεταιρισμοί αγοράζουν παράνομα δασικές εκτάσεις εκεί, καθώς και μεμονωμένοι ιδιώτες. Σε δασικές εκτάσεις δεν δημιουργούνται πολυπληθείς αυθαίρετοι συνοικισμοί των λαϊκών στρωμάτων, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων. Φαίνεται ότι αυτές προορίζονται περισσότερο για προνομιούχες κατηγορίες του πληθυσμού και η οικοπεδοποίηση τους γίνεται παράνομα, κυρίως μέσω οικοδομικών συνεταιρισμών. Εδώ πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι από το 1948 μέχρι το 1971, η νομοθεσία απαγόρευσε την κτήση εκτός σχεδίου δασικών εκτάσεων από οικοδομικούς συνεταιρισμούς και την υπαγωγή τους στο σχέδιο πόλεως.

Οι παραπάνω διαδικασίες οικιστικής ανάπτυξης συντελούνται και στο δασόκτημα Σταμάτας - Διονύσου, όπου μεγάλοι οικοδομικοί συνεταιρισμοί εγκαταστάθηκαν μεταπολεμικά και στη συνέχεια, άλλοι πέτυχαν την υπαγωγή τους στο σχέδιο πόλης ("Εύξεινος Πόντος" και "Προκόννησος" (1955), "Νέα Αιολίς" (1962), "Αναγέννηση" (1965), "Παμ-μεσηνιακή Ένωση" και "Ρέα Μεσσηνίων Δασικών" (1969), ενώ άλλοι παρέμειναν εκτός σχεδίου. Τα εν λόγω σχέδια, αν και εγκεκριμένα, δεν θεωρούνται έγκυρα, εφόσον απαγορευόταν η κτήση δασικών εκτάσεων από οικοδομικούς συνεταιρισμούς στο διάστημα αυτό. Τα υπάρχοντα στοιχεία για τους περισσότερους συνεταιρισμούς της περιοχής μελέτης δείχνουν ότι οι αρχικοί αγοραστής προέρχονταν από τα υψηλά και μεσαία εισοδήματα. Οι αγοραπωλησίες των δασικών εκτάσεων προηγούνται κατά κανόνα της σύστασης των συνεταιρισμών. Ως αρχικοί αγοραστής του Ο.Σ. «Ρέας Μεσσηνίων Δασικών» αναφέρονται μάλιστα Γενικοί Διευθυντές Δασών, δασάρχες και δασολόγοι του Υπ. Γεωργίας. Τα μέλη του Ο.Σ. «Νέα Αιολίς» αποτελούν πρόσφυγες στρατιωτικούς, οι οποίοι «με την αμέριστη συμπαράσταση του αιμνήστου Στρατάρχη Παπάγου» κατορθώνουν να επιτύχουν το 1962 την ένταξη, στο σχέδιο πόλεως, δασικής έκτασης 3.000 στρεμμάτων. Στρατιωτικοί είναι και τα μέλη του Ο.Σ. «Αναγέννηση». Αλλά και τα μέλη άλλων συνεταιρισμών, των οποίων οι εκτάσεις δεν εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλεως, φαίνεται να αντιπροσωπεύουν εύπορες κοινωνικές ομάδες (γιατροί, δικηγόροι κ.λπ.).

Έναν άλλο τρόπο αποχαρκτηρισμού και καταστροφής δασικών εκτάσεων αποτέλεσε η ένταξη τους σε όρια οικισμού προ του '23. Έτσι νομιμοποιούνταν και οι αγοραπωλησίες δασικής γης που γίνονταν συχνά με προσύμφωνο, χωρίς την απαιτούμενη άδεια κατάτμησης από το Υπουργείο Γεωργίας. Ειδικότερα, για την περιοχή του Αγ. Στεφάνου - Μπογιατίου αποφασίστηκε η υπαγωγή μεγάλης έκτασης σε όρια οικισμού προ του '23, ήδη

από το 1940. Στον Αγ. Στέφανο, στον οποίο, όπως φάνηκε, δεν υπήρχε οικισμός προϋφιστάμενος του 1923, επιτράπηκε η δόμηση σε δασικές εκτάσεις και εκδίδονταν άδειες οικοδόμησης ακόμη και για πολύ μικρά οικόπεδα. Το 1976, με νομαρχιακή απόφαση επανακαθορίζονται τα όρια οικισμού, ο οποίος συνεχίζει να θεωρείται και σήμερα "προ του '23", αν και η εν λόγω νομαρχιακή απόφαση ακυρώνεται από το ΣτΕ.

Από όσα προαναφέρθηκαν για την οικιστική ανάπτυξη στο δασόκτημα και γενικότερα στα περιστασιακά δάση της πρωτεύουσας, προκύπτουν ορισμένες κατηγορίες αυθαίρετων οικισμών μεταπολεμικά. Αυτές είναι:

- Η ανάπτυξη οικοδομικών συνεταιρισμών σε δασικές εκτάσεις, ιδιαίτερα κατά την περίοδο 1948-1971. Μετά τη χρονολογία αυτή νομιμοποιούνται υπό όρους η πώληση δασικών εκτάσεων σε οικοδομικούς συνεταιρισμούς και η υπαγωγή τους σε σχέδιο πόλης. Το 1981, όμως, το ΣτΕ θα κρίνει αντισυνταγματικές τις σχετικές διατάξεις. Το Π.Δ. 93/87 "περί οικοδομικών συνεταιρισμών", στη συνέχεια, απαγόρευσε και πάλι την αγορά δασικών εκτάσεων από οικοδομικούς συνεταιρισμούς.
- Η περιορισμένη δημιουργία εκτός σχεδίου λαϊκών αυθαίρετων συνοικισμών, συνήθως με τη μέθοδο πώλησης μικρών δασοτεμαχίων ως "αγροτεμαχίων".
- Η υπαγωγή αυθαίρετα οικοπεδοποιημένων δασικών εκτάσεων σε σχέδιο πόλης, συνήθως βάσει ιδιωτικού ρυμοτομικού σχεδίου. Η πώληση γινόταν σε ιδιώτες και κυρίως στα μεσαία και τα υψηλά εισοδήματα. Τα σχέδια εγκρίνονταν στη συνέχεια, χωρίς άδεια κατάτμησης και προσυπογραφή του Υπουργείου Γεωργίας. Αν και δεν θεωρούνται έγκυρα, δεν ανακαλούνται και μάλιστα το 1979 με ειδική διάταξη επιχειρείται, χωρίς επιτυχία, η νομιμοποίησή τους με το άρθρο 9 του Ν. 999/79. Το άρθρο αυτό κρίθηκε κατόπιν αντισυνταγματικό με απόφαση του ΣτΕ (1403 / 90).
- Η δόμηση οικισμών σε δασικές εκτάσεις με παράνομες οριοθετήσεις οικισμών προ του '23. Οι Ν.Α., βάσει των οποίων έγιναν τέτοιες οριοθετήσεις, θεωρήθηκαν άκυρες από το ΣτΕ, ήδη από το 1978.

Στην καταστροφή και την αυθαίρετη οικοπεδοποίηση δασικών εκτάσεων βοήθησε και το γεγονός ότι το κράτος δεν διατήρησε ξεκάθαρη στάση απέναντι στο ιδιοκτησιακό ζήτημα των δασών της Αττικής, θεωρώντας τα δασοκτήματα άλλοτε δημόσια και άλλοτε ιδιωτικά, και επομένως συνετέλεσε μέσα από αντιφατικές πράξεις της διοίκησης στην εδραίωση ενός αμφιλεγόμενου καθεστώτος για τις δασικές εκτάσεις. Το δασόκτημα Σταμάτας

- Διονύσου, μεγάλο τμήμα του οποίου θεωρήθηκε για πολλά χρόνια ιδιωτικό, με Κ.Υ.Α. των υφυπουργών Γεωργίας και Οικονομικών χαρακτηρίζεται το 1979 ως δημόσια δασική έκταση. Ακολουθούν δίκες μεταξύ του ελληνικού Δημοσίου και των κληρονόμων του Ηλιόπουλου. Το 1991 η υπόθεση του ιδιοκτησιακού ζητήματος ξεκαθαρίζει, εφόσον ο Άρειος Πάγος κρίνει ότι όση έκταση έχει απομείνει από τις διανομές του Υπουργείου Γεωργίας και τις πωλήσεις προς τρίτους ανήκει στους κληρονόμους Ηλιόπουλου (περί τα 25.000 στρέμματα).

Η νομοθεσία μετά το 1975 για τα δάση και την προστασία τους από την οικιστική ανάπτυξη και τη δόμηση, αντί να ξεκαθαρίσει ορισμένα θέματα, συνέβαλλε στη συνέχιση του αμφιλεγόμενου καθεστώτος που ίσχυε και παλαιότερα. Η συνταγματική διάταξη περί προστασίας των δημόσιων δασών προκάλεσε σύγχυση στη μετέπειτα νομολογία και την εντύπωση ότι η προστασία μπορεί να διέπει μόνο τα δημόσια δάση. Αλλά και στην περίπτωση των δημόσιων δασών προβλέπεται η μεταβολή του χαρακτήρα τους, «εφόσον λόγοι δημοσίου συμφέροντος το επιβάλλουν ή προς χάρη της εθνικής οικονομίας». *Επιπλέον, αρκετοί μεταγενέστεροι νόμοι, αντί να προστατεύουν τα εναπομείναντα δάση από την οικοπεδοποίηση και τη δόμηση, επέτρεψαν την υπαγωγή δασικών εκτάσεων σε σχέδιο πόλης αλλά και τη χωροθέτηση πληθώρας χρήσεων σε αυτές* (Ν. 998/79, Ν. 999/79, Ν. 947/79 και Ν. 1512/85).

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι, εκτός των απαγορεύσεων για τους οικοδομικούς συνεταιρισμούς, *η δόμηση δασικών εκτάσεων και η υπαγωγή τους σε σχέδιο πόλης δεν απαγορεύτηκαν ποτέ ρητά με κάποιες διατάξεις*. Όμως, σύμφωνα με τη διαμορφωθείσα από το 1963 νομολογία, έγινε δεκτό ότι απαγορεύονται η υπαγωγή σε σχέδιο πόλης και η μετατροπή τους σε οικοδομήσιμους και κοινόχρηστους χώρους, χωρίς άδεια κατάτμησης και προσυπογραφή του Υπουργείου Γεωργίας στο σχετικό διάταγμα ένταξης. Μετά την ψήφιση του Συντάγματος του 1975, οι γνώμες στο ΣτΕ διχάζονται και άλλοι υποστηρίζουν ότι όλες οι πράξεις, που έχουν χαρακτηρίσει δασικές εκτάσεις ως δομήσιμες (δηλαδή ρυμοτομικά σχέδια και νομαρχιακές αποφάσεις), πρέπει να ατονήσουν, ενώ άλλοι δέχονται ότι, εφόσον τα ρυμοτομικά σχέδια έχουν θεωρηθεί ως πράξεις ατομικές και όχι κανονιστικές, δεν γίνεται να ακυρωθούν. *Επιπλέον, εάν ο συνταγματικός νομοθέτης ήθελε τη μη υπαγωγή δασικών εκτάσεων σε σχέδιο πόλης, θα έπρεπε να το είχε αναφέρει ρητά σε κάποια διάταξη* (Χαραλαμπίδης, 1985).

Γίνεται φανερό, λοιπόν, ότι η προστασία των δασικών εκτάσεων της Αττικής, όσο αυτές παραμένουν κάτω από αμφιλεγόμενο ιδιοκτησιακό και

νομικό καθεστώς, αλλά και εκείνων που έχουν κατατηθεί και πουληθεί, είναι εγχείρημα αρκετά επισφαλές. Το γεγονός αυτό διαπιστώθηκε και από τις πολεοδομικές μελέτες της δεκαετίας του '80 και του '90 (ΕΠΑ). Ουσιαστικά ο πολεοδομικός σχεδιασμός κλήθηκε να νομιμοποιήσει στην ουσία τους μετασχηματισμούς αυτής της αμφιλεγόμενης ατομικής ιδιοκτησίας και την αλλαγή του χαρακτήρα της γης από δασική σε δομήσιμη και οικιστική. Ο ρόλος του δεν θα περιοριζόταν μόνο στη νομιμοποίηση των πυκνοδομημένων περιοχών κατοικίας, αλλά θα ενέτασσε και αδόμητες εκτάσεις για τις «μελλοντικές ανάγκες οικιστικής ανάπτυξης», δηλαδή εκείνες τις δασικές εκτάσεις που είχαν ήδη κατατηθεί και πουληθεί σε ιδιώτες.

Ένα σημαντικό ερώτημα, που παραμένει ανοιχτό βέβαια σήμερα, είναι το εάν και πώς ο σχεδιασμός μπορεί να διασώσει τις δασικές εκτάσεις που έχουν απομείνει στον περιαστικό χώρο της πρωτεύουσας. Ένα από τα ζητήματα που τίθενται είναι το πώς πρέπει να αντιμετωπίζονται από το σχεδιασμό οι κατατημένες και πουλημένες εκτός σχεδίου δασικές εκτάσεις. *Εδώ υπάρχει διάσταση απόψεων, διότι ορισμένοι πιστεύουν ότι η ένταξη τους σε σχέδιο πόλεως μπορεί να τις σώσει.* Όμως, η ένταξη, σε σχέδιο ή σε όριο οικισμού προ του '23, αδόμητης δασικής έκτασης, που έχει κατατηθεί και πουληθεί, δεν τη σώζει από τη δόμηση. Εφόσον ένα ποσοστό της επιφανείας της θα δομηθεί, το συνολικό ποσοστό δάσωσης στον περιαστικό χώρο της πρωτεύουσας θα μειωθεί, πράγμα που σημαίνει ακόμη μεγαλύτερη υποβάθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών στο Λεκανοπέδιο. Επιπλέον, οι αναγκαίες επεμβάσεις στο φυσικό ανάγλυφο για το χτίσιμο των σπιτιών και τη δημιουργία οδικού δικτύου συντελούν στο να χάνουν σιγά-σιγά τα περιαστικά δάση τον προστατευτικό τους ρόλο. *Τελικά, δηλαδή, η ένταξη αδόμητων δασικών εκτάσεων στο σχέδιο πόλεως εναντιώνεται στα συμφέροντα όλων των κατοίκων του Λεκανοπεδίου.* Επομένως, οι αδόμητες και αραιοδομημένες εκτάσεις πρέπει να ενταχθούν σε ζώνη απολύτου προστασίας, όπου δεν θα επιτρέπονται η δόμηση κατοικιών και εμπορικών κέντρων, καθώς και η χωροθέτηση άλλων χρήσεων κοινωνικού εξοπλισμού.

Για να πραγματοποιηθούν όλα τα παραπάνω, θα πρέπει η δασική και πολεοδομική νομοθεσία να πάψει να διέπεται από ατομοκρατική θεώρηση και να αλλάξει, δεδομένου ότι και το ΣτΕ, τα τελευταία χρόνια, έχει επιχειρήσει ανοίγματα της νομολογίας για την προστασία των δασών από την οικιστική ανάπτυξη, θεωρώντας (απόφαση του ΣτΕ 1516/1993) ότι το δικαίωμα προστασίας τους «είναι υπέρτερο από το δικαίωμα προστασίας της ιδιοκτησίας» (Τάχος, 1995).

Βιβλιογραφία

- Βεργόπουλος, Κ. 1975. Το αγροτικό ζήτημα στην Ελλάδα. Εξάντας.
- Δρίκος, Θ. 1994. Οι πωλήσεις των οθωμανικών ιδιοκτησιών της Αττικής 1830 -1831. Τροχαλία, σελ. 144.
- Καραγιώργος, Ηλ. 1986. Το ιδιοκτησιακό πρόβλημα Κτηματικής Μονάδος Σταμάτας. 4ο Συνεργείο Κτηματογράφησης ΠΕΔΑΝ, Υπουργείο Γεωργίας.
- Κοντός, Π. 1929, Δασική Πολιτική Ιδία εν Ελλάδι μετά στοιχείων Αγροτικής Πολιτικής. Εκδόσεις Ε.Μ.Π. Αθήνα
- Κοσμάκη, Π. 1991. Σχεδιασμένοι οικισμοί στην Αθήνα του Μεσοπολέμου. Διδακτορική διατριβή στο Τμήμα Αρχιτεκτόνων Ε.Μ.Π. Υπηρεσία δημοσιευμάτων Ε.Μ.Π. Αθήνα
- Κουκούλα, Κ. 1990. Η ιδέα της Κηπούπολης στην Ελληνική Πολεοδομία του Μεσοπολέμου. Διδακτορική διατριβή στο Τμήμα Αρχιτεκτόνων του Α.Π.Θ. Υπηρεσία δημοσιευμάτων Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Σειρά εισηγήσεων, ΓΕΩΤΕΕ. 1991. Ιδιοκτησιακό ζήτημα δασικών εδαφών της Ελλάδας. Πρακτικά Συνεδρίου ΓΕΩΤΕΕ, 19-21/6/1991.
- Τάχος, Α.Ι. 1995, Δίκαιο Προστασίας του Περιβάλλοντος. Εκδόσεις Σάκουλα. σελ. 30.
- Τσουκαλάς, Κ. 1975. Εξάρτηση και αναπαραγωγή - Ο κοινωνικός ρόλος των εκπαιδευτικών μηχανισμών στην Ελλάδα (1830 - 1922). Θεμέλιο.
- Χαραλαμπίδης, Σ. 1985. Το φλέγον πρόβλημα της προστασίας των δασών. Ελληνική Δικαιοσύνη. Νο 34: 481 - 493.
- Χουλιάρáκης, Μ. 1973. Γεωγραφική, Διοικητική και Πληθυσμιακή Εξέλιξις της Ελλάδος. Τόμος ΑΙ, σελ. 125.

Research of ownership and settlement development in the periurban forests of Stamata – Dionisus area of Attica

A. Toskas and A. Kampouris

Abstract

This study aims at investigating the causes and mechanisms that have lead to Settlement Development of woodlands in the capitals surrounding countryside.

The phenomenon in question is directly related to property status as well as to the exploitation process of woodlands. One of the main aims of this research has been to define the limits between legality and illegality, as woodlands have been converted into built-up areas and settlements. The Attica forests fate is closely connected to the establishment of big property ownership as well as to the conditions which this policy imposed on the process of turning land into plots and exploiting it for settlement reasons. The incorporation of woodlands, split and sold prior to 1923, in the town.s street plan or within the boundaries of a settlement, has sealed their declassification and their destruction and has brought about the legalization of building activity that in many cases had already started to take place.

Keywords: Illegal constructions, settlement development, periurban forests of Attica.

Απογραφή και αξιολόγηση των δένδρων κατά μήκος των δρόμων στο αστικό περιβάλλον (μελέτη περίπτωσης της Νέας Ορεστιάδας)

Ε. Χ. Ραντζούδη

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων. E-mail: erantzou@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Η παρουσία της βλάστησης, ιδιαίτερα των δενδροστοιχιών επιδρά πολλαπλά στο αστικό περιβάλλον συμβάλλοντας στη βελτίωση του μικροκλίματος και της αισθητικής των δρόμων αλλά και τη μετατροπή του αχανούς δημόσιου αστικού χώρου σε ένα προστατευμένο και φιλικό περιβάλλον για τη διαμονή του ανθρώπου. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η απογραφή και αξιολόγηση των δένδρων στο αστικό κέντρο της Ν. Ορεστιάδας, συγκεκριμένα των δένδρων που συμμετέχουν στο σχηματισμό των δενδροστοιχιών κατά μήκος των δρόμων της πόλης.

Η καταγραφή της υπάρχουσας δενδρώδους βλάστησης σε ένα αστικό περιβάλλον και η αξιολόγηση της κρίνεται σημαντική και πρωταρχική για την στοιχειοθέτηση μιας μελλοντικής πρότασης βελτίωσης του πρασίνου και της ποιότητας ζωής που προσφέρεται στους κατοίκους του. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας κατέληξαν στην επιλογή των δασοπονικών ειδών που αξιολογήθηκε ότι αναπτύσσονται καλύτερα στο υπό μελέτη αστικό περιβάλλον και η χρήση τους μπορεί να αποτελέσει εργαλείο για το σχεδιασμό των φυτεύσεων στον ίδιο χώρο και τα είδη που θα χρησιμοποιηθούν. Επίσης, ο πίνακας των προτεινομένων δασοπονικών ειδών είναι πιθανό να αποτελέσει οδηγό και για άλλες πόλεις με παρόμοιες κλιματικές, πολεοδομικές και φυσιογεωγραφικές συνθήκες.

Λέξεις κλειδιά: απογραφή, είδη δένδρων, δενδροστοιχίες, δρόμοι, πόλη, αστικό μικροκλίμα, δημόσιος χώρος.

Εισαγωγή

Τα δένδρα χρησιμοποιήθηκαν από αρχαιοτάτων χρόνων για χρήσεις αισθητικές και άλλες στους ανθρώπινους οργανωμένους οικισμούς (Κανταρτζής και Τσαλικίδης, 1978). Οι χρήσεις αυτές διατηρούν μέχρι σήμερα την αναγκαία επαφή του ανθρώπου της πόλης με το φυσικό στοιχείο και βελτιώνουν τις συνθήκες των κατοικημένων περιοχών. Ιδιαίτερα όταν η

χρήση του πρασίνου στον αστικό χώρο γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τα δένδρα και τα πάρκα να είναι διάσπαρτα στο εσωτερικό του, τότε επαυξάνεται η συνεισφορά της βλάστησης (Santamouris, 2001). Σε μεγάλο βαθμό αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη δημιουργία δενδροστοιχιών κατά μήκος των οδικών αξόνων των πυκνοδομημένων αστικών κέντρων που αποτελούν συχνά παραμελημένο δημόσιο χώρο (Jacobs 1995, Moughtin 2004).

Σε κάθε περίπτωση και όποια μορφή και να έχει το πράσινο, η βελτίωση των συνθηκών στις πόλεις είναι καθοριστική, καθώς επηρεάζει την υγεία των κατοίκων και τις συνθήκες της οικονομίας (Thaiutsa et al. 2008). Η βλάστηση κρίνεται από καταξιωμένους επιστήμονες σημαντική για την πολλαπλή συνεισφορά της στο οικοσύστημα της πόλης αλλά και στη σωματική και ψυχική υγεία των κατοίκων της (Αραβαντινός και Κοσμάκη 1988, Ντάφης 2001, Georgi and Zafiriadis 2006, Hansen-Moller and Oustrup 2004, O'Brien 2006, Rantzoudi et al. 2007, Karanikola et al. 2008). Είναι προφανές στη σημερινή εποχή ότι η διαβίωση σε μία πόλη όπου υπάρχει ισορροπία στο δομημένο περιβάλλον και στο φυσικό στοιχείο αποτελεί πλέον το ζητούμενο όλων όσων ασχολούνται με το σχεδιασμό των πόλεων – πολιτικών και τεχνοκρατών, καθώς αναγνωρίζεται ότι η παρουσία της βλάστησης βελτιώνει τις συνθήκες διαβίωσης στις πόλεις και κάνει τους κατοίκους περισσότερο αποδοτικούς και ευτυχισμένους.

Καθώς, τα δένδρα στο αστικό περιβάλλον δέχονται αυξημένη πίεση σε σχέση με τα δένδρα που αναπτύσσονται στο φυσικό τους περιβάλλον παρουσιάζουν μικρή διάρκεια ζωής και αυξημένη θνησιμότητα (Jim 1999, Ντάφης 2001, Sæbo et al. 2003, Nowak et al. 2004, Sieghardt et al. 2005). Είναι κρίσιμο επομένως κατά την επιλογή δασοπονικών ειδών για την πραγματοποίηση μελλοντικών φυτεύσεων να προτιμώνται εκείνα τα είδη που έχουν καταφέρει να επιβιώσουν στο συγκεκριμένο αστικό δημόσιο χώρο και έχουν επιδείξει καλή ζωτικότητα.

Η παρούσα εργασία έχει σαν στόχο την απογραφή και αξιολόγηση της δενδρώδους βλάστησης στον αστικό ιστό της Ν. Ορεστιάδας τα αποτελέσματα της οποίας θα μπορούν να αποτελέσουν εργαλείο σχεδιασμού προτάσεων για τη βελτίωση της ποιότητας και της ποσότητας των δενδροστοιχιών κατά μήκος των δρόμων (Chacalo et al. 1994, Chen and Jim 2003, McPherson 2003, Τσακαλήμη κ.ά. 2005, Brack 2006, Thaiutsa et al. 2008, Lacan and McBride 2008).

Τα στοιχεία που προκύπτουν μπορούν να αποτελέσουν εργαλείο για μια πρόταση εμπλουτισμού στο μέλλον του πρασίνου της Ν. Ορεστιάδας με είδη δένδρων κατάλληλα σύμφωνα με την υφιστάμενη αστική γεωμετρία.

Πραγματοποιήθηκε λεπτομερειακή απογραφή και αξιολόγηση από την οποία προέκυψε πίνακας με προτεινόμενα δένδρα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις δενδροστοιχίες της πόλης της Ν. Ορεστιάδας αλλά και γενικότερα στους υπαίθριους χώρους. Ο πίνακας των προτεινομένων ειδών είναι πιθανό να αποτελέσει οδηγό και για άλλες πόλεις με παρόμοιες κλιματικές, πολεοδομικές και φυσιογεωγραφικές συνθήκες.

Περιοχή Έρευνας – Πολεοδομικές συνθήκες

Η εργασία έχει ως περιοχή έρευνας το κεντρικό αστικό τμήμα της Ν. Ορεστιάδας, που είναι μια νέα πόλη αφού δημιουργήθηκε τον Ιούνιο του 1923 μέσα στην κοιλάδα του ποταμού Έβρου. Η τοποθεσία θεωρήθηκε ιδανική καθώς έχει μικρές κλίσεις και περιβάλλεται από εύφορη γη. Η ρυμοτομία της αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής ιπποδάμειου συστήματος με ικανοποιητικά αποτελέσματα καθώς το ανάγλυφο της είναι σχεδόν επίπεδο (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Πολεοδομικός χάρτης της Νέας Ορεστιάδας, όπου με γκρι χρώμα φαίνονται τα οικοδομικά τετράγωνα της περιοχής μελέτης.

Picture 1: Town planning map of Orestiada, where the grey color indicates the blocks of the study area.

Η περιοχή έρευνας οριοθετείται μεταξύ των οδών Λοχαγού Διαμαντή και 11^{ης} Διλοχίας που διασχίζουν από Ανατολή προς Δύση την πόλη και των οδών Ορέστου, Σταθάτου και Ζαρίφη που έχουν κατεύθυνση από βορά προς νότο. Το τμήμα αυτό της πόλης αποτελείται από 26 οικοδομικά τετρά-

γωνο μεγέθους 90μX70μ του αρχικού αστικού τομέα της πόλης, σύμφωνα με τον Τσονίδη (1980). Επίσης, από 16 οικοδομικά τετράγωνα με μέγεθος 60μX70μ και 8 οικοδομικά τετράγωνα 45μX70μ του αρχικού αγροτικού τομέα, την κεντρική πλατεία της πόλης μεγέθους 54μX70μ, 2 οικοδομικά τετράγωνα εκατέρωθεν της πλατείας μεγέθους 66μX70μ και 1 οικοδομικό τετράγωνο μεγέθους 90μX48μ.

Συνολικά 54 οικοδομικά τετράγωνα αποτελούν την περιοχή μελέτης που διασχίζεται από 11 οδούς με κατεύθυνση από ανατολή προς δύση και από 10 με κατεύθυνση από βορά προς νότο και συνολική έκταση 106,10στρ. (Εικόνα 1). Στη σύνθεση του παραπάνω οδικού δικτύου συμμετέχουν 5 εμπορικοί μικρών διαστάσεων δρόμοι και ένας πεζόδρομος.

Η συγκεκριμένη επιλογή του κέντρου της πόλης ως περιοχή έρευνας έγινε για τρεις κυρίως λόγους: α) το κέντρο της πόλης παρουσιάζει αυξημένη πολεοδομική πυκνότητα και μία ομοιογένεια στο χαρακτήρα των πολεοδομικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων, β) το υπόλοιπο πολεοδομικό συγκρότημα αποτελείται από συνοικίες, οι οποίες αρχικά αποτέλεσαν ξεχωριστές κοινότητες που ενσωματώθηκαν σταδιακά στον ιστό της πόλης διατηρούν όμως ημισιαστική μορφή με έντονα στοιχεία από τον αγροτικό τους χαρακτήρα, γ) επίσης το τμήμα που μελετάται είναι το ιστορικά παλιότερο της πόλης αφού κτίστηκε πρώτο από τους πρόσφυγες το 1923 γεγονός που του δίνει μία ιστορική αυτοτέλεια.

Επιπλέον, το κεντρικό τμήμα του ιστού της πόλης παρουσιάζει ανησυχητική πύκνωση και ύψωση τις τελευταίες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα καθώς η εισροή πληθυσμού από τη γύρω ύπαιθρο είναι διαρκής και διατηρείται μέχρι σήμερα. Παράλληλα παρουσιάζονται συμπτώματα ανεξήγητης πύκνωσης και έλλειψη θέσεων στάθμευσης, περιορισμός των ανοικτών χώρων, αποσπασματική φύτευση πρασίνου κ.ά. (Ραντζούδη, 2004).

Φυσιογεωγραφικές και Κλιματικές συνθήκες

Φυτοκοινωνιολογικά η περιοχή ανήκει στην υποζώνη των ξηροφύλλων φυλλοβόλων δασών (*Quercion confertae*) της παραμεσογειακής ζώνης (*Quercetalia pubescentis*) (Ντάφης 1973, Αθανασιάδης 1986). Σήμερα στο ευρύτερο περιβάλλον της πόλης είναι έντονη η ανθρωπογενής επίδραση, καθώς όλες οι εκτάσεις έχουν διαμορφωθεί σε οικιστική και γεωργική γη. Από τα δρυοδάση που υπήρχαν στην περιοχή παραμένουν μόνο απομεινάρια σε υποβαθμισμένη πρεμνοφυή μορφή. Παρόχθια βλάστηση επιβιώνει κατά μήκος των ποταμών και των ρεμάτων μέσα σε ένα περιβάλλον που ε-

πεμβαίνει καθοριστικά ο άνθρωπος και αποτελείται από υδροχαρή φυτά (Ραντζούδη, 2004).

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής του Βορείου Έβρου κατατάσσεται στον ηπειρωτικό τύπο κλίματος με δριμύ χειμώνα και θερμό καλοκαίρι. Η μέγιστη ηλιοφάνεια παρατηρείται τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο, οπότε εμφανίζεται η μέση υψηλότερη θερμοκρασία του έτους, $24,16^{\circ}\text{C}$. Η μέση ελαχίστη θερμοκρασία είναι 2°C και παρατηρείται τον Ιανουάριο. Η μέση σχετική υγρασία φθάνει τη μέγιστη τιμή της με $86,1\%$ τον Δεκέμβριο και την ελαχίστη με $63,6\%$ τον Ιούλιο. Η μέση ετήσια βροχόπτωση υπερβαίνει τα 600 χλσ. (Ραντζούδη, 2004).

Οι επικρατούντες άνεμοι είναι βορειοανατολικής διεύθυνσεως και εμφανίζονται κυρίως το χειμώνα. Η μέγιστη ηλιοφάνεια καταγράφεται τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο και η ελάχιστη τους μήνες Δεκέμβριο - Φεβρουάριο. Βροχοπτώσεις σημειώνονται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους με μέγιστη ένταση μεταξύ Οκτωβρίου και Μαρτίου. Επίσης, κατά τη διάρκεια του χειμώνα έως νωρίς την άνοιξη σημειώνονται χιονοπτώσεις. Η μέση σχετική υγρασία του αέρα του έτους είναι 69% . Ο μέσος αριθμός ημερών χιονόπτωσης είναι για την Ορεστιάδα 10,6 με ύψος χιονιού στα 10-12 εκ. (Ραντζούδη, 2004).

Όπως, συνάγεται από αυτά τα στοιχεία, η σχετική υγρασία στην Ορεστιάδα είναι υψηλή καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, σε αυτό συντείνει η γειννίαση με τον ποταμό Έβρο. Αυτό αποτελεί μια ευνοϊκή παράμετρο για την ανάπτυξη των φυτών και ειδικότερα των δένδρων στο αστικό οικοσύστημα καθώς σύμφωνα με τον Oke (1987) το περιβάλλον της πόλης είναι ξηρότερο σε σχέση με την ύπαιθρο, γεγονός που είναι αρνητικό για την επίτευξη πλούσιας και υγιούς βλάστησης μέσα σε αυτήν.

Παρουσίαση μεθόδου απογραφής και αξιολόγησης των δένδρων

Η ανάλυση της παρόδιας βλάστησης πραγματοποιήθηκε με την απογραφή κατά άτομο των ειδών που συμμετέχουν στις δενδροστοιχίες του αστικού τμήματος της πόλης (περιοχή μελέτης) με την παράλληλη κατάταξη τους σε κλάσεις διαμέτρου κορμού αλλά και ανάλογα με τη ζωτικότητα και την προσαρμοστικότητα τους στις κλιματικές συνθήκες και ειδικότερα στο αστικό μικροκλίμα της πόλης.

Η καταγραφή των δένδρων που συμμετέχουν στο σχηματισμό δενδροστοιχιών κατά μήκος των δρόμων της Νέας Ορεστιάδας ακολούθησε τη μεθοδολογία του Miller (1996) και τις απόψεις που καταγράφει για την απο-

γραφική και τη διαχείριση του αστικού πρασίνου στο σύγγραμμα του «Urban Forestry». Επιπλέον, οι αριθμοδείκτες του Ντάφη (1988) όπως αναπτύσσονται στην «Εφαρμοσμένη Δασοκομική» χρησιμοποιήθηκαν για να αξιολογηθεί η φυσιολογική κατάσταση των δένδρων.

Έτσι, συντάχθηκε ένα Δελτίο Απογραφής (Miller 1996, Jim 1999) προσαρμοσμένο στις ιδιαιτερότητες της πόλης που μελετάται. Η εργασία της απογραφής περιλαμβάνει την κατ' άτομο καταγραφή των δένδρων που φύονται στους δρόμους της πόλης αξιολογώντας την ανάπτυξη τους και τη ζωτικότητα τους. Τα έντυπα συμπληρώθηκαν με επιτόπου αυτοψία στα πεζοδρόμια της περιοχής μελέτης.

Η διαδικασία αυτή εφαρμόστηκε σε κάθε οδό ξεχωριστά για να έχουμε μία ξεκάθαρη ιδέα για τον αριθμό των ειδών και των ατόμων που υπάρχουν σε κάθε δρόμο. Η καταχώρηση στο Δελτίο Απογραφής έγινε σύμφωνα με τρία κριτήρια το μέγεθος, τη ζωτικότητα και τη συμμετοχή τους στο πράσινο της πόλης. Συγκεκριμένα, η κατάταξη σε κλάσεις μεγέθους έγινε με τη μέτρηση της διαμέτρου του κορμού των δένδρων που μας δίνει μία σαφή εικόνα για την ηλικία, την ανάπτυξη και τον όγκο των ειδών που φύονται στην πόλη (Miller, 1996).

Η εκτίμηση της ζωτικότητας τους έγινε με την κατάταξη τους σε τρεις κατηγορίες ζωηρά, κανονικά, καχεκτικά, σύμφωνα με το Ντάφη (1988) και επιλέχθηκε γιατί βασίζεται σε αντικειμενικά οικολογικά κριτήρια. Η διαβάθμιση της ζωτικότητας βαθμολογείται με (1) για τα ζωηρά άτομα, (2) για τα κανονικά και (3) για τα καχεκτικά. Με τη χρήση αυτών των αριθμοδεικτών μπορούμε να συμπεράνουμε ποια είδη αναπτύσσονται καλύτερα στο περιβάλλον της πόλης. Οι δείκτες αυτοί βοηθούν τη κατάταξη των ατόμων συστάδων όταν καταχωρούνται σε κλάσεις ζωτικότητας.

«Βασικά κριτήρια για την εκτίμηση της ζωτικότητας είναι: η πυκνότητα του φυλλώματος, το χρώμα των φύλλων ή βελονών, το μήκος του επικορύφου και των πλάγιων βλαστών, η απαλότητα ή τραχύτητα του φλοιού, η έλλειψη ή η παρουσία προσβολών από έντομα και μύκητες κ.λ.π. (Ντάφης, 1988)». Ο Ντάφης περιγράφει γλαφυρά τις ενδείξεις σύμφωνα με τις οποίες μπορούν να κριθούν τα δένδρα για τη ζωτικότητα τους, όπως έγινε και στην παρούσα εργασία. Η ζωτικότητα είναι σημαντικό κριτήριο για την επιλογή των ειδών γιατί έχει άμεση σχέση με την αισθητική και την υγεία των δενδροστοιχιών που θα προκύψουν με την αξιολόγηση.

Η απογραφή συμπεριέλαβε αποκλειστικά τα δένδρα που συνιστούν τις δενδροστοιχίες κατά μήκος των δρόμων στην περιοχή μελέτης κατά την οποία έγινε καταγραφή κατά άτομο. Η απογραφή στην περιοχή μελέτης απο-

τελείται από 23 Δελτία Απογραφής από τα αποτελέσματα των οποίων προέκυψε ο Συγκεντρωτικός Πίνακας (πίνακας I) (Ραντζούδη, 2004). Συγκεκριμένα, οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούν την κατάταξη των δένδρων σύμφωνα με τα παρακάτω κριτήρια:

α) **Κατάταξη κατά κλάσεις μεγέθους:** Με τη χρήση μετροταινίας καταγράφηκε η περίμετρος αρχικά και κατόπιν υπολογίστηκε η διάμετρος του έκαστου δένδρου. Η μέτρηση της διαμέτρου των ιστάμενων δένδρων, σύμφωνα με το Miller (1996) έγινε στο ύψος των 1,4μ., ενώ στα άτομα με διάμετρο κάτω των 30εκ. πραγματοποιήθηκε στο ύψος των 30εκ. και στα άτομα με διάμετρο κάτω των 10εκ. στο ύψος των 15εκ.

β) **Κατάταξη κατά κλάσεις ζωτικότητας:** Με την εκτίμηση χαρακτηριστικών της εμφάνισης του δένδρου όπως προτείνει ο Ντάφης (1988) και τη χρήση αριθμοδεικτών που συμβάλλουν στην καλύτερη απεικόνιση του υπό εκτίμηση χαρακτηριστικού για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων έγινε η κατάταξη σύμφωνα με τη ζωτικότητα.

Απογραφή των δένδρων που συμμετέχουν στις υφιστάμενες δενδροστοιχίες

Η απογραφή των δένδρων που συνθέτουν τις υπάρχουσες δενδροστοιχίες της περιοχής μελέτης πραγματοποιήθηκε, ώστε η αξιολόγηση τους να οδηγήσει σε συμπεράσματα, ως προς τα εξής: α) σχετικά με τον αριθμό των δασοπονικών ειδών και των ατόμων του κάθε είδους που συμμετέχουν στη βλάστηση της πόλης, β) την προσαρμογή που παρουσιάζουν στις κλιματικές, φυσιογεωγραφικές και πολεοδομικές συνθήκες και γ) στην σύνθεση μιας τελικής πρότασης από εκείνα τα είδη, που συνδυάζουν την προσαρμογή στις κλιματικές, φυσιογεωγραφικές και πολεοδομικές συνθήκες της πόλης με ικανοποιητική αύξηση και ζωτικότητα.

Η επεξεργασία των δεδομένων που προήλθαν από την απογραφή των δένδρων ανά οδό σε μεμονωμένα Δελτία Απογραφής οδήγησε στη σύνταξη ενός Συγκεντρωτικού Πίνακα (πίνακας I). Στον πίνακα αυτό παρουσιάζονται οι μέσοι όροι ζωτικότητας και διαμέτρου των ατόμων που μετρήθηκαν στο σύνολο της περιοχής μελέτης, αλλά και του ποσοστού συμμετοχής στο σύνολο της απογραφείσας βλάστησης του κάθε δασοπονικού είδους ξεχωριστά. Σύμφωνα με αυτό τον πίνακα απογράφηκαν συνολικά 1648 δενδρώδη είδη στην περιοχή μελέτης με μέσο όρο διαμέτρου τα 0,31μ και μέσο όρο ζωτικότητας 2,04 (Ραντζούδη, 2004).

Πίνακας Ι. Συγκεντρωτικός πίνακας των δένδρων της περιοχής μελέτης.

Table I. Table of the whole species of trees which have been found in the study area.

Κωδικός είδους	Είδη	Μ.Ο. Διαμέτρου (m)	Μ.Ο. Ζωτικότητας	Αριθμός ειδών	Ποσοστό ειδών (%)
1	Hibiscus syriacus	0,23	2,09	74	4,49
2	Catalpa bignonioides	0,41	2,11	129	7,83
3	Cupressus arizonica	0,42	2,00	102	6,19
4	Platanus acerifolia	0,46	1,57	28	1,70
5	Tilia cordata	0,28	2,16	73	4,43
6	Thuja orientalis	0,20	2,01	71	4,31
7	Ligustrum japonicum	0,26	2,11	208	12,62
8	Koelreuteria paniculata	0,27	2,03	30	1,82
9	Magnolia grandiflora	0,17	2,06	108	6,55
10	Robinia pseudoacacia	0,38	1,94	17	1,03
11	Albizia julibrissin	0,42	2,02	159	9,65
12	Cupressocyparis x leylandii	0,30	2,00	2	0,12
13	Aesculus hippocastanum	0,29	2,19	21	1,27
14	Laurus nobillis	0,10	2,33	6	0,36
15	Cedrus atlantica	0,20	2,33	6	0,36
16	Acer negundo	0,28	1,99	198	12,01
17	Cedrus deodara	0,33	2,00	3	0,18
18	Chamaecyparis lawsoniana	0,23	2,00	5	0,30
19	Abies borisii regis	0,24	2,25	12	0,73
20	Juglans regia	0,34	2,00	12	0,73
21	Prunus cerasifera "Nigra"	0,18	2,26	19	1,15
22	Platanus orientalis	0,32	1,63	30	1,82
23	Pinus nigra	0,23	1,50	2	0,12
24	Ficus carica	0,33	2,00	9	0,55
25	Populus alba	0,48	2,00	12	0,73
26	Cupressus macrocarpa	0,32	2,00	23	1,40
27	Morus alba	0,33	1,99	73	4,43

28	<i>Cupressus sempervirens</i> f. <i>sempervirens</i>	0,32	2,00	5	0,30
29	<i>Castanea sativa</i>	0,38	1,83	6	0,36
30	<i>Pinus brutia</i>	0,53	2,67	3	0,18
31	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	0,38	2,00	24	1,46
32	<i>Celtis australis</i>	0,23	2,00	1	0,06
33	<i>Calocedrus decurrens</i>	0,23	2,00	1	0,06
34	<i>Amygdalus communis</i>	0,38	2,67	3	0,18
35	<i>Salix</i> sp.	0,23	2,67	3	0,18
36	<i>Ailanthus altissima</i>	0,48	2,00	6	0,36
37	<i>Salix babylonica</i>	0,38	2,00	4	0,24
38	<i>Prunus divaricata</i>	0,41	2,00	8	0,49
39	<i>Melia azedarach</i>	0,31	2,08	12	0,73
40	<i>Malus domestica</i>	0,33	2,00	3	0,18
41	<i>Pinus pinaster</i>	0,23	2,00	1	0,06
42	<i>Fraxinus ornus</i>	0,36	2,10	52	3,16
43	<i>Gleditsia triacanthos</i>	0,20	2,00	7	0,42
44	<i>Prunus cerasus</i>	0,34	2,14	21	1,27
45	<i>Cercis siliquastrum</i>	0,39	2,00	9	0,55
46	<i>Ulmus procera</i>	0,23	2,00	2	0,12
47	<i>Prunus avium</i>	0,25	2,17	6	0,36
48	<i>Ginkgo biloba</i>	0,08	2,00	1	0,06
49	<i>Populus x canadensis</i>	0,53	1,50	2	0,12
50	<i>Abies procera</i> "Glauca Nobel"	0,23	2,00	2	0,12
51	<i>Populus tremula</i>	0,45	1,50	2	0,12
52	<i>Syringa vulgaris</i>	0,21	2,25	8	0,49
53	<i>Cydonia oblonga</i>	0,15	2,50	2	0,12
54	<i>Acer tataricum</i>	0,23	2,00	1	0,06
55	<i>Diospyros kaki</i>	0,23	1,80	5	0,30
56	<i>Punica granatum</i>	0,15	2,00	2	0,12
57	<i>Sorbus aucuparia</i>	0,08	3,00	1	0,06
58	<i>Acer pseudoplatanos</i>	0,08	2,00	1	0,06
59	<i>Prunus domestica</i>	0,23	2,33	3	0,18
60	<i>Cupressocyparis x leylandii</i> "Variegata"	0,15	2,00	2	0,12

61	Fraxinus excelsior	0,33	2,00	3	0,18
62	Populus nigra	0,53	2,00	2	0,12
63	Acer platanoides	0,38	2,00	1	0,06
64	Tilia tomentosa	0,38	2,00	1	0,06
Μέσος όρος συνόλου		0,31	2,04		
Σύνολο				1648	100,00

Αξιολόγηση των συλλεχθέντων στοιχείων

Από τα καταγεγραμμένα κατά την απογραφή στοιχεία που απεικονίζονται στον πίνακα I προκύπτει ο πίνακας II όπου απεικονίζονται τα είδη που παρουσιάζουν καλύτερη προσαρμογή στο περιβάλλον της πόλης.

Στη Στήλη «Ζωτικότητα» του πίνακα II προσδιορίζουμε τα είδη που εμφανίζουν καλύτερο μέσο όρο ζωτικότητας. Συγκεκριμένα επιλέγουμε εκείνα τα είδη του πίνακα I που έχουν μέσο όρο ζωτικότητας ίσο ή κάτω από 2, δηλαδή αναπτύσσονται από κανονικά έως ζωηρά και κρίνονται κατάλληλα να συμπεριληφθούν στον πίνακα αξιολόγησης. Τα είδη αυτά είναι 54 στον αριθμό και επισημαίνονται με το σύμβολο «+».

Στη Στήλη «Συχνότητα» του πίνακα II προσδιορίζουμε τα είδη που εμφανίζουν μεγαλύτερη συμμετοχή επομένως έχει δοκιμαστεί η προσαρμογή τους στον δημόσιο χώρο της πόλης. Συγκεκριμένα επιλέγουμε εκείνα τα είδη από τον πίνακα I με ποσοστό συμμετοχής άνω από 1% στο σύνολο των ειδών που εμφανίζονται στην πόλη. Τα είδη αυτά είναι τα 20 και επισημαίνονται με το σύμβολο «+».

Στη Στήλη «Διάμετρος» του πίνακα II διακρίνουμε τα είδη που εμφανίζουν επιτυχή ανάπτυξη ανάλογα με την κλάση διαμέτρου. Συγκεκριμένα, εκείνα τα είδη που έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 0,30μ και αποτελούν τα είδη που επισημαίνονται με το σύμβολο «+».

Όπως προαναφέρθηκε στις στήλες του πίνακα II κατατάσσουμε τα είδη που παρουσιάζουν την καλύτερη ζωτικότητα, απαντούν συχνότερα στην βλάστηση της πόλης και παρουσιάζουν καλύτερη ανάπτυξη. Με την κίτρινη σκίαση ξεχωρίζουμε τα είδη που πληρούν δύο από τα τρία κριτήρια και δημιουργούμε τον πίνακα III όπου τελικά απεικονίζονται εκείνα τα είδη που πληρούν τις κατώτερες τιμές που έχουν τεθεί τουλάχιστον δύο εκ των τριών κριτηρίων.

Πίνακας II. Αξιολόγηση των δένδρων κατά μήκος των δρόμων.
Table II. Valuation of trees along the streets.

A/A	Κωδικός είδους	Είδος δένδρου	Ζωτικό-τητα	Διάμε-τρος	Συχνό-τητα
1	1	Hibiscus syriacus	+		+
2	2	Catalpa bignonioides	+	+	+
3	4	Cupressus arizonica	+	+	+
4	6	Platanus acerifolia	+	+	+
5	7	Tilia cordata	+		+
6	9	Thuja orientalis	+		+
7	10	Ligustrum japonicum	+		+
8	11	Koelreuteria paniculata	+		+
9	12	Magnolia grandiflora	+		+
10	13	Robinia pseudoacacia	+	+	+
11	14	Albizia julibrissin	+	+	+
12	15	Cupressocyparis x leylandii	+		
13	16	Aesculus hippocastanum	+		+
14	17	Laurus nobillis			
15	18	Cedrus atlantica			
16	20	Acer negundo	+		+
17	23	Cedrus deodara	+	+	
18	24	Chamaecyparis lawsoniana	+		
19	26	Abies borisii regis			
20	28	Juglans regia	+	+	
21	29	Prunus cerasifera "Nigra"	+		+
22	30	Platanus orientalis	+		+
23	31	Pinus nigra	+		
24	33	Ficus carica	+	+	
25	43	Populus alba	+	+	
26	44	Cupressus macrocarpa	+	+	+
27	47	Morus alba	+	+	+
28	48	Cupressus sempervirens f. sempervirens	+	+	

29	49	<i>Castanea sativa</i>	+	+	
30	50	<i>Pinus brutia</i>		+	
31	52	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	+	+	+
32	54	<i>Celtis australis</i>	+		
33	55	<i>Calocedrus decurrens</i>	+		
34	56	<i>Amygdalus communis</i>		+	
35	58	<i>Salix</i> sp.			
36	59	<i>Ailanthus altissima</i>	+	+	
37	60	<i>Salix babylonica</i> "Pendula"	+	+	
38	61	<i>Prunus divaricata</i>	+	+	
39	62	<i>Melia azedarach</i>	+		
40	63	<i>Malus domestica</i>	+	+	
41	64	<i>Pinus pinaster</i>	+		
42	69	<i>Fraxinus ornus</i>	+		+
43	70	<i>Gleditsia triacanthos</i>	+		
44	71	<i>Prunus cerasus</i>	+	+	+
45	73	<i>Cercis siliquastrum</i>	+	+	
46	75	<i>Ulmus procera</i>	+		
47	76	<i>Prunus avium</i>	+		
48	78	<i>Ginkgo biloba</i>	+		
49	79	<i>Populus x canadensis</i>	+	+	
50	80	<i>Abies procera</i> "Glauca Nobel"	+		
51	88	<i>Populus tremula</i>	+	+	
52	89	<i>Syringa vulgaris</i>			
53	92	<i>Cydonia oblonga</i>			
54	93	<i>Acer tataricum</i>	+		
55	99	<i>Diospyros kaki</i>	+		
56	100	<i>Punica granatum</i>	+		
57	101	<i>Sorbus aucuparia</i>			
58	102	<i>Acer pseudoplatanos</i>	+		
59	103	<i>Prunus domestica</i>			
60	104	<i>Cupressocyparis x leylandii</i> "Variegata"	+		
61	105	<i>Fraxinus excelsior</i>	+	+	

62	106	Populus nigra	+	+
63	107	Acer platanoides	+	+
64	109	Tilia tomentosa	+	+

Ανακεφαλαιώνοντας από το σύνολο των 64 ειδών δενδρώδους βλάστησης που καταγράψαμε και αξιολογήσαμε διακρίναμε 37 είδη ως καταλληλότερα για να φυτευτούν στην περιοχή μελέτης (πίνακας III). Τα είδη αυτά συνθέτουν την τελική πρόταση των δασοπονικών ειδών που κρίνονται κατάλληλα για τη δημιουργία δενδροστοιχιών στο αστικό περιβάλλον της Ν. Ορεστιάδας.

Πίνακας III. Προτεινόμενα δένδρα για χρήση στο αστικό περιβάλλον της Ν. Ορεστιάδας.

Table III. Selection of trees that are proposed for planning in the rural environment of Orestiada.

A/A	Κωδικός είδους	Είδος δένδρου	Ζωτικό-τητα	Διάμε-τρος	Συχνό-τητα
1	1	Hibiscus syriacus	+		+
2	2	Catalpa bignonioides	+	+	+
3	4	Cupressus arizonica	+	+	+
4	6	Platanus acerifolia	+	+	+
5	7	Tilia cordata	+		+
6	9	Thuja orientalis	+		+
7	10	Ligustrum japonicum	+		+
8	11	Koelreuteria paniculata	+		+
9	12	Magnolia grandiflora	+		+
10	13	Robinia pseudoacacia	+	+	+
11	14	Albizia julibrissin	+	+	+
12	16	Aesculus hippocastanum	+		+
13	20	Acer negundo	+		+
14	23	Cedrus deodara	+	+	
15	28	Juglans regia	+	+	
16	29	Prunus cerasifera "Nigra"	+		+

17	30	<i>Platanus orientalis</i>	+		+
18	33	<i>Ficus carica</i>	+	+	
19	43	<i>Populus alba</i>	+	+	
20	44	<i>Cupressus macrocarpa</i>	+	+	+
21	47	<i>Morus alba</i>	+	+	+
22	48	<i>Cupressus sempervirens</i> f. <i>sempervirens</i>	+	+	
23	49	<i>Castanea sativa</i>	+	+	
24	52	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	+	+	+
25	59	<i>Ailanthus altissima</i>	+	+	
26	60	<i>Salix babylonica</i>	+	+	
27	61	<i>Prunus divaricata</i>	+	+	
28	63	<i>Malus domestica</i>	+	+	
29	69	<i>Fraxinus ornus</i>	+		+
30	71	<i>Prunus cerasus</i>	+	+	+
31	73	<i>Cercis siliquastrum</i>	+	+	
32	79	<i>Populus x canadensis</i>	+	+	
33	88	<i>Populus tremula</i>	+	+	
34	105	<i>Fraxinus excelsior</i>	+	+	
35	106	<i>Populus nigra</i>	+	+	
36	107	<i>Acer platanoides</i>	+	+	
37	109	<i>Tilia tomentosa</i>	+	+	

Συμπεράσματα

Είναι γενικά αποδεκτό ότι η σωστή επιλογή δασοπονικών ειδών θεωρείται καθοριστική στη δημιουργία επιτυχημένων δενδροστοιχιών (Miller 1996, Ντάφης 2001). Έτσι, σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία της εγκατάστασης δενδρώδους βλάστησης στην περιοχή μελέτης και τη δημιουργία υγιών δενδροστοιχιών αποτελεί η χρήση ειδών που προέκυψαν από αντικειμενική αξιολόγηση των υπάρχοντων δενδροστοιχιών της πόλης.

Λαμβάνοντας υπόψη την τεκμηρίωση του θεωρητικού μέρους και την μελέτη περίπτωσης όπως διερευνήθηκε εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

α) Η απογραφή και αξιολόγηση του πρασίνου σκιαγράφησε αντικειμε-

νικά την κατάσταση που επικρατεί στις δενδροστοιχίες των δρόμων στο υπό μελέτη αστικό περιβάλλον. Έτσι, σύμφωνα με τον πίνακα I απογράφηκαν συνολικά 1.648 δενδρώδη είδη στην περιοχή μελέτης. Ο μεγαλύτερος αριθμός των ειδών (37) παρουσιάζει καλή ανάπτυξη και ικανοποιητική ζωτικότητα. Τα είδη αυτά συμμετέχουν στον πίνακα των προτεινομένων για φύτευση στο περιβάλλον της Ν. Ορεστιάδας δένδρων για την δημιουργία δενδροστοιχιών.

Η πρόταση περιλαμβάνει τα δασοπονικά είδη που αναπτύσσονται στην περιοχή μελέτης, έχουν καταφέρει να επιβιώσουν στον αστικό δημόσιο χώρο και παρουσιάζουν καλή ζωτικότητα, οπότε και αποτελούν ασφαλή κριτήρια για την επιτυχή εγκατάσταση τους μελλοντικά στο ίδιο περιβάλλον (Jim, 1999).

β) Η αξιολόγηση της ανάπτυξης των δένδρων στην περιοχή μελέτης έδειξε ότι στην παρόδια βλάστηση συμμετέχουν δασοπονικά είδη ξενικά ή είδη εκτός της ζώνης εξάπλωσης τους, τα οποία κρίθηκε ότι δεν αναπτύσσονται καλά ή έχουν παρουσιάσει προσβολές από διάφορες ασθένειες εξαιτίας της χαμηλής ζωτικότητας τους. Τα είδη αυτά δεν προτείνονται για χρήση στους δημόσιους χώρους της περιοχής μελέτης.

γ) Ο αριθμός των δασοπονικών ειδών που προτείνονται είναι 37 και φυσικά μπορεί να εμπλουτιστεί από άλλα είδη αυτόχθονα. Ο αριθμός αυτός όμως είναι ικανοποιητικός, ώστε να υπάρχει μια επαρκής αντιπροσώπευση από είδη που φύονται στην περιοχή αλλά και ένα ικανοποιητικό επίπεδο βιοποικιλότητας μέσα στην πόλη.

Η φύτευση πρασίνου στον αστικό χώρο πρέπει να εξυπηρετεί πρωταρχικά την ανάγκη διατήρησης και αύξησης της βιοποικιλότητας αφού αυτή αποτελεί μια βασική υπηρεσία στη διατήρηση της υγείας των φυσικών οικοσυστημάτων και στο εσωτερικό των πόλεων (Alvey, 2006). Επιπλέον, η δημιουργία δενδροστοιχιών συμβάλλει στη δημιουργία γραμμικών χώρων πρασίνου που λειτουργούν σαν διάδρομοι της φύσης σε σχέση με την τριγύρω ύπαιθρο (Miller, 1996).

Τελικά, τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν από την υπηρεσία πρασίνου του Δήμου Ορεστιάδας που εμπλέκεται άμεσα στον σχεδιασμό του πρασίνου της Ν. Ορεστιάδας και από άλλες πόλεις που παρουσιάζουν ομοιότητες στο κλίμα, τα φυσιογεωγραφικά και τα πολεοδομικά χαρακτηριστικά.

Επίλογος

Η σύνθεση και η συμμετοχή του πρασίνου στον αστικό ιστό είναι καθοριστική για το μικροκλίμα, αλλά και την αισθητική και οικολογική κατάσταση του δημόσιου χώρου μιας πόλης. Μπορούν να εξευρεθούν πολλοί τρόποι για τη βελτίωση των όρων διαβίωσης σε αυτόν με την αύξηση του δημόσιου και ιδιωτικού πράσινου. Η θέση των δρόμων μέσα στον αστικό ιστό είναι σημαντική και συνήθως μη αναγνωρισμένη από αυτούς που έχουν την ευθύνη του σχεδιασμού – πολεοδόμοι αλλά και κάτοικοι που τους χρησιμοποιούν καθημερινά. Συνήθως, αποτελούν ένα ιδιαίτερα επιβαρημένο από την ανθρώπινη δραστηριότητα και αναλγησία δημόσιο χώρο που παράλληλα απεικονίζει την εικόνα της καθημερινότητας και της ποιότητας ζωής της πόλης. Ένας τρόπος σημαντικής αύξησης του δημόσιου πρασίνου μπορεί να επιτευχθεί με τη σχεδίαση και φύτευση επιτυχημένων δενδροστοιχιών στους δρόμους των πόλεων.

Η αποκατάσταση της αντίληψης γύρω από τον αστικό δημόσιο χώρο, τμήμα του οποίου είναι ο δρόμος, θα βοηθήσει στην επίτευξη περισσότερο φιλικών και υγιών οικισμών που κύρια προβάλλουν τις κοινωνικές σχέσεις, την ανθρώπινη επικοινωνία και την καθημερινή επαφή με το φυσικό περιβάλλον, σε όποια μορφή αυτό μπορεί να έχει στο δημόσιο χώρο. Με απώτερο αποτέλεσμα τη βελτίωση των αστικών κοινωνιών αλλά και τη ζητούμενη ποιότητα του δημόσιου χώρου τους.

Βιβλιογραφία

- Αθανασιάδης, Ν. 1986. *Δασική Φυτοκοινωνιολογία*. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ 95.
- Alvey, A.A. 2006. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening* 5: 195-201.
- Αραβαντινός, Α. και Π. Κοσμάκη. 1988. *Οι υπαίθριοι χώροι στην πόλη*. Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα, σελ 11.
- Brack, C.L. 2006. Updating urban forest inventories: An example of the DISMUT model. *Urban Forestry & Urban Greening* 5: 189-194.
- Chacalo, A., A. Aldama and J. Grabinsky. 1994. Street tree inventory in Mexico city. *Journal of Arboriculture* 20: 222-226.
- Chen, S.S. and C.Y. Jim. 2003. Quantitative assessment of the treescape and cityscape of Nanjing, China. *Landscape Ecology* 18(4): 395-412.
- Georgi, N.J. and K. Zafiriadis. 2006. The impact of park trees on microcli-

- mate in urban areas. *Urban Ecosystems* 9: 195-209.
- Hansen-Møller, J. and L. Oustrup. 2004. Emotional, physical/functional and symbolic aspects of an urban forest in Denmark to nearby residents. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 56–64.
- Jacobs, B.A. 1995. *Great Streets*. The MIT Press, Massachusetts, pp. 6-11.
- Jim, C.Y. 1998. A planning strategy to augment the diversity and biomass of roadside trees in urban Hong Kong. *Landscape and urban planning* 44: 13-32.
- Κανταρτζής, Ν. και Ι. Τσαλικίδης. 1978. Σύντομη ανασκόπηση της ιστορικής εξέλιξης της κηποτεχνίας και της αρχιτεκτονικής του τοπίου από την αρχαιότητα ως τις αρχές του εικοστού αιώνα. *Γεωτεχνικά. Περίοδος Β΄* 2: 7-15.
- Karanikola, P., S. Tampakis and E. Rantzoudi. 2008. Evaluation of the problems created by trees and bushes to the urban environment. *Journal of Environmental Protection and Ecology*. 9(9): 698-709.
- Lacan, I. and J.R. McBride. 2008. Pest Vulnerability Matrix (PVM): A graphic model for assessing the interaction between tree species diversity and urban forest susceptibility to insects and diseases. *Urban Forestry & Urban Greening* 7: 291-300.
- McPherson, E.G. 2003. A benefit-cost analysis of ten street tree species in modesto California, U.S. *Journal of Arboriculture* 29(1): 1-8.
- Miller, R. 1996. *Urban Forestry*. Prentice-Hall. New Jersey, pp. 52, 105-130, 115.
- Moughtin, C. 2004. *Urban design - Streets and Square*. Elsevier. Oxford, pp. 128.
- Ντάφης, Σ. 1973. Ταξινόμηση της Δασικής βλαστήσεως της Ελλάδας. *Επιστημονική Επετηρίδα Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής του Παν. Θεσσαλονίκης* 15: 75-91.
- Ντάφης, Σ. 1988. *Εφαρμοσμένη Δασοκομική*. Εκδόσεις Γιαχούδη. Θεσσαλονίκη, σελ 158-159
- Ντάφης, Σ. 2001. *Δασοκομία πόλεων*. Art of text. Θεσσαλονίκη, σελ 13-14, 20.
- Nowak, D.J., M. Kuroda and D.E. Crane. 2004. Tree mortality rates and tree population projections in Baltimore, Maryland, USA. *Urban Forestry & Urban Greening* 2: 139-147.
- O' Brien, E. 2006. Social housing and green space: a case study in Inner London. *Forestry* 79(5): 535-536.
- Oke, T.R. 1987. *Boundary layer Climates*. Methuen&Co. London, pp. 298.

- Ραντζούδη, Χ.Ε. 2004. Η Συμβολή του Πρασίνου κατά μήκος Οδικών αξόνων στη βελτίωση του περιβάλλοντος του αστικού ιστού λαμβάνοντας υπόψη βιοκλιματικά και αισθητικά κριτήρια (μελέτη περίπτωσης αστικού ιστού Νέας Ορεστιάδας). Μεταπτυχιακή Διατριβή. ΕΑΠ., σελ 81,83,84,85,112.
- Rantzoudi, E., P. Karanikola and S. Tampakis. 2007. Functioning evaluation of trees and bushes in urban green. *Landscape Architecture and New Technologies (LANT07)*. 25-26 May 2008. Drama. pp. 325-338.
- Thaiutsa, B., L. Puangchit, R. Kjelgren and W. Arunprararut. 2008. Urban green space, street tree and heritage large tree assessment in Bangkok, Thailand. *Urban Forestry & Urban Greening* 7: 219-229.
- Τσακαλδήμη, Μ., Α. Σπυριδόπουλος, Ι. Δελληγιανοπούλου και Ι. Τάκος. 2005. Καταγραφή της βλάστησης και των προβλημάτων των δένδρων στα πάρκα της Αλεξανδρούπολης. 12^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. 2-5 Οκτωβρίου 2005. Δράμα, σελ 219-230.
- Santamouris, M. 2001. *Energy and climate in the urban built environment*. James & James. London. pp. 154.
- Sæbo, A., Th. Benedikz and Th. Randrup. 2003. Selection of trees for urban forestry in the Nordic countries. *Urban Forestry & Urban Greening* 2: 101-114.
- Sieghardt, M., E. Mursch-Radlgruber, E. Paoletti, E. Couenberg, A. Dimitrakopoulos, F. Rego, A. Hatzistathis and T.B. Randrup. 2005. The Abiotic Urban Environment: Impact of Urban Growing Conditions on Urban Vegetation. In: C.C. Konijnendijk, K. Nilsson, T.B. Randrup & J. Schipperijn (eds). *Urban Forests and Trees. A Reference Book*. Heidelberg. Springer-Verlag. Berlin, pp. 281.
- Τσονίδης, Τ. 1980. *Η Ορεστιάδα μας*. Εκπολιτιστικός Σύλλογος Ορεστιάδας. Ορεστιάδα, σελ 51.

The inventory and valuation of trees along the streets in the urban environment (study case the city of the Orestiada)

E. Ch. Rantzoudi

Abstract

The presence of vegetation and particularly of the tree lines affect in multiple ways the urban environment and contribute to the improvement of the microclimate and the aesthetics of the roads but also convert the immense public rural space into an enclosed and friendly environment for the citizen's outdoors activities. The results of the present essay are the inventory and valuation of the trees at the city center of Orestiada, particularly of the trees that participate in forming the tree lines along the roads of the city.

The inventory of the existing trees in the rural environment and the valuation of them are considered of primary importance to compose a future suggestion for the improvement of the greenery and the quality of residents' life. The results that came up from this essay end in the selection of specific trees according to their full growth inside the area under investigation. These suggestions can become an important tool for the planning of the future plantings in the same area and the kind of the species which should be preferred. Also, the list with the suggested trees could be for other cities that have similar climatic, town planning, ecological and geographic conditions.

Keywords: inventory, trees, tree lines, roads, city, urban microclimate, public space.

Τύποι ενδιαιτημάτων και σημαντικά χλωριδικά taxa στην περιοχή του Δικτύου Φύση 2000 «Όρη Βαρνούντα»

Γ. Κοράκης

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, 68200, Ορεστιάδα.
Email: gkorakis@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Οι δυτικές κλιτύες του όρους Βαρνούντας συνιστούν ένα σημαντικό σύμπλεγμα ορεινών οικοσυστημάτων που εφάπτονται στον Εθνικό Δρυμό των Πρεσπών και έχουν περιληφθεί στο Δίκτυο Φύση 2000 ως «Όρη Βαρνούντα». Η παρουσία πυριγενών και μεταμορφωμένων πετρωμάτων επιδρά στο τοπίο, την βλάστηση και τη χλωρίδα της περιοχής. Στην παρούσα εργασία περιγράφονται τα φυσικά ενδιαιτήματα που απαντούν στα όρια της προστατευόμενης περιοχής και παρουσιάζονται με αναλυτικά στοιχεία εξάπλωσης και βιότοπου 51 φυτικά taxa που αξιολογήθηκαν ως σημαντικά από άποψη διατήρησης, σπανιότητας και ενδημισμού.

Λέξεις κλειδιά: Τύποι ενδιαιτημάτων, ενδημικά είδη χλωρίδας, προστατευόμενες περιοχές, Δίκτυο Φύση 2000.

Εισαγωγή

Το όρος Βαρνούντας βρίσκεται στο βορειοδυτικό άκρο της ελληνικής επικράτειας στο νομό Φλώρινας (Εικόνα 1). Οι δυτικές κλιτύες του όρους δίπλα ακριβώς στα σύνορα με την ΠΓΔΜ, συνιστούν τον τόπο του Δικτύου Φύση 2000 «Όρη Βαρνούντα» (GR 1340003). Η περιοχή έχει κριθεί ως ι-διαίτερης οικολογικής και βιολογικής αξίας (Παυλίδης 1985, Κασιούμης 1991, Χατζηρβασάνης 1992) και είναι σήμερα χαρακτηρισμένη ως pSCI (προτεινόμενη Περιοχή Κοινοτικού Ενδιαφέροντος) και SPA (Ζώνη Ειδικής Προστασίας). Επιπλέον, γεωγραφικά εφάπτεται σε δύο άλλες σημαντικές προστατευόμενες περιοχές. Η πρώτη είναι ο Εθνικός Δρυμός των Πρεσπών με τον οποίο συνορεύει προς δυσμάς και η άλλη το Εθνικό Πάρκο του Pelister της ΠΓΔΜ με το οποίο συνέχεια προς βορά. Η παρούσα εργασία στοχεύει να συμβάλλει στη γνώση της βιοποικιλότητας της περιοχής «Όρη

Βαρνούντα» περιγράφοντας τις φυτοκοινότητες – ενδιαιτήματα που αυτή περιλαμβάνει καθώς και να παρουσιάσει τα σημαντικότερα, από άποψη διατήρησης, φυτικά taxa που έχουν μέχρι σήμερα καταγραφεί σε αυτή.



Εικόνα 1. Θέση της περιοχής μελέτης.
Figure 1. Location of the study area.

Γεωγραφικά στοιχεία

Το όρος Βαρνούντας ή Περιστέρι, βρίσκεται στην συνοριακή ζώνη Ελλάδας – ΠΓΔΜ και αποτελεί την εντός της Ελλάδας φυσική συνέχεια του όρους Pelister (2601 μ.) της ΠΓΔΜ. Σχηματίζει την ανατολική περίμετρο της ορεινής λεκάνης των Πρεσπών (υψόμ. 850 μ.) και τη διαχωρίζει από το οροπέδιο της Φλώρινας (υψόμ. 600 μ.).

Η υψηλότερη κορυφή του όρους είναι το Δεσποτικό (ή Kitsevo ή Κότσα Toumba ή Ržána) (2334 μ.) που βρίσκεται πάνω στην μεθόριο. Αρκετές άλλες κορυφές ξεπερνούν τα 2000 μ. όπως η Τούμπα (2177 μ.), το Καλό Νερό (Bela Vodha) (2156 μ.), ο Ντούρλος (2124 μ.), το Δίκορφο (2118 μ.). Αυτές σχηματίζουν τον υδροκρίτη της λεκάνης απορροής του ρέματος του Αγίου Γερμανού (Stara) που αποτελεί το μεγαλύτερο επί ελληνικού εδάφους ορεινό ρεύμα που εκβάλλει στη λίμνη Μεγάλη Πρέσπα.

Το γεωλογικό υπόστρωμα και η σημασία του

Ο ορεινός όγκος του Βαρνούντα ανήκει στην Πελαγονική γεωτεκτονική ζώνη (Μουντράκης, 1985). Η ζώνη αυτή κατέρχεται από την ΠΓΔΜ και στην Ελλάδα εκτείνεται βορειοδυτικά από το Βαρνούντα και το Βόρα προς τον Όλυμπο, το Πήλιο και μέχρι τις Σποράδες νοτιοανατολικά. Το γεωλογικό υπό-

στρωμα της περιοχής περιλαμβάνει πετρώματα που συνήθως απαντώνται σε ορεινές περιοχές κοντά στα βόρεια σύνορα της Ελλάδας. Τα πετρώματα αυτά είναι: α) Πυριγενείς πλουτωνίτες, όπως οι γρανίτες της Φλώρινας, οι γρανοδιορίτες και οι μονζονίτες. β) Κρυσταλλοσχιτώδη, όπως οι γνευσιωμένοι γρανίτες του Βαρνούντα, οι γνεύσιοι, οι αμφιβολίτες και οι σχιστόλιθοι. Η ηλικία των γρανιτών της περιοχής είναι πολύ μεγάλη καθώς με ραδιοχρονολόγηση καθορίστηκε στο Άνω Λιθανθρακοφόρο (300 εκατ. έτη).

Το γεωλογικό υπόστρωμα του όρους αποκαλύπτεται στις ψηλότερες κορυφές και αποτελεί παράγοντα πρωτεύουσας σημασίας για την εμφάνιση ιδιαιτεροτήτων στο τοπίο, την υδρολογία, τα εδάφη και την χλωρίδα της περιοχής. Οι συγκεκριμένοι σχηματισμοί πετρωμάτων έχουν ως αποτέλεσμα ένα ορεινό - αλπικό τοπίο με σκοτεινές χρωματικές αποχρώσεις λόγω των γρανιτικών βραχωδών εξάρσεων καθώς και την έλλειψη εκτεταμένων ορθοπλαγιών και λιθώνων λόγω της αποσάθρωσης και διάβρωσης του γρανίτη κατευθείαν σε λεπτόκοκκο υλικό. Χαρακτηριστική επίδραση των αδιαπέραστων από το νερό πετρωμάτων στην υδρολογία της περιοχής είναι η μόνη ροή των ρεμάτων, η περιορισμένη στερεομεταφορά και η έλλειψη βαθιών χαραδρώσεων.

Τα εδάφη που αναπτύσσονται πάνω σε αυτά τα πετρώματα είναι όξινα, πλούσια σε ιχνοστοιχεία και μέταλλα που είναι προϊόντα αποσάθρωσης πλουτωνιτών και αμμώδη λόγω της μεγάλης περιεκτικότητάς τους σε χαλαζία. Εντάσσονται κυρίως στα ορφνά δασικά εδάφη της εύκρατης ζώνης και σε μεγάλα υψόμετρα είναι μεταβατικά προς τα ποτζολικού τύπου βορειοευρωπαϊκά εδάφη.

Η παρουσία πυριγενών πετρωμάτων με τα αποτελέσματα που έχει στις εδαφοϋδατικές συνθήκες της περιοχής αποτελεί τον καθοριστικό οικολογικό παράγοντα που σε συνδυασμό με το ηπειρωτικό κλίμα ευνόησε την διείσδυση και εγκατάσταση βορειοευρωπαϊκών και μεσευρωπαϊκών χλωριδικών στοιχείων στο όρος Βαρνούντα (Παυλίδης, 1985).

Κλίμα – Βιοκλίμα

Το κλίμα του Βαρνούντα διαμορφώνεται από το μεγάλο υψόμετρο και την απόσταση από την θάλασσα. Έτσι ενώ στα χαμηλά υψόμετρα (ημιορεινή ζώνη) το κλίμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεσογειακό με βραχύ καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα (Csb κατά Korpen), στα μεγαλύτερα υψόμετρα (ορεινή και αλπική ζώνη) το κλίμα μεταβαίνει σε μεσευρωπαϊκού χαρακτήρα υγρό ηπειρωτικό (Dfb κατά Korpen).

Το βιοκλίμα της περιοχής έχει χαρακτήρα αξηρικό εύκρατο με 0 βιολογικά ξηρές ημέρες μέσα στο έτος. Ο βιοκλιματικός όροφος με βάση το κλιματικό διάγραμμα Emberger είναι υγρός με δριμύ χειμώνα και οι μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες του ψυχρότερου μήνα είναι κάτω από 0°C (Μαυρομάτης, 1980).

Μέθοδος έρευνας

Η καταγραφή και περιγραφή των τύπων οικοτόπων καθώς και τα λοιπά σχόλια για την αξιολόγηση και διαχείριση της περιοχής έγιναν από το συγγραφέα με συλλογή στοιχείων από το ύπαιθρο, ενώ χρησιμοποιήθηκαν αναφορές από τους Quézel (1969), Παυλίδη (1985) και Μπαμπαλώνα (2001).

Η ταξινόμηση των τύπων οικοτόπων και των ενδιαιτημάτων έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία της Ε.Ε. (Corine Biotopes Manual 1991, European Union 2003, European Union 2007) σε συνδυασμό, όπου ήταν απαραίτητο, με τις ελληνικές προσαρμογές (Ντάφης κá. 1999, 2001).

Η επιλογή των σημαντικών ειδών από άποψη διατήρησης, σπανιότητας και ενδημισμού έγινε βάσει του Red Data Book of Rare and Threatened Plants of Greece (Phitos et al. 1995) και των συγγραμμάτων των Strid (1986), Strid and Tan (1991), Strid and Tan (1997, 2002), Delforge (2006), Γεωργίου (1996), Παυλίδη (1985) καθώς και με χρήση προσωπικών στοιχείων του συγγραφέα που αφορούν την δεκαετία 1997-2007.

Τα στοιχεία χωρολογικής εξάπλωσης και βιοτόπου των σημαντικών ειδών προέρχονται, κυρίως, από τους Strid (1986), Strid and Tan (1991), Strid and Tan (1997, 2002) καθώς και από τους Boratyński et al. (1992), Delforge (2006) και Tutin et al. (1968 - 1980, 1993). Η κατάσταση διατήρησης των σημαντικών ειδών συντάχθηκε με χρήση των κριτηρίων της IUCN (Walter and Giullet, 1998) και χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον ο κατάλογος του CORINE και του Συμβουλίου της Ευρώπης. Στο καθεστώς προστασίας περιελήφθησαν η Σύμβαση της Βέρνης, η Σύμβαση για το Διεθνές Εμπόριο των Κινδυνευόντων Ειδών (CITES), η οδηγία 92/43/ΕΟΚ και το Προεδρικό Διάταγμα 67/1981 «Περί προστασίας της αυτοφυούς χλωρίδας και άγριας πανίδας και καθορισμού διαδικασίας συντονισμού και ελέγχου της ερεύνης επ' αυτών».

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Μέσα στα όρια του τόπου εμφανίζονται όλοι οι βασικοί τύποι βλάστη-

σης των ορεινών περιοχών. Μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνουν η δασική και η λιβαδική βλάστηση ενώ εμφανίζεται, επίσης, παραποτάμια και χαμοφυτική βλάστηση. Εντός των διαπλάσεων αυτών παρατηρούνται διάφοροι τύποι ειδικών ενδιαιτημάτων (οικοτόπων). Οι τύποι ενδιαιτημάτων παρουσιάζονται σύμφωνα με την ταξινόμηση και κωδικοποίηση της Ε.Ε. ή την ελληνική προσαρμογή της.

Δασικά ενδιαιτήματα

Το δάσος κατά το παρελθόν υπέστη μακρόχρονη κακοδιαχείριση και ληστρική εκμετάλλευση ιδιαίτερα σε περιόδους αστάθειας και πολεμικών επιχειρήσεων. Αποτέλεσμα της κακοδιαχείρισης αυτής ήταν η συρρίκνωσή του σε έκταση μικρότερη του 25% της λεκάνης του Αγίου Γερμανού, η αλλοίωση της φυσικής του σύνθεσης και η υποβάθμιση του τοπικά σε χαμηλές συστάδες πρεμνοφυούς διαχείρισης. Σήμερα που η δασική εκμετάλλευση ασκείται από τη Διεύθυνση Δασών ορθολογικά και συστηματοποιημένα (εκπονούνται διαχειριστικές εκθέσεις δεκαετούς διάρκειας) παρουσιάζεται η δυνατότητα ανάκαμψης των δασικών οικοσυστημάτων. Οι πρεμνοφυείς συστάδες βρίσκονται πλησιέστερα στους οικισμούς και καλύπτουν τις ατομικές ανάγκες των κατοίκων σε καυσόξυλα. Μακροπρόθεσμος στόχος του δασικού σχεδιασμού είναι η αναγωγή τουλάχιστον μέρους αυτών σε σπερμοφυείς συστάδες υποκηπευτής μορφής (Διεύθυνση Δασών Φλώρινας προσωπική επικοινωνία).

Δάση δρυός - Θερμόφιλα δρυοδάση της Ανατολικής Μεσογείου και της Βαλκανικής (924A)

Τα δρυοδάση εξαπλώνονται στα όρια της περιοχής σε χαμηλά και μέσα υψόμετρα και ανέρχονται μέχρι την υψομετρική ζώνη των 900 μέτρων. Συντίθενται από φυλλοβόλα είδη δρυός όπως η πλατύφυλλη δρυς (*Quercus frainetto*) και η απόδισκος βαλκανική δρυς (*Quercus petraea* subsp. *medwediewii*). Τα δάση της πλατύφυλλης δρυός απαντώνται στις χαμηλότερες υψομετρικά και θερμότερες θέσεις, ενώ τα δάση απόδισκου δρυός εντοπίζονται σε σποραδικές συστάδες σε μεγαλύτερα υψόμετρα καταλαμβάνοντας ψυχρότερους βιότοπους.

Είναι φωτεινότερα και ξηροθερμικότερα από τα δάση οξιάς και στη σύνθεσή τους συμμετέχει μια μεγάλη ποικιλία ειδών δέντρων και θάμνων όπως η αγριοσορβιά (*Sorbus torminalis*) και η οικιακή σορβιά (*Sorbus domestica*), ο μελιός (*Fraxinus ornus*), ο γαύρος (*Carpinus orientalis*), η α-

γριοτριανταφυλλιά (*Rosa canina*), η μουρτζιά (*Crataegus monogyna*), ο βάτος (*Rubus canescens*, *Rubus hirtus*) κλπ. Επιπρόσθετα, μια μεγάλη ποικιλία ποώδους χλωρίδας απαντάται μέσα στο φωτεινό περιβάλλον των δρυοδασών. Τα είδη που εμφανίζονται διαφοροποιούνται ανάλογα με τις συνθήκες ξηρασίας-υγρασίας του περιβάλλοντος με αποτέλεσμα σε υγρότερες συνθήκες να απαντώνται είδη που προέρχονται από τα δάση οξιάς.

Τα δρυοδάση σήμερα εμφανίζονται συχνά διασπασμένα από λιβαδικές εκτάσεις και εγκαταλειμμένες καλλιέργειες. Η βασική τους χρήση είναι η παραγωγή καυσόξυλων και για την εξυπηρέτηση του σκοπού αυτού η εκμετάλλευσή τους γίνεται με αποψιλωτικές υλοτομίες. Το αποτέλεσμα είναι να διατηρούνται κατά το μεγαλύτερο μέρος τους σε συστάδες μικρής ηλικίας πρεμνοφυούς μορφής.

Δάση οξιάς - Δάση οξιάς της φυτοκοινωνίας Luzulo-Fagetum (9110), Δάση οξιάς της φυτοκοινωνίας Asperulo-Fagetum (9130)

Η δασική οξιά (*Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica*) σχηματίζει στο όρος Βαρνούντας αμιγή δάση που καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση στα υψομετρικά ανώτερα τμήματα των βουνών. Τα δάση οξιάς εκτείνονται από το υψόμετρο των 800 μέτρων ως τα δασοόρια που βρίσκονται πάνω από τα 1600 μέτρα, υψόμετρο στο οποίο αντικαθίστανται από τα αλπικά λιβάδια. Η οξιά είναι είδος που απαιτεί για την ανάπτυξή της βαθιά και γόνιμα εδάφη καθώς και υψηλή υγρασία στην ατμόσφαιρα. Στο όρος Βαρνούντας ευνοείται η ανάπτυξή της από την υδατική συμπεριφορά των πυριτικών πετρωμάτων. Τα δάση της είναι πυκνά και σκιερά ενώ συχνά τα δέντρα φτάνουν και ξεπερνούν τα 30 μέτρα ύψος. Αποτελούν δείγμα μιας τυπικής μεσευρωπαϊκής βλάστησης. Μέσα στις συνθήκες που διαμορφώνονται στα δάση της οξιάς βρίσκουν καταφύγιο πολλά είδη φυτών της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης όπως είναι το αυστριακό δωρόνικο (*Doronicum austriacum*), η καρδαμίνη (*Cardamine bulbifera*), οι ευγενείς πτέριδες όπως η θηλυκή φτέρη (*Athyrium filix-femina*), και η αρσενική φτέρη (*Dryopteris filix-mas*), η πρηνάνθη (*Prenanthes purpurea*), η φαρμακευτική βερονίκη (*Veronica officinalis*), η σαπροφυτική ορχιδέα νεότια (*Neottia nidus-avis*), η λουζούλα (*Luzula luzulina*), η σμεουριά (*Rubus idaeus*) κλπ. Οι συστάδες αμιγούς οξιάς (με χαμηλό βαθμό πρόσμιξης από άλλα πλατύφυλλα) εμφανίζουν ποώδη όροφο με αραιή κάλυψη και εντάσσονται λόγω του πυριτικού υποθέματος κατά το πλείστον στον τύπο οικότοπου Luzulo-Fagetum. Εμφανίζονται σε δύο φυσιογνωμικά και οικολογικά διακρινόμενες μορφές: α) Σε χαμηλή πρεμνοφυή μορφή που είναι αποτέλεσμα των αλόγιστων υλοτομιών και α-

ποψιλώσεων του παρελθόντος και β) σε μορφή σπερμοφυούς ψηλού δάσους. Τα δάση οξιάς του Βαρνούντα παρέχουν οικονομικά πολύτιμη ξυλεία μεγάλων διαστάσεων αλλά και καυσόξυλα.

Μικτά δάση οξιάς-ελάτης - Ελληνικά δάση οξιάς με Abies borisii-regis (9270)

Τα μικτά δάση οξιάς – ελάτου εμφανίζονται σε μικρή έκταση στις δυτικές κλιτύες του Βαρνούντα και χαρακτηρίζονται από την παρουσία της υβριδογενούς ελάτης (*Abies borisii-regis*) αλλά και της σπάνιας για την Ελλάδα λευκής ελάτης (*Abies alba*) (Strid, 1986) εντός των οικοσυστημάτων της δασικής οξιάς. Η υβριδογενής ελάτη είναι είδος που εμφανίζει παρόμοιες βιολογικές και οικολογικές ιδιότητες με την οξιά και μπορεί να σχηματίζει μικτές συστάδες που έχουν μεγάλη βιολογική και αισθητική αξία. Πρόκειται για συστάδες με μεγάλη παραγωγικότητα σε ξυλεία και σημαντική οικολογική αξία λόγω της αύξησης της βιοποικιλότητας που επιφέρει η ταυτόχρονη εμφάνιση των δύο δασοπονικών ειδών.

Αζωνική δασική βλάστηση - Δάση-στοές με Salix alba και Populus alba (92A0)

Αζωνική παραποτάμια βλάστηση με ιτιές και λεύκες αναπτύσσεται κατά μήκος του ρέματος του Αγίου Γερμανού αλλά και σε μικρότερα ρέματα και ρύακες του όρους Βαρνούντας. Τα είδη που κυριαρχούν είναι η λευκή ιτιά (*Salix alba*), η λεύκη (*Populus nigra*), η канаδέζικη λεύκη (*Populus xcanadensis*), το σκλήθρο (*Alnus glutinosa*) και η σημύδα (*Betula pendula*). Η σημύδα, πρόσκοπο είδος με βόρεια εξάπλωση, που στον Βαρνούντα εμφανίζεται σε ομάδες και άτομα μέσα σε υγρόφιλες συστάδες, βρίσκεται στην περιοχή μια από τις νοτιότερες απολήξεις της εξάπλωσής της.

Ο οικότοπος είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την υδρονομική και προστατευτική του επίδραση, λόγω της βιολογικής ποικιλότητας που επιφέρει στο οικοσύστημα αλλά και λόγω της αισθητικής του αξίας.

Λιβαδικά ενδιαιτήματα

Η λιβαδική βλάστηση έχει ευνοηθεί και επεκταθεί στον ορεινό χώρο του Βαρνούντα εξαιτίας της προηγηθείσας διαχείρισης. Δύο ήταν οι κυριότερες ανθρώπινες δραστηριότητες που συντέλεσαν σ' αυτό. α) Η απρογραμμάτιστη αποψιλωτική υλοτόμηση του δάσους και β) η μακροχρόνια καλλιέργεια ορεινών αγρών σε βαθμίδες που σήμερα έχει εγκαταλειφθεί. Η

ανθρωπογενής αυτή επίδραση σε συνδυασμό με την οδική διάνοιξη υποβάθμισε τα φυσικά λιβαδικά οικοσυστήματα έχοντας ως επίπτωση την επιφανειακή διάβρωση στο χώρο τους και τον περιορισμό των φυσικών φυτοκοινωνιών. Σήμερα οι επιπτώσεις αυτές έχουν εν μέρει αναιρεθεί δεδομένου ότι η μοναδική χρήση των λιβαδικών ενδιαιτημάτων είναι η βόσκηση. Η βόσκηση στην ορεινή και την αλπική ζώνη όπου εξαπλώνονται οι δύο επιλεγμένοι τύποι ενδιαιτημάτων ασκείται από νομάδες κτηνοτρόφους που έρχονται κάθε καλοκαίρι από την Θεσσαλία. Αν και τα τελευταία χρόνια της δεκαετίας του '90 παρατηρήθηκε αύξηση του ζωικού κεφαλαίου (αιγοπρόβατα) η πίεση βόσκησης βρίσκεται σταθερά κάτω από την βοσκοικανότητα του τόπου (Εταιρεία Πρεσπών προσωπική επικοινωνία). Αυτό σημαίνει ότι η βόσκηση που ασκείται δεν αλλοιώνει τη μορφή και τη σύνθεση της φυσικής βλάστησης. Οι τύποι των λιβαδιών διακρίνονται σε τύπους που ενίοτε σχηματίζουν μωσαϊκό και περιλαμβάνουν έναν ή περισσότερους οικοτόπους βάσει της χλωρίδας που κυριαρχεί.

Διαπλάσεις νανωδών και έρποντων θάμνων (υπαλπικοί ερεικώνες) - Αλπικά και υποαλπικά χέρσα εδάφη (4060)

Οι διαπλάσεις αυτές συνιστούν τους υπαλπικούς ερεικώνες που εκτείνονται από το υψόμετρο των 1400 μέτρων και άνω. Πρόκειται για νανόμορφους θαμνώνες που καλύπτονται από χαμηλά ή έρποντα ξυλώδη είδη, κυρίως ερικοειδή (Ericaceae), των οποίων η ανάπτυξη ευνοείται από τα όξινα πυριτικά εδάφη που απαντώνται στο Βαρνούντα. Τα είδη αυτά, τα οποία κυριαρχούν και με την πυκνή τους ανάπτυξη σχηματίζουν τάπητες, είναι ο νανώδης άρκευθος (*Juniperus nana*), το μύρτιλλο (*Vaccinium myrtillus* και σπανιότερα *Vaccinium uliginosum*), και η βρουκενθάλια (*Bruckenthalia spiculifolia*).

Διαπλάσεις ποωδών (ποολίβαδα) - Στεππόμορφοι, βραχώδεις ανωδασικοί λειμώνες (6173)

Χλωώδεις διαπλάσεις με Nardus, ποικίλων ειδών, σε πυριτικό υπόστρωμα (6230)

Τα αλπικά ποολίβαδα εκτείνονται σε υψόμετρα ανάλογα με τους υπαλπικούς ερεικώνες και εμφανίζονται σε διάκενα μεταξύ τους ή και υψηλότερα από αυτούς προς τις κορυφές. Τα λιβάδια αυτά καλύπτονται από βλάστηση στην οποία κυριαρχούν χαμηλά ποώδη είδη, κυρίως αγρωστώδη που αναπτύσσονται σε θύσανους.

Φτεριάδες - Χέρσες εκτάσεις με φτέρη (5150)

Σε χαμηλότερα υψόμετρα που κυμαίνονται μεταξύ των 800 και 1600 μέτρων τα λιβάδια που εμφανίζονται στα διάκενα των δασών οξιάς κυριαρχούνται από την φτέρη (*Pteridium aquilinum* subsp. *aquilinum*).

Υγρά ορεινά λιβάδια και τέλματα – Ευτροφικές υψηλές πόες (6430)

Τα υγρά ορεινά λιβάδια και τέλματα απαντώνται σε διάκενα δασών οξιάς αλλά και στα λιβάδια της υπαλπικής και αλπικής ζώνης που είναι γυμνά από δενδρώδη βλάστηση (πχ. θέση «Μητσάρα» στην περιοχή «Καλό Νερό» σε υψόμετρο 1900 m). Αποτελούν ενδιαίτημα που καταλαμβάνει συνήθως μικρή έκταση σε θέσεις που η επιφανειακή απορροή του νερού ανακόπτεται. Οι θέσεις αυτές είναι επίπεδες ή κοίλες (βυθίσματα) και λόγω της πλήρους ανακοπής ή της πολύ χαμηλής ταχύτητας κίνησης του νερού και του αδιαπέραστου υποστρώματος δημιουργούνται κάθυγρα ή πλημμυρισμένα εδάφη. Τα υγρά λιβάδια και τέλματα αποικίζονται από υψηλά υγρόφιλα φυτά προσαρμοσμένα σε συνθήκες πλημμυρισμένων εδαφών για τους περισσότερους μήνες ή για ολόκληρο το έτος. Η χλωρίδα και η βλάστησή τους εξαρτάται κυρίως από το αν βρίσκονται σε ενδοδασογενές (υπόσκιο) ή εξωδασογενές περιβάλλον από την έκτασή τους, τη συσσωρευμένη οργανική ουσία και την ποσότητα (βάθος) του νερού που συγκρατούν. Στην επιφάνεια του υγρού εδάφους συχνά αναπτύσσεται αποικία βρυοφύτων. Μεταξύ των φυτικών ειδών που κυριαρχούν στο Βαρνούντα σημαντικά είναι τα *Veratrum album*, *Geum coccineum*, *Eriophorum latifolium*, *Epilobium montanum*, *Caltha palustris*, *Carex ovalis*, *Cirsium appendiculatum*, *Ranunculus repens* κ.ά.

Τα ενδιαιτήματα αυτά έχουν μεγάλη αισθητική αξία και αποτελούν σημαντικές νησίδες βιοποικιλότητας εντός του δασικού ή του λιβαδικού περιβάλλοντος καθώς οι ιδιαίτερες οικολογικές τους συνθήκες δημιουργούν το βιότοπο πολλών εξειδικευμένων ειδών πανίδας και χλωρίδας.

Ενδιαιτήματα χασμοφύτων - Χασμοφυτική βλάστηση πυριτιόφιλων βραχωδών πρανών (8220)

Τα πυριτικά βράχια που απαντούν στις κορυφές του Βαρνούντα συνιστούν έναν ιδιαίτερο τύπο ενδιαιτήματος ο οποίος περιλαμβάνει αραιή βλάστηση από σπάνια χασμόφυτα είδη. Το γεωλογικό υπόθεμα αποτελείται από όξινα πετρώματα με μεγάλη περιεκτικότητα σε χαλαζία όπως γρανίτες, γρανοδιορίτες, μονζονίτες και γνεύσιους και είναι καθοριστικό για την ανάπτυξη των εξειδικευμένων και προσαρμοσμένων στις συγκεκριμένες συν-

θήκες χασμοφύτων. Ορισμένα από αυτά είναι τα είδη: *Silene larchenfeldiana*, *Centaurea deustiformis*, *Silene parnassica*, *Jovibarba heuffelii*, *Sempervivum marmoreum*, *Campanula rotundifolia*, *Allium flavum* subsp. *flavum*, *Schophularia aestivalis* κ.ά. Τα είδη αυτά καθώς συνδέονται με αποκλειστικά πυριτικά βραχώδη υποθέματα παρουσιάζουν περιορισμένη περιοχή συνολικής εξάπλωσης. Η κατανομή τους, όπως και η εμφάνιση του οικοτόπου, κατά κύριο λόγο εκτείνεται σποραδικά κατά μήκος των βορείων συνόρων της Ελλάδας όπου συνήθως εμφανίζονται πυριτικά βραχώδη υποθέματα. Εξαιτίας της ιδιαίτερης χλωριδικής του σύνθεσης ο οικοτόπος των βραχωδών εξάρσεων συνιστά τύπο βλάστησης με πολύ υψηλό βοτανικό ενδιαφέρον.

Στην περιοχή του Βαρνούντα έχουν καταγραφεί φυτικά taxa που κρίνονται ως ενδιαφέροντα ή σημαντικά από άποψη διατήρησης, σπανιότητας και ενδημισμού. Αυτά περιλαμβάνουν:

1) Ενδημικά της Ελλάδας και Βαλκανικής, όπως τα *Trifolium parnassi*, *Bruckenthalia spiculifolia* 2) Ιδιαίτερης φυτογεωγραφικής εξάπλωσης όπως τα *Abies alba*, *Betula pendula* 3) Σπάνια και φαρμακευτικά είδη όπως τα *Gentiana lutea*, *Crocus cvijicii* 4) Taxa που περιλαμβάνονται σε καταλόγους για την προστασία τους όπως IUCN, CITES, ΠΔ 67/1981.

Στη συνέχεια στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται με αναλυτικά στοιχεία εξάπλωσης και βιότοπου 51 από τα μέχρι σήμερα καταγεγραμμένα φυτικά taxa που σύμφωνα με τα παραπάνω κριτήρια, αξιολογούνται ως τα περισσότερο ενδιαφέροντα.

Ευχαριστίες

Μέρος της παρούσας έρευνας χρηματοδοτήθηκε από την Κοινωνική Πρωτοβουλία INTERREG III A/CARDS Ελλάδα-Π.Γ.Δ.Μ. 2000-2006.

Πίνακας Ι. Κατάλογος σημαντικών φορτικών taxa.
Table I. Catalogue of important plant taxa.

Οικογένεια	Taxon	Εξέταση	Βιότοπος	Κατάσταση διατήρησης	Καθεστώς προστασίας
Asteraceae	<i>Acer heldreichii</i> Orph. ex Boiss.	Ευδημικό της κεντρικής και νότιας Βαλκανικής χερσονήσου. Είναι σπάνιο με ελαφρώδη εξέλιξη είδος. Στο Βαρνούντα απαντάται στο μεγαλύτερο υψόμετρο της κεντρικής του (2.150 m "Κάδο Νησά")	Απαντάται στην ορεινή ζώνη από τα 1000 m ως τα διασκόρια σε δάση ελάτης ή μακιά.		Προσφώνικό Διάγραμμα 6/781
Amnyliaceae	<i>Galanthus nivalis</i> L.	Η φυσική εξέλιξη του είδους στην Ευρώπη δεν είναι γνωστή λόγω εκτετασών κατάλοιπων. Στην Ελλάδα η παρουσία του είναι γνωστή μόνο στον ασήμαντο Παιονικό όπου υπάρχουν μικροί ελάφιστοι και στην χερσονήσο του Αθίνα. Ο ελάφιστος πολυφύλοι αποτελεί τον καλύτερο υψόμετρο για το είδος.	Απαντάται σε ορεινά περβλάσια σε δάση ελάτης και ελάτης σε νοτιοανατολικά βόρειοι πρόποδες σε ορεινά πελάσια. Υψόμετρο 400-1500 m	Red Data Book "R"	Οδηγία 92/43/ΕΟΚ Παράρτημα V Σύμβαση CITES
Apiaceae	<i>Heneclium orphanidis</i> Boiss.	Σπανότατο ενδημικό με εξέλιξη στο Βαρνούντα και στο Pelister (FYROM)	Απαντάται σε δάσος και λιβάδικες εκτάσεις σε υψόμετρο 1500-2000 m		
Asteraceae	<i>Achillea chrysocoma</i> Friv.	Ευδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου	Σε υψόμετρα και ορεινά λιβάδια (1500-2000 m)		
Asteraceae	<i>Achillea distans</i> Waldst. & Kit. ex Willd.	Είδος της ΝΑ Ευρώπης με δύο σταθμούς στην Ελλάδα (ορη Βαρνούντας και Γράμμος)	Απαντάται σε στεγνωσιά λιβάδια και περβλάσια βόρειας της ορεινής ζώνης (2000-2500 m)		
Asteraceae	<i>Aster alpinus</i> L.	Είδος της κεντρικής και νότιας Ευρώπης που εκτείνεται ως τη κεντρική Ασία. Σπανότατο ορη της Ελλάδας	Ημερολόγιο χειμάρου που ορίζεται σε βόρεια σε υψόμετρο 1800-2450 m		Προσφώνικό Διάγραμμα 6/781
Asteraceae	<i>Centaurea deussii</i> Adamovic	Ευδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου	Απαντάται σε βραχώδεις πλαγιές και λιβάδες σε διάφορα περβλάσια, σε υψόμετρο 1400-2200 m		
Asteraceae	<i>Cirsium appendiculatum</i> Gischbich	Ευδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου	Σχηματίζει σποδικές κολλήτριες γύρω λιβάδια, δάση σε πηλές και ρούδα (1100-2200 m)		
Asteraceae	<i>Senecio abrotanifolius</i> subsp. <i>carpathicus</i> (Herbich) Nyman	Ευδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου με δύο σταθμούς στην Ελλάδα (ορη Βαρνούντας και Βόρας)	Υψηλά ορεινά λιβάδια σε προσήλια και σχετικά υψόμετρα (1800-2520 m)		
Asteraceae	<i>Senecio subulpinus</i> Koch	Είδος της κεντρικής Ευρώπης με το νότιο όριο εξέλιξής του σε 3 σταθμούς της βόρειας Ελλάδας (Βαρνούντας, Πάρια, Βόρας)	Σε γύρω λιβάδια και κατά μήκος ροκανίων σε περβλάσια περβλάσια. Υψόμετρο 1700-2300 m		
Brassicaceae	<i>Barbarea sicula</i> C. Presl	Ευδημικό της Ελλάδας και της νότιας Ιταλίας	Υψηλά ορεινά και δάση σε ρούδα από το φάσμα, ορεινά βόρειας και γρανίτη σε υψόμετρο 1000-2100 m	IUCN Red List Greece "V", IUCN Red List World "V", European Red List "V", European Union Council "V", CORINE	Προσφώνικό Διάγραμμα 6/781
Campanulaceae	<i>Campanula foliosa</i> Ten.	Βαλκανικό υποενοδημικό με εξέλιξη και στην Ιταλία	Δασικά υψόμετρα, δάσος και λιβάδια σε υψόμετρο 1200-2200 m σε διάφορα υψόμετρα		

Πίνακας Ι. Συνέχεια
Table I. Continued

Οικογένεια	Taxon	Εξέλιξη	Βιότοπος	Κατάσταση διατήρησης	Καθεστώς προστασίας
Caryophyllaceae	<i>Censium rectum</i> Friv.	Ευδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου	Αναπτύσσεται μεμονωμένα ή γιγντά λήθαια και δασικά δάσκα, πάνω σε γροσσές ή μαρμαρινούς σχιστόλιθο (1000-2100 m)	IUCN Red List Greece "R", IUCN Red List World "R", European Red List "R", European Union Council "R"	Προεδρικό Διάταγμα 6781
Caryophyllaceae	<i>Dianthus myrtilloides</i> Grisebach subsp. <i>myrtilloides</i>	Στατόσπο οδμήα του Βαρναϊκού ορεινού όγκου των συνόρων με FYROM με μια επιπλέον καταγραφή στο Βέροια	Υψηλά λήθαια πάνω σε γροσσές		
Caryophyllaceae	<i>Dianthus trisidus</i> Boiss	Ευδημικό της κεντρικής Βαλκανικής χερσονήσου. Στην Ελλάδα μόνο στο Βέροια και στο Βαρναϊκό	Σε μεσόροια-υψηλά λήθαια πάνω σε γροσσές και σχιστόλιθο, από 1250-2300 m		
Caryophyllaceae	<i>Silene asterias</i> Grisebach	Ευδημικό της κεντρικής Βαλκανικής χερσονήσου	Αναπτύσσεται σε δασικά δάσκα και υψώ λήθαια, δίπλα σε πηγές και ρυάκια σε παρτικό υπόδημα 1200-2000 m		
Caryophyllaceae	<i>Silene lerecheifeldiana</i> Baumg.	Ευδημικό της κεντρικής Βαλκανικής χερσονήσου	Σε σχημής και ημικαυόμενες θέσες σε βραχόδες εξέστας και οφθαλμικές της φραγής και αδακνής ζώνης 1400-2200 m. Σχεδόν αποκλειστικά σε γυαίο και μαρμαρινούς σχιστόλιθο		
Caryophyllaceae	<i>Silene parnassica</i> subsp. <i>serbica</i> (Viehl & Adamovic) Greuter	Ευδημικό της κεντρικής Βαλκανικής χερσονήσου	Περσίδες πάργες, βραχόδες εξέστας και χαράδες σε υψώμετρο 800-2100 m		
Caryophyllaceae	<i>Silene waldeckii</i> Grisebach	Ευδημικό της κεντρικής Βαλκανικής χερσονήσου	Οξυφύλο, βραχόδατο είδος που αναπτύσσεται σε βραχόδες οφθαλμικές και εξέστας από σχιστόλιθος και παρτικά πετρώματα σε υψώμετρο 1100-2100 m		
Caryophyllaceae	<i>Stellaria alba</i> Grimm	Ευρωπαϊκό είδος ευρείας εξάδοσης, παραρτημένο σε λίγες θέσες σε όλη της ΒΑ Ελλάδας	Αναπτύσσεται σε υψηλά λήθαια και δίπλα σε ρυάκια της φραγής ζώνης (1400-1900 m) σε παρτικό υπόδημα		
Dipsacaceae	<i>Knaulia maganica</i> Boiss. & Orphan.	Ευδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου	Δασικά φασματικά και αλμικά λήθαια σε υψώμετρο 1400-2300 m	IUCN Red List Greece "nt", IUCN Red List World "nt", European Union Council "nt"	Προεδρικό Διάταγμα 6781
Ericaceae	<i>Bruckenthalia spiculifolia</i> (Salisb.) Reichenbach	Ευδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου	Αναπτύσσεται σε όλη να είδη, στην υποαλπική κυρίως ζώνη του βόρειου της βόρειας Ελλάδας (1500-2000 m)		
Fabaceae	<i>Trifolium parnassii</i> Boiss. & Spruner	Ευρωπαϊκό ενδημικό	Αναπτύσσεται σε αλμικά στατόδη είδη και υποαλπικά λήθαια με χαμηλές ποές πάνω σε διάφορα πετρώματα (1500-1650m)		
Gentianaceae	<i>Gentiana lutea</i> L.	Είδος της κεντρικής Ευρώπης που εκτείνεται προς νότο μέχρι την Ελλάδα	Σε λήθαια πάνω σε διάφορα υπόδημα σε υψώμετρο 1800-2500 m	IUCN Red List World "nt"	Οδηγία 92/43/ΕΟΚ Παράρτημα V, Προεδρικό Διάταγμα 6781

Πίνακας Ι. Συνέχεια
Table I. Continued

Οικογένεια	Taxon	Εξάπλωση	Βιότοπος	Κατάσταση διατήρησης	Καθεστώς προστασίας
Gentianaceae	<i>Gentiana punicata</i> L.	Είδος της κεντρικής Ευρώπης που εκτείνεται προς νότο μέχρι τα όρη Βαρνούντας και Βόρας	Αλπικά ληβόδια		
Geraniaceae	<i>Geranium aristatum</i> Freyn & Sint.	Ενδημικό της κεντροδυτικής Βαλκανικής	Απαντάει σε νηρές και σκιερές θέσεις σε ληβόδια και δασικά διάκενα, σε υψόμετρο 1650-2100 m	IUCN Red List Greece "V", IUCN Red List World "R", European Red List "V", European Union Council "V", CORINE	Οδηγία 92/43/ΕΟΚ Παράρτημα IV, Προεδρικό Διάταγμα 67/81, Σύμβαση Βέρνης 92
Cesceitaceae	<i>Ranuncula serbica</i> Pančić	Ενδημικό της κεντρικής Βαλκανικής	Χαμηλότομο σε σκιάζόμενες σεβροπόλεμικούς βράχους (400-1500 m)		
Irđiaceae	<i>Crocus vijifitii</i> Kozanin	Ενδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου	Σε ορεινά ληβόδια συνήθως πάνω από τα 1500 m		
Irđiaceae	<i>Crocus veldschanskis</i> Herbart	Ενδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου	Αλπικά ληβόδια και βροχόδεις πλαγιές (950-2600 m)		
Lamiaceae	<i>Thymus stojanovii</i> Degen	Ενδημικό της κεντρικής Βαλκανικής	Απαντάει σε περσιόδη αλπικά ληβόδια, βροχόδεις πλαγιές και λιθώνες, σε σεβροπόλεμικό και σεβροπόλεμικό		
Lamiaceae	<i>Thymus thracicus</i> Velen.	Υποβαλκανικό είδος που εκτείνεται και στην Μ. Ασία	Σε περσιόδεις και βροχόδεις πλαγιές και ποταμολόδια, συνήθως σε σεβροπόλεμικό (1200-2200 m)		
Lentibulariaceae	<i>Pinguicula balcanica</i> Casper subsp. <i>balcanica</i>	Ενδημικό της κεντρικής Βαλκανικής	Ελαφώς υδατικές διαβάσεις σε πηγές και ρυάκια (1800-2400 m)		
Orchidaceae	<i>Orchis provincialis</i> Balbis	Είδος με παρεμφερειακή εξέλιξη, φρεσά σπάνιο και τοπικά εντοπιζόμενο	Απαντάει σε νηρά εδάφη σε θειώνες και ανοιχτά δάση μέχρι τα 1700 m		Σύμβαση CITES
Parnassiacaeae	<i>Parnassia palustris</i> L.	Κοινό είδος στην Ευρώπη, απαντάει μόνο σε όρη στο νότο	Σε νηρές θέσεις, ορεινούς υψοπέδους, ορεινά τέλματα και διαβάσεις σε πηγές, σε υψόμετρο 600-2100 m ανεξάρτητα από το υψόμετρο		
Poaceae	<i>Festuca hornvittana</i> Markgr.-Dammh.	Στενότομο είδος με εξέλιξη εκτεταμένη των συνόρων Ελλάδας, Αλβανίας και FYROM	Απαντάει στα αλπικά ληβόδια όπου συχνά δημιουργεί τάπητες και κορυφές. Σε γροιστή και σεβροπόλεμικό (2100-2500m)		
Poaceae	<i>Sesleria coarctata</i> Friv.	Ενδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου με δύο σταθμούς στην Ελλάδα (όρη Βαρνούντας και Βόρας), Σπάνιο.	Αλπικά ποταμολόδια (2000-2500 m)		
Ranunculaceae	<i>Ranunculus incomparabilis</i> Janka	Σπάνιο είδος που εμφανίζεται σε μικρή περιοχή της κεντρικής Βαλκανικής (βόρεια Ελλάδα με 3 σταθμούς, FYROM και όλη τη Βουλγαρία)	Υγρές και σκιερές βροχόδεις πλαγιές και σχισμές σε βράχους, πάνω σε μοιρασματικό σεβροπόλεμικό και γροιστή, σε υψόμετρο 1500-2200 m		
Ranunculaceae	<i>Trollius europaeus</i> L.	Κοινό είδος στη κεντρική και βόρεια Ευρώπη, απαντάει μόνο στα βουνά στη νότια Ευρώπη, είναι πολύ σπάνιο στην Ελλάδα (Βαρνούντας, Όλη, Σιμόλικας)	Σε νηρά ληβόδια με νηρές, πόδες σε υψόμετρο 1400-2100 m		

Πίνακας Ι. Συνέχεια
Table I. Continued

Οικογένεια	Ταχον	Εξάγλυση	Βιότοπος	Κατάσταση διατήρησης	Καθεστώς προστασίας
Rosaceae	<i>Alchemilla indriska</i> (Hayek) Roth.	Ενδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου με περιορισμένη εξάγλυση (Ελλάδα, κεντρική Βουλγαρία)	Σε νηρά λιβάδια και δίπλα σε ρυάκια σε υψόμετρο 1650-2100 m		
Rosaceae	<i>Geum coccineum</i> Sibth. & Sm.	Ενδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου και της βόρειας Ανατολίας	Σε νηρά λιβάδια δίπλα σε πηγές και ρυάκια πάνω σε πυρκαϊκά πετρώματα (1300-2000 m)		
Rosaceae	<i>Geum montanum</i> L.	Σε όρη της κεντρικής και νότιας Ευρώπης. Στην Ελλάδα σπάνιο περιορίζεται στα όρη Βαρνοβίνας, Βόρας και Τζένα	Σε μεσόφωλα και νηρά αλπικά λιβάδια (2000-2500 m) πάνω σε γρανίτες και μαρμαρινικό σχιστόλιθο		
Rosaceae	<i>Potentilla aurea</i> subsp. <i>chrysocarpeda</i> (Ledeb.) Nyman	Υποβαλκανικό είδος που εκτείνεται και στην Μ. Ασία	Σε μεσόφωλα λιβάδια που αναπτύσσονται πάνω σε γρανίτες, σερπεντίνες και σχιστόλιθος (1800-2500 m)		
Rubiaceae	<i>Asperula aristata</i> subsp. <i>nestia</i> Ehrend. & Krcndl	Ενδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου	Σε θερμόφρες λόγιες και περσίδα λιβάδια σε διαφορετους τύπους πετρωμάτων (300-1500 m)		
Stavifagiaceae	<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.	Ευρασιατικό είδος που απαντάται σπάνια και σποραδικά σε όρη της βόρειας Ελλάδας	Σε νηρές και οικιακές θέσεις σε όση οξείας που αναπτύσσονται σε πυρκαϊκά εδάφη (900-1800 m)		
Saxifragaceae	<i>Saxifraga pedemontana</i> subsp. <i>gymosa</i> Engler	Είδος της ΝΑ Ευρώπης με δύο σταθμούς στην Ελλάδα (όρη Βαρνοβίνας και Βόρας)	Απαντάται σε νηρά ή όροσειρά και οικιαρά βράχια και σχισμές βράχων, σε γρανίτη και μαρμαρινικό σχιστόλιθο. Αλπική ζώνη 2000-2520 m (Καλό Νερό, Βόρας)		
Saxifragaceae	<i>Saxifraga stellaris</i> subsp. <i>engleri</i> P. Fourn.	Αρκτικό - αλπικό είδος με δύο σταθμούς στην Ελλάδα (όρη Βαρνοβίνας και Βόρας)	Υηρά λιβάδια, ορεινά έλη και τέλματα δίπλα σε ρυάκια, πάνω σε γρανίτη και μαρμαρινικό σχιστόλιθο. Αλπική ζώνη 1800-2300 m		
Scrophulariaceae	<i>Pedicularis leucodon</i> Grisebach subsp. <i>leucodon</i>	Ενδημικό της κεντρικής Βαλκανικής χερσονήσου με περιορισμένη εξάγλυση	Περιοδία αλπικά λιβάδια (1850-2500 m)		
Scrophulariaceae	<i>Veronica bellidifoloides</i> L.	Είδος με εξάγλυση στα όρη της κεντρικής και νότιας Ευρώπης με δύο σταθμούς στην Ελλάδα (όρη Βαρνοβίνας και Βόρας)	Περιοδία αλπικά λιβάδια σε πυρκαϊκά υψόμετα (2300-2500 m)		
Violaceae	<i>Viola extima</i> Form.	Ενδημικό της βόρειας Ελλάδας και της FYROM	Αλπικά και υποαλπικά λιβάδια κυρίως σε πυρκαϊκά υψόμετα		IUCN Red List Greece "R", IUCN Red List World "R", European Red List "R", European Union Council "R"
Violaceae	<i>Viola orphanidis</i> Boiss.	Ενδημικό της κεντρικής Βαλκανικής χερσονήσου	Σε νηρά λιβάδια με υψηλές πηγές και κατά μήκος ρυακίων σε υψόμετρα 1600-2100 m. Σηνήθος σε σχιστολιθικά υψόμετα		
Violaceae	<i>Viola retutina</i> Form.	Ενδημικό της Βαλκανικής χερσονήσου με περιορισμένη εξάγλυση. Στην Ελλάδα σε Βαρνοβίνα, Βέροια και Βόρα	Υποαλπικά λιβάδια και λιθίνες (1700-2100 m) με προτίμηση σε σχιστολιθικά και γρανιτικά υψόμετα		

Βιβλιογραφία

- Boratyński, A., K. Browicz and J. Zieliński. 1992. Chorology of trees and shrubs in Greece. Polish Academy of Sciences. Institute of Dendrology. Poznan. pp. 286.
- Γεωργίου, Κ. 1996. Διατήρηση και προστασία των ενδημικών, σπάνιων και απειλούμενων φυτών της Ελληνικής χλωρίδας. Μέρος Β'. Τελική έκθεση ερευνητικού έργου ΠΕΝΕΔ 91 ΕΔ 209. Αθήνα.
- Corine Biotopes Manual. 1991. Habitats of the European Community. Office for Official Publications of the EC. Luxemburg.
- Delforge, P. 2006. Orchids of Europe, North Africa and the Middle East. A&C Black. London. pp. 640.
- European Communities. 2003. Interpretation Manual of European Union Habitats, EUR - 25. European Commission, DG Environment.
- Greuter, W., H.M. Burdet and G. Long. (eds.) 1984-1989. Med-Checklist, 1, 3, 4. Genève.
- Κασιούμης, Κ. 1991. Μελέτη διαχείρισης εθνικού δρυμού Πρεσπών. Υπ. Γεωργίας, Γ.Γ. Δασών και Φυσ. Περιβάλλοντος.
- Μαυρομμάτης, Γ. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης. Βιοκλιματικοί χάρτες. Ι.Δ.Ε.Α. Αθήνα, σελ. 63 + χάρτες.
- Μουντράκης, Δ. 1985. Γεωλογία της Ελλάδος. Θεσσαλονίκη, σελ. 207.
- Μπαμπαλώνας, Δ. 2001. Συνταξινόμηση και συνοικολογία της περιοχής του Δικτύου Φύση 2000 GR 1340003. Ομάδα 4. Έργο: Αναγνώριση και περιγραφή των τύπων οικοτόπων σε περιοχές ενδιαφέροντος για τη διατήρηση της φύσης. ΥΠΕΧΩΔΕ. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον, Υποπρόγραμμα 3, Δράση 3.3.
- Ντάφης, Σ., Ε. Παπαστεργιάδου και Ε. Λαζαρίδου. 1999. Τεχνικός Οδηγός Αναγνώρισης, Περιγραφής και Χαρτογράφησης Τύπων Οικοτόπων της Ελλάδας. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων.
- Ντάφης, Σ., Ε. Παπαστεργιάδου, Ε. Λαζαρίδου και Μ. Τσιαφούλη. 2001. Τεχνικός Οδηγός Αναγνώρισης, Περιγραφής και Χαρτογράφησης Τύπων Οικοτόπων της Ελλάδας. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων.
- Παυλίδης, Γ. 1985. Γεωβοτανική μελέτη του Εθνικού Δρυμού Πρεσπών Φλωρίνης. Μέρος Α' Οικολογία, χλωρίδα, φυτογεωγραφία, βλάστηση. Θεσσαλονίκη, σελ. 308 + χάρτης.
- Phitos, D., A. Strid, S. Snogerup and W. Greuter. 1995. The Red Data Book

- of Rare and Threatened plants of Greece, Athens.
- Quézel, P. 1969. La végétation du massif de Bella Voda (Macedoine nord-occidentale). *Biologia Gallo-Hellenica*, 2: 93-112.
- Strid, A. 1986. Mountain flora of Greece, 1. Cambridge, pp. 822.
- Strid, A. and K. Tan. 1991. Mountain flora of Greece, 2. Edinburgh, pp. 974.
- Strid, A. and K. Tan. 1997-2002. *Flora Hellenica*, 1, 2. Königstein.
- 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.
- Walter, K.S. and H.J. Giullet (eds.). 1998. 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. Cambridge.
- Χατζηρβασάνης, Β. 1992. Ρύακας Αγίου Γερμανού. Αξιολόγηση και μελέτη για την ένταξη της λεκάνης απορροής στον εθνικό δρυμό Πρεσπών.

Habitat types and important plant taxa in the Natura 2000 site “Ori Varnounta”

G. Korakis

Summary

The western slopes of mountain Varnountas (NW Greece) consist an important complex of montane ecosystems on the verge of Prespa National Park. The area has been included in the Natura 2000 Network designated as “Ori Varnounta”. The extensive presence of igneous and metamorphic rocks in the substrate influences the landscape, the vegetation and the flora of the site. In the present paper the natural habitat types occurring in the protected area are described. Additionally, 51 plant taxa evaluated as important in terms of conservation, rarity and endemism are presented while concise data on their distribution and biotope preferences are provided.

Key words: Habitat types, endemic plant taxa, protected areas, Natura 2000 Network.

Planning and Management of green areas in Mysore city, India

Krishne Gowda* and M. V. Sridhara

***Institute of Development Studies, University of Mysore, Manasagangotri,
Mysore-570 006, INDIA. Email: krishnegowda@hotmail.com**

Abstract

Natural and cultivated greenery to preserves and improves the overall urban environment. In addition, it offers of entertainment and relaxation to the people. Mysore city in India is relatively well placed in the overall Indian perspective and urban green spaces. Unfortunately municipal resources are found to be rather inadequate to fully meet the greenery needs of city. Increase in population and unbridled urbanization of Mysore city has depleted green spaces as the city continues to expand horizontally. One of the adverse effects of rapid and relatively unplanned growth of the so-called 'Garden City' is the heavy encroachment on gardens, parks, playgrounds and other organized open spaces and tanks. This has resulted in shrinking of green areas. Mysore city has a total of 316 big and small parks. There are several parks in the city in the range of 4 to 5 hectares of area. Not many out of the 316 parks in the city measure less than half a hectare. Chamundi Hill is a unique landmark of Mysore City and is considered as one of the rich heritage sites having religious, tourism and ecological importance. Mysore is poised to launch its new Master Plan aimed at beautifying the city under the aegis of Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission of the Central Government, the Central Ministry of Tourism, the Asian Development Bank and World Bank. To protect and preserve the beauty of the city and retain its character, various agencies are actively engaged. All parks and green spaces within the city will possibly witness better maintenance.

Keywords: Greenery, ecological equilibrium, comprehensive development, theme park, biodiversity.

Introduction

Raising and preserving parks and green areas are a part of our ancient culture. They continue to be life sustaining even today. Well maintained parks and green areas constitute a necessary input for civilization. Indians, from ancient times, have revered trees as manifestations of the Almighty.

Trees are in fact worshipped even today. The tradition of nurturing and worshipping plants such as the *Tulasi* and *Aswatha*; trees such as coconut and areca nut have been in vogue in India for centuries.

Greenery means not just fresh air, it also means beauty. To capture beauty in a demarcated area is one of the main purposes of green spaces:

- **Socially** - greenery in a pleasant and diverse landscape within the city can foster a sense of wellbeing, belonging and self-esteem;
- **Economically** - greenery is important to enrich quality environment. It can also influence tourism and promote employment activities. Income and inputs for living can be generated from lopping of trees and compost manure production;
- **Educationally** - it provides an opportunity for understanding and appreciation of nature and the need to conserve it; and
- **Conservation** of wild life and natural open space can safeguard assets for the future generation.

Background of the study area

Mysore is a city of Palaces. Situated on the plateau of its own name at a height of 770 meters above MSL, this picturesque city is known for its pleasant weather. Mysore is a planned city and the successive rulers, and the Government of Mysore State since 1947 and even before has tried to keep it so. The city owes much to *Maharaja* (King) Krishnaraja Wodeyar IV (1884-1940), one of the most celebrated rulers of the princely States of India and his two *Diwans* (Ministers), Mirza Ismail (1883-1959) and Sir M. Vishveshwaraya (1860-1962), for its well laid roads, parks and gardens, lakes and water fronts, fairs and festivals; and above all for the great educational and cultural institutions that abound in Mysore. The city is not only meeting the residential needs but also is housing the necessary public buildings, Government offices, accommodation for amenities like parks, open spaces for sports and recreations, commercial areas and to provide land for construction of religious and charitable institutions. Lung space also has been equally emphasized as playgrounds for children, sports grounds for youth and students. Parks used to be proportionate to the size of the extensions. Vast areas of land were used for constructing palaces, mansions, municipal and government buildings in a grand style with beautiful architectural features invariably in sync with one another (Devanath, 2005).

Equally was the interest and realization of the need of adequate vacant

land around these buildings not only as a lung space but also to provide beautiful environmental surroundings like gardens, parks and wooded greenery which enhanced the overall beauty and charm of not only each construction but also the city as a whole (Ibid, 2005).

Mysore is situated in the larger context of south central part of the Deccan Plateau at 12° 18' North latitude and 76° 12' East longitude. The gradient within the city ranges from 1 to 100 m to 1 to 50 m. Its situation amidst beautiful sylvan surroundings with majestic Chamundi Hill (1085 m) as a backdrop is majestic indeed. The general slope of the city is towards the South. Physical geography of the city has been very helpful in extending drainage and sewerage facilities all over city.

Despite being located not too far away from the Equator and in the interior of the Peninsula, Mysore has a salubrious climate. Neither too hot nor too cold, it is always pleasant although some climatic changes have become visible as forest areas have shrunk. The city lies in the rain shadow region of the Western Ghats and, therefore, receives no more than 850 mm rainfall per annum mainly from April to November. Even in the rainy season, relative humidity does not exceed 60 percent. April and May are the hottest months. Being located on an undulating plateau, the city and its surroundings have large tracts of the land suitable for forests and pastures. Its forests are described as deciduous (they shed leaves in summer).

Population Growth

Mysore city has been growing steadily and is expected to have more than a million population before the first decade of the twenty first century ends (See Table I). City Development Plan for Mysore has estimated the population to be 0.89 million for 2006 and projected population in 2031 can be as low as 1.7 million (growing at the historic rate of 2.5%) or as high as 3.0 million (growing at the rate of 2.5) (Shenoy, 2007).

Increase in population and unbridled urbanization of Mysore city has eaten away green spaces as the city continues to expand horizontally. The Mysore Urban Development Authority (MUDA) has proposed new residential layouts on the periphery of the city.

Table I. Mysore: Growth of Population - 1901-2001

Year	Population	Variation	%
1901	68,111	- 5,937	-8.00
1911	71,306	3,195	4.69
1921	83,951	12,645	17.73
1931	107,142	23,191	27.62
1941	150,540	43,398	40.51
1951	244,323	93,883	62.30
1961	253,865	9,542	3.90
1971	335,685	81,820	40.10
1981	479,081	143,396	40.00
1991	653,345	174,264	36.30
2001	785,800	132,455	20.30

Source: Census of India 2001, Series-30, Karnataka, Bangalore

Land use pattern

Mysore is a booming city. As elsewhere, fast growth is accompanied by decrease in the quality of life of the people. The city is getting over crowded; there is a growing tendency to violate prescribed norms so far as change in the land use is concerned. The objectives of land use planning may in brief be summarized as: improving physical environment, strengthening urban economy, conserving ecological equilibrium and fostering social values.

The Comprehensive Development Plan (CDP) for Mysore City has the Local Planning Area (LPA) of 233.13 km² and conurbation area of 92.21km². The present Mysore - Nanjangud Local Planning Area covers 495.32 km² of which the Mysore city conurbation covers 156.69 km², the proposed Nanjangud town conurbation, 9.2 km² and green belt, 329.43 km² (including the villages and the areas reserved for their future expansions). The ratio of conurbation area and green belt works out 1:2. A land use survey was conducted by the Town Planning Department in 1995 the table gives the results of this survey and Table 2 gives the land use pattern proposed in the Master Plan 2011. Public and semi-public uses cover an area of 865.45 hectares constituting 11.32 per cent of the total area.

New developments have been along the Mysore-Bangalore road, Mysore-Nanjangud Road, Mysore-Mangalore Road, Mysore-Manadavadi Road and Mysore-Krishnaraja Sagar Road. A number of large residential colonies have come up in these areas. While planning for new residential layouts,

existing green spaces may get cleared up and give way to public and semi-public buildings or houses.

Table II. *Land use in Mysore 1995 and proposed land use analysis for 2011 AD*

No	Land Use	Area (ha)		% Developed area	
		1995	2011	1995	2011
1	Residential	3075.30	6097.87	40.40	43.45
2	Commercial	182.23	344.07	2.41	2.45
3	Industrial	1021.01	1855.05	13.40	13.22
5	Public/ Govt. Offices	856.45	1180.78	11.32	8.41
6	i. Parks and Open Spaces	415.77	1055.05	5.49	7.52
	ii. Chamundi Hill	-	1634.82	-	-
7	Traffic and transportation	1530.73	2380.56	20.22	16.96
8	Water Bodies	182.68	178.95	2.41	1.27
9	Public Utility	37.26	43.35	0.49	0.31
10	Agricultural purposes	285.34	898.99	3.73	6.41
Total Area		7568.77	15,669.49	100.00	100.00

Source: Mysore Urban Development Authority, Mysore, 1998.

The area of Mysore city according to the MUDA has increased from 7,569 hectares in 1995 to 9,221 hectares in 2001 representing a growth of 22 percent. This expansion is expected to continue unabated and the total land areas of Mysore are expected to encompass to 15,669 hectares by 2011. An analysis of the land use pattern of Mysore shows a tilt towards residential areas, which cover a greater portion of the city, and this is expected to increase in the next few years. At present, residential areas account for 2,850 hectares and this will increase by a whopping 114 per cent which will cover about 6,098 hectares by 2011.

Present Scenario of Green Areas in Mysore

Aerial photographs and satellite imagery of the city show the green and wide natural valleys running through the various parts of the city. On the east Chamundi hill and its associated ecosystem offer yet another green belt. These valleys are essential for effective drainage and prevention of urban floods and are already quite green. These are the areas that need to be declared green areas and protected from adverse urban impact as they open up

several ecological and economic prospects. It is important to adopt a network approach to conservation of green areas so that contiguous stretches can be formed and their ecological benefits are enhanced. It is possible to derive synergistic benefits from conserving and managing the natural valleys as green areas and make Mysore a sustainable city rather than an urban jungle.

A considerable portion of the 'Royal City' Mysore is constituted by parks and gardens intercepted by beautiful sylvan avenues. But because of various constraints being faced by the Mysore City Corporation (MCC) and lack of funds and due human resources for the Department of Horticulture, many parks are in a state of neglect. One of the adverse effects of the rapid and relatively unplanned growth of the so-called 'Garden City' is the heavy encroachment on gardens, parks, playgrounds and other organized open spaces and tanks. This has resulted in a problem in terms of shrinking green areas. A majority of parks are in a state of decay. Kuppanna Park in Nazarbad is a classic example. The park near Renukacharya temple is no different. It was once bagging awards during Dasara festival for its maintenance. Now it has become a grazing ground for cattle. Parks and green areas face the threat of encroachments by way of accommodation for other types of land uses.

Parks

Parks have been a part of human civilization since time immemorial. An expanse of enclosed ground sometimes landscaped with plants for recreational use is called a park. Mysore city has a total of 316 big and small parks. The MCC has various problems regarding their upkeep including labor and water shortage. Despite sinking of bore wells, it has become difficult to get water for conservation and there is opposition from the public to make use of Cauvery river water. The MCC or the MUDA have earmarked sufficient areas for parks with perhaps very little follow up action. After more than two or three decades, only weeds can be seen in them providing a haven for reptiles and insects.

The MCC is maintaining all these parks, except four which are maintained by associations of localities. People should let their representatives know that public parks are a priority.

Out of the 316 parks in the city, 120 are developed by the MCC while the remaining are just fenced off areas, having a lush growth of parthenium

and other weeds. Only 80 parks have irrigation facilities and hence, they are moderately developed. MUDA is yet to hand over 90 parks to the MCC for development and maintenance. There are 300 parks in the city belonging to the MCC and the MUDA. Another 16 parks have come under the control of the Horticulture Department. Hoteliers, theater owners and business establishments have come forward to construct compound walls around parks. The city is having numerous parks that are just as old as heritage buildings (MSV 2006).

The Cheluvamba Park in Yadavagiri is the largest among the well-maintained parks. There are several parks in the city in the range of 4 to 5 hectares of area. Not many out of the 316 parks in the city measure less than half a hectare.

Cheluvamba Park

The Cheluvamba Park, the best maintained of all and measuring 5 hectares, is situated opposite *Akashavani* (All India Radio) on Krishnaraja Sagar road. This park attracts a large number of visitors, particularly during Dasara season. The entire park area gets illuminated and a number of seasonal flowering plants are grown. This park houses a small green house featuring various indoor plant species. Towards the north end corner, the park has a playing area for kids. This park has a radio house at the centre. Two decades ago, many people came here only to listen to AIR programs during evenings.

The Curzon Park

The Curzon Park, having three wings (on both sides of *Kote Anjayenaswamy* Temple and opposite Opera Talkies) is spread over 2.5 hectares of land. The Curzon Park, as everybody is aware, is famous for its Dasara Flower Show. This also houses horticultural offices. One of the major problems here was the drainage, into which sewage water used to be let in. The sewage water that used to flow through the middle of the park, is diverted and now, only the rain water is allowed to flow through the drain. A Japanese style arch bridge has been constructed over this huge drain. Special steel grills erected all round the park are an added attraction. Future plans include illuminated artificial waterfall and small water fountains to attract and entertain visitors. The entrance of this park has an impressive arch made of stone. This park has separate walkways for casual strollers and joggers.

Science Park

The Mysore city has a science Park, one of the rarest of its kind and is situated in the premises of Regional Institute of Education.

Parks for the Blind

Many projects are done for the benefit of physically challenged. But Mysore is one step ahead in this respect. The city has a park exclusively for the visually impaired persons which is located opposite to the Curzon park. The theme of this park is 'touch, feel and understand'. With its background music the blind can visualize nature.

Heritage Parks

Mysore is known as a heritage city. But when we think of heritage, we just think of old buildings. But we have numerous parks in the city that are just as old as these heritage buildings. The largest among them is the Heritage Park in K. C. Layout, having 14 hectares, presently coming under the MUDA. It is yet to be developed. The other park in the same layout is of 7 hectares area, being developed by the MCC.

Herbal Park

A unique herbal park has been developed in this city. It is a pride of Sri Cauvery Composite Pre-University College, situated in Kuvempu Nagar. There are herbal plants numbering more than 30. There is another herbal park very near the Saraswathipuram swimming pool; this is attached to the College of Indian Medicine and is a part of their curricular experience.

Avenue Plantations

Avenue trees are found along major roadsides in the city. Apart from avenue trees, coconut trees are prominent within residential slots in Saraswathipuram, V. V. Mohalla, Jayalakshnipuram, Vidyananyapuram, etc.

Bonsai Garden

It is said that the art of Bonsai originated in a Chinese village long ago. It is an art involving miniaturizing plants and growing them in pots (Datta 2005) The word Bonsai means 'pot tree' (bon=pot or tray, sai=tree). The Chinese believed that horticulture was not just meant for outdoors. To live amidst the world of green they mastered the art of Bonsai (tree in a shallow

container), bringing horticulture and art together. The Japanese, however, refined this into a fine art form and propagated it to the rest of the world especially after World War II.

In Mysore, a Bonsai Garden called *Kishkindha Vana* is located within the Sri Ganapathi Sachidananda Ashram on Nanjangud road just 3 kms from the city centre. In a highly urbanized setting, it may sometimes be very difficult to show a tree which grows in deep jungles. Although one has access to dedicated magazines and television channels, nothing can replace direct experience. In such circumstances, the Bonsai concept can be of great help. Bonsai technique allows us to have a miniature forest. Just as well-maintained zoos can be great assets to a country, gardens too can be of immense value.

Institutional Greens

Mysore is known for many institutional and public/civic buildings. These are important and major public institutions which provide large scale lung space with greenery in the city. Particular mention may be made of the University of Mysore, which occupies about 300 hectares including the Kukkarahalli tank and has well maintained orchards, gardens and woodlands. Nazarbad has a zoological garden. If one takes only residential density into account, Mandi and Lashkar Mohalla are the most densely populated. Densities are high in areas immediately to the north and south of Central Business District.

Urban Forestry

It is a specialized type of forestry that has the objective of cultivation and management of trees for their actual and potential contribution to the physical, social and economic well being of the urban community. It embraces a multi-dimensional system that includes maintenance of water sheds, water bodies, biological control of weeds and pests, human and animal habitats, outdoor recreation facilities, landscape design, recycling of municipal wastes, tree care in general and future production of wood and fiber as raw material.

Green Belt

It is defined as the management of forest and other plant communities in and near cities for the primary purpose of providing open space, recreational opportunities and other amenities including prevention of environ-

mental degradation. The green belt is for the purpose of protecting and preserving the flora, fauna and scenic beauties and as a visual buffer against the often-ungainly industrial or utility areas and sprawls; and as a means to replenish oxygen – mitigation of carbon dioxide and carbon monoxide poisoning.

The MUDA has reserved 356 sq. kms as Green Belt between the conurbation and the LPA boundary with a view to provide better climatic conditions. Arrangements have to be made to monitor and increase green activities in the green belt area.

Lakes and its surrounding regions

In Mysore, some Lakes have disappeared and on them now stand towering symbols of urbanization, irresponsibility and lack of love for nature or its beauty. To cite an example, the famous Doddakere Lake is now the venue of Dasara Exhibition and football grounds. The Jeevanna Rayanakatte near City Railway Station and Subbarayanakere on the Chamaraja Double Road have both dried up and have become parks. There are many lakes small and big which have met their end due to lack of will on the part of authorities and the citizens. At present, there are about 5 major and 20 smaller water bodies greatly contributing to its ecological balance.

They assist in ground water recharging, support livelihood by way of fishing and grazing, and quench the thirst of the bovine population and other types of live stock and supply the water needs of wild birds and animals.

- **Kukkarahalli Lake** is very popular in the city which has a catchment area of more than 175 hectares. The water body spreads over 104 hectares and has a depth of nearly eight meters. De-silting, fencing around its boundary, laying of the path for walkers, creation of a flower garden etc. have to be constantly attended to.
- The **Karanji Lake**, including its surrounding areas is nearly 42 hectares, located near the foot of Chamundi Hills and next to the Mysore Zoo is very popular among tourists. The Karanji Lake now includes an aviary for chirping birds. The birds are within handshaking distance from the visitors. Boating in the lake has started. The running track around the lake, a butterfly park and a walk in aviary which can boast of nearly 65 species of birds it has now become very popular among the locals too.

- **Dalvoy Lake** occupies an area of about 22 hectares. The quantity of water in the lake has drastically decreased due to inadequate rain and the residential buildings that have come up around it blocking the flow of rain water into the lake; topography has become adversely affected. Plans are afoot to restore the major lakes of Mysore under the Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission.

Theme Park - Chamundi Hill

Chamundi Hill is a unique landmark of Mysore City and is considered as one of the rich heritage sites having religious, tourism and ecological importance. It acts as catchments for the surrounding more than ten lakes. It has a rich biodiversity with 450 plant species of which about 50 are medicinal plants, 145 species of birds and 60 species of butterflies. There are remarkable improvements in the raising of various plant species in the western parts of the hill, thanks to the efforts of the Department of Forests. Rejuvenated shrub jungle dominates its profile, but frequent fires are impeding its growth and may leave the hills barren in due course.

Out of about 2000 hectares only about 613 hectares is under the Forest Department as “Reserve Forest”, 404 hectare as private land and about 995 hectares is termed as public and other government lands. The success of the tree cover is not as good as expected due to shallow soil, poor nutrient status, erratic rainfall and heavy biotic pressure. However, *honge*, *dhupa*, *godda*, *basavanapada*, *ala*, and neem have been successful and are still existing here and are growing even today. Now, contour trenching has been adopted and eucalyptus seedlings in large numbers on degraded soils have been raised and are surprisingly surviving today even between rocks. Now with the thrust given to plant only the native species, planting is restricted to species like *honge*, *ala*, *goni*, *hunse*, *tapasi*, *bevu*, *hale*, *nelli*, *bela* etc., and the success rate is good. It is therefore necessary now to remove all eucalyptus trees to make way for indigenous species, coming up naturally or planted. Extensive planting by digging contour trenches and large pits was possible due to the Norwegian Project (1997-2000) at a cost of Rs. 3.8 million (Kushalappa, 2005). The entire boundary is now fenced with chain-link mesh that prevents villagers and their cattle getting into the forest through unauthorized entries.

Private public participation

The onus of developing the parks was too burdensome for the MCC and hence, Private Public Participation (PPP) was proposed. In Mysore, the only park maintained by a private organization is Vishwamanava Park, under the care of Raman Board and in addition, there are also several other parks unofficially maintained by the local residents.

The MUDA, after preparing a layout and fencing off the park areas, simply hands it over to the MCC for development and maintenance. Actually, it is the responsibility of the MUDA (it being the Development Authority) to develop the park in MUDA layouts and then hand them over to the MCC for maintenance. But, under the present circumstances, the MCC is overburdened and owing to scarcity of funds, is unable to undertake development works. The MCC will chalk out a program to persevere and develop 316 parks in the city with the help of private sponsors (The Hindu, 2003).

Planning and development of greenery

Every aspect of planning and development should be infused with a concern for imaginative and effective use of open spaces and flora and fauna thereon.

Mysore is poised to launch its new Master Plan aimed at beautifying the city. It is appropriately called '*Sundara Mysooru*' (beautiful Mysore) Plan. Rs. 3000 million would come from the Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission of the Central government, Rs. 500 million from the Central Ministry of Tourism and Rs. 3000 million from the Asian Development Bank and World Bank. Work has also started on drawing up an urban forestry strategy and an information pamphlet on this strategy through the Forest Department and NGOs is being circulated.

However, the MCC has decided to develop parks in phases. It has invited tenders worth Rs. 17.5 millions to develop over 60 parks in the first phase. Lawns, mounds, water cascade and jogging tract will be developed; ornamental plants and shade-giving trees will be raised. However, alarmed by the bad shape of various parks, which is marring the image of the city, concerned commoners, industrialists, philanthropists, experts in various fields and officials of the MCC are now planning to rejuvenate and maintain over 200 parks.

To promote a green environment in a residential or industrial area, the first step is to control development or building construction activities. Typically, it is known as “The Scenic Zone” in city planning law and it is playing an important part in the preservation of urban green through its proper maintenance. The other is to preserve green areas in their existing condition and wherever possible to enrich and diversify them.

The water front design should be functional, maintainable, cost effective, visually pleasing and environmentally sound and also enable the people to relax there. Including a wooded buffer strip and aquascaping in the shoreline design is one way. A buffer strip improves and maintains the water quality by providing a filter area to trap sediments and excess nutrients, reduce maintenance time and cost, preserves natural beauty of a setting, screen undesirable views and frames good views and provides erosion control and shoreline stabilization. The aquascaping plan – visitors parking area can be thought of, short native woody plants, moisture loving forest perennials can be planted, ornamental native aquatic plants can be planted to create a natural shoreline and improve water quality by reducing erosion and filtering runoff water etc.

Suggestions and Conclusions

In reviewing the approved Comprehensive Development Plan, the following policy measures are suggested in the context of green areas in Mysore. To protect and preserve the beauty of the city, it is necessary to constitute an Urban Arts Commission. Further, the flowering trees should be planted suitably all along the roads in the city. May be the private sector and the NGOs are also be roped in for this purpose. In future, greater effort will be needed towards the greening of Mysore and the urban fringe.

The Horticulture Department is the best agency to maintain public parks as it has the requisite knowledge, expertise and manpower. Some basic aspects like the species of trees and plants to be chosen to plant in the park of a particular locality, taking into consideration the overall aspects of that area, the kind of landscape required, availability of water, continuous maintenance of vegetation, etc. are some of the finer aspects requiring expertise and knowledge.

Protecting the natural valleys and topographical drain-ways to facilitate the filling up of lakes during monsoon; development of waterfront areas with activities which would enable the people to come and relax there; and

identification of lake specific activities and leaving the lakes for optimum use. Dredging and desilting of water bodies suitably in due season and using this silt for upgrading agricultural land require to be a priority area of action.

The use of sewage recycled water for irrigation of parks is important. The sewage water that generally goes waste and occasionally gets released into some of the parks in the city could be duly treated and reused for irrigation, instead of wasting Cauvery water, which should be conserved and used exclusively for domestic consumption.

Some of the areas in the urban pockets i.e., within the conurbation limits are quite fertile and high yielding coconut groves. They should be maintained as agricultural zones. According to Zoning Regulations, in the case of land coming within 500 m of the agricultural zone from Chamundi hills boundary, no land shall be alienated for any non-agricultural purposes. The long pending proposal for Nehru Loka Theme Park at the foot of the Chamundi hills should be taken up soon.

The temple authorities are already collecting the entry fee at the top but it could be enhanced and collected at the lower entry point of the Hill itself and share with the Forest Department to plough back for Hill development. The temple also should be able to part with their revenue, at least about 5 per cent for the Hill development. After all, Goddess Chamundi also needs proper environment around to stay and bless her devotees.

References

- Bennur, S. 2007. Saving the lakes and the habitat. News paper - The Hindu, District Plus, Bangalore Edition, 24th February. p. 3.
- Devanath, C.J. 2006. Birth and growth of CITB into MUDA, News Paper - Star of Mysore 27th Anniversary special issue, 16th February. p. 4.
- Datta, J.G. 2005. A Bonsai Garden Called Kishkindha Vana. News Paper - Star of Mysore 27th Anniversary special issue, 16th February. p. 16-17.
- Goodman, I.W. and C.E. Freund. 1968. Principle and Practice of Urban Planning, Institute for Training in Municipal Administration by the Inter.City Mayors Association, New York.
- Gowda, K. and M.V Sridhara. 1987. Urban Forestry and Impact on Environment: A study of Mysore City. In Singh Pramod (ed), Ecology of Urban India, Ashish Publishing House, New Delhi. Volume II: 169 - 181

- Handley, J. 1983. Nature in the Urban Environment. In Gore, A. B. and R. W Gresswell (eds.), *City Landscape*, Butterworth, London. pp. 47-59
- Krishna, K. 2006. Parks, Open Spaces in Mysore to drastically shrink by 2011, News Paper - The Hindu – Mysore Edition, 19th Dec. p.3.
- Kushalappa, K.A. 2006. Save Chamundi Hill, News Paper - Star of Mysore – 27th Anniversary special issue, 16th February, p.12.
- Lakshmana, M. 2006. Key to Parks' Development: Private Public Participation, News Paper - Star of Mysore, Mysore, India, 16 December.
- Werner, L. 1968. Building the Good City. Publication of the German Federation for Housing, Town and Regional Planning, Bonn, No. 76: 55-62.
- MSV. 2006. Heritage Parks of Mysore, News Paper – Star of Mysore, Weekend Star Supplement, Mysore, India, 16 December, p. II.
- Parkin, Ian. 1984. Operation Green Up: Environmental Improvement to change the image of the Region. Proceedings of Seminar held at the PTRC Summer Annual Meetings, University of Sussex from 10-13 July 1984, published by PTRC Education and Research Services Ltd., England. pp. 73-82.
- Report. 1996. Comprehensive Development Plan for Mysore – 2011 AD, Mysore Urban Development Authority, Mysore, India.
- Rooden, F.C.V. 1983. Green space in Cities, pg. 10-24 in Grove, A. B. and R. W. Gresswell, (eds) *City Landscape*, Butterworths, London. pp. 47-59.
- Sargent, N. 1984. Urban Forestry: Environmental Improvement Rethought. Proceedings of Seminar held at the PTRC Summer Annual Meetings, University of Sussex from 10-13 July 1984, published by PTRC Education and Research Services Ltd., England, pp. 61-69.
- Satyanarayana, H.R.B. 2004. Karanjikere Nature Park: Another Jewel. News Paper - Star of Mysore, Mysore, India, p.10.
- Bhamy, S.V. 2007. JNNURM's City Development Plan, News Paper – Star of Mysore, India, p. 6.
- Uchida, A. 1997. Study on Method for Visual Evaluation of Sloped Wooded Area. In *Computers in Urban Planning and Urban Management*, Sikdar, P. K., et al (eds), Narosa Publishing House, New Delhi. pp. 146-156
- The Hindu. 2003. 316 Parks in Mysore City to be spruced up, News Paper - The Hindu – Mysore Edition, 4th Sep. p.3.

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΒΟΣΚΟΤΟΠΩΝ

Διαχρονική παρακολούθηση των βοσκόμενων δασικών εκτάσεων στη λεκάνη απορροής Βαμβακιάς Νομού Θεσσαλονίκης

Π. Πλατής*, Α. Αϊναλής, Ι. Μελιάδης και Κ. Τσιουβάρας

*ΕΘ.Ι.Α.Γ.Ε., Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Εργαστήριο Λιβαδικών Πόρων,
570 06 Βασιλικά, Θεσσαλονίκη. E-mail: rplatis@fri.gr

Περίληψη

Οι λιβαδικές εκτάσεις στη λεκάνη απορροής Βαμβακιάς του Νομού Θεσσαλονίκης απογράφηκαν με τη βοήθεια των ορθοφωτοχαρτών, τη χρησιμοποίηση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) και της δορυφορικής τηλεπισκόπησης για την παρακολούθηση (monitoring) των αλλαγών τους. Ως πηγές δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν αναλογικοί και ψηφιακοί θεματικοί χάρτες, διαχειριστικά σχέδια και δορυφορικές ψηφιακές εικόνες και τα αποτελέσματα προηγούμενης απογραφής βοσκοτόπων. Οι σύγχρονες τεχνολογίες χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία μιας τράπεζας πληροφοριών, η οποία θα αποτελέσει την πηγή άντλησης στοιχείων για τη συνεχή παρακολούθηση και διαχείριση της περιοχής. Η λεκάνη απορροής Βαμβακιάς αποτελεί τη μεγαλύτερη σε έκταση λεκάνη του συγκροτήματος των λμνών Κορώνειας και Βόλβης και έχει συνολική έκταση 20.500 εκταρίων. Η περιοχή μελέτης διακρίθηκε σε διάφορες κατηγορίες εδαφοκάλυψης και στις βασικές κατηγορίες χρήσεων γης. Οι λιβαδικές εκτάσεις αποτελούν τη μεγαλύτερη κατηγορία εδαφοκάλυψης της συνολικής έκτασης της λεκάνης απορροής. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι διαχρονικές μεταβολές των λιβαδικών εκτάσεων στην περίοδο 1991 - 2001. Η διαχρονική μελέτη παρουσίασε μία μείωση της έκτασης των ποολιβαδων και των μερικώς δασοσκεπών εκτάσεων προς άλλες κατηγορίες, με σημαντικότερη την αύξηση του τύπου των θαμνολιβαδων αείφυλλων ειδών. Τα αποτελέσματα έδειξαν, ότι η τηλεπισκόπηση είναι μια μέθοδος παραγωγής γεωγραφικών δεδομένων για τη μελέτη των διαχρονικών μεταβολών των βοσκόμενων δασικών εκτάσεων στη λεκάνη απορροής Βαμβακιάς και η χρήση της μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη διαχείριση του περιβάλλοντος.

Λέξεις κλειδιά: Δορυφορική εικόνα, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), λιβαδικοί τύποι, χλωρίδα.

Εισαγωγή

Η χρήση της τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) στη διαχρονική παρακολούθηση των αλλαγών κάλυψης της βλάστησης σε περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές που δέχονται έντονα τις φυσικές, αλλά και τις ανθρωπογενείς επιδράσεις, προϋποθέτει μία σειρά από παραμέτρους οι οποίες δύσκολα μπορούν να καλυφθούν, μόνο με τις επίγειες μεθόδους παρατήρησης στο πεδίο. Η τηλεπισκόπηση τις τελευταίες δεκαετίες και ειδικότερα η δορυφορική τηλεπισκόπηση έχει εξελιχθεί, με αποτέλεσμα να καλύπτει μία σειρά πλεονεκτημάτων στην παρατήρηση χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων από απόσταση. Η παρακολούθηση των κατηγοριών κάλυψης της βλάστησης σε βιοτόπους, καθώς και των μεταβολών της, εστιάζεται στις φασματικές και χωρικές ιδιότητες της βλάστησης. Για τη μέτρηση των αλλαγών της βλάστησης διαχρονικά, θα πρέπει να προσδιοριστούν οι τύποι ή τα είδη βλάστησης σε δύο τουλάχιστον χρονικές στιγμές απεικονίζοντας την ίδια περιοχή.

Η εφαρμογή της δορυφορικής τηλεπισκόπησης για τον έλεγχο των αλλαγών στην επιφάνεια της γης, αποτελεί μία σύγχρονη και εξελισσόμενη μεθοδολογία, η οποία έχει καθιερωθεί διεθνώς. Με τη χρήση των τεχνολογιών της τηλεπισκόπησης και των Γ.Σ.Π. δίνεται η δυνατότητα για τη συλλογή και ταξινόμηση δεδομένων με μεγαλύτερη συχνότητα, ακρίβεια και παροχή πληροφοριών, τόσο για τα φασματικά χαρακτηριστικά των στοιχείων κάλυψης / χρήσης γης, όσο και για το χώρο, το σχήμα και το μέγεθός τους (χωρικές πληροφορίες).

Η σύνταξη των διαχρονικών μελετών με τη βοήθεια της τηλεπισκόπησης, βασίζεται σε δορυφορικές εικόνες, με στόχο τον εντοπισμό των αλλαγών που προκαλούνται από βραχυχρόνια φαινόμενα, όπως φυσικές καταστροφές, εποχιακή εναλλαγή της βλάστησης ή από μακροχρόνια φαινόμενα, όπως είναι η οικιστική ανάπτυξη. Οι διαχρονικές μελέτες συναντώνται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών (Lillesand and Kiefer, 1994). Ως παραδείγματα εφαρμογής σε περιβαλλοντικές μελέτες αναφέρονται η καταγραφή των αλλαγών σε δασικές περιοχές (Collins and Woodcock 1996, Mas 1999), η μέτρηση πλημμυρισμένων εκτάσεων (Alexandridis et al. 1998), η καταγραφή δασικών πυρκαγιών (Kuntz and Karteris, 1993), η αναγνώριση και μεταβολή βιοτόπων προστατευόμενων περιοχών (Μελιάδης κ.α. 2001, Πλατής κ.α.. 2004), η απογραφή των λιβαδιών (Πλατής κ.α. 2001), καθώς και σε διαχρονικές μεταβολές χρήσεων γης λεκανών απορροής (Αϊναλής κ.α. 2006, Χουβαρδάς κ.α. 2001). Διάφοροι μέθοδοι έχουν προταθεί από ερευ-

νητές σχετικά με την εκτίμηση των αλλαγών κάλυψης γης (Mas 1999, Sunar 1998). Σκοπός της εργασίας ήταν η διαχρονική καταγραφή των μεταβολών των τύπων βλάστησης και ειδικότερα των λιβαδικών τύπων που καλύπτουν τη λεκάνη απορροής Βαμβακιάς με τη χρήση δορυφορικών εικόνων.

Περιοχή μελέτης



Εικόνα 1. Χάρτης προσανατολισμού περιοχής της λεκάνης απορροής Βαμβακιάς Ν. Θεσσαλονίκης.

Picture 1. Orientation map of Vambakias watershed prefecture of Thessaloniki.

Η λεκάνη απορροής Βαμβακιάς (Εικόνα 1) χαρακτηρίζεται ως πεδινή, ημιορεινή και ορεινή κατά θέσεις με το μεγαλύτερο τμήμα της να καλύπτεται από γεωργικές καλλιέργειες. Στην ημιορεινή και ορεινή ζώνη βλάστησης απαντώνται βοσκότοποι, δασικές εκτάσεις και δάση φυλλοβόλων πλατύφυλλων και κωνοφόρων ειδών. Απαντάται μία ποικιλία βλάστησης που μεταβάλλεται ανάλογα με το υψόμετρο, την έκθεση, και το βαθμό της ανθρωπογενούς επίδρασης. Τα υψόμετρα της περιοχής κυμαίνονται από τα 100m (θέση Ρεντίνας) στο νοτιοανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής μέχρι τα 1092m (θέση Γιαννίτση) στο βορειοανατολικό τμήμα της στο Κερδύλλιο όρος.

Τα εδάφη στην ευρεία περιοχή της λεκάνης απορροής εμφανίζονται σε μεγάλη έκταση υποβαθμισμένα και μόνο όπου υπάρχει βλάστηση είναι προστατευμένα από τη διάβρωση. Κυρίαρχοι εδαφικοί τύποι είναι τα μετα-

μορφωμένα πετρώματα, πυριτικά τριτογενών αποθέσεων, καθώς και αλλουβιακές αποθέσεις. Το κλίμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως ύφυγρο με ψυχρό χειμώνα και έχει βιοκλιματικό χαρακτήρα ασθενές μέχρι έντονο μέσο-μεσογειακό. Σύμφωνα με τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού που βρίσκεται στο Λαχανά Θεσσαλονίκης, σε υψόμετρο 634m, το μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων ανέρχεται σε 588mm και η μέση θερμοκρασία του αέρα στους 12 °C.

Η περιοχή μελέτης εντάσσεται στην παραμεσογειακή λοφώδη-υποορεινή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*), στην υποζώνη *Ostryo - Carpinion* και στον αυξητικό χώρο της *Coccifero-Carpinetum* (*Cocciferetum*). Οι χρήσεις γης στην περιοχή είναι μονοετείς γεωργικές καλλιέργειες και σε μικρό ποσοστό πολυετείς δενδροκομικές, λιβαδικές εκτάσεις που καλύπτονται από ποώδη βλάστηση, θαμνώνες αείφυλλων και φυλλοβόλων πλατύφυλλων ειδών, δάση δρυός, οξιάς και κατά θέσεις φυσικές και τεχνητές φυτείες κωνοφόρων. Λαμβάνοντας υπόψη το σύστημα ταξινόμησης του προγράμματος «Απογραφής βοσκόμενων δασικών εκτάσεων στη Βόρεια Ελλάδα» (Πλατής και Παπαναστάσης, 1990), η κυρίαρχουσα βλάστηση μπορεί να ταξινομηθεί στους τύπους των ποολίβαδων με θερμόβια αγρωστώδη είδη, των αείφυλλων ειδών θαμνολίβαδων με κυρίαρχες τις σειρές: των πρινώνων, των τυπικών αείφυλλων πλατύφυλλων, της οξύκεδρης αρκεύθου, των φυλλοβόλων ειδών με κυρίαρχες σειρές: του ανατολικού γάβρου, της *Quercus pubescens* και του λιβαδικού τύπου των μερικώς δασοσκεπών με κυρίαρχες σειρές των ειδών: *Q. sessiliflora*, *Q. frainetto* και της *Pinus brutia*. Επίσης, αναγνωρίστηκε ένας σημαντικός αριθμός υποτύπων σε κάθε λιβαδική σειρά. Η πλειονότητα των βοσκόμενων δασικών εκτάσεων στη λεκάνη Βαμβακιάς έχει II ποιότητα τόπου (64%), βάθος εδάφους 15-30cm και κλίση 15-30%, ενώ η III ποιότητα τόπου αποτελεί το 22%, βάθος εδάφους <15cm και κλίση >30% και μέτρια έως κακή λιβαδική κατάσταση (78%).

Μεθοδολογία

Οι πηγές δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι δορυφορικές εικόνες που λήφθηκαν σε δύο χρονικές στιγμές: το 1991 και το 2001. Οι εικόνες του 1991 λήφθηκαν από τον δορυφόρο LANDSAT 5 TM (Thematic Mapper), ενώ οι εικόνες του 2001 λήφθηκαν από το νεότερο δορυφόρο LANDSAT 7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus). Ως βοηθητικά δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα διανυσματικά και σημειακά δεδομένα: οδικό δίκτυο, υδρογραφικό δίκτυο, ισούψεις καμπύλες, όρια οικισμών, τοπωνύμια και ονομασίες οικισμών. Η καταγραφή έγινε σε μέση κλί-

μακα (1:50.000) με λεπτομέρεια αντίστοιχη του μεγέθους εικονοστοιχείου των δορυφορικών εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν (30mx30m).

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε διακρίθηκε σε τέσσερα επιμέρους στάδια: α) στην προεπεξεργασία των δορυφορικών δεδομένων, β) στην ταξινόμηση των δορυφορικών δεδομένων, γ) στην ανίχνευση των διαχρονικών αλλαγών και δ) στη δημιουργία Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.). Στο τελικό στάδιο της έρευνας, οι θεματικοί χάρτες που προέκυψαν από το δεύτερο στάδιο συνδυάστηκαν με τα αποτελέσματα των διαχρονικών αλλαγών σε μια κοινή γεωγραφική βάση δεδομένων.

Αρχικά ταξινομήθηκε η δορυφορική εικόνα του έτους 1991. Η σύγκριση έγινε με στοιχεία της απογραφής βοσκοτόπων της ίδιας περιοχής (Πλατής και Παπαναστάσης, 1990). Μετά τη φωτοερμηνεία της εικόνας έγινε αντιπαραβολή με τις εικόνες του 2001, ταξινόμηση και εφαρμογή του φίλτρου πλειονότητας, ενώ ο παράγωγος χάρτης ελέγχθηκε οπτικά για σφάλματα ταξινόμησης και σε αντιπαραβολή με τον αντίστοιχο χάρτη του 2001. Στη συνέχεια, έγινε η σύγκριση των χαρτών των δύο ημερομηνιών (1991 και 2001), έχοντας ως έτος αναφοράς το 2001 (Εικόνα 2). Η σύγκριση έγινε σε επίπεδο αντικειμένου (ταξινομημένες εικόνες) και ο παράγωγος χάρτης είχε την εξής πληροφορία: κατηγορία κατά το 2001 και κατηγορία κατά το 1991. Οι περιοχές που καλύπτονταν από νέφη στη μία από τις δύο περιόδους αφαιρέθηκαν από την ανάλυση διαχρονικών αλλαγών.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Κατά τη διαδικασία ανίχνευσης των διαχρονικών αλλαγών των τύπων βλάστησης, για την περιοχή της λεκάνης απορροής Βαμβακιάς, μεταξύ των ετών 1991 και 2001 αποδόθηκαν διαφορετικά αποτελέσματα για τις επί μέρους κατηγορίες (Πίνακας Ι). Οι σημαντικότερες μεταβολές που προκύπτουν από τον πίνακα, ως προς την έκταση ήταν: Θετική μεταβολή (αύξηση) καταγράφηκε στις κατηγορίες των θαμνολίβαδων αείφυλλων ειδών, γεωργικών εκτάσεων, εγκαταλειμμένων αγρών και οικισμών, ενώ αρνητική διαπιστώθηκε στις κατηγορίες των ποολίβαδων, θαμνολίβαδων φυλλοβόλων ειδών, μερικώς δασοσκεπών εκτάσεων και δασών πεύκης που προέρχονται από τεχνητές αναδάσώσεις. Η αύξηση της έκτασης των θαμνολίβαδων αείφυλλων ειδών κατά 50,3% στο σύνολο της αύξησης ορισμένων χρήσεων γης (Πίνακας Ι), ίσως οφείλεται στη διαχρονική αυξομείωση του ζωικού κεφαλαίου της περιοχής που αξιοποιούν αυτές τις εκτάσεις με απευθείας βόσκηση, όπως διαπιστώθηκε και σε παραπλήσια περιοχή (Αϊναλής, 1998).

Πίνακας I. Διαχρονικές μεταβολές κατηγοριών κάλυψης (σε εκτάρια) στη λεκάνη απορροής Βαμβακιάς, κατά τη χρονική περίοδο 1991 – 2001.

Table I. Cover changes (in ha) in the Vambakias watershed during the years 1991-2001.

Κατηγορίες κάλυψης	Έκταση σε εκτάρια		Θετική διαφορά	Αρνητική διαφορά
	1991	2001		
Εγκαταλειμμένοι αγροί	115,45	121,26	+ 5,81	
Ποολίβαδα	855,93	821,18		- 34,75
Θαμνολίβαδα αειφυλλων ειδών	6.293,90	6.410,84	+ 116,94	
Θαμνολίβαδα φυλλοβόλων ειδών	2.382,95	2.341,64		- 41,31
Μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις	135,84	119,62		- 16,22
Δάση δρυός, οξιάς	3.652,24	3.652,24	0,00	
Αναδασώσεις πεύκης	970,40	830,44		- 139,96
Γεωργικές εκτάσεις	5.812,74	5.908,11	+ 95,37	
Οικισμοί	280,55	294,67	+ 14,12	
Σύνολο	20.500,00	20.500,00	+232,24	-232,24

Δορυφορική εικόνα λήψης 1991



Δορυφορική εικόνα λήψης 2001



Εικόνα 2. Αποτέλεσμα επεξεργασίας των δορυφορικών εικόνων χρονολογίας 1991 και 2001, όπου παρουσιάζονται οι διαφορές (αυξήσεις ή μειώσεις) των τύπων βλάστησης για την περιοχή της λεκάνης απορροής Βαμβακιάς.

Picture 2. Satellite image between the years 1991 and 2001 showing the changes (increases and reductions) of vegetation types in Vambakias watershed.

Η αύξηση των γεωργικών εκτάσεων κατά 41,1% στο σύνολο της αύξησης ορισμένων χρήσεων γης, πιθανό να οφείλεται στην ανάγκη κάλυψης με γεωργική γη των ακτημόνων καλλιεργητών και στις υψηλές επιδοτήσεις από την Ευρωπαϊκή Ένωση για ορισμένα γεωργικά προϊόντα. Αποτέλεσμα αυτής της αύξησης ήταν η μείωση της συμμετοχής των ποολίβαδων κατά 15% στη συνολική μείωση των χρήσεων γης. Η σημαντική μείωση των εκτάσεων με αναδασώσεις πεύκης κατά 60,3% της συνολικής μείωσης, ίσως να οφείλεται στην αποτυχία εγκατάστασής τους ή στην αποκατάσταση της πυκνότητας και του ύψους των αείφυλλων πλατύφυλλων ειδών. Παρόμοια αποτελέσματα ποσοστών διαχρονικής μεταβολής βλάστησης για την ίδια χρονική περίοδο (1989 – 2000) διαπιστώθηκαν σε παραπλήσια λεκάνη απορροής (χειμαρρος Μπογδάνα) (Αϊναλής κ.α. 2006).

Συμπεράσματα

- Οι μεταβολές που παρατηρήθηκαν διαχρονικά, οφείλονται στην εξελικτική πορεία της βλάστησης ή σε ανθρωπογενή και κοινωνικοοικονομικά αίτια. Ωστόσο, ορισμένες μεταβολές είναι πιθανό να οφείλονται σε σφάλματα του αλγόριθμου ταξινόμησης, εξαιτίας φασματικής ομοιότητας των κατηγοριών.
- Η μελέτη και συνεχής παρακολούθηση της εξελικτικής πορείας των αλλαγών κάλυψης και χρήσης γης στη λεκάνη απορροής Βαμβακιάς είναι επιβεβλημένη για τα επόμενα τουλάχιστον 15 χρόνια, έτσι ώστε να συγκεντρωθούν στοιχεία απαραίτητα για την εξαγωγή επιστημονικών συμπερασμάτων. Η τηλεπισκόπηση και τα Γ.Σ.Π. όταν συνδυαστούν, μπορούν να αποτελέσουν τη βάση ενός συστήματος ορθολογικής διαχείρισης των φυσικών οικοσυστημάτων.

Αναγνώριση βοήθειας

Η παρούσα εργασία χρηματοδοτήθηκε από το Υπουργείο Παιδείας, στο πλαίσιο του προγράμματος “Περιβάλλον – Αρχιμήδης ΙΙ”, σε συνεργασία με το ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

Βιβλιογραφία

Αϊναλής, Α., Ι. Μελιάδης, Π. Πλατής και Κ. Τσιουβάρας, 2006. Ταξινόμηση και διαχρονική παρακολούθηση των βοσκόμενων δασικών ε-

- κτάσεων στη λεκάνη απορροής του χειμάρρου Μπογδάνα Ν. Θεσσαλονίκης, σελ. 221-226. Λιβαδοπονία Ξηροθερμικών Περιοχών (Β.Π. Παπαναστάσης και Ζ.Μ. Παρίση, εκδότες). Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Ηράκλειο Κρήτης, 1-3 Νοεμβρίου 2006. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Δημ. Νο 13.
- Αϊναλής, Α.Β. 1998. Μελέτη βελτίωσης βοσκοτόπων στην ευρεία διοικητική περιοχή των κοινοτήτων Ασσήρου, Καρτερών, Λευκοχωρίου, Ξυλόπολης και Νικόπολης. Λαγκαδάς, Θεσσαλονίκη, σελ. 175.
- Alexandridis, T., K. Perakis and N. Silleos. 1998. Flood monitoring using ERS-1 SAR imagery and DEM, pp. 67-73. 1st IFAC workshop on Control Applications and Ergonomics in Agriculture. Athens, 15-17 June.
- Collins, J. and C. Woodcock. 1996. Explicit Consideration of Multiple Landscape Scales While Selecting Spatial Resolutions. Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences: Second International Symposium, USDA-Forest Service, Ft. Collins, CO.
- Kuntz, S. and M. Karteris. 1993. Fire risk modeling based on satellite remote sensing and GIS, p. 165-177. In: "Satellite technology and GIS for Mediterranean forest mapping and fire management", International Workshop. Thessaloniki Greece, 4-6 November 1993 European Commission.
- Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer. 1994. Remote sensing and image interpretation. Third Edition. John Willey and Sons Inc. p. 750.
- Mas, J-F. 1999. Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. International Journal of Remote Sensing, 20(1): 139-152.
- Μελιάδης, Ι., Κ. Ραδόγλου και Σ. Καζαντζίδης. 2004. Παρακολούθηση των αλλαγών βιοτόπων στη περιοχή Ειδικής Προστασίας Όρη Αντιχάσια – Μετέωρα με τη χρήση ψηφιακών διαχρονικών δορυφορικών εικόνων. ΕΘ.ΙΑ.Γ.Ε. – Ι.Δ.Ε., Θεσσαλονίκη, σελ. 61 (αυτοτελείς εκδόσεις).
- Πλατής, Π.Δ. και Β.Π. Παπαναστάσης. 1990. Βοσκόμενες Δασικές Εκτάσεις Νομού Θεσσαλονίκης. Πρόγραμμα Απογραφής Βοσκοτόπων Βόρειας Ελλάδας. Αδημοσίευτα στοιχεία.
- Πλατής, Π.Δ., Θ.Γ. Παπαχρήστου και Β.Π. Παπαναστάσης. 2001. Δυνατότητες αξιοποίησης του προγράμματος απογραφής βοσκοτόπων στη διαχείριση των λιβαδιών της Περιφέρειας Ηπείρου, σελ. 43-49. Η

Λιβαδοπονία στο κατώφλι του 21^{ου} αιώνα (Θ. Παπαχρήστου και Ο. Ντίνη-Παπαναστάση, εκδότες). Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου. Ιωάννινα, 4-6 Οκτωβρίου 2000. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Δημ. Νο. 9.

Πλατής, Π., Ι. Μελιάδης, Θ. Παπαχρήστου, Δ. Τρακόλης, Σ. Καζαντζίδης, Κ. Μαντζανάς, Α. Μάκρας, Α. Δημαλέξης και Σ. Μπουρδάκης. 2004. Διαχρονική παρακολούθηση των μεταβολών βιοτόπων στα όρη Ακαρνανικά με τη χρήση δορυφορικών εικόνων για αειφορική διαχείριση και προστασία. Τελική Έκθεση (Τεύχος Α) Προγράμματος “Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη”. Ε.Τ.ΕΡ.Π.Σ. –Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε., ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.- Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών. Θεσσαλονίκη, σελ. 58 (αυτοτελής έκδοση).

Sunar, F. 1998. An analysis of changes in a multi-date data set: a case study in the Ikitelli area, Istanbul, Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, 19(2): 225-235.

Χουβαρδάς, Δ., Ι. Ισπικούδης και Β. Παπαναστάσης. 2006. Ανάλυση των διαχρονικών αλλαγών του τοπίου της λεκάνης Κολχικού της λίμνης Κορώνειας με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), σελ. 253-261. Λιβάδια των πεδινών και ημιορεινών περιοχών: Μοχλός ανάπτυξης της υπαίθρου (Π. Πλατής, Αθ. Σφουγγάρης, Θ. Παπαχρήστου και Α. Τσιόντσης, εκδότες). Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Βόλος, 10-12 Νοεμβρίου 2004. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Δημ. Νο 12.

Multitemporal monitoring of rangelands in the watershed of Vambakia, prefecture of Thessaloniki

P. Platis, A. Ainalis, I. Meliadis and K. Tsiouvaras

Summary

The rangelands of the basin area of Vambakia have been inventoried with the use of orthophotomaps, remote sensing technology and Geographic Information Systems (G.I.S.) were used for monitoring of changes in the grazing forest lands. As sources of data proportional and digital thematic maps, management plans, rangeland studies and satellite digital pictures were used. The modern technologies were used for the creation of an information bank, which constitutes the source of elements for the continuous follow-up and management of the region.

The Vambakia basin belongs to the group of basins of Koronia and Volvi lakes in Lagadas region and covers a total area of 20,500 ha. The study area was distinguished in different land cover categories. The rangelands constitute the largest category of land cover in the total area of the basin. In this work the diachronic changes of rangelands in period of 1991-2001 are presented. The diachronic study showed a reduction of grasslands to other categories, with more important the increase of evergreen shrublands and of agricultural land. The results indicated that remote sensing is indicated method for producing geographic data for the study of diachronic changes of grazing areas in the basin of Vambakia and its use can help in better management of the environment.

Keywords: Satellite picture, Geographical Information Systems (G.I.S.), range types, flora.

Η καλλιέργεια των κτηνοτροφικών φυτών στην Ελλάδα: Παρούσα κατάσταση, δυνατότητες και προοπτικές

Ε. Μ. Αβραάμ^{*}, Ζ. Μ. Παρίση και Α. Π. Κυριαζόπουλος

**^{*}Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας
και Φυσικού Περιβάλλοντος, 54124, Θεσσαλονίκη,
E-mail: eabraham@for.auth.gr**

Περίληψη

Η κτηνοτροφία έχει σχετικά φθίνουσα τάση τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα. Σε αυτό συντελεί το υψηλό κόστος παραγωγής των ζωοκομικών προϊόντων, το οποίο διαμορφώνεται κυρίως από το κόστος της διατροφής των ζώων. Στο αυξημένο κόστος διατροφής συμβάλλουν οι εισαγωγές ζωοτροφών, αφού υπάρχει έλλειμμα στην εγχώρια παραγωγή χονδροειδών αλλά και συμπυκνωμένων ζωοτροφών. Παρά το παρατηρούμενο έλλειμμα, οι εκτάσεις που καλλιεργούνται με κτηνοτροφικά φυτά μειώθηκαν από το 1990 μέχρι το 2005. Η τάση αυτή αναμένεται να αλλάξει στο μέλλον και να αυξηθούν οι εκτάσεις που καλλιεργούνται με κτηνοτροφικά φυτά. Η πρόβλεψη αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι αφενός η νέα ΚΑΠ προσανατολίζεται στη μείωση των επιδοτούμενων προϊόντων και αφετέρου στην επέκταση της βιολογικής γεωργίας και κτηνοτροφίας. Επίσης, αύξηση της απόδοσης των ήδη καλλιεργούμενων εκτάσεων μπορεί να επιτευχθεί με ενίσχυση της καλλιέργειας των πολυετών αγρωστωδών και των καρποδοτικών ειδών.

Λέξεις κλειδιά: αγρωστώδη, λειμώνας, χονδροειδείς ζωοτροφές, ψυχανθή.

Εισαγωγή

Η κτηνοτροφία είναι κλάδος της πρωτογενούς παραγωγής με ιδιαίτερη σημασία για την οικονομία της Ελλάδας. Η κατανάλωση ζωοκομικών προϊόντων αυξήθηκε τα τελευταία χρόνια, αλλά ταυτόχρονα το μερίδιο της εγχώριας παραγωγής στην κατανάλωση μειώθηκε με αποτέλεσμα την αύξηση των εισαγωγών σύμφωνα με τα στοιχεία της Διεύθυνσης Στατιστικών του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών. Συγκεκριμένα, η αξία των εισαγωγών ζωοκομικών προϊόντων για το 2005 ανήλθε σε 1.616.000 € και αποτέλεσε τη δεύτερη μεγαλύτερη εκροή οικονομικών πόρων για εισαγωγές

μετά από εκείνη των καυσίμων (Βακάκης, 2007). Η άνοδος αυτή των εισαγωγών μπορεί να αποδοθεί στις εγγενείς αδυναμίες της πρωτογενούς εγχώριας παραγωγής και στη μειωμένη ανταγωνιστικότητα των εγχώριων προϊόντων.

Τα εγχώρια ζωικά προϊόντα δεν είναι ανταγωνιστικά διότι το κόστος παραγωγής τους είναι υψηλό. Ο κύριος παράγοντας που διαμορφώνει το κόστος παραγωγής (Κιτσοπανίδης κ.α., 1980, 1981) είναι η διατροφή, η συμβολή της οποίας στο κόστος παραγωγής ανέρχεται σε ποσοστό περίπου 60%, κατά μέσο όρο, για τις ελληνικές κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις. Επομένως, για να μειωθεί το κόστος παραγωγής, οι προσπάθειες θα πρέπει να επικεντρωθούν κυρίως στη μείωση του κόστους διατροφής των ζώων.

Οι διατροφικές ανάγκες των κτηνοτροφικών ζώων καλύπτονται με χονδροειδείς ζωοτροφές, (χλωρή νομή, σανό, κλπ), οι οποίες είναι χαμηλού κόστους και με συμπυκνωμένες φυτικής παραγωγής (κριθάρι, σιτάρι, καλαμπόκι κλπ). Πηγή χονδροειδών ζωοτροφών αποτελούν τα φυσικά λιβάδια και τα καλλιεργούμενα τεχνητά λιβάδια, οι λειμώνες. Η Ελλάδα είναι ελλειμματική σε ζωοτροφές κυρίως διότι η παραγωγή των λιβαδιών υπολείπεται κατά πολύ του δυναμικού παραγωγής τους και διότι οι εκτάσεις που διατίθενται για λειμώνες είναι περιορισμένες. Αυτό έχει ως συνέπεια η εγχώρια ζήτηση να καλύπτεται με εισαγωγές ζωοτροφών από το εξωτερικό, γεγονός που αυξάνει το κόστος της διατροφής των ζώων. Έτσι σύμφωνα με τα στοιχεία της Διεύθυνσης Στατιστικών του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών το 2004 δαπανήθηκαν 363.000.000 € για εισαγωγές ζωοτροφών, με την εισαγωγή σόγιας να αποτελεί το 50% αυτού του ποσού.

Συμπερασματικά, η ανάπτυξη της κτηνοτροφίας συνδέεται άμεσα με την κάλυψη των διατροφικών αναγκών των ζώων από την εγχώρια παραγωγή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί αφενός με ορθολογική διαχείριση των λιβαδιών και αφετέρου με επέκταση της καλλιέργειας των λειμώνων και των κτηνοτροφικών φυτών. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει την εξέλιξη της καλλιέργειας των κτηνοτροφικών φυτών από το 1990 ως το 2005 στην Ελλάδα αλλά και τις υπάρχουσες προοπτικές για μελλοντική ανάπτυξη της καλλιέργειάς τους.

Λειμόνας και καλλιέργεια κτηνοτροφικών φυτών

Λειμόνας ή τεχνητό λιβάδι ή απλά λιβάδι ορίζεται η ποώδης φυτοκοινωνία κτηνοτροφικών φυτών, που δημιουργείται τεχνητά με σπορά ύστερα από όργωμα, λίπανση ή άρδευση και η οποία μπορεί να ανανεώνεται με πα-

ραβλάστηση ή με νέα σπορά (Biswell και Λιάκος, 1982). Αυτό σημαίνει ότι ο λειμώνας είναι μία γεωργική έκταση, καλλιεργούμενη σύμφωνα με τις αγρονομικές αρχές (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης, 1992). Στις Βορειοδυτικές χώρες της Ευρώπης, χρησιμοποιούνται οι όροι μόνιμο λιβάδι (*permanent grassland*) και προσωρινό (*temporary grassland*), όπως έχουν καθοριστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (κανονισμός EU No 796/2004) κυρίως για τα πλαίσια της πολιτικής των επιδοτήσεων. Έτσι ως μόνιμο λιβάδι ορίζεται η έκταση με κτηνοτροφικά φυτά που αναπτύσσονται φυσικά ή καλλιεργούνται, χωρίς να είναι σε σύστημα αμειψισποράς, για περισσότερο από πέντε χρόνια. Το προσωρινό λιβάδι, το οποίο είναι τυπική καλλιέργεια της βορειοδυτικής Ευρώπης και της νότιας Σκανδιναβίας (Reheul et al., 2007), είναι έκταση που καλλιεργείται με κτηνοτροφικά φυτά για λιγότερο από πέντε χρόνια και μπορεί να είναι σε σύστημα αμειψισποράς. Η διάρκεια ζωής των προσωρινών λιβαδιών ποικίλλει από χώρα σε χώρα (Reheul et al., 2007).

Το προσωρινό λιβάδι όπως ορίζεται παραπάνω δεν υπάρχει στις Μεσογειακές χώρες, όπου μπορεί να θεωρηθεί ότι αντικαθίσταται από το τεχνητό λιβάδι, το λειμώνα. Στο σημείο αυτό, πρέπει να διευκρινιστεί ότι, στα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας, ως λειμώνες αναφέρονται μόνο οι εκτάσεις που καλλιεργούνται με πολυετή αγρωστώδη. Στην πραγματικότητα όμως, ως λειμώνες μπορούν να ορισθούν όλες οι εκτάσεις που καλλιεργούνται με κτηνοτροφικά φυτά ετήσια ή πολυετή, αγρωστώδη ή ψυχανθή, σε μονοκαλλιέργεια ή σε μίξη.

Η παραγωγή του λειμώνα μπορεί να συγκομίζεται με θέρισμα ή να συγκομίζεται με επιτόπια βόσκηση από τα ζώα. Η παραγωγή του θεριζόμενου λειμώνα μπορεί να δίνεται χλωρή στα ζώα, ως σανός ή ως ενσίρωμα. Η ενσίρωση είναι μέθοδος διατήρησης χλωρών ζωοτροφών-χλωρής νομής, σε αναερόβιες συνθήκες μέσα σε ειδικές κατασκευές ή χώρους που λέγονται σιροί. Το προϊόν της ενσίρωσης ονομάζεται ενσίρωμα και χαρακτηρίζεται από μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία και οργανικά οξέα, κυρίως γαλακτικό οξύ και διατίθεται στα ζώα ως χονδροειδής τροφή.

Τα κυριότερα κτηνοτροφικά φυτά

Ο όρος κτηνοτροφικά φυτά αναφέρεται στα φυτικά είδη τα οποία καλλιεργούνται για να χρησιμοποιηθούν στη διατροφή των αγροτικών ζώων και ανήκουν κυρίως στις οικογένειες των αγρωστωδών (*Graminae*) και των ψυχανθών (*Leguminosae*) (Πίνακας I). Εκτός από τα είδη των παραπάνω

οικογενειών, υπάρχει και ο ηλιάνθος (*Helianthus annuus* L.) που ανήκει στα Compositae και το πέρκο, υβρίδιο της ελαιοκάμβης (*Brassica napus* L.), από τα Cruciferae. Από τα κτηνοτροφικά φυτά, ορισμένα καλλιεργούνται για τα βλαστικά τους μέρη, δηλαδή την παραγωγή χόρτου, αποτελούν τις χονδροειδείς ζωτροφές στο σιτηρέσιο των αγροτικών ζώων και χαρακτηρίζονται ως χορτοδοτικά. Επίσης υπάρχουν είδη κτηνοτροφικών φυτών που καλλιεργούνται για την παραγωγή καρπού, ο οποίος χρησιμοποιείται ως συμπυκνωμένη πρωτεϊνούχα ζωτροφή των αγροτικών ζώων, και χαρακτηρίζονται ως καρποδοτικά. Κάποια από τα κτηνοτροφικά είδη καλλιεργούνται ως χορτοδοτικά αλλά και ως καρποδοτικά (Πίνακας Ι). Τέλος, υπάρχει και η περίπτωση του σύσπορου σανού, δηλαδή η παραγωγή ταυτόχρονα σανού και καρπού. Η καλλιέργεια θερίζεται όταν έχει σχηματιστεί ο καρπός και έχει επίπεδο υγρασίας 30-40% (ΕΘΙΑΓΕ, 2008).

Πίνακας Ι. Τα κυριότερα κτηνοτροφικά φυτά.

Table I. The main fodder plants.

Οικογένεια	Χορτοδοτικά	Καρποδοτικά	Σύσπορου σανού
Graminae (ετήσια)	<i>Hordeum vulgare</i> L.	<i>Hordeum vulgare</i> L.	<i>Hordeum vulgare</i> L.
	<i>Avena sativa</i> L.	<i>Avena sativa</i> L.	<i>Avena sativa</i> L.
	Triticale	Triticale	Triticale
	<i>Sorghum bicolor</i> L.		
	<i>Zea mays</i> L.		
Graminae (πολυετή)	<i>Lolium perenne</i> L.		
	<i>Festuca arundinaceae</i> Schreb.		
	<i>Dactylis glomerata</i> L.		
Leguminosae	<i>Vicia sativa</i> L.	<i>Vicia sativa</i> L.	
	<i>Medicago sativa</i> L.	<i>Medicago sativa</i> L.	
	<i>Trifolium pratense</i> L.	<i>Cicer arietinum</i> L.	
	<i>Trifolium repens</i> L.	<i>Pisum sativum</i> L.	
	<i>Trifolium alexandrinum</i> L.	<i>Lathyrus cicera</i> L.	
	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	<i>Vicia faba</i> L.	
	<i>Pisum sativum</i> L.	<i>Vicia ervilia</i> L.	
	<i>Lathyrus cicera</i> L.	<i>Lupinus</i> ssp.	
Cruciferae	<i>Brassica napus</i> L.		
Compositae		<i>Helianthus annuus</i> L.	

Στις χώρες της Βορειοδυτικής Ευρώπης από τα είδη της οικογένειας Graminae κυριαρχεί η καλλιέργεια του *Lolium perenne* L., είτε σε μονο-

καλλιέργεια, όπως στο Ηνωμένο Βασίλειο, Γερμανία και Ολλανδία, είτε σε μίξη με το ψυχανθές *Trifolium repens* L., όπως σε Δανία και Γαλλία (Soegaard et al. 2007). Στις Σκανδιναβικές χώρες, κυρίαρχο είδος της οικογένειας Graminae είναι το *Phleum pratense* L., σε μονοκαλλιέργεια ή σε μίξη με το *Trifolium pratense* L., διότι οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής ευνοούν την αύξηση και ανάπτυξή του (Soegaard et al., 2007).

Από τα κτηνοτροφικά είδη της οικογένειας των ψυχανθών η μηδική (*Medicago sativa* L.) καλλιεργείται παγκόσμια σε έκταση μεγαλύτερη των 35.000.000 ha (Σκιαδάς, 2007) και ακολουθεί ο βίκος (*Vicia sativa* L.). Στη μεσογειακή ζώνη όμως κυριαρχεί η καλλιέργεια του βίκου, κυρίως σε συνδυασμό με χειμερινά ετήσια αγρωστώδη σε ξηρικούς λειμώνες (Alzueta et al., 2001). Οι λειμώνες αυτοί παρέχουν βοσκήσιμη ύλη την άνοιξη και νωρίς το καλοκαίρι και σανό ή σπόρους τις περιόδους που υπάρχει έλλειμμα στην παροχή βοσκήσιμης ύλης όπως το χειμώνα (Thomson and Bahhady, 1992).

Η καλλιέργεια των κτηνοτροφικών φυτών στην Ελλάδα

Οι εκτάσεις που καλλιεργούνται με κτηνοτροφικά φυτά στην Ελλάδα μειώθηκαν σταδιακά από 3.432.000 χιλιάδες στρέμματα το 1990 σε 3.145.000 χιλιάδες στρέμματα το 2005 (Πίνακας II), σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΣΥΕ). Στις εκτάσεις αυτές περιλαμβάνονται τα κτηνοτροφικά φυτά που καλλιεργούνται ως χορτοδοτικά και από τα καρποδοτικά μόνο τα ψυχανθή. Παράλληλα, ενώ οι καλλιεργούμενες εκτάσεις με κτηνοτροφικά φυτά μειώθηκαν, το ποσοστό των καλλιεργούμενων εκτάσεων με κτηνοτροφικά φυτά στο σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων παρέμεινε σχεδόν σταθερό μεταξύ 14 και 15% (Πίνακας II) για το αντίστοιχο διάστημα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αντίστοιχη μείωση με αυτή των καλλιεργειών με κτηνοτροφικά φυτά παρατηρήθηκε και για το σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων από το 1990 ως το 2005 (Πίνακας II).

Οι περιφέρειες Πελοποννήσου, Στερεάς Ελλάδας και Μακεδονίας είχαν τις περισσότερες καλλιεργούμενες εκτάσεις με χορτοδοτικά κτηνοτροφικά φυτά (Πίνακας III) συγκριτικά με τις άλλες περιφέρειες της Ελλάδας. Αναφορικά με τα καρποδοτικά κτηνοτροφικά φυτά (Πίνακας III), οι περιφέρειες της Θεσσαλίας, της Κρήτης και της Πελοποννήσου είχαν τον μεγαλύτερο αριθμό καλλιεργούμενων εκτάσεων συγκριτικά με τις υπόλοιπες περιφέρειες. Παρατηρείται επομένως, ότι στην περιφέρεια Πελοποννήσου βρίσκεται ο μεγαλύτερος αριθμός καλλιεργούμενων εκτάσεων με κτηνοτροφικά

φυτά στην Ελλάδα. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι στην περιφέρεια Πελοποννήσου οι εκτάσεις που καλλιεργούνται με χορτοδοτικά κτηνοτροφικά φυτά αυξήθηκαν από το 1990 ως το 2005, σε αντίθεση με τη μείωση που σημειώθηκε στο σύνολο της Ελλάδας. Επίσης αξιοσημείωτη αύξηση παρατηρήθηκε στις εκτάσεις που καλλιεργούνται με καρποδοτικά κτηνοτροφικά φυτά στη Μακεδονία, οι οποίες από 1.355 στρέμματα το 1990 έγιναν 25.014 το 2005.

Πίνακας II. *Σύνολο καλλιεργούμενων εκτάσεων και εκτάσεων καλλιεργούμενων με κτηνοτροφικά φυτά, από το 1990 έως το 2005 στην Ελλάδα (σε χιλ στρέμματα).*

Table II. *Total agricultural land and cultivations with fodder plants in thousand acres from 1990 to 2005 in Greece.*

Έτη	Σύνολο καλλιεργειών	Άλλες Καλλιέργειες	Κτηνοτροφικά φυτά	(%)
1990	23.337	19.905	3.432	14,7
1995	22.857	19.601	3.256	14,2
2000	22.262	19.122	3.140	14,0
2005	21.239	18.094	3.145	14,8

Πηγή: ΕΣΥΕ

Πίνακας III. *Κατανομή και εξέλιξη των καλλιεργούμενων εκτάσεων με κτηνοτροφικά φυτά από το 1990 έως το 2005 στην Ελλάδα (σε στρέμματα).*

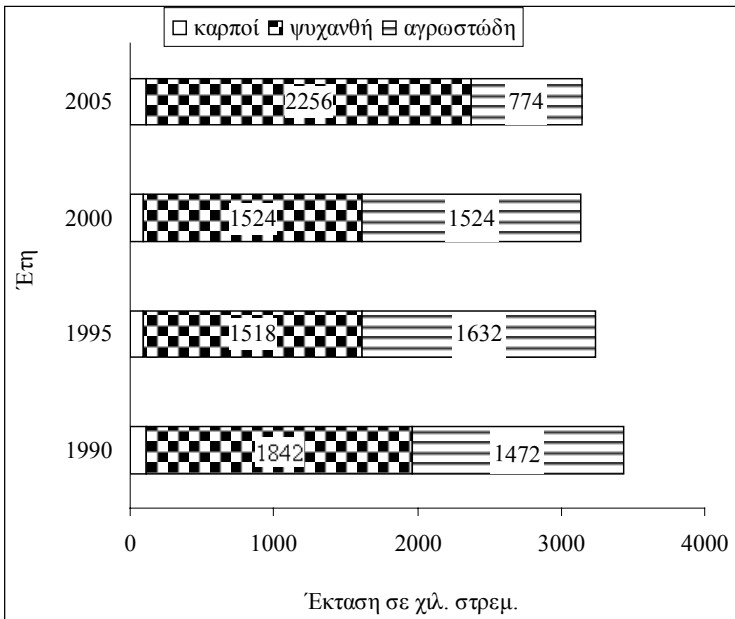
Table III. *Distribution and development of cultivations with fodder plants in acres from 1990 to 2005 in Greece.*

Γεωγραφικό Διαμέρισμα	1990		2005	
	Καρποδοτικά ¹	Χορτοδοτικά	Καρποδοτικά	Χορτοδοτικά
Θράκη	3.360	172.019	2.453	102.659
Μακεδονία	1.355	675.454	25.014	555.470
Ήπειρος	1.614	420.269	1.984	341.955
Θεσσαλία	33.433	291.835	24.214	297.354
Στερεά Ελλάδα	18.321	642.926	16.227	618.624
Πελοπόννησος	21.752	664.510	17.850	677.535
Ιόνια Νησιά	1.622	94.632	2.194	85.742
Νησιά Αιγαίου	13.804	208.576	7.487	213.411
Κρήτη	22.421	119.698	17.490	137.191
Σύνολο	117.682	3.289.910	114.913	3.029.941

Πηγή: ΕΣΥΕ

¹Περιλαμβάνονται μόνο τα είδη την οικογένειας των ψυχανθών (Leguminosae)

Τα κτηνοτροφικά φυτά καλλιεργούνται κυρίως ως χορτοδοτικά, ενώ μικρός αριθμός εκτάσεων καλλιεργείται για την παραγωγή καρπού. Έτσι το 1990 σε σύνολο 3.432.000 στρεμ. μόνο τα 118.000 στρέμ. καλλιεργούνταν ως καρποδοτικά (Εικόνα 1), ενώ για το 2005 τα αντίστοιχα ποσά ήταν 3.145.000 στρεμ. και 115.000 στρέμ. Από τα είδη που καλλιεργούνται για τον καρπό τους το είδος *Vicia sativa* L. καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη έκταση, περίπου 56.000 στρέμ. και ακολουθεί το είδος *Medicago sativa* L. (Σκιαδάς, 2007). Ο λόγος για τον οποίο ο βίκος είναι το πιο διαδεδομένο χειμερινό ψυχανθές είναι γιατί προσαρμόζεται ικανοποιητικά σε διάφορα οικολογικά περιβάλλοντα αλλά και γιατί είναι από τα περισσότερο κατάλληλα είδη για την εφαρμογή της αμειψισποράς στις καλλιέργειες των χειμερινών σιτηρών (Παπακάστα-Τασοπούλου, 2005).



Πηγή: ΕΣΥΕ

Εικόνα 1. Εξέλιξη των καλλιεργούμενων εκτάσεων με ψυχανθή, αγρωστώδη και καρποδοτικά ψυχανθή από το 1990 ως το 2005.

Figure 1. Development of cultivations with legumes, grasses and seed fodder crops from 1990 to 2005.

Στα κτηνοτροφικά φυτά που καλλιεργούνται ως χορτοδοτικά, για χλω-

ρή νομή, σανό ή ενσίρωμα, οι εκτάσεις ήταν μοιρασμένες μεταξύ ψυχανθών και αγρωστωδών από το 1990 μέχρι το 2000 (Εικόνα 1), ενώ από το 2000 μέχρι το 2005 αυξήθηκαν οι εκτάσεις με ψυχανθή και αντίστοιχα μειώθηκαν οι εκτάσεις με αγρωστώδη. Η αύξηση αυτή μπορεί να αποδοθεί σε δύο κυρίως λόγους. Ο πρώτος λόγος σχετίζεται με την Υπουργική απόφαση 324032/24/12/04 η οποία στο άρθρο 2 για τις υποχρεώσεις των γεωργών που λαμβάνουν άμεσες ενισχύσεις αναφέρει: «Να καλλιεργεί και να ενσωματώνει στο έδαφος ψυχανθή συμπληρωματικά προς την κύρια καλλιέργεια, στο 20% της καλλιεργούμενης έκτασης της εκμετάλλευσης κατά έτος». Η παραπάνω υπουργική απόφαση ήταν στα πλαίσια της μεταρρύθμισης της ΚΑΠ του 1999, που περιλάμβανε την υιοθέτηση κανονισμών που προωθούν την περιβαλλοντική δράση της γεωργίας. Ο δεύτερος λόγος αφορά την αύξηση της βιολογικής γεωργίας μετά το 2002 (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2004), στα πλαίσια της οποίας τα ψυχανθή χρησιμοποιούνται ως χλωρή λίπανση.

Από τα είδη της οικογένειας των αγρωστωδών (Graminae) καλλιεργούνται κυρίως τα ετήσια, ιδιαίτερα το κριθάρι (*Hordeum vulgare* L.) και η βρώμη (*Avena sativa* L.). Περιορισμένος είναι ο αριθμός των εκτάσεων που καλλιεργούνται με πολυετή αγρωστώδη, αν και τα είδη αυτά έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτούν ανανέωση του λειμώνα κάθε χρόνο. Από τα είδη της οικογένειας των ψυχανθών στις χορτοδοτικές καλλιέργειες κυριαρχεί η μηδική (*Medicago sativa* L.) και ακολουθεί ο βίκος (*Vicia sativa* L.) (Σκιαδάς, 2007). Αξιοσημείωτο είναι ότι τόσο στην καλλιέργεια της *Medicago sativa* L. όσο και της *Vicia sativa* L. κυριαρχούν οι Ελληνικές ποικιλίες, οι οποίες καταλαμβάνουν πάνω από το 80% των εκτάσεων που καλλιεργούνται από τα είδη αυτά, λόγω κυρίως της υψηλότερης απόδοσης τους συγκριτικά με τις εισαγόμενες ποικιλίες (ΕΘΙΑΓΕ, 2008).

Προοπτικές για το μέλλον

Οι εισαγωγές ζωοκομικών προϊόντων αποτελούν τη δεύτερη μεγαλύτερη εκροή οικονομικών πόρων μετά από εκείνη των καυσίμων. Για να περιορισθούν οι εισαγωγές βασική προϋπόθεση είναι η ενίσχυση της εγχώριας παραγωγής, η οποία παραμένει στάσιμη με φθίνουσα τάση τα τελευταία χρόνια (Βακάκης, 2007). Ένα από τα κυριότερα προβλήματα της εγχώριας παραγωγής είναι το υψηλό κόστος παραγωγής, που διαμορφώνεται κυρίως από το υψηλό κόστος της διατροφής των ζώων. Αυτό οφείλεται αφενός στην έλλειψη χονδροειδών ζωοτροφών, οι οποίες είναι χαμηλού κόστους, και στην εισαγωγή συμπυκνωμένων ζωοτροφών, με κυριότερη αυτή της σό-

γιας.

Με βάση τα παραπάνω, το πρόβλημα της ζωικής παραγωγής επικεντρώνεται κυρίως στην έλλειψη οργανικής σύνδεσης της κτηνοτροφικής με τη φυτική παραγωγή (Βακάκης, 2007). Μία τέτοια σύνδεση προϋποθέτει αναδιάρθρωση των καλλιεργειών σε τοπικό επίπεδο με στόχο την κάλυψη των διατροφικών αναγκών των αγροτικών ζώων. Με τον τρόπο αυτό θα παράγονται χονδροειδείς ζωοτροφές στον τόπο που θα καταναλώνονται και θα αποφεύγεται η μεταφορά τους, που γενικά αυξάνει το κόστος της διατροφής. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Βακάκη (2007) η κάλυψη των διατροφικών αναγκών των αγροτικών ζώων στο σημερινό της μέγεθος απαιτεί μεγάλες ποσότητες χονδροειδών τροφών, η παραγωγή των οποίων χρειάζεται έκταση τουλάχιστον 10.000.000 στρεμ. γεωργικής γης, από τα οποία τα 5.000.000 πρέπει να είναι αρδευόμενα.

Εκτός από την ανάγκη αποκατάστασης της ισορροπίας κτηνοτροφικής-φυτικής παραγωγής η αναδιάρθρωση των καλλιεργειών υπαγορεύεται και από τη νέα ΚΑΠ, η οποία είναι προσανατολισμένη στη μείωση της παραγωγής των μέχρι σήμερα επιδοτούμενων προϊόντων (κυρίως βαμβάκι και καπνός) και την προώθηση άλλων καλλιεργειών όπως θα μπορούσαν να είναι τα κτηνοτροφικά φυτά. Μία τέτοια αλλαγή καλλιέργειας μπορεί να έχει οικονομικά και οικολογικά οφέλη. Οικονομικά οφέλη διότι όπως αναφέρει ο Αρσένος (2001) η καθαρή πρόσδοσ από τη χρήση της αρδευόμενης γης για τεχνητό λειμώνα και πάχυνση αρνιών είναι υψηλότερη από ότι για εντατική καλλιέργεια διαφόρων φυτών (βαμβάκι κ.λ.π). Άλλες καλλιέργειες που οικονομικά θα συνέφερε να αντικατασταθούν από κτηνοτροφικά φυτά είναι αυτές των σιτηρών και της σουλτανίνας σε οριακής γονιμότητας εδάφη και σε περιοχές με χαμηλό ύψος βροχής, όπως οι περιοχές του Βορείου και Νοτίου Αιγαίου (Σκιαδάς, 2007).

Εξίσου σημαντικά με τα οικονομικά οφέλη είναι και τα οικολογικά. Η καλλιέργεια του λειμώνα δεν επιβαρύνει με μεγάλους ρύπους το έδαφος όπως οι εντατικές καλλιέργειες, οι οποίες απαιτούν μεγάλες ποσότητες χημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Επιπλέον η καλλιέργεια κτηνοτροφικών φυτών μπορεί να ενταχθεί στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας ως αμειψισπορά ή ως χλωρή λίπανση (κυρίως τα ψυχανθή) και της κτηνοτροφίας για τη διατροφή των αγροτικών ζώων. Η στροφή προς τη βιολογική κτηνοτροφία ενθαρρύνεται και από τη νέα Κοινή Οργάνωση Αγοράς (ΚΟΑ) πρόβειου και αιγείου κρέατος σύμφωνα με την οποία ενισχύονται μορφές παραγωγής που είναι σημαντικές για την τοπική οικονομία ή την προστασία του περιβάλλοντος και σχετίζονται με την ποιότητα (Παπαθεοδώρου και

Νικολάου, 2003). Είναι γεγονός ότι η Ελληνική αιγοπροβατοτροφία μπορεί γρήγορα να προσαρμοστεί προς αυτή την κατεύθυνση, δίνοντας έτσι μία διέξοδο στην κατάσταση που βρίσκεται σήμερα.

Η διάθεση επιπλέον εκτάσεων στην καλλιέργεια κτηνοτροφικών φυτών είναι αναγκαία για την αύξηση των διαθέσιμων ζωοτροφών. Εξίσου όμως αναγκαία είναι και η βελτίωση της παραγωγής και της απόδοσης των εκτάσεων που ήδη καλλιεργούνται με κτηνοτροφικά φυτά. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με ενίσχυση της καλλιέργειας των πολυετών αγρωστωδών, κυρίως σε μίξη με ψυχανθή, για άμεση βόσκηση ή για παραγωγή σανού. Η εισαγωγή και δοκιμή νέων ειδών, όπως των ψυχανθών *Lotus corniculatus* L. και *Melilotus officinalis* (L.) Lam., τα οποία σε ορισμένες εδαφοκλιματικές συνθήκες προσαρμόζονται και αποδίδουν καλύτερα από τη μηδική (Caddel and Enis, 2008) μπορεί να έχει πολύ καλά αποτελέσματα. Η ενίσχυση των καρποδοτικών καλλιεργειών είναι εξίσου σημαντική. Η καλλιέργεια ειδών όπως το κτηνοτροφικό μπιζέλι (*Pisum sativum* L.), η ρόβη (*Vicia ervilia* L.) (είδος ανθεκτικό στο κρύο και την ξηρασία), το κτηνοτροφικό κουκί (*Vicia faba* L.) και το κτηνοτροφικό ρεβίθι (*Cicer arietinum* L.) θα πρέπει να ενισχυθεί. Συγκεκριμένα, το κτηνοτροφικό ρεβίθι, το οποίο είναι ξηρανθεκτικό είδος και με μικρές απαιτήσεις ως προς τη γονιμότητα του εδάφους, θα μπορούσε να αντικαταστήσει εξολοκλήρου την εισαγόμενη σόγια στα σιτηρέσια των ζώων (Κουτής, 2004).

Συμπεράσματα

Οι εκτάσεις που καλλιεργούνται με κτηνοτροφικά φυτά μειώνονται τα τελευταία χρόνια και οι ανάγκες της κτηνοτροφίας καλύπτονται με εισαγόμενες ζωοτροφές. Στο μέλλον αναμένεται αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων κυρίως λόγω της νέας ΚΑΠ η οποία είναι προσανατολισμένη στη μείωση της παραγωγής των μέχρι σήμερα επιδοτούμενων προϊόντων και στην προώθηση άλλων καλλιεργειών, αλλά και λόγω της επέκτασης της βιολογικής γεωργίας και κτηνοτροφίας. Επιπλέον, βελτίωση της απόδοσης των ήδη καλλιεργούμενων εκτάσεων με κτηνοτροφικά φυτά μπορεί να επιτευχθεί με αύξηση της καλλιέργειας των πολυετών αγρωστωδών, εισαγωγή νέων ειδών και ενίσχυση των καρποδοτικών καλλιεργειών.

Βιβλιογραφία

Alzueta, C., R. Caballero, A. Rebole, J. Trevino and A. Gil. 2001. Crude

- protein fractions in common vetch (*Vicia sativa* L.) fresh forage during pod filling. *J. Anim.Sci.* 79: 2449-2455.
- Αρσένος, Γ. 2001. Παραγωγή «οικολογικών» σφαγίων αρνιών και κατσικιών. *Γεωργία-Κτηνοτροφία*, 9: 32-36.
- Βακάκης, Φ. 2007. Ο Ρόλος της Κτηνοτροφίας στην Ολοκληρωμένη Αγροτική Ανάπτυξη. *Γεωργία-Κτηνοτροφία*, 4: 67-72.
- Biswell, H.H. και Λ. Λιάκος. 1982. *Λιβαδοπονική*. Θεσσαλονίκη. ΕΘΙΑΓΕ. 2008. Τα κυριότερα κτηνοτροφικά φυτά και η χρήση τους. *Γεωργία-Κτηνοτροφία*, 6: 20-32.
- Caddel, J.L. and J.D. Enis. 2008. *Forage Legumes for Oklahoma*. <http://osufacts.okstate.edu>.
- Κιτσοπανίδης, Γ., Μ. Μαρτίκα, και Β. Μάνος. 1980. *Οικονομικότητας και Παραγωγικότητας Προβατοτροφίας*, Θεσσαλονίκη. Εργαστήριο Γεωργικής Οικονομικής Έρευνας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 80 σελ.
- Κιτσοπανίδης, Γ., Μ. Μαρτίκα και Β. Μάνος. 1981. *Οικονομικότητας και Παραγωγικότητας Γαλακτοπαραγωγού Βοοτροφίας*. Θεσσαλονίκη. Εργαστήριο Γεωργικής και Οικονομικής Ερεύνης. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. 82 σελ.
- Κουτής, Κ. 2004. Κτηνοτροφικό Ρεβύθι: Η καλύτερη και ασφαλέστερη απάντηση γεωργών και καταναλωτών στη γενετικά τροποποιημένη σόγια. *Ο Φυσικός κόσμος ενάντια στα μεταλλαγμένα*. 1: 1-2.
- Παπαθεοδώρου, Θ και Ν. Νικολάου. 2003. Η αναθεώρηση της κοινής οργάνωσης αγοράς προβείου και αιγείου κρέατος. Οι επιπτώσεις στην Ελληνική αιγοπροβατοτροφία. *Γεωργία-Κτηνοτροφία* 1:60-62.
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. 2005. *Ειδική Γεωργία Ι* (Τεύχος Β). *Ψυχανθή* (Καρποδοτικά-Χορτοδοτικά). Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη 2005.
- Παπαναστάσης, Β. και Β. Νοϊτσάκης. 1992. *Λιβαδική Οικολογία*. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη 1992.
- Reheul, D., A. De Vliegher, L. Bommele and L. Carlier. 2007. The comparison between temporary and permanent grassland. In: Proceedings of 14th Symposium of European Grassland Federation: *Permanent and Temporary Grassland*, Plant, Environment and Economy (A.De Vliegher and L. Carlier, eds), Ghent, Belgium 2007, pp. 1- 13.
- Soegaard, K., M. Gierus, A. Hopkins and M. Halling. 2007. Temporary grassland-challenges in future. In: Proceedings of 14th Symposium of European Grassland Federation: *Permanent and Temporary*

- Grassland, Plant, Environment and Economy* (A.De Vliegher and L. Carlier, eds), Ghent, Belgium 2007, pp. 27-38.
- Σκιαδάς, Κ. 2007. Προοπτικές ανάπτυξης τομέα οσπρίων & κτηνοτροφικών φυτών (Με βάση προτάσεις & συμπεράσματα Περιφερειακών μελετών νέας ΚΑΠ). Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Γραφείο Γενικού Γραμματέα. Σεπτέμβριος 2007.
- Thomson, E.F. and F.A. Bahhady. 1992. On farm evaluation of pasture and feed legume crops for increasing sheep production in cereal-based farming systems of West Asia. In: F. Guessous (ed.) *Livestock in the Mediterranean Cereal Production Systems*. p. 219. Pudoc Science Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. 2006. Η Βιολογική Γεωργία & Κτηνοτροφία στην Ελλάδα το 2004. www.minagric.gr/greek/3.6.B.html.

Fodder crops cultivations in Greece: Status quo and Perspectives

E. M. Abraham, Z. M. Parissi and A. P. Kyriazopoulos

Abstract

Animal husbandry has a decline tendency, during the last years in Greece. The main reason is the high cost production of animal products. This is mainly due to the high cost of animal feeds. In fact, a large part of them are imported as there is a deficit of roughages and concentrated feeds in Greece. Despite this deficit the cultivation of fodder crops decreased from 1990 to 2005. Legumes and grasses were equally cultivated from 1990 to 2000, but after then legumes' cultivation was increased. Regarding the fodder plants, among the legumes, *Medicago sativa* and among the grasses the annual species *Avena sativa* and *Hordeum vulgare* were the main cultivations. However, it is expected an increase of fodder crops during the following years. This could be attributed to new CAP according to which the subsidies in agricultural products are going to be restricted. Moreover, there is a tendency to increase the organic farming which could contribute to increase of fodder crops. Anyway, the yield of existing fodder crops could be improved due to enhancement of cultivation of perennial grasses and fodder seeds.

Keywords: grasses, legumes, pastures, roughages.

Εξέλιξη της βλάστησης και παραγωγικότητα των μεσογειακών ποολίβαδων

Μ. Δ. Καρατάσιου

**Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας
και Φυσικού Περιβάλλοντος, 54124, Θεσσαλονίκη.
E-mail: karatass@for.auth.gr**

Περίληψη

Τα ποολίβαδα είναι πολύπλοκα οικοσυστήματα που αποτελούν ένα σημαντικό χερσαίο πόρο για τη χώρας μας. Η παραγωγικότητά τους, επηρεάζεται από το στάδιο της διαδοχής, τη σύνθεση της βλάστησης και την ικανότητα προσαρμογής των φυτών στις κλιματικές συνθήκες, όμως σήμερα δεν μπορεί να καλύψει τη ζήτηση βοσκήσιμης ύλης ιδιαίτερα κατά την ξηρή περίοδο του καλοκαιριού. Η παρούσα εργασία ασχολείται με τη διαδοχή βλάστησης και τους παράγοντες που επιδρούν στην παραγωγικότητα των λιβαδικών οικοσυστημάτων, διερευνώντας παράλληλα τη σχέση διαδοχής – παραγωγής ιδιαίτερα σε μεσογειακές περιοχές. Η διαδοχή είναι μία ολοκληρωμένη φυσιολογική, εξελικτική πορεία διαδοχικών σταδίων που οδηγούν το οικοσύστημα σε μία σταθερή κατάσταση, περιλαμβάνει αντικατάσταση των φυτικών ειδών ή των πληθυσμών ενός συγκεκριμένου βιοτόπου, όταν δεν υπάρχουν διαταραχές και χρησιμοποιείται ως κριτήριο για τον προσδιορισμό της λιβαδικής κατάστασης. Σχετικά πρόσφατα, επικρατούσε η άποψη ότι η συνολική παραγωγή ενός λιβαδιού αυξάνει καθώς μεταβαίνει από τα αρχικά πως τα προχωρημένα στάδια διαδοχής ενώ η καθαρή παραγωγή μειώνεται. Όμως, την τελευταία εικοσαετία πολλές μελέτες δείχνουν ότι με την πρόοδο της διαδοχής η καθαρή παραγωγή αυξάνει. Συνεπώς νέα εναλλακτικά μοντέλα, προσαρμοσμένα στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της μεσογειακής βλάστησης, χρειάζονται για να εξηγήσουν τις παρακλήσεις από την κλασική θεωρία. Τα νέα μοντέλα θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης του νερού που θα μπορούσε να αποτελέσει δείκτη παραγωγικότητας και προσαρμογής στην ξηρασία ιδιαίτερα στη χαμηλή λιβαδική ζώνη.
Λέξεις κλειδιά: διαδοχή, αποτελεσματικότητα χρήσης νερού, παραγωγή, ξηρασία, κλίμα.

Εισαγωγή

Τα λιβάδια είναι πολύπλοκα φυσικά οικοσυστήματα με σύνθεση, δομή

και παραγωγή στενά συσχετιζόμενη με βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντος. Τα ποολίβαδα των Μεσογειακών περιοχών χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη αφθονία ειδών τα οποία συμμετέχουν στη σύνθεση της βλάστησής τους συνεισφέροντας στην παραγωγή τους. Η τελευταία μεταβάλλεται ανάλογα με τη σύνθεση της βλάστησης, τη γονιμότητα του εδάφους, τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, το στάδιο διαδοχής στο οποίο βρίσκονται, την ένταση της βόσκησης και τις ανθρώπινες επεμβάσεις (Naveh and Whittaker 1979, Pineda et al. 1981, Fernandez Ales et al. 1993, Espigares and Peco 1995).

Το νερό θεωρείται το πιο σημαντικό στοιχείο για την εγκατάσταση, επιβίωση και αύξηση των φυτών στις ημίξηρες μεσογειακές περιοχές. Κάτω από συνθήκες ξηρασίας η φυσική επιλογή ευνοεί τα φυτά με φυσιολογικές προσαρμογές που εξασφαλίζουν την επιβίωση και την ανάπτυξή τους βασιζόμενα στην αποτελεσματικότερη χρησιμοποίηση του διαθέσιμου νερού (Daubenmire, 1972). Η ικανότητα των φυτών να αντέχουν στην ξηρασία είναι σημαντική για τη διατήρηση καλής λιβαδικής κατάστασης και συνεχούς παραγωγής βοσκήσιμης ύλης για τα βόσκοντα ζώα στα μεσογειακά ποολίβαδα. Από την άλλη μεριά η μελλοντική αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να αυξήσει τους ρυθμούς αποσύνθεσης τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων και επομένως την πρωτογενή παραγωγή (Sternberg et al. 1999). Ανάλογα με τη φωτοσυνθετική πορεία που ακολουθούν, τα φυτά ανταποκρίνονται στις μεταβολές των περιβαλλοντικών παραγόντων αναπτύσσοντας ανατομικά χαρακτηριστικά και φυσιολογικούς μηχανισμούς προκειμένου να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες προκαλώντας έτσι αλλαγές στη σύνθεση και τη δομή των φυτοκοινωνιών (Mojoyad and Planchon, 1994). Τα C_3 είδη εμφανίζουν μικρότερη παραγωγή και αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης του νερού σε σχέση με τα C_4 είδη (Καρατάσιου 1999, Gurevitch et al. 2002) αν και σε πολλές περιπτώσεις η διαφοροποίηση της παραγωγικότητας των ειδών αυτών δεν εξαρτάται από τη φωτοσυνθετική πορεία που ακολουθούν αλλά από την ικανότητα προσαρμογής τους στις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν (Νοϊτσάκης 1984, Καρατάσιου κ.α 2006), την προϊστορία της περιοχής καθώς και τη διαμόρφωση της k ή r -στρατηγικής που ακολουθούν ανάλογα με το στάδιο διαδοχής (Jarvis, 2000).

Η συνεπίδραση των κλιματικών δεδομένων και των μη οικολογικά ισορροπημένων ανθρώπινων παρεμβάσεων επιταχύνει τη διαδικασία υποβάθμισης του περιβάλλοντος με κατάληξη την ερημοποίηση ιδιαίτερα στα ευάλωτα Μεσογειακά οικοσυστήματα. Επιπλέον, το μικρό ύψος των ετησί-

ων κατακρημνισμάτων στις περισσότερες περιοχές της Μεσογείου σε συνδυασμό με τον άμεσο κίνδυνο περαιτέρω υποβάθμισης (Alcamo et al., 2007) κάνουν επιτακτική την ανάγκη για ανεύρεση κατάλληλων λιβαδικών ειδών ή/και σταδίων διαδοχής της βλάστησης, που θα αποτρέπουν την υποβάθμιση, εξασφαλίζοντας περιβαλλοντική ισορροπία και υψηλή παραγωγικότητα (Bolle, 1995).

Η παρούσα εργασία επιχειρεί να διερευνήσει τη σχέση φυσικής διαδοχής της βλάστησης και της παραγωγής στα Μεσογειακά οικοσυστήματα.

Η έννοια της διαδοχής

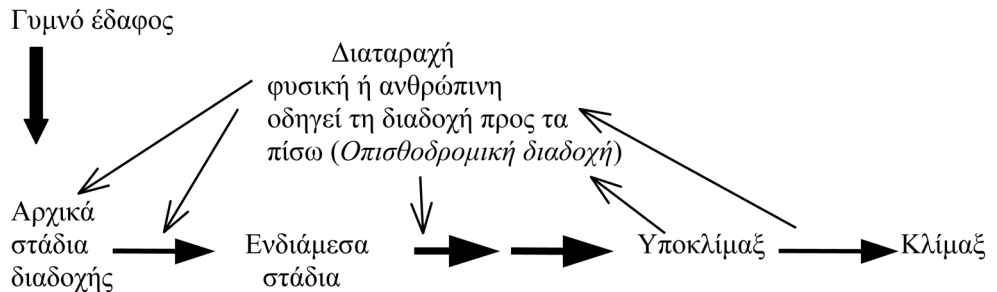
Η λέξη “διαδοχή” από παλιά χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να περιγραφούν οι αλλαγές της σύνθεσης βλάστησης μέσα στο χρόνο. Από το 1870 οι ευρωπαίοι οικολόγοι είχαν υποδηλώσει τη διαδοχή βλάστησης στις παρατηρήσεις τους προσπαθώντας παράλληλα να αναπτύξουν συστήματα ταξινόμησής της. Πρώτος ο Clements το 1916 (Gurevitch et al. 2002) προκειμένου να περιγράψει τις μεταβολές στην εξέλιξη της βλάστησης και να καθορίσει τα τελικά σημεία της διαδοχής δημιούργησε επιστημονική ορολογία κωδικοποιώντας την αλληπάλλληλη παρατήρηση. Πρόσφατα, πολλοί ερευνητές θεωρούν τη διαδοχή ως τη συνέπεια της αλληλεπίδρασης των μεμονωμένων ειδών και του περιβάλλοντος (MacMahon, 1980).

Η διαδοχή ή οικολογική διαδοχή (succession), σύμφωνα με την κλασική (Κλεμέντια) θεωρία, είναι μια διαδικασία από δομικές και λειτουργικές αλλαγές οι οποίες οδηγούν το οικοσύστημα στο τελικό στάδιο “κλίμαξ”. Η κλασική θεωρία της διαδοχής έχει αξιοσημείωτη επίδραση στις προσπάθειες προσέγγισης για εκτίμηση της λιβαδικής κατάστασης. Η λιβαδική κατάσταση καθορίζεται από το στάδιο διαδοχής της βλάστησης σε σχέση με την “άριστη” κατάσταση στο στάδιο ένωση κλίμαξ (Dyksterhuis, 1949). Τα τελευταία έτη όμως νέες απόψεις αντιτίθενται στην “Κλεμέντια” άποψη για τη διαδοχή και την ένωση κλίμαξ ως γενικό μοντέλο που εξηγεί αλλαγές βλάστησης (Mendis 1986, Smith 1988). Η πρόβλεψη για εξέλιξη των διαδοχικών κοινωνιών σε μία “σταθερή” μη διαταραγμένη κοινωνία (κλίμαξ) έχει αντικατασταθεί από εκείνες των πολλαπλών σταθερών σταδίων, την ιστορία της ζωής φυτών και την εμφάνιση σπανίων γεγονότων όπως κάποιας έντονης διαταραχής (Gurevitch et al. 2002).

Σύμφωνα όμως με τον Odum (1969), οικολογική διαδοχή είναι η ανάπτυξη του οικοσυστήματος μέσω αλλαγών στη δομή των ειδών και τη χρονική εξέλιξη της φυτοκοινότητας, η οποία θα μπορούσε να καθορισθεί από

τις ακόλουθες τρεις παραμέτρους: 1) Από τη διαδικασία **ανάπτυξης (process)** που προέρχεται από την εξέλιξη της φυτοκοινότητας, η οποία είναι κατευθυνόμενη και προβλέψιμη εφόσον δεν εμποδίζεται από εξωτερικές δυνάμεις. 2) Από τις **διαφοροποιήσεις (modification)** του φυσικού περιβάλλοντος που προέρχονται από τη φυτοκοινότητα και από τις συνυπάρχουσες αλληλεπιδράσεις εξαιτίας του ανταγωνισμού σε πληθυσμιακό επίπεδο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι η διαδοχή μία ελεγχόμενη διαδικασία, στην οποία το φυσικό περιβάλλον καθορίζει το πλαίσιο και το ρυθμό των αλλαγών της, τις οποίες συχνά οριοθετεί. 3) Από ένα ανώτατο σημείο στο οποίο φτάνει ένα «**σταθεροποιημένο πλέον οικοσύστημα**» (stabilized), όπου η μέγιστη βιομάζα και η συμβιωτική λειτουργία ανάμεσα στους οργανισμούς διατηρείται σταθερή ανά μονάδα διαθέσιμης ροής ενέργειας.

Η πλήρης εξέλιξη των διαδοχικών σταδίων από το αρχικό, το οποίο περιλαμβάνει την εγκατάσταση μιας φυτοκοινότητας σε γυμνό έδαφος, ως το στάδιο της ένωσης “κλίμαξ” παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Τα διάφορα στάδια της διαδοχής (από Καρατάσιου 1999).

Figure 1. Different successional stages (from Karatassiou 1999).

Γενικές απόψεις για την εξέλιξη-διαδοχή βλάστησης

Πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να συνθέσουν τις σχετικές διαθέσιμες πληροφορίες και να σχηματίσουν γενικές θεωρίες σχετικά με τη διαδοχή. Ο Odum (1969, 1983) ήταν ο πρώτος που συνδύασε τα αποτελέσματα των ερευνών του μαζί με τις απόψεις άλλων οικολόγων προκειμένου να εξάγει πρακτικά συμπεράσματα σχετικά με τη διαδοχή των ειδών και τη λειτουργική αποτελεσματικότητα κάθε σταδίου διαδοχής. Παρουσίασε σε πίνακα 24 παραμετροποιημένα χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος, τα οποία θεώρησε ότι αλλάζουν σημαντικά κατά τη διάρκεια της διαδοχής, από το αρχικό στάδιο ως το στάδιο ωριμότητας. Στον Πίνακα I παρατίθενται τα ση-

μαντικότερα από τα χαρακτηριστικά αυτά.

Πίνακας I. Αλλαγές που αναμένονται σε ορισμένες παραμέτρους του οικοσυστήματος κατά τη διάρκεια της διαδοχής από τα αρχικά προς τα προχωρημένα στάδια διαδοχής (από Odum 1983).

Table I. Expected changes in ecosystems during the successional process (from early to late seral stages).

Αλλαγή	Αρχικό στάδιο	➔	Προχωρημένο στάδιο
Βιομάζα (B)			Αυξάνει
Συνολική παραγωγή (P)	Αυξάνει αρχικά και μετά σταθεροποιείται		
Καθαρή παραγωγή (Pn)			Μειώνεται
Αναπνοή (R)			Αυξάνει
P/R	Μετακινείται προς τη μονάδα P=R		
Σύνθεση ειδών (composition)			Αλλάζει
Αριθμός ειδών (Species richness)			Αυξάνει
Αφθονία (Species evenness)			Αυξάνει
Χαρακτηριστικά φυτών	r- στρατηγική	➔	k- στρατηγική
Αντίσταση (Resistance)			Αυξάνει
Ελαστικότητα (Resilience)			Μειώνεται
Σταθερότητα			Αυξάνει

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον για τη διαδοχή και νέα μοντέλα αναπτύσσονται και παρουσιάζονται. Έτσι, οι Connell και Slatyer (1977) περιγράφουν τα παρακάτω τρία μοντέλα, που σύμφωνα με την άποψή τους ακολουθεί η διαδοχή:

1. Το μοντέλο της **“διευκόλυνσης-προαγωγής”** (facilitation), που υποθέτει ότι τα αρχικά (ευκαιριακά) είδη διευκολύνουν την αποίκιση των τελικά (σταθερά) εμφανιζόμενων ειδών (Κλεμέντια άποψη).
2. Το μοντέλο της **“αναστολής”** (inhibition), που υποθέτει ότι όλα τα υπάρχοντα είδη μιας περιοχής αντιδρούν στην εισβολή νέων περισσότερων ανταγωνιστικών ειδών. Τα αρχικά φυτά μιας φυτοκοινότητας ανθίστανται ή δημιουργούν αντίξοες συνθήκες στην εγκατάσταση νέων αποίκων. Η αντίσταση όμως αυτή τελικά υπερνικάται και τα αρχικά φυτά μπορούν ακόμη και να εξαφανιστούν.
3. Το μοντέλο της **“ανοχής”** (tolerance), που υποθέτει ότι τα αρχικά είδη έχουν μικρή ή καθόλου επίδραση στα τελικά εμφανιζόμενα είδη (σύγχρονη έκφραση του μοντέλου του Egler) (Egler, 1974). Σύμφωνα με τον Tilman (1985), η αντικατάσταση των φυτών κατά τη

διαδοχή μπορεί να εξηγηθεί με βάση τον ανταγωνισμό των φυτών για τους φυσικούς πόρους που είναι οριακοί και τις αλλαγές στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων. Όμως, το μοντέλο της διαδοχής πιθανόν να είναι μία απλή εμπλοκή της βαθμιαίας αναπόφευκτης αντικατάστασης των ευκαιριακών ειδών ι-στρατηγικής (αρχικά στάδια) με τα σταθερά είδη κ-στρατηγικής (προχωρημένα στάδια). Στην εξελικτική πορεία κάτω από ομαλές συνθήκες, τα σταθερά είδη είναι πάντα σε ανταγωνιστική υπεροχή σε σχέση με τα ευκαιριακά. Ο ρυθμός και τα ακριβή στάδια αντικατάστασης αντανακλούν τον τρόπο με τον οποίο τα αρχικά είδη εμφανίζονται σε μια επιφάνεια καθώς και το μακροπεριβάλλον, έτσι ώστε η διαδοχή να είναι πιθανόν ένα πληθυσμιακό φαινόμενο που ρυθμίζεται από την ικανότητα εισβολής των νέων ειδών (Gurevich et al. 2002).

Συζήτηση

Σχέση Διαδοχής - Παραγωγικότητας

Η παραγωγικότητα ενός οικοσυστήματος (Odum, 1983) είναι ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια αποθηκεύεται με τη φωτοσύνθεση στους οργανισμούς παραγωγής ως οργανικό υλικό και η οποία μπορεί να ικανοποιήσει τις τροφικές ανάγκες των καταναλωτών όλων των τροφικών επιπέδων. Το έδαφος, το κλίμα, το ανάγλυφο, η φυσιογνωμία μιας περιοχής, αλλά και παράγοντες όπως η φωτιά και η βόσκηση επηρεάζουν την παραγωγικότητα του οικοσυστήματος (Gurevich et al. 2002). Τα φυτά του σταδίου κλίμαξ είναι ο καλύτερος δείκτης του δυναμικού παραγωγικότητας μιας περιοχής (Foïn, 1986). Κατά συνέπεια, εκτός από τα κλιματικά δεδομένα η παραγωγικότητα ενός ποολίβανου σχετίζεται με το στάδιο διαδοχής στο οποίο βρίσκεται η βλάστησή του (Smith, 1988). Σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές, οι ετήσιες αλλαγές στην παραγωγικότητα που οφείλονται στις μεταβολές της βροχόπτωσης είναι συχνά πολύ μεγαλύτερες από εκείνες που οφείλονται στις μικρές αλλαγές της σύνθεσης της βλάστησης ως αποτέλεσμα της βελτίωσης ή της υποβάθμισης του οικοσυστήματος (Laycock, 1989). Σύμφωνα με τον Odum (1983), η συνολική βιομάζα ενός οικοσυστήματος αυξάνει με τη διαδοχή από τα αρχικά προς τα προχωρημένα στάδια, ενώ αντίθετα η καθαρή παραγωγή μειώνεται (Πίνακας 1). Η μείωση της καθαρής παραγωγής κατά τη διάρκεια της διαδοχής πιθανόν να οφείλεται: 1) στο υψηλό αντισταθμιστικό σημείο CO₂, ορισμένων ιστών των οποίων η διατήρηση μειώνει την καθαρή παραγωγή (δηλ. το ισοζύγιο αναπνοής- φωτοσύνθεσης είναι αρνητικό). 2) Στην οριακή τιμή των διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων,

λόγω αποθήκευσής τους σε αδρανείς ιστούς. 3) Στους χαμηλότερους ρυθμούς φωτοσύνθεσης των σταθερών πολυετών φυτών από ότι των νεόφυτων. 4) Στην αρχιτεκτονική της κόμης των φυτών στο στάδιο της ένωσης “κλίμαξ” που δεν βοηθά τους υψηλούς ρυθμούς φωτοσύνθεσης. 5) Στη χαμηλότερη αναπνοή στα πρώτα στάδια διαδοχής σε σχέση με τη φωτοσύνθεση, με αποτέλεσμα η καθαρή παραγωγή να είναι υψηλή. Στα προχωρημένα στάδια διαδοχής η αναπνοή τείνει να γίνει ίση με τη φωτοσύνθεση, με αποτέλεσμα τη μείωση της καθαρής παραγωγής.

Στη λιβαδοπονία, το στάδιο κλίμαξ δεν είναι πολλές φορές επιθυμητό από πλευράς παραγωγικότητας είτε γιατί η καθαρή παραγωγή είναι μικρή είτε γιατί το παραγόμενο προϊόν δεν είναι υψηλής θρεπτικής αξίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις, θα ήταν επιθυμητή η διατήρηση του λιβάδιου σε ένα στάδιο διαδοχής όπου η βέλτιστη σύνθεση βλάστησης για τα βόσκοντα ζώα, συνυπάρχει με υψηλή παραγωγικότητα εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα την ισορροπία του οικοσυστήματος (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης, 1992). Στα Μεσογειακά οικοσυστήματα όμως, η παραγωγικότητα των λιβαδιών εξαρτάται άμεσα από τον παράγοντα νερό, ο οποίος ακολουθεί το γνωστό νόμο του ελαχίστου ή νόμο του Liebig, επηρεάζοντας έτσι τη φυσιολογία της παραγωγής. Η μείωση της παραγωγής σε αυτήν την περιοχή λόγω της ξηρασίας και του υδατικού ελλείμματος θεωρείται μεγαλύτερη απ’ όλες τις άλλες αιτίες σε συνδυασμό (Νοϊτσάκης, 1988).

Υπάρχουν όμως περιπτώσεις κυρίως κάτω από την επίδραση έντονης βόσκησης, όπου η διαδοχή δε συντελεί στην αύξηση της βιομάζας των ποολίβαδων και σε αυτήν την περίπτωση μόνο εναλλακτικά μοντέλα θα μπορούσαν να εξηγήσουν την παραγωγικότητά τους (Smith, 1988). Σχετικά πρόσφατες έρευνες σε Μεσογειακά λιβάδια δείχνουν ότι η θεωρία του Odum σχετικά με τη διαδοχή και την παραγωγικότητα εμφανίζεται επισφαλής τουλάχιστον για αυτήν την περιοχή. Ειδικότερα, σε ποολίβαδο της χώρας μας που βρίσκονταν σε προχωρημένο στάδιο διαδοχής βρέθηκε αυξημένη παραγωγή που αποδόθηκε στο γεγονός ότι ίσως τα κυρίαρχα πολυετή είδη των αγρωστωδών ελέγχουν καλύτερα τις υδατικές τους σχέσεις στο στάδιο αυτό (Noitsakis et al. 1992). Σε ποολίβαδα της Ισπανίας που βρίσκονταν σε προχωρημένο στάδιο διαδοχής η αυξημένη παραγωγικότητα στη χαμηλή ζώνη αποδόθηκε στο γεγονός ότι η περιβαλλοντική εξέλιξη που επηρεάζει την κατά χώρο δομή των λιβαδιών στα πρώτα στάδια διαδοχής σχετίζεται με τη μικροτοπογραφία ενώ στα προχωρημένα στάδια διαδοχής σχετίζεται με τη μακροτοπογραφία (Casado et al. 1985).

Επίσης, από μελέτες μας σε ποολίβαδα της χαμηλής ζώνης στη χώρα

μας βρέθηκε: α) υψηλότερη αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης του νερού και β) υψηλότερη καθαρή παραγωγή στα προχωρημένα στάδια διαδοχής αποτέλεσμα που φαίνεται να αποκλίνει από την κλασική θεωρία για τη σχέση διαδοχής-παραγωγικότητας. Η υψηλότερη καθαρή παραγωγή και αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης του νερού στα προχωρημένα στάδια διαδοχής αποδόθηκε κυρίως στο κλείσιμο των στομάτων που ελαχιστοποιεί το χάσιμο του νερού χωρίς να μειώνει έντονα το κέρδος του άνθρακα (Καρατάσιου, 1999). Επιπλέον μετρήσεις έδειξαν ότι C₃ ετήσια είδη όπως το *Dasypyrum villosum* είναι δυνατόν κάτω από την επίδραση της διαδοχής και της ξηρασίας (κλίματος) σε προχωρημένα στάδια διαδοχής να εμφανίζουν υψηλότερους ρυθμούς φωτοσύνθεσης, υψηλότερη αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης του νερού από τα συνυπάρχοντα C₄ είδη και γενικότερα χαρακτηριστικά που μοιάζουν με τη k-στρατηγική (Καρατάσιου κ.α., 2006). Συνεπώς, τα ετήσια C₃ είδη αν και κατά τεκμήριο ακολουθούν την r-στρατηγική, με την επίδραση κλίματος, διαδοχής και ανθρωπίνων παρεμβάσεων είναι δυνατόν να αλλάξουν στρατηγική. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με πειράματα που έχουν γίνει σε άλλες περιοχές, σε διαφορετικές θερμοκρασίες και σε υψηλό CO₂ όπου επίσης βρέθηκε διαφορετική ανταπόκριση μεταξύ των C₃ και C₄ ειδών. Τα C₃ είδη ανταποκρίνονται θετικά σε αυτές τις περιβαλλοντικές αλλαγές ενώ τα C₄ παρουσίασαν μείωση της ανάπτυξης και της παραγωγής τους (Alward et al. 1999, Sternberg et al. 1999). Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξε και ο Bai et al. (2004) στην Κίνα μελετώντας την εξέλιξη της βλάστησης κάτω από ξηροθερμικές συνθήκες σε λιβάδια διαφορετικών διαδοχικών σταδίων εισηγούμενοι ότι στα προχωρημένα στάδια διαδοχής τα ποολίβαδα κατόρθωσαν να εμφανίσουν ταυτόχρονα υψηλό αριθμό ειδών και υψηλή παραγωγικότητα.

Επιπλέον μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορα άλλα μεσογειακά οικοσυστήματα δείχνουν ότι και το μοντέλο της διευκόλυνσης (facilitation) των Connell και Slatyer (1977) είναι αβέβαιο για τα οικοσυστήματα αυτά κάτω από την επίδραση της ξηρασίας και των επερχόμενων κλιματικών αλλαγών (Valladares and Gianoli, 2007).

Συμπεράσματα

Στα μεσογειακά οικοσυστήματα, η φυσική βλάστηση έχει τροποποιηθεί από τη συνεπίδραση του κλίματος και των ανθρωπίνων παρεμβάσεων και έχει αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής και αντίστασης σε περαιτέρω αλλαγές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η εξέλιξη και η παραγωγικότητα των με-

σογειακών οικοσυστημάτων να αδυνατεί να εκφραστεί με ασφάλεια μέσα από τα κλασικά μοντέλα και συνεπώς απαιτείται η ανάπτυξη νέων εναλλακτικών μοντέλων, προσαρμοσμένων στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και της μεσογειακής βλάστησης λαμβάνοντας υπόψη εκτός των άλλων και την αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης του νερού που θα μπορούσε να αποτελέσει δείκτη παραγωγικότητας και προσαρμογής στην ξηρασία (Καρατάσιου, 1999).

Βιβλιογραφία

- Alcamo, J., J.M. Moreno, B. Nováky, M. Bindi, R. Corobov, R.J.N. Devoy, C. Giannakopoulos, E. Martin, J.E. Olesen, A. Shvidenko. 2007. *Europe*. In: Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson. (Eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp 541-580.
- Alward, R.D., J.K. Detling and D.G. Milchunas. 1999. Grassland vegetation changes and nocturnal global warming. *Science* 283: 229-231.
- Bai, Y., X. Han, J. Wu, Z. Chen and L. Li. 2004. Ecosystem stability and compensatory effects in the Inner Mongolia grassland. *Nature* 431: 181-184.
- Bolle, H.J. 1995. *Climate and desertification*. In: Fantechi, R., D.Peter, P.Balabanis and J.L Rubio (Eds), *Desertification in a European Context: Physical and Socio-Economics Aspects*. European Commission, Brussels. pp 15-34.
- Casado, M.A., I.M. de Miguel, A. Sterling, B. Peco, E.F. Galiano and F.D. Pineda. 1985. Production and spatial structure of Mediterranean pastures in different stages of ecological succession. *Vegetatio* 64: 74-86.
- Connell, J.H. and R.O. Slatyer. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111: 1119-1144.
- Daubenmire, R. 1972. Annual cycles of soil moisture and temperature as related to grass development in the steppe of eastern Washington. *Ecology* 53: 419-424.
- Dyksterhuis, E.J. 1949. Conditions and management of rangelands based on

- quantitative ecology. *Journal of Range Management* 2: 104-115.
- Egler, F.E. 1974. Vegetation science concepts. I. Initial floristic composition, a factor in old field vegetation development. *Vegetatio* 4: 412-417.
- Espigares, T. and B. Peco. 1995. Mediterranean annual pastures dynamics: impact of autumn drought. *Journal of Ecology* 8: 135-142.
- Fernandez Ales, R., J.M. Laffarga and F. Ortega. 1993. Strategies in Mediterranean grassland annuals in relation to stress and disturbance. *Journal of Vegetation Science* 4: 313-322.
- Foin, T.C. 1986. Succession climax and range evaluation in the California coastal prairie ecosystem. In: Joss, P.J., P.W. Lynch and O.B. Williams (Eds), *Rangelands: A resource under siege*. Proceeding of 2nd International Rangeland Congress, Australia, Cambridge University Press. pp. 5-7.
- Gurevitch, J., S.M. Scheiner and G.A. Fox. 2002. *The Ecology of Plants*. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, USA. pp 523.
- Jarvis, P.J. 2000. *Ecological Principles and Environmental Issues*. Pearson Education, England. pp. 303.
- Καρατάσιου, Μ.Δ. 1999. *Οικοφυσιολογία της αποτελεσματικότητας χρησιμοποίησης νερού σε μεσογειακά ποολίβαδα*. Διδακτορική Διατριβή, Επιστημονική Επετερίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ, Παράρτημα 4 Τόμος ΛΗ/1995, σελ. 171.
- Καρατάσιου, Μ., Ζ. Κούκουρα και Π. Κωστοπούλου. 2006. Αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης νερού δύο λιβαδικών ειδών με διαφορετική φωτοσυνθετική πορεία. Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου: Λιβαδοπονία ξηροθερμικών περιοχών, Ηράκλειο Κρήτης, σελ. 161-165.
- Laycock, W.A. 1989. *Secondary succession and range condition criteria: introduction to the problem*. In: Lauenroth, W.K. and W. A. Laycock (eds), *Secondary Succession and Evaluation of Rangeland Conditions*. Westview Special Studies in Agriculture Science and Policy, Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, USA. pp. 1-15.
- MacMahon, J.A. 1980. *Ecosystems over Time: Succession and Other Types of Change*. In: Waring, R.H. (Ed.). *Forests: Fresh perspectives from ecosystems analysis*. Proceeding of 40th Annual Biology Colloquium. Corvallis, Oregon States University Press. pp. 27-58.
- Mendis, M.T. 1986. *Range dynamics by classical succession and strategic modelling*. In: Joss, P.J., P.W. Lynch and O.B. Williams (Eds),

- Rangelands: A resource under siege. Proceeding of 2nd International. Rangeland Congress. Australia Cambridge University Press. pp. 19-21.
- Mojayad, F. and C. Planchon. 1994. Stomatal and photosynthetic adjustment to water deficits as the expression of heterosis in sunflower. *Crop Science* 34: 103-107.
- Naveh, Z. and R.H. Whittaker. 1979. Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio* 41: 171-190.
- Νοϊτσάκης, Β. 1984. Οικοφυσιολογική συμπεριφορά C₃ και C₄ λιβαδοπονικών ειδών. Διατριβή για υπηγησία. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Νοϊτσάκης, Β. 1988. Μορφολογικοί και φυσιολογικοί μηχανισμοί προσαρμογής ποωδών λιβαδικών φυτών στην ξηρασία. *Γεωτεχνικά Τεύχος* 2.
- Noitsakis, B., I. Ispikoudis, Z. Koukoura and V. Papanastasis. 1992. *Relation bewteen successional stages and productivity in a Mediterranean grassland*. Proceedings of European Communities Coordination Workshop, Natural Resource Development and Utilization (CEC - DG12). Wageningen. pp. 126-133.
- Odum, E.P. 1969. *The strategy of ecosystem development*. *Science* 164: 262-270.
- Odum, E.P. 1983. *Basic Ecology*. Saunders College Publishing. pp. 613.
- Παπαναστάσης, Β. και Β. Νοϊτσάκης. 1992. *Λιβαδική Οικολογία*. Εκδόσεις Γιαχρούδη -Γιαπούδη. Θεσσαλονίκη. pp 244.
- Pineda, F.D., J.R. Nicolas, A. Pou, and E.F. Galiano. 1981. Ecological succession in oligotrophic pastures of Central Spain. *Vegetatio* 44: 165-176.
- Smith, E.L. 1988. *Successional concepts in relation to range condition assessment*. In: Tueller, P.T. (Ed.). *Vegetation science applications for rangelands analysis and management*. Kluwer Academic Publishers, London. pp 112-33.
- Sternberg, M., V.K. Brown, G.J. Masters and I.P. Clarke. 1999. Plant community dynamics in a calcareous grassland under climatic chang manipulations. *Plant Ecology* 143: 29-37.
- Tilman, D. 1985. The resource –ratio hypothesis of plant succession. *American Naturalist* 125: 827-852.
- Valladares, F. and E. Gianoli. 2007. How much ecology do we need to know to restore Mediterranean ecosystems? *Restoration Ecology* 15: 363-368.

Succession and productivity in Mediterranean grasslands

M. D. Karatassiou

Abstract

Grasslands are important terrestrial resources for Greece and other Mediterranean countries. However, today their productivity (oscillating in space and time according to plant species composition, successional stage and plant capacity to adapt changing climatic conditions) does not fulfill the forage demand of ruminants especially during the dry period of summer. Moreover, the responses of plant to the environmental conditions are related to the type of carbon photosynthetic metabolism as well as to the development of morphological and physiological mechanisms in order to survive under water stress. The C_3 plants generally have smaller rates of light-saturated photosynthesis and higher stomatal conductance and therefore higher transpiration rates under given conditions than C_4 plants. These characteristics decrease the productivity and water use efficiency of C_3 plants compared to C_4 plants in drought conditions. However, the productivity of C_3 and C_4 species is probably related not only to the photosynthetic process but also to the ambient conditions in which the plants have been developed.

This work aimed at analyzing the theories of succession and the factors affecting the productivity of grasslands and discussing whether the productivity of the Mediterranean grasslands could be explained by the classical theory of succession. Succession is a directional process of change in the species structure and composition through time that drive the ecosystem to the hypothetical end point (climax) of a successional sequence. Ecologists have amassed a great deal of information about successional process. The classical theory of succession as a predictable process leading the ecosystem to a static climax has been replaced by those of the multiply - several directions and stages, the life history theory of plants, and the appearance of several disturbance. Connell and Slatyer proposed three possible mechanisms by which succession might occur: a) Facilitation, in which the early successional species might facilitate the colonization and growth of late successional species (Clements theory), b) Inhibition, in which the early successional species might inhibit colonization of late successional species by monopolizing resources such as nutrient, water or light, c) Tolerance in which early successional species neither help or hinder late successional species (Egler theory).

On the other hand according to Tilman the replacement of species during succession could be explained from the restrict resources and the changes in the availability of nutrients. According to the classical model of succession the total production of an ecosystem increases from early to late successional stages while the net primary production decreases. The net primary production decrease could be explained considering the following at late successional stages: 1) there is a

greater number on non-photosynthetic tissues whose maintenance reduces net primary production. 2) Nutrients availability may be limited. 3) There are many senescent plants with lower photosynthetic rates than young plants. 4) Leaf orientation may be not optimal for high photosynthetic rates, and 5) respiration in the early successional stages is lower than photosynthesis and consequently the net primary production is higher. However, the last twenty years new data have been accumulated showing that as succession proceeds the net primary production and the instantaneous water use efficiency of plants increase especially under semi arid conditions. The higher water use efficiency and the higher net primary production in late successional stages suggest a light divergence from the classical theory of succession and its relation to productivity.

Moreover, experiments in the Mediterranean region showed that C_3 species, such as *Dasyphyrum villosum* L., under drought conditions at late successional stages, it is possible to develop higher photosynthetic rates and water use efficiency relation, and coexist with C_4 species behaving as perennial k-strategic species. Nevertheless research in the Mediterranean basin showed that the process of facilitation according to Connell and Slatyer is uncertain for this ecosystem under the impact of drought and oncoming climatic changes. Consequently, new alternative models, adapted to the special characteristics of the Mediterranean vegetation, should be developed to explain the observed divergence from the classical theory of succession. In the Mediterranean region, vegetation has developed specific mechanisms of adaptation to survive under water deficit and the oncoming global climatic changes. Therefore, structure and productivity of grasslands in this region might be explained by models that besides the other important parameters, take into consideration the water use efficiency, which can be introduced as an index of productivity as well as drought.

Keywords: succession, water use efficiency, drought, production, climatic.

**ΒΙΟΜΕΤΡΙΑ -ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ -
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ -ΥΛΟΧΡΗΣΤΙΚΗ**

Εξισώσεις μορφάριθμου και υψομορφάριθμου για την κασταριά του δάσους Λόφου Πιερίας

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

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, 68200, Ορεστιάδα.
E-mail: kkitikid@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Σε αυτή την εργασία γίνεται σύγκριση εξισώσεων μορφάριθμου και υψομορφάριθμου, για την κασταριά του δάσους Λόφου Πιερίας, με χρήση συστηματικού δείγματος 90 δέντρων. Συγκρίθηκαν εξισώσεις απλής και πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, που εκφράζουν το μορφάριθμο f και τον υψομορφάριθμο fh σε σχέση με τη διάμετρο D , το ύψος H ή και τις δυο μεταβλητές. Τα στατιστικά κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο δείκτης προσαρμογής, η ανάλυση διακύμανσης, ο t έλεγχος και η ανάλυση υπολοίπων. Επιλέχθηκαν 3 εξισώσεις, μια για το μορφάριθμο και δυο για τον υψομορφάριθμο, οι εξής:

Μορφάριθμος – διάμετρον: $f=4,452D-9,945D^2$

Υψομορφάριθμος – διάμετρον: $fh=79,824D-154,176D^2$

Υψομορφάριθμος – ύψους: $fh=0,761H-0,013H^2$

Λέξεις-κλειδιά: μορφάριθμος, υψομορφάριθμος, παλινδρόμηση, κασταριά.

Εισαγωγή

Κατά την εκτίμηση του όγκου ή της βιομάζας του κορμού συναντούμε ορισμένες δυσκολίες, εξαιτίας της ιδιάζουσας μορφής των κορμών. Για τον καθορισμό της μορφής του κορμού έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι. Μια από αυτές είναι η εύρεση κάποιου μέτρου μορφής, που να εκφράζει τη μορφή του κορμού στο σύνολό του. Δύο από τα πιο χρησιμοποιούμενα μέτρα μορφής είναι ο νόθος (artificial) ή στηθιαίος (breast height) μορφάριθμος (form factor) και το μορφούψος (form height). Ο νόθος μορφάριθμος είναι η αναλογία του όγκου του δέντρου προς τον όγκο κυλίνδρου, με ύψος ίσο με το συνολικό ύψος του κορμού και επιφάνεια στη βάση ίση με την κυκλική επιφάνεια του κορμού στο στηθιαίο ύψος. Συγκεκριμένες τιμές του νόθου μορφάριθμου αντιστοιχούν σε γνωστά γεωμετρικά σχήματα (0,25 για το νεύλοειδές, 0,33 για τον κώνο, 0,50 ως 0,60 για το παραβολοειδές, 1,00 για

τον κύλινδρο). Το μορφοῦψος ορίζεται ως το γινόμενο του νόθου μορφάριθμου επί το συνολικό ὕψος του δέντρου. Αν είναι γνωστό το μορφοῦψος για ένα δέντρο, ο ὄγκος του υπολογίζεται εύκολα πολλαπλασιάζοντας το μορφοῦψος επί την κυκλική επιφάνεια (Μάτης, 2004).

Για την Ελλάδα έχουν δοθεί διάφορες εξισώσεις που εκφράζουν το μορφάριθμο σε σχέση με τη διάμετρο (Αστέρης 1967α, 1967β, Αστέρης και Μάτης, 1981), με το ὕψος (Αστέρης και Μάτης, 1981) καθώς και με τη διάμετρο και το ὕψος (Αστέρης και Μάτης, 1981, Απατσίδης, 1984). Ανάλογη δουλειά έχει γίνει και για εξισώσεις υψομορφάριθμου (Παναγιωτίδης, 1965, Αναγνωστόπουλος 1978, Νεοφύτου 1978, Αστέρης και Μάτης, 1981). Για την καστανιά, πίνακες μορφάριθμων και υψομορφάριθμων έχουν δοθεί από τον Κοσσενάκη (1939) και πιο συγκεκριμένα, για την πρεμνοφυή καστανιά της περιφέρειας του Πηλίου δίνουν τιμές μορφάριθμων από 0,61 σε νεαρά δέντρα ως 0,48 σε μεγαλύτερα. Συγκεντρωμένες εξισώσεις μορφάριθμων και υψομορφάριθμων δίνονται από τους Μάτης και Διαμαντοπούλου (1994), Κιτικίδου και Μάτης (2001), Kitikidou (2008). Από τη διεθνή βιβλιογραφία, ενδεικτικά αναφέρουμε τους Ter-Mikaelian και Korzukhin (1997), McKenzie και Halpern (1999), Homann κ.ά. (2000), Uzoh (2001).

Σκοπός της εργασίας είναι η επιλογή κατάλληλων εξισώσεων για τον υπολογισμό μορφάριθμου και μορφοῦψους, για την καστανιά (*Castanea sativa*) του δάσους Λόφου Πιερίας.

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή έρευνας σε αυτή την εργασία αποτελεί το δάσος λόφου Πιερίας, το οποίο βρίσκεται δυτικά της πόλης Κατερίνη, σε οδική απόσταση 25 χιλιομέτρων. Η συνολική έκταση του δασοκτήματος ανέρχεται σε 1218 ha. Από αυτά, 998 ha είναι δασοσκεπής έκταση, 103 ha είναι μερικά δασοσκεπής έκταση, 35 ha είναι γυμνή έκταση, 73 ha είναι άγονη έκταση και 9 ha είναι γεωργικές καλλιέργειες (Γκουγκουρέλας, 1992). Από τα 998 ha δασοσκεπούς έκτασης επιλέχθηκαν, με συστηματική δειγματοληψία, 90 ιστάμενα δέντρα, ως εξής: Σε χάρτη του δάσους σχεδιάστηκαν παράλληλες γραμμές που απείχαν μεταξύ τους 70 μέτρα, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να καλυφθούν όλες οι δυνατές εδαφικές συνθήκες. Κατά την εργασία υπαίθρου ένα δέντρο μετριόταν κάθε 20 μέτρα κατά μήκος των παραλλήλων. Στα δέντρα του δείγματος μετρήθηκαν:

1. Η στήθια διάμετρος D , χρησιμοποιώντας παχυμετρική ταινία.
2. Το συνολικό ὕψος H , χρησιμοποιώντας το υψόμετρο Blume – Leiss.

3. Διάμετροι κατά μήκος του κορμού κάθε 5 μέτρα, ξεκινώντας από το στηθιαίο ύψος, δηλαδή στα ύψη 6,3 m, 11,3 m, 16,3 m και 21,3 m από το έδαφος, χρησιμοποιώντας το κατοπτρικό ρελασκόπιο Bitterlich.

Ο συνολικός έμφλοιος όγκος κάθε δέντρου V υπολογίστηκε από τις παραπάνω μετρήσεις τμηματικά ως εξής:

Από το έδαφος ως το στηθιαίο ύψος με τον τύπο του κυλίνδρου:

$$V_1 = \frac{\pi}{4} D^2 1,3$$

Από το στηθιαίο ύψος ως το ύψος της τελευταίας μετρημένης διαμέτρου τμηματικά με τον τύπο του Smalian:

$$V_i = \frac{\pi}{4} \frac{d_0^2 + d_n^2}{l} l$$

όπου:

d_0 η διάμετρος στη βάση του κορμοτεμαχίου i .

d_n η διάμετρος στο λεπτό άκρο του κορμοτεμαχίου i .

l το μήκος του κορμοτεμαχίου i .

Από το ύψος της τελευταίας μετρημένης διαμέτρου ως την κορυφή με τον τύπο του κώνου:

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

όπου:

d_c η διάμετρος στη βάση του κορυφοτεμαχίου.

l_c το μήκος του κορυφοτεμαχίου.

Ο συνολικός όγκος κάθε δέντρου υπολογίζεται με τον τύπο:

$$V = V_1 + \sum V_i + V_c$$

Ο μορφάριθμος κάθε δέντρου υπολογίστηκε με τον τύπο $f = \frac{V}{\frac{\pi}{4} D^2 H}$ και

ο υψομορφάριθμος με τον τύπο $fh = f \cdot H$.

Στα δεδομένα του δείγματος προσαρμόστηκαν:

α) 31 εξισώσεις μορφάριθμου (Kitikidou, 2008):

$$f = f(D, \ln D, D^2, \sqrt{D}, \frac{1}{D}, \frac{1}{D^2}, (\ln D)^2) \quad (1)$$

$$f = f(H, H^2, \frac{1}{H}, \frac{1}{H^2}, \left(\frac{H}{H-1,3}\right)^2, \ln H, (\ln H)^2) \quad (2)$$

$$f = f(D, \ln D, D^2 H, \ln(D^2 H), D^2, \sqrt{D}, \frac{1}{D}, \frac{1}{H^2}, (\ln D)^2, H^2, DH, DH^2, (DH)^2, \frac{1}{H}, \frac{1}{H^2}, \frac{1}{DH}, \frac{1}{D^2 H}, \frac{1}{DH^2}, \frac{1}{(DH)^2}, \frac{H}{D}, \left(\frac{H}{H-1,3}\right)^2, \ln H, (\ln H)^2, (\ln D)^2, (\ln(HD))^2, \ln(D^2)) \quad (3)$$

$$\ln f = f(D, \ln D, D^2 H, \ln(D^2 H), D^2, \sqrt{D}, \frac{1}{D}, \frac{1}{D^2}, (\ln D)^2, H^2, DH, DH^2, (DH)^2, \frac{1}{H}, \frac{1}{H^2}, \frac{1}{DH}, \frac{1}{D^2 H}, \frac{1}{DH^2}, \frac{1}{(DH)^2}, \frac{H}{D}, \left(\frac{H}{H-1,3}\right)^2, \ln H, (\ln H)^2, (\ln D)^2, (\ln(HD))^2, \ln(D^2)) \quad (4)$$

$$f = b_0 + b_1 D + b_2 D^2 \quad (5)$$

$$f = b_1 D + b_2 D^2 \quad (6)$$

$$f = b_0 + b_1 D^2 \quad (7)$$

$$f = b_1 D^2 \quad (8)$$

$$f = b_0 + b_1 \sqrt{D} \quad (9)$$

$$f = b_0 + b_1 \frac{1}{D} \quad (10)$$

$$f = b_0 + b_1 \frac{1}{D^2} \quad (11)$$

$$\frac{1}{f} = b_0 + b_1 D \quad (12)$$

$$\frac{D}{f} = b_0 + b_1 D \quad (13)$$

$$f=b_0+b_1\frac{1}{H}+b_2\frac{1}{H^2} \quad (14)$$

$$f=b_0+b_1\left(\frac{H}{H-1,3}\right)^2 \quad (15)$$

$$f=b_0+b_1\frac{1}{H} \quad (16)$$

$$\frac{H}{f}=b_0+b_1H \quad (17)$$

$$f=b_0+b_1\frac{H}{D}+b_2\frac{H^2}{D} \quad (18)$$

$$f=b_0+b_1\frac{1}{H}+b_2\frac{H^2}{D} \quad (19)$$

$$f=b_0+b_1\frac{H^2}{D} \quad (20)$$

$$f=b_0+b_1H+b_2\frac{H}{D} \quad (21)$$

$$f=b_0+b_1\frac{H}{D} \quad (22)$$

$$f=b_1\frac{1}{D^2H} \quad (23)$$

$$f=b_0+b_1\frac{1}{D^2H} \quad (24)$$

$$f=b_0+b_1\frac{1}{D}+b_2\frac{1}{D^2}+b_3\frac{1}{H} \quad (25)$$

$$f=b_0+b_1\frac{1}{D^2}+b_2\frac{1}{H}+b_3\frac{1}{D^2H} \quad (26)$$

$$f=b_0+b_1\frac{1}{D}+b_2\frac{1}{D^2}+b_3\frac{1}{H}+b_4\frac{1}{DH}+b_5\frac{1}{D^2H} \quad (27)$$

$$\ln f=b_0+b_1\ln D+b_2\ln H \quad (28)$$

$$\ln f=b_1\ln D+b_2\ln H \quad (29)$$

$$\ln f=b_0+b_1\ln D+b_2(\ln D)^2+b_3\ln H+b_4(\ln H)^2 \quad (30)$$

$$\ln f=b_0+b_1\ln D+b_2(\ln D)^2+b_3\ln(D^2)+b_4\ln H+b_5(\ln H)^2+b_6\ln(DH)+b_7\ln(D^2H) \quad (31)$$

β) 21 εξισώσεις μορφοτύπους (Kitikidou, 2008):

$$fH=f(D, \ln D, D^2, D^3, \frac{1}{D}, \frac{1}{D^2}, (\ln D)^2) \quad (1)$$

$$fH=f(D, \ln D, D^2H, \ln(D^2H), D^2, D^3, \frac{1}{D}, \frac{1}{D^2}, (\ln D)^2, H^2, DH, DH^2, (DH)^2, \frac{1}{H}, \frac{1}{DH}, \frac{1}{D^2H}, \frac{H}{D}, \frac{H}{D^2}, \ln H, (\ln H)^2, \ln(D^2)) \quad (2)$$

$$\ln(fH)=f(D, \ln D, D^2H, \ln(D^2H), D^2, D^3, \frac{1}{D}, \frac{1}{D^2}, (\ln D)^2, H^2, DH, DH^2, (DH)^2, \frac{1}{H}, \frac{1}{DH}, \frac{1}{D^2H}, \frac{H}{D}, \frac{H}{D^2}, \ln H, (\ln H)^2, \ln(D^2)) \quad (3)$$

$$fH=b_0+b_1D+b_2D^2+b_3D^3 \quad (4)$$

$$fH=b_0+b_1D+b_2D^2 \quad (5)$$

$$fH=b_1D+b_2D^2 \quad (6)$$

$$fH=b_0+b_1D^2 \quad (7)$$

$$fH=b_0+b_1D \quad (8)$$

$$fH=b_1D \quad (9)$$

$$fH=b_0+b_1\frac{1}{D}+b_2\frac{1}{D^2} \quad (10)$$

$$fH=b_0+b_1D+b_2\ln D \quad (12)$$

$$fH=b_0+b_1H+b_2H^2 \quad (13)$$

$$fH=b_1H+b_2H^2 \quad (14)$$

$$fH=b_0+b_1H \quad (15)$$

$$fH=b_1H \quad (16)$$

$$fH=b_0+b_1H+b_2D^2 \quad (17)$$

$$fH=b_1H+b_2D^2 \quad (18)$$

$$\ln(fH)=b_0+b_1\ln D+b_2(\ln D)^2 \quad (19)$$

$$\ln(fH)=b_0+b_1\ln D+b_2\ln H \quad (20)$$

$$\ln(fH)=b_1\ln D+b_2\ln H \quad (21)$$

Για την προσαρμογή των παραπάνω εξισώσεων στα δεδομένα χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση παλινδρόμησης, με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS (Norusis 2002, Κιτικίδου 2005). Για την προσαρμογή των παραπάνω εξισώσεων στα δεδομένα, χρησιμοποιήθηκαν δυο μέθοδοι εισαγωγής ανεξάρτητων μεταβλητών, οι οποίες είναι ενσωματωμένες στο υποπρόγραμμα REGRESSION του SPSS, οι STEPWISE και ENTER.

Με τη χρησιμοποίηση της μεθόδου STEPWISE (παλινδρόμηση κατά βήματα), γίνεται εισαγωγή βήμα προς βήμα κάποιων ανεξάρτητων μεταβλητών, από αυτές που προσδιορίστηκαν ότι επιθυμείται να μπουν στο μοντέλο. Σε κάθε βήμα γίνεται εισαγωγή εκείνης της ανεξάρτητης μεταβλητής, η οποία μπορεί να εξηγήσει το μεγαλύτερο ποσοστό της ανεξήγητης διασποράς (δηλαδή του σφάλματος) του μοντέλου του προηγούμενου βήματος. Πριν γίνει αυτό, ελέγχονται στατιστικά και οι μεταβλητές που είναι ήδη στο μοντέλο, και αυτές που θα συμπεριληφθούν. Κατά την εφαρμογή αυτής της μεθόδου, άλλες μεταβλητές απορρίπτονται, άλλες εισάγονται, ενώ άλλες που είχαν θεωρηθεί κατάλληλες να εισαχθούν στο μοντέλο σε προηγούμενο βήμα, μπορεί να απορριφθούν σε κάποιο επόμενο βήμα. Τελικά, προκύπτει το μοντέλο που μπορεί να εξηγήσει το μεγαλύτερο ποσοστό της διασποράς της εξαρτημένης μεταβλητής. Σε αντίθεση με τη μέθοδο STEPWISE, η μέθοδος ENTER εξαναγκάζει την εισαγωγή όλων των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο, χωρίς άλλους ελέγχους, οπότε και δίνονται αποτελέσματα για το συγκεκριμένο μοντέλο, η μορφή του οποίου είχε προκαθοριστεί.

Οι συντελεστές προσδιορισμού (coefficients of determination) 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. Δύο από τους πιο συνηθισμένους τύπους περιγράφονται παρακάτω. Από αυτούς, ο πρώτος αναφέρεται ως συντελεστής προσδιορισμού (coefficient of determination) R^2 , ενώ ο δεύτερος ως διορθωμένος συντελεστής προσδιορισμού (adjusted coefficient of determination) \bar{R}^2 και ιδανική τιμή τους είναι η μονάδα (Draper και Smith, 1997):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-p} \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

όπου:

Y_i = οι παρατηρηθείσες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής.

\hat{Y}_i = οι εκτιμηθείσες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής.

\bar{Y} = ο αριθμητικός μέσος των παρατηρηθεισών τιμών.

n = ο αριθμός των παρατηρήσεων.

p = ο αριθμός των συντελεστών παλινδρόμησης.

Οι παραπάνω συντελεστές προσδιορισμού εκφράζουν το ποσοστό της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής που εξηγείται από την ύπαρξη των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο και παίρνουν τιμές στο διάστημα $[0, 1]$. Αν προκύψει αρνητική τιμή, αυτό σημαίνει ότι η εκτίμηση της εξαρτημένης μεταβλητής με τη χρήση της εξίσωσης παλινδρόμησης είναι χειρότερη, από ό,τι αν χρησιμοποιούσαμε απλά τη μέση τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής (Mayer και Butler 1993, Janssen και Heuberger 1995). Όσο πιο κοντά στη μονάδα είναι η τιμή τους, τόσο πιο καλά προσαρμόζεται το μοντέλο παλινδρόμησης στα δεδομένα.

Για να γίνει σύγκριση εξισώσεων με κάποιο συντελεστή προσδιορισμού, οι εξισώσεις θα πρέπει να έχουν την ίδια εξαρτημένη μεταβλητή. Συνεπώς, αν σε κάποια εξίσωση, ανάμεσα σε αυτές που είναι προς σύγκριση, η εξαρτημένη μεταβλητή έχει μετασχηματιστεί, η εξίσωση αυτή θα πρέπει να λυθεί ως προς την αρχική (αμετασχημάτιστη) εξαρτημένη μεταβλητή. Ο συντελεστής προσδιορισμού που υπολογίζεται για τις αρχικές (αμετασχημάτιστες) τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής λέγεται δείκτης προσαρμογής (Fit Index, FI) και είναι ένα από τα πιο χρησιμοποιούμενα κριτήρια σύγκρισης (Ezekiel και Fox 1959, Kvålseth 1985, Mathews 1987). Ο δείκτης προσαρμογής είναι δείκτης της αποτελεσματικότητας (Mayer και Butler 1993, Janssen και Heuberger 1995) και της προβλεπτικής ικανότητας της εξίσωσης (Mayer και Butler 1993, Draper και Smith 1997).

Στη σύγκριση των εξισώσεων μορφοάριθμου, ο δείκτης προσαρμογής υπολογίζεται με τον τύπο:

$$FI=1 - \frac{\sum_{i=1}^n (f_i - \hat{f}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2}$$

όπου:

- f_i = η πραγματική τιμή του μορφάριθμου του i δέντρου, όπως μετρήθηκε κατά τη συστηματική δειγματοληψία.
- \hat{f}_i = η εκτιμώμενη τιμή του μορφάριθμου του i δέντρου, όπως υπολογίστηκε από την εξίσωση παλινδρόμησης.
- \bar{f} = ο μέσος όρος των πραγματικών τιμών των μορφάριθμων.
- n = μέγεθος δείγματος (90).

Για τη σύγκριση των εξισώσεων υψομορφάριθμου, αντικαθιστούμε το f με το \hat{f} .

Για τις εξισώσεις που επιλέχτηκαν, δίνονται οι τιμές της σημαντικότητας του F κριτηρίου ($\text{Sig.}F$) στις αναλύσεις διακύμανσης (όταν $\text{Sig.}F < 0,005$ το αντίστοιχο γραμμικό μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό, για πιθανότητα 5%) καθώς και οι τιμές της σημαντικότητας του t κριτηρίου ($\text{Sig.}t$), για κάθε συντελεστή παλινδρόμησης (όταν $\text{Sig.}t < 0,005$ ο αντίστοιχος συντελεστής διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το μηδέν, για πιθανότητα 5%) (Neter κ.ά. 1990). 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).

Στον έλεγχο κανονικότητας Kolmogorov-Smirnov (Chakravarti κ.ά. 1967) κάνουμε τα εξής: Ταξινομούμε τις T τιμές της X μεταβλητής που μάς ενδιαφέρει σε αύξουσα σειρά, δηλαδή από το $X_{(1)}$ ως το $X_{(n)}$. Είναι $X_{(i)} \leq X \leq X_{(i+1)}$. Η εμπειρική αθροιστική συνάρτηση κατανομής δίνεται από τον τύπο:

$$\hat{F}(X) = \frac{i}{T} \quad (i=1, 2, \dots, T-1)$$

και η θεωρητική αθροιστική συνάρτηση κατανομής από τον τύπο:

$$F_0(X) = \int_{-\infty}^X \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-0,5\left(\frac{X_{(i)} - \bar{X}}{s}\right)^2} dX$$

όπου:

s = η τυπική απόκλιση της μεταβλητής X .

\bar{X} = ο αριθμητικός μέσος της μεταβλητής X .

Υπολογίζουμε τις διαφορές:

$$D_i = \hat{F}(X_{(i-1)}) - F_0(X_{(i)})$$

$$\tilde{D}_i = \hat{F}(X_{(i)}) - F_0(X_{(i)}) \quad (i=1, 2, \dots, T).$$

Η ποσότητα $Z = \sqrt{N} \max(|D_i|, |\tilde{D}_i|)$ προσεγγίζει την τυπική κανονική κατανομή. Αν (σημαντικότητα του Z) $\leq \alpha$ η κατανομή της μεταβλητής X απέχει πολύ από την κανονική, ενώ αν (σημαντικότητα του Z) $> \alpha$ η κατανομή της μεταβλητής X προσεγγίζει την κανονική, για πιθανότητα α .

Για να εξετάσουμε την ομοιογένεια της διακύμανσης των υπολοίπων των εξισώσεων παλινδρόμησης, μπορούμε να δούμε το διάγραμμα διασποράς ανάμεσα στα υπόλοιπα και τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής, ή καλύτερα, μπορούμε να δούμε το διάγραμμα διασποράς ανάμεσα στα υπόλοιπα και τις εκτιμηθείσες τιμές (αυτό είναι καλύτερο γιατί τα υπόλοιπα και οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής συνήθως συσχετίζονται, ενώ τα υπόλοιπα και οι εκτιμηθείσες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής όχι). 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 (Drafer και Smith, 1997).

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Οι τιμές της στηθιαίας διαμέτρου των 90 δέντρων κυμαίνονται από 0,16 ως 0,37 m, του συνολικού ύψους από 15 ως 31 m και του όγκου από 0,1827 ως 1,1731 m³. Ο μορφάριθμος παίρνει τιμές από 0,2742 ως 0,6557, με τυπική απόκλιση 0,0808. Ο υψομορφάριθμος παίρνει τιμές από 5,8823 ως 13,2920, με τυπική απόκλιση 1,3703 (πίνακας I).

Πίνακας I. Περιληπτικά στατιστικά των μεταβλητών.

Table I. Variables summary statistics.

	Min τιμή (value)	Max τιμή (value)	Αριθμητικός Μέσος (Mean)	Τυπική απόκλιση (±Std)
Ύψος (high)	15	31	21,87	4,14
Διάμετρος (d)	0,16	0,37	0,2556	4,515E-02
Όγκος (V)	0,1827	1,1731	0,530908	0,199554

Μορφάριθμος (f)	0,2742	0,6557	0,469257	8,08286E-02
Υψομορφάριθμος (fh)	5,8823	13,2920	10,031987	1,370250

Όπως φαίνεται από τον πίνακα II, μεγαλύτερες τιμές *FI* είχαν η εξίσωση 6 για το μορφάριθμο και οι εξισώσεις 6 και 14 για τον υψομορφάριθμο.

Πίνακας II. Τιμές του δείκτη προσαρμογής (*FI*).

Table II. *Fit Index values.*

Εξισώσεις μορφάριθμου Form factor equations		Εξισώσεις υψομορφάριθμου Form height equations	
A/A	FI	A/A	FI
1	0,152	1	Δεν προσαρμόστηκε.
2	0,478	2	0,177
3	0,478	3	0,172
4	0,505	4	0,001
5	0,154	5	0,002
6	0,972	6	0,981
7	0,143	7	0,000
8	0,834	8	0,000
9	0,151	9	0,953
10	0,150	10	0,003
11	0,144	11	0,001
12	0,127	12	0,002
13	0,120	13	0,179
14	0,481	14	0,985
15	0,460	15	0,162
16	0,464	16	0,968
17	0,370	17	0,178
18	0,501	18	0,968
19	0,464	19	-0,004
20	0,308	20	0,178
21	0,494	21	0,038
22	0,081		
23	0,846		
24	0,288		
25	0,486		
26	0,486		
27	0,498		
28	0,490		
29	0,436		
30	0,505		
31	0,505		

Η ανάλυση διακύμανσης γι' αυτές τις εξισώσεις έδειξε ότι πράγματι είναι σημαντικές, για πιθανότητα 5% (Σημ. $F < 0,005$). Ο έλεγχος υποθέσεων για τους συντελεστές παλινδρόμησης με το t κριτήριο έδειξε πως όλοι οι συντελεστές διαφέρουν σημαντικά από το μηδέν, για πιθανότητα 5% (Σημ. $t < 0,005$).

Οι εξισώσεις που επιλέχθηκαν είναι:

A/A	Εξίσωση	Μοντέλο
6.	Μορφάριθμος – διαμέτρου:	$f = 4,452D - 9,945D^2$
6.	Υψομορφάριθμος – διαμέτρου:	$fH = 79,824D - 154,176D^2$
14.	Υψομορφάριθμος – ύψους:	$fH = 0,761H - 0,013H^2$

Τα στατιστικά των υπολοίπων δίνονται στον πίνακα III. Παρατηρούμε πως οι μέσοι όροι των υπολοίπων των εξισώσεων που επιλέχθηκαν πλησιάζουν στο μηδέν.

Πίνακας III. Στατιστικά των υπολοίπων των επιλεγμένων εξισώσεων παλινδρόμησης.

Table III. Residuals statistics for the selected regression models.

Μοντέλο (Model)	Min τιμή (value)	Max τιμή (value)	Αριθμητικός Μέσος (Mean)	Τυπική απόκλιση (±Std)	
$f = 4,452D - 9,945D^2$	Εκτιμηθείσες Τιμές	0,285707	0,498073	0,468155	3,43707E-02
	Υπόλοιπα	-0,184473	0,176533	1,10142E-03	7,99673E-02
$fH = 79,824D - 154,176D^2$	Εκτιμηθείσες Τιμές	8,428192	10,331944	10,019656	0,379671
	Υπόλοιπα	-3,873771	3,283456	1,23316E-02	1,408307
$fH = 0,761H - 0,013H^2$	Εκτιμηθείσες Τιμές	8,410603	10,842863	10,030574	0,602486
	Υπόλοιπα	-3,641586	2,818116	1,41328E-03	1,242282

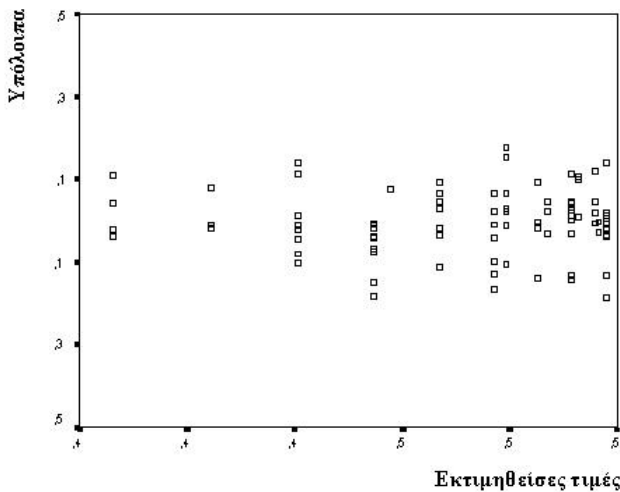
Ο έλεγχος κανονικότητας με τον έλεγχο Kolmogorov-Smirnov έδειξε πως τα υπόλοιπα των εξισώσεων προσεγγίζουν την κανονική κατανομή, για πιθανότητα 5% (Σημ. $Z > 0,05$) (πίνακας IV).

Πίνακας IV. Έλεγχος κανονικότητας των υπολοίπων των επιλεγμένων εξισώσεων παλινδρόμησης.

Table IV. Residuals normality tests for the selected regression models.

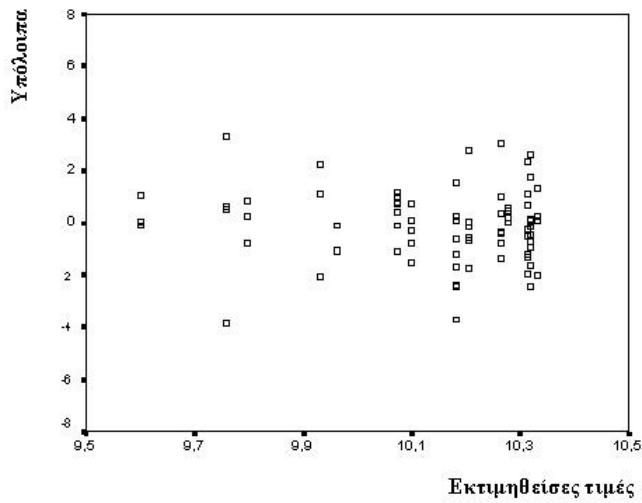
Μοντέλο (Model)	$f= 4,452D-9,945D^2$	$fH=79,824D-154,176D^2$	$fH=0,761H-0,013H^2$
Αριθμητικός μέσος (Mean)	1,101425E-03	1,233159E-02	1,413283E-03
Τυπική απόκλιση (±Std)	7,996733E-02	1,4083067	1,2422824
Απόλυτη	0,098	0,060	0,080
Ακραίες Διαφορές			
Θετική	0,058	0,060	0,042
Αρνητική	-0,098	-0,046	-0,080
Kolmogorov-Smirnov Z	0,931	0,566	0,761
Ασυμπτωτική σημ. Z (δίπλευρη)	0,351	0,906	0,609

Τέλος, τα σχήματα 1, 2 και 3 δείχνουν πως τα υπόλοιπα των επιλεγμένων εξισώσεων έχουν ομοιογενή διακύμανση (τα σημεία των γραφικών συγκεντρώνονται σε μια στενή λωρίδα γύρω από το μηδέν).



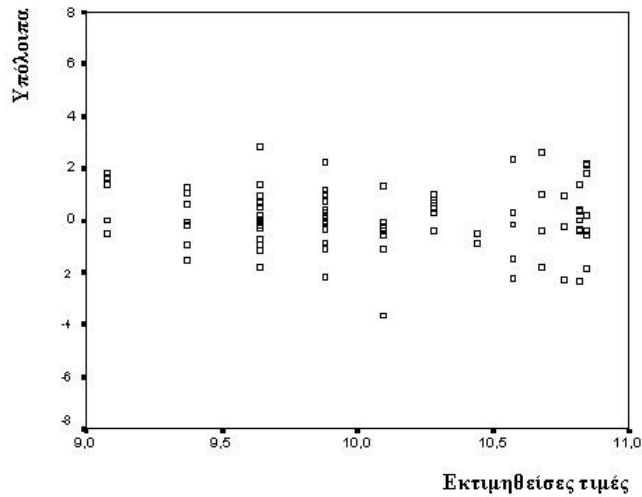
Σχήμα 1. Έλεγχος ομοιογένειας των υπολοίπων της εξίσωσης $f= 4,452D-9,945D^2$.

Figure 1. Residuals homogeneity test for the equation, $f= 4,452D-9,945D^2$.



Σχήμα 2. Έλεγχος ομοιογένειας των υπολοίπων της εξίσωσης $fH=79,824D-154,176D^2$.

Figure 2. Residuals homogeneity test for the equation, $fH=79,824D-154,176D^2$.



Σχήμα 3. Έλεγχος ομοιογένειας των υπολοίπων της εξίσωσης $fH=0,761H-0,013H^2$.

Figure 3. Residuals homogeneity test for the equation, $fH=0,761H-0,013H^2$.

Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή εξετάστηκαν εξισώσεις που εκφράζουν το μορφάριθμο και το μορφοῦψος σε συνάρτηση με το ὕψος, τη διάμετρο ή και τις δυο μεταβλητές και υπολογίστηκαν διάφορα στατιστικά κριτήρια. Μετά τη στατιστική ανάλυση καταλήξαμε στην επιλογή τριών εξισώσεων, τις εξής:

Μορφάριθμος – διάμετρον:	$f= 4,452D-9,945D^2$
Υψομορφάριθμος – διάμετρον:	$fH=79,824D-154,176D^2$
Υψομορφάριθμος – ὕψους:	$fH=0,761H-0,013H^2$

Βιβλιογραφία

- Αναγνωστόπουλος, Κ. 1978. Πίνακες υψομορφαρίθμου και όγκου των κυριότερων ειδών της χώρας. Δασικά Χρονικά 20(9/10): 291-301.
- Απατσιδής, Λ. 1984. Διόρθωση και συμπλήρωση του δεκαμερούς συστήματος ογκομετρικών και προσανζητικών πινάκων της μαύρης πεύκης μας. Δασική Έρευνα V(2): 147-167.
- Αστέρης, Κ. 1967α. Ο μορφάριθμος όγκου παρακρατημάτων πρεμνοφυών δρυοσυστάδων, ως συνάρτηση της στηθιαίας διαμέτρου, του ὕψους και των συντελεστών μορφής. Θεσσαλονίκη, σελ. 16.
- Αστέρης, Κ. 1967β. Ο μορφάριθμος των δέντρων μαύρης πεύκης περιοχής Ζαγορίου Ηπείρου. Θεσσαλονίκη, σελ. 15.
- Αστέρης, Κ. και Κ. Μάτης. 1981. Εκτίμηση στηθιαίου μορφοῦψους ελάτης Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου. Έκδοση Ταμείου Διοίκησης και Διαχείρισης Πανεπιστημιακών Δασών. Θεσσαλονίκη, σελ. 16.
- Chakravarti, I., R. Laha and J. Roy. 1967. Handbook of methods of applied statistics. Volume I. John Wiley and Sons, Inc.
- Γκουγκουρέλας, Ι. 1992. Μελέτη διαχείρισης του δάσους «Παλιοζάζακο» του Α.Δ.Σ. Λόφου Πιερίας. Διαχειριστική περίοδος 1993-1997, σελ. 33.
- Draper, N. and H. Smith. 1997. Εφαρμοσμένη ανάλυση παλινδρόμησης. Εκδόσεις Παπαζήση. Αθήνα, σελ. 835.
- Ezekiel, M. and K. Fox. 1959. Methods of correlation and regression analysis. John Wiley and Sons, Inc. London, pp. 548.
- Homann, P., B. Robert, R. McKane and P. Sollins. 2000. Belowground processes in forest-ecosystem biogeochemical simulation models. Forest Ecology and Management 138: 3-18.

- Janssen, P. and P. Heuberger. 1995. Calibration of process-oriented models. *Ecological Modelling* 83: 55-66.
- Kitikidou, K. 2008. Forestbiometrical models for SPSS statistical package. <http://www.spsstools.net/Tutorials/kitikidou.doc>.
- Κιτικίδου, Κ. 2005. Εφαρμοσμένη στατιστική με χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS. Εκδόσεις Τζιόλα, σελ. 288.
- Κιτικίδου, Κ. και Κ. Μάτης. 2001. Δασοβιομετρικά στοιχεία για τη δρυ του δάσους Λόφου (Παλαιοζάζακο) Κατερίνης. Υπό δημοσίευση στην Επιστημονική Επετηρίδα του τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ. Τόμος ΜΑ/1998 (Αφιέρωμα στον ομότιμο καθηγητή κ. Λουκά Γ. Αρβανίτη).
- Κοσσενάκης, Γ. 1939. Πίνακες παραγωγής πρεμνοφυούς δρυός, πρεμνοφυούς οξιάς και πρεμνοφυούς καστανιάς. Αθήνα.
- Kvålseth, T. 1985. Cautionary note about R^2 . *Journal of the American Statistical Association* 39: 279-285.
- Mathews, J. 1987. Numerical methods for computer science, engineering and mathematics. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, pp. 507.
- Μάτης, Κ. 2004. Δασική Βιομετρία II. Δεντρομετρία. Εκδόσεις Πήγασος. Θεσσαλονίκη, σελ. 674.
- Μάτης, Κ. και Μ. Διαμαντοπούλου. 1994. Δασοβιομετρικά προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή: 7 Εξισώσεις μορφάριθμου και υψομορφάριθμου (formac & formhei). Εργαστήριο Δασικής Βιομετρίας. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, σελ. 32.
- Mayer, D. and D. Butler. 1993. Statistical validation. *Ecological Modeling* 68: 21-32.
- McKenzie, D. and C. Halpern. 1999. Modeling the distributions of shrub species in Pacific northwest forests. *Forest Ecology and Management* 114: 293-307.
- Νεοφύτου, Χ. 1978. Σύγκριση διαφόρων υψομορφαριθμικών εξισώσεων για την ελάτη του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου με τη χρησιμοποίηση του δείκτη «I» του Furnival. Επιστημονική Επετηρίδα Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής, Τμήμα Δασολογίας ΚΑ: 280-306.
- Neter, J., W. Wasserman and M. Kutner. 1990. Applied linear statistical models - 3rd edition. Richard D. Irwin, Inc. Homewood, Illinois, pp. 1181.
- Norusis, M. 2002. SPSS 11.0 guide to data analysis. Michigan avenue, Chi-

cago, Illinois, U.S.A, pp. 637.

Παναγιωτίδης, Ν. 1965. Μακροχρόνιες δασικές πειραματικές επιφάνειες. Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Διεύθυνση Δασών, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, σελ. 51.

Ter-Mikaelian, M. and M. Korzukhin. 1997. Biomass equations for sixty-five North American tree species. *Forest Ecology and Management* 97: 1-24.

Uzoh, F. 2001. A height increment equation for young ponderosa pine plantations using precipitation and soil factors. *Forest Ecology and Management* 142: 193-203.

Form factor and form height equations for chestnut trees at Pieria (Dasos Lofou)

K. Kitikidou, G. Chatzilazarou and I. Gougourelas

Abstract

In this paper, a number of alternative form factor and form height equations were compared, for chestnut trees at Pieria (dasos Lofou), based on a systematic sample of 90 trees. Simple linear and multiple linear regression equations were compared to express the form factor f and the form height fh as a function of the diameter D , the height H or both variables. The Fit Index (FI), the analysis of variance, the t -test and the residual analysis were used as statistical criteria. The following three equations were selected, one for the form factor and two for the form height:

Form factor – diameter: $f = 4,452D - 9,945D^2$

Form height – diameter: $fh = 79,824D - 154,176D^2$

Form height – height: $fh = b_1H + b_2H^2$

Keywords: Form factor, form height, regression, chestnut.

Τυπολογία της τουριστικής ανάπτυξης στην Ελλάδα την περίοδο 1975 – 2006

**Γ. Αραμπατζής*, Α. Μαρινίδης, Σ. Τσιαντικούδης,
Ε-Φ. Πεγλιβάνης και Α. Αραμπατζής**

*** Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας
και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, 68200, Ορεστιάδα.
E-mail: garamp@fmenr.duth.gr**

Περίληψη

Ο ελληνικός τουρισμός ενσωματωμένος στο διεθνές σύστημα οργάνωσης της τουριστικής βιομηχανίας είναι και παραμένει εξωστρεφής και εξαρτημένος. Εξωστρεφής γιατί απευθύνεται σχεδόν αποκλειστικά στη διεθνή πελατεία, ενώ ο εσωτερικός τουρισμός είναι λιγότερο αναπτυγμένος.

Τα τελευταία χρόνια χαρακτηρίζονται από μια σημαντική αύξηση και ανάπτυξη του τουρισμού, εγχώριου και διεθνούς, τόσο παγκοσμίως όσο και στην Ελλάδα. Στο πλαίσιο αυτό έχει αποκτήσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ο τρόπος που αναπτύσσεται ο τουρισμός στην Ελλάδα καθώς επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Για την Ελλάδα, ο τουρισμός αποτελεί σημαντική οικονομική δραστηριότητα, διότι η συμβολή του στην εισροή ξένου συναλλάγματος και στη διαμόρφωση του ισοζυγίου πληρωμών είναι καθοριστική. Συμμετέχει σε μεγάλο σχετικά βαθμό στη διαμόρφωση του ΑΕΠ (14,3%) και συμβάλλει στην οικονομική και περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

Στην εργασία αυτή συγκεντρώθηκαν στοιχεία της τουριστικής κίνησης και του ξενοδοχειακού δυναμικού της Ελλάδας για τη χρονική περίοδο (1975-2006), τα οποία και θα αποτελέσουν τις εξεταζόμενες παραμέτρους τουριστικής ανάπτυξης της Ελλάδας. Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση είναι: οι αφίξεις αλλοδαπών πελατών, οι αφίξεις ημεδαπών πελατών, οι διανυκτερεύσεις αλλοδαπών πελατών, οι διανυκτερεύσεις ημεδαπών πελατών, το σύνολο των αφίξεων, το σύνολο των διανυκτερεύσεων, οι ξενοδοχειακές μονάδες και οι ξενοδοχειακές κλίκες. Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκαν οι μέσοι όροι των παραπάνω παραμέτρων για όλη την περίοδο 1975-2006.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική ανάλυση των στοιχείων και την τυπολογία των νομών είναι η Ιεραρχική Ανάλυση Συστάδων και από την εφαρμογή της προέκυψαν τρεις συστάδες-ομάδες νομών. Από την παρατήρηση του προφίλ των τριών συστάδων των νομών, ως προς τις εξεταζόμενες παραμέτρους διαπιστώνεται ότι οι νομοί της πρώτης συστάδας, χαρακτηρίζονται ως νομοί με χαμηλή τουριστική ανάπτυξη. Οι νομοί της δεύτερης συστάδας χαρακτη-

ρίζονται ως νομοί μέτριας τουριστικής ανάπτυξης ενώ της τρίτης συστάδας ως νομοί πολύ υψηλής τουριστικής ανάπτυξης.

Λέξεις κλειδιά: Τυπολογία, Τουριστική Ανάπτυξη, Ελλάδα.

Εισαγωγή

Ο τουρισμός αποτελεί σήμερα μια από τις μεγαλύτερες και πλέον δυναμικές οικονομικές δραστηριότητες παγκόσμια. Σε πολλές χώρες αποτελεί την κυρίαρχη δραστηριότητα και με τις πολλαπλασιαστικές επιδράσεις του σε άλλους τομείς της οικονομίας συμβάλλει στην οικονομική τους ανάπτυξη και την ευημερία των πολιτών. Στην Ελλάδα η συμβολή του τουρισμού το 2004 στο ΑΕΠ της χώρας ανήλθε σε 14,3% και οι απασχολούμενοι στην τουριστική οικονομία ανήλθαν στις 660.000 (16,5% των απασχολούμενων της χώρας) (Παπανίκος, 2005).

Πριν από τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο, οι αφίξεις τουριστών στην Ελλάδα ήταν μόλις μερικές χιλιάδες. Από τότε μέχρι σήμερα ακολούθησαν έντονα αυξητικό ρυθμό καθώς το 1950 ο συνολικός αριθμός ξένων τουριστών που ήρθαν στην Ελλάδα ήταν 37.464 τουρίστες για να φθάσουν το 1970 στις 1.454.629 (Papadopoulos and Mirza, 1985). Το 2006 οι αφίξεις αλλοδαπών πελατών τουριστών ξεπέρασαν τα 17 εκατομμύρια ([www. statistics.gr](http://www.statistics.gr)).

Κατά την περίοδο 1951-1964 το μεγαλύτερο μέρος των δημόσιων επενδύσεων προοριζόταν για την κατασκευή έργων τουριστικής ανωδομής, με το δημόσιο να κατασκευάζει και να διαχειρίζεται τα ξενοδοχειακά καταλύματα (Κομίλης, 1986). Η πολιτική αυτή άλλαξε κατά την περίοδο 1965-1974 (και συνεχίζεται σήμερα σε γενικές γραμμές η ίδια), κατευθύνοντας τις τουριστικές επενδύσεις κυρίως σε έργα υποδομής. Παράλληλα υπήρξε και μια αλλαγή της επενδυτικής συμπεριφοράς του ιδιωτικού τομέα μέσω της βοήθειας του τραπεζικού συστήματος και των θεσπιζόμενων από το κράτος μέτρων-κινήτρων.

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από πλούσιους τουριστικούς πόρους (φυσικούς και πολιτιστικούς) τόσο στο νησιωτικό όσο και στον ηπειρωτικό χώρο οι οποίοι συμβάλλουν σημαντικά στην ανάπτυξη της. Το μεγάλο μήκος των ακτών της, η μεγάλη ποικιλομορφία της βλάστησης και του τοπίου καθώς και η πολιτιστική της κληρονομιά αποτελούν πόλο έλξης για τους αλλοδαπούς και ημεδαπούς τουρίστες (Κοκκώσης και Τσάρτας 2001, Αραμπατζής 2006, Polyzos and Arabatzis 2006, Arabatzis and Polyzos 2008).

Ο τουρισμός στη νησιωτική κυρίως Ελλάδα παρουσιάζει μεγάλη εποχικότητα. Ειδικά, ο ξένος τουρισμός στα ελληνικά νησιά παρουσιάζει έντονη

συγκέντρωση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Donatos and Zairis 1991, Buhalis 1999). Οι περισσότερες αφίξεις αλλοδαπών τουριστών πραγματοποιούνται τους καλοκαιρινούς μήνες από Μάιο μέχρι Σεπτέμβριο με έντονη κορύφωση τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας οι ειδικές και εναλλακτικές μορφές τουρισμού (χειμερινός τουρισμός, ορεινός τουρισμός, αγροτουρισμός, οικοτουρισμός, ιαματικός τουρισμός κλπ) συμβάλλοντας στην ανάπτυξη αυτών των περιοχών. Αξιοσημείωτη είναι η τουριστική ανάπτυξη της περιοχής του Παρνασσού, όπου ο αυξημένος αριθμός επισκεπτών στο χιονοδρομικό κέντρο για να απολαύσει τις υπηρεσίες του είτε για να επιδοθεί σε κάποιο χειμερινό άθλημα, συντέλεσε στη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων και δημιούργησε νέες θέσεις εργασίας (Christopoulou et. al. 2007).

Το ξενοδοχειακό δυναμικό της χώρας περιλαμβάνει μικρές, μεσαίες όσο και μεγάλες επιχειρήσεις ικανές να προσφέρουν υπηρεσίες στέγασης. Συγκεκριμένα το έτος 2001 τα οικογενειακά ξενοδοχεία με αριθμό μέχρι 20 δωματίων καταλάμβαναν συνολικό ποσοστό των ξενοδοχειακών καταλυμάτων της χώρας της τάξης του 43%, τα μικρά ξενοδοχεία με αριθμό δωματίων από 21 μέχρι 50 καταλάμβαναν 37%, τα μεσαία ξενοδοχεία με αριθμό δωματίων 51 μέχρι 100 καταλάμβαναν ποσοστό της τάξης 13% ενώ τα μεγάλα ξενοδοχεία με αριθμό δωματίων μεγαλύτερο των 100 δωματίων καταλάμβαναν το υπόλοιπο 7%. Τα μεγάλα και μεσαία ξενοδοχεία απασχολούν και το μεγαλύτερο αριθμό υπαλλήλων, λόγω κυρίως των πολλών και εξειδικευμένων υπηρεσιών που προσφέρουν (Bastakis et. al. 2004).

Σκοπός της εργασίας είναι η ανάπτυξη της τυπολογίας των νομών της Ελλάδας με βάση τους μέσους όρους παραμέτρων τουριστικής ανάπτυξης (τουριστική κίνηση και ξενοδοχειακό δυναμικό) για μια μεγάλη χρονική περίοδο (1975-2006).

Μεθοδολογία έρευνας

Για τη διεξαγωγή της έρευνας τα στοιχεία συγκεντρώθηκαν από τη Γενική Γραμματεία Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδας, στα τεύχη της «Στατιστικής Τουρισμού» (Ε.Σ.Υ.Ε. 1984, Ε.Σ.Υ.Ε. 1986, Ε.Σ.Υ.Ε. 1988, Ε.Σ.Υ.Ε. 1990, Ε.Σ.Υ.Ε. 1993, Ε.Σ.Υ.Ε. 1996, Ε.Σ.Υ.Ε., 1999), από τον Ελληνικό Οργανισμό Τουρισμού (Ε.Ο.Τ., 1984) αλλά και από τις ηλεκτρονικές διευθύνσεις της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδας και της Eurostat (<http://www.eurostat.com/> και <http://www.statistics.gr/>).

Συγκεκριμένα, συγκεντρώθηκαν και καταχωρήθηκαν σε ειδικά διαμορφωμένες φόρμες στο λογισμικό Microsoft Excel στοιχεία της τουριστικής κίνησης και του ξενοδοχειακού δυναμικού στην Ελλάδα για χρονική περίοδο 32 ετών (1975-2006), τα οποία και θα αποτελέσουν τις εξεταζόμενες παραμέτρους τουριστικής ανάπτυξης της Ελλάδας. Αναλυτικότερα, τα στοιχεία-παράμετροι τουριστικής ανάπτυξης που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα είναι:

- α) Αφίξεις αλλοδαπών πελατών στα πάσης φύσεως ξενοδοχειακά καταλύματα κατά νομό.
- β) Αφίξεις ημεδαπών πελατών στα πάσης φύσεως ξενοδοχειακά καταλύματα κατά νομό.
- γ) Διανυκτερεύσεις αλλοδαπών πελατών στα πάσης φύσεως ξενοδοχειακά καταλύματα κατά νομό.
- δ) Διανυκτερεύσεις ημεδαπών πελατών στα πάσης φύσεως ξενοδοχειακά καταλύματα κατά νομό.
- ε) Ξενοδοχειακές μονάδες κατά νομό.
- στ) Ξενοδοχειακές κλίνες κατά νομό.

Για την καταγραφή της τουριστικής κίνησης και του ξενοδοχειακού δυναμικού κατά νομό για την περίοδο 1975-2006 γίνεται χρήση του μέσου όρου που προκύπτει από την πρόσθεση των αντίστοιχων στοιχείων για κάθε παράμετρο κατά νομό για όλα τα έτη από το 1975 μέχρι το 2006, διαιρούμενο με τον αριθμό των εξεταζόμενων ετών (32 έτη).

Για την ανάπτυξη της τυπολογίας των νομών με βάση τις παραμέτρους της τουριστικής ανάπτυξης εφαρμόστηκε η Ιεραρχική Ανάλυση Συστάδων. Ο σχηματισμός των συστάδων έγινε με βάση το κριτήριο του Ward, ενώ το τετράγωνο της ευκλείδειας απόστασης χρησιμοποιήθηκε ως μέτρο (αν)ομοιότητας των νομών (Hair et al. 1995, Sharma 1996, Σιάρδος 2006). Οι μεταβλητές (παράμετροι) πριν την είσοδό τους στην ανάλυση μετασχηματίστηκαν σε z-scores.

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά SPSS ver 11.5 και Microsoft Excel. Η σταθερότητα των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης, σε σχέση με τη σειρά εισόδου των νομών στην ανάλυση, ελέγχθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού PermuCLUSTER ver.1.0 (Spraans and Van der Kloot, 2004). Οι μέθοδοι Ιεραρχικής Ανάλυσης σε Συστάδες όπως αυτές υλοποιούνται μέσω των σύγχρονων λογισμικών στατιστικής επεξεργασίας δε λαμβάνουν υπόψη το γεγονός ότι είναι δυνατό να παραχθούν διαφορετικά αποτελέσματα αν οι γραμμές και οι στήλες του πίνακα αποστάσεων που αναλύεται υποστούν αντιμετάθεση (Van der Kloot

et al. 2003). Αυτό το μειονέκτημα δεν είναι ευρέως γνωστό και οι αρνητικές του συνέπειες είναι δυνατό να εμφανιστούν όταν στον πίνακα αποστάσεων υπάρχουν ισοπαλίες (*ties*).

Αποτελέσματα

Όσον αφορά στις αφίξεις αλλοδαπών πελατών παρατηρούμε ότι οι νομοί Γρεβενών και Ευρυτανίας βρίσκονται στις τελευταίες θέσεις με μέσο ετήσιο αριθμό αφίξεων αλλοδαπών πελατών μικρότερο των 500 ατόμων. Στη συνέχεια ακολουθούν μη παραθαλάσσιοι νομοί όπως είναι οι νομοί Καρδίτσας, Δράμας, Πέλλας, Φλώρινας με χαμηλές τιμές μέσου όρου αφίξεων αλλοδαπών πελατών. Καθώς αυξάνεται ο μέσος όρος αφίξεων αλλοδαπών πελατών ακολουθούν διάφοροι νομοί από όλες τις περιφέρειες της χώρας.

Ενδεικτικά, εντύπωση προκαλούν οι μικροί νησιωτικοί νομοί με σχετικά αυξημένο αριθμό αφίξεων αλλοδαπών πελατών, όπως είναι οι νομοί Κεφαλληνίας, Λέσβου, Σάμου και Ζακύνθου με τους δύο τελευταίους να έχουν ετησίως 58.478 και 81.196 αφίξεις αλλοδαπών πελατών αντίστοιχα. Στους νομούς με αρκετά αυξημένο μέσο όρο αλλοδαπών πελατών συγκαταλέγονται οι νομοί Αργολίδας, Θεσσαλονίκης και Κέρκυρας με τους δύο τελευταίους να ξεπερνούν τις 263.976 και τις 326.082 αφίξεις αλλοδαπών πελατών ετησίως.

Οι τρεις νομοί με τον υψηλότερο μέσο όρο αφίξεων αλλοδαπών πελατών είναι ο νομός Ηρακλείου με πάνω από 500.000 αφίξεις, ο νομός Δωδεκανήσου με αριθμό αφίξεων μεγαλύτερο από 1.000.000, ενώ ο νομός Αττικής κατέχει την πρώτη θέση με 1.908.573 αφίξεις αλλοδαπών πελατών (Πίνακας I).

Πίνακας I. Παρουσίαση του Μέσου Όρου (MO) αφίξεων αλλοδαπών πελατών (με αύξουσα σειρά) για την περίοδο 1975-2006 για τους νομούς της χώρας.

Table I. Average of arrivals of foreign clients (in increasing rate) in the prefectures of Greece for the period 1975-2006.

Νομοί	MO	Τυπ. Αποκλ	Ελάχιστο	Μέγιστο	Σύνολο
Γρεβενών	350,81	209,99	61	1.197	11.226
Ευρυτανίας	437,78	327,03	9	1.322	14.009
Καρδίτσας	1.219,38	346,79	756	2.060	39.020
Δράμας	1.665,75	617,26	819	3.196	53.304
Πέλλας	2.476,47	543,85	1.323	3.763	79.247

Φλώρινας	3.346,66	700,38	1.949	4.982	107.093
Άρτας	3.358,13	1.645,76	1.212	6.390	107.460
Ξάνθης	3.405,34	1.296,25	1.226	6.160	108.971
Κοζάνης	3.489,69	712,07	2.373	5.564	111.670
Ημαθίας	3.691,72	1.170,82	1.477	5.483	118.135
Κιλκίς	4.182,00	2.655,55	722	8.512	133.824
Σερρών	4.494,22	2.491,53	1.409	9.524	143.815
Ροδόπης	6.548,41	2.489,92	3.450	12.288	209.549
Καστοριάς	8.476,97	4.048,20	3.463	15.776	271.263
Χίου	8.750,06	3.327,97	3.547	14.839	280.002
Αρκαδίας	10.654,81	5.044,72	5.535	24.254	340.954
Λευκάδας	11.650,03	7.191,63	215	23.489	372.801
Αττωλοκαρνανίας	12.185,13	3.782,57	5.398	20.500	389.924
Βοιωτίας	17.162,16	4.194,98	8.124	25.999	549.189
Λάρισα	18.360,88	7.744,13	9.377	33.822	587.548
Θεσπρωτίας	22.025,88	6.660,60	6.875	31.020	704.828
Έβρου	22.487,50	10.624,99	9.521	41.060	719.600
Πρέβεζας	25.142,53	6.253,81	8.264	36.905	804.561
Φθιώτιδας	26.305,50	13.868,82	9.649	52.105	841.776
Κεφαλληνίας	28.477,81	17.521,07	2.826	64.103	911.290
Λέσβου	30.445,13	18.705,93	5.990	62.873	974.244
Ιωαννίνων	31.815,56	7.354,44	16.176	45.820	1.018.098
Εύβοιας	41.954,34	9.221,02	16.884	56.107	1.342.539
Μεσσηνίας	46.531,41	11.279,82	27.513	67.130	1.489.005
Λακωνίας	56.584,31	8.664,97	29.675	71.831	1.810.698
Σάμου	58.478,44	29.519,66	5.411	104.776	1.871.310
Περίας	64.624,66	14.507,77	32.534	98.031	2.067.989
Μαγνησίας	65.080,34	12.609,77	35.034	89.577	2.082.571
Καβάλας	70.523,63	9.037,24	46.544	82.617	2.256.756
Ζακύνθου	81.196,06	85.792,63	2.850	230.179	2.598.274
Κορίνθου	81.756,06	15.709,78	48.554	116.401	2.616.194
Αχαΐας	91.509,94	22.415,23	57.736	136.287	2.928.318
Τρικάλων	101.923,03	19.804,85	55.204	136.637	3.261.537
Χαλκιδικής	135.541,63	63.163,36	27.720	305.580	4.337.332
Ρεθύμνου	151.799,25	64.152,17	22.058	249.134	4.857.576
Φωκίδας	159.637,91	44.832,61	83.554	239.754	5.108.413
Κυκλάδων	162.903,50	58.351,19	46.506	272.987	5.212.912
Χανίων	166.810,31	94.191,12	37.870	347.544	5.337.930
Ηλείας	181.706,28	31.802,15	105.047	247.074	5.814.601
Λασιθίου	194.824,41	49.105,79	65.424	281.724	6.234.381
Αργολίδας	202.780,09	69.257,51	88.783	327.587	6.488.963

Θεσσαλονίκης	263.976,75	66.999,37	179.578	412.430	8.447.256
Κέρκυρας	326.082,59	65.096,19	164.933	456.233	10.434.643
Ηρακλείου	519.237,47	152.856,34	137.474	753.322	16.615.599
Δωδεκανήσου	1.007.169,88	357.305,46	321.232	1.626.652	32.229.436
Αττικής	1.908.573,56	265.326,09	1.375.174	2.422.165	61.074.354

Όσον αφορά στις αφίξεις ημεδαπών πελατών παρατηρούμε ότι οι δύο ηπειρωτικοί νομοί Κιλκίς και Γρεβενών βρίσκονται στις τελευταίες θέσεις με μέσο ετήσιο αριθμό αφίξεων ημεδαπών πελατών μικρότερο των 10.000 ατόμων.

Στη συνέχεια ακολουθούν οι μικροί νησιωτικοί νομοί της Λευκάδας, της Σάμου και της Χίου με χαμηλές τιμές μέσου όρου αφίξεων ημεδαπών πελατών. Καθώς όμως αυξάνεται ο μέσος όρος αφίξεων ημεδαπών πελατών ακολουθούν διάφοροι νομοί από όλες τις περιφέρειες της χώρας και ειδικότερα από την Μακεδονία όπως οι νομοί Πέλλας, Δράμας, Ημαθίας, Σερρών, Φλώρινας, Καστοριάς, Κοζάνης και Πιερίας.

Παραθαλάσσιοι και νησιωτικοί νομοί με σχετικά αυξημένο αριθμό αφίξεων ημεδαπών πελατών είναι οι νομοί Χαλκιδικής, Κέρκυρας, Ηρακλείου, Μεσσηνίας. Οι αφίξεις ημεδαπών πελατών στους παραπάνω νομούς ξεπερνούν ετησίως τις 90.296, 92.225, 92.672 και 95.591 αντίστοιχα. Αν και ακολουθούν αρκετοί νομοί με αρκετά αυξημένο μέσο όρο αφίξεων ημεδαπών πελατών, ωστόσο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι πέντε πρώτοι νομοί, καθώς σε αυτούς βρίσκονται τα μεγαλύτερα αστικά κέντρα της Ελλάδας. Ειδικότερα, οι νομοί με τον υψηλότερο μέσο όρο αφίξεων ημεδαπών πελατών είναι οι νομοί Αχαΐας, Ιωαννίνων, Μαγνησίας, Θεσσαλονίκης και Αττικής. Έτσι στο νομό Θεσσαλονίκης πραγματοποιήθηκαν κατά μέσο όρο περίπου 468.108 αφίξεις ημεδαπών πελατών, ενώ στο νομό Αττικής ο αντίστοιχος μέσος όρος ήταν μεγαλύτερος του 1 εκατομμυρίου κατέχοντας την πρώτη θέση με 1.036.413 αφίξεις αλλοδαπών πελατών κάθε χρόνο (Πίνακας II).

Πίνακας II. Παρουσίαση του Μέσου Όρου (ΜΟ) αφίξεων ημεδαπών πελατών (με αύξουσα σειρά) για την περίοδο 1975-2006 για τους νομούς της χώρας.

Table II. Average of arrivals of domestic clients (in increasing rate) in the prefectures of Greece for the period 1975-2006.

Νομοί	ΜΟ	Τυπ. Αποκ	Ελάχιστο	Μέγιστο	Σύνολο
Κιλκίς	6.990,34	2.217,93	2.647	10.389	223.691
Γρεβενών	8.522,78	4.926,04	4.257	19.313	272.729

Λευκάδας	21.962,53	10.683,23	3.207	42.575	702.801
Σάμου	21.980,88	10.467,29	9.518	38.935	703.388
Χίου	22.827,09	10.947,96	9.065	53.952	730.467
Ρεθύμνου	23.326,56	8.241,02	12.741	45.454	746.450
Πέλλας	23.581,75	4.819,69	16.836	35.811	754.616
Θεσπρωτίας	23.708,34	5.129,11	7.579	34.593	758.667
Δράμας	25.164,22	5.771,27	16.984	37.831	805.255
Ευρυτανίας	27.809,31	12.663,21	9.127	46.253	889.898
Άρτας	28.635,53	6.760,27	18.882	42.084	916.337
Κεφαλληνίας	29.864,69	12.279,84	13.739	52.334	955.670
Βοιωτίας	33.009,38	4.807,68	19.779	41.559	1.056.300
Λασιθίου	35.336,53	6.870,20	24.395	52.386	1.130.769
Ζακύνθου	37.211,44	13.906,53	19.772	67.202	1.190.766
Καρδίτσας	37.864,47	13.024,79	23.589	64.065	1.211.663
Ημαθίας	38.789,81	9.261,81	24.637	56.208	1.241.274
Σερρών	39.010,16	5.095,98	32.648	51.666	1.248.325
Φλώρινας	39.894,22	11.298,56	20.069	66.077	1.276.615
Ξάνθης	40.403,31	18.046,27	14.079	75.930	1.292.906
Πρέβεζας	44.117,72	12.795,06	22.152	65.541	1.411.767
Λέσβου	45.408,97	21.994,14	22.351	80.517	1.453.087
Καστοριάς	51.505,53	9.719,97	35.991	70.917	1.648.177
Ροδόπης	52.122,56	12.474,60	23.068	81.360	1.667.922
Κοζάνης	53.797,34	6.977,06	44.373	67.248	1.721.515
Φωκίδας	55.436,56	8.290,95	41.525	74.207	1.773.970
Περίας	57.171,81	9.736,68	37.675	82.808	1.829.498
Αρκαδίας	64.730,50	4.784,53	56.464	74.804	2.071.376
Τρικόλων	65.326,38	19.768,93	39.722	112.476	2.090.444
Χανίων	71.039,38	22.750,56	45.601	117.458	2.273.260
Ηλείας	80.768,31	14.962,00	57.055	107.688	2.584.586
Λακωνίας	83.114,56	16.883,10	60.045	107.427	2.659.666
Φθιώτιδας	83.817,00	7.376,44	69.469	97.935	2.682.144
Κορίνθου	89.477,34	32.189,31	42.173	169.767	2.863.275
Χαλκιδικής	90.296,25	43.318,29	38.913	205.970	2.889.480
Κέρκυρας	92.225,00	15.577,45	66.148	123.734	2.951.200
Ηρακλείου	92.672,22	10.079,62	72.352	115.272	2.965.511
Μεσσηνίας	95.591,88	33.327,82	45.497	159.354	3.058.940
Λάρισας	101.989,06	13.069,56	83.393	130.352	3.263.650
Αιτωλοακαρνανίας	103.849,75	13.466,31	85.215	128.945	3.323.192
Εύβοιας	113.959,84	15.699,30	96.970	146.425	3.646.715
Αργολίδας	114.562,69	19.320,35	73.802	152.528	3.666.006
Κυκλάδων	122.040,06	53.589,68	56.414	226.463	3.905.282

Καβάλας	123.946,81	17.304,91	82.666	159.885	3.966.298
Έβρου	124.106,69	20.204,89	88.422	160.045	3.971.414
Δωδεκανήσου	142.933,31	57.855,48	51.746	225.531	4.573.866
Αχαΐας	168.183,44	18.949,66	139.737	231.501	5.381.870
Ιωαννίνων	177.076,03	21.276,95	146.551	232.957	5.666.433
Μαγνησίας	202.888,25	46.968,42	143.865	291.710	6.492.424
Θεσσαλονίκης	468.108,34	59.536,54	368.479	620.708	14.979.467
Αττικής	1.036.413,69	88.069,46	902.952	1.214.603	33.165.238

Σχετικά με τις διανυκτερεύσεις αλλοδαπών πελατών παρατηρούμε ότι οι νομοί Γρεβενών, Ευρυτανίας και Καρδίτσας βρίσκονται στις τελευταίες θέσεις. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι οι ίδιοι νομοί καταλαμβάνουν τις αντίστοιχες θέσεις και στις αφίξεις αλλοδαπών πελατών. Στη συνέχεια ακολουθούν ηπειρωτικοί νομοί, όπως είναι οι νομοί Άρτας, Φλώρινας, Δράμας, Πέλλας, Κιλκίς, Ξάνθης, Σερρών, Κοζάνης, Ημαθίας και Καστοριάς με χαμηλές τιμές μέσου όρου διανυκτερεύσεων αλλοδαπών πελατών παρατηρώντας ότι οι περισσότεροι νομοί είναι από την Μακεδονία. Καθώς όμως αυξάνεται ο μέσος όρος διανυκτερεύσεων αλλοδαπών πελατών ακολουθούν διάφοροι νομοί και από τις υπόλοιπες περιφέρειες της χώρας. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι όλοι οι νομοί που έχουν μέσο όρο διανυκτερεύσεων πάνω από τις 100 χιλιάδες (με εξαίρεση το νομό Τρικάλων) είναι όλοι παραθαλάσσιοι και νησιωτικοί νομοί.

Σημαντικοί τουριστικοί νομοί παρουσιάζουν αυξημένο αριθμό διανυκτερεύσεων αλλοδαπών πελατών, όπως είναι οι νομοί Κυκλάδων, Ζακύνθου, Χανίων, Χαλκιδικής, Ρεθύμνου και Λασιθίου. Στους νομούς με αρκετά αυξημένο μέσο όρο διανυκτερεύσεων αλλοδαπών πελατών συγκαταλέγονται οι νομοί Κέρκυρας και Ηρακλείου με τους δύο τελευταίους να ξεπερνούν τις 2.953.308 και 4.144.428 διανυκτερεύσεις αλλοδαπών πελατών ετησίως. Οι δύο νομοί με τον υψηλότερο μέσο όρο διανυκτερεύσεων αλλοδαπών πελατών, όπως και αφίξεων αλλοδαπών πελατών παραμένουν οι νομοί Δωδεκανήσου και Αττικής όμως με αντίστροφη σειρά αυτήν τη φορά. Ο μέσος αριθμός διανυκτερεύσεων αλλοδαπών πελατών στο νομό Δωδεκανήσου ξεπερνά τις 9.717.399 και του νομού Αττικής τις 5.544.767 διανυκτερεύσεις (Πίνακας III).

Πίνακας III. Παρουσίαση του Μέσου Όρου (ΜΟ) διανυκτερεύσεων αλλοδαπών πελατών (με αύξουσα σειρά) για την περίοδο 1975-2006 για τους νομούς της χώρας.

Table III. Average of overnight stays of foreign clients (in increasing rate) in the prefectures of Greece for the period 1975-2006.

Νομοί	ΜΟ	Τυπ. Αποκ	Ελάχιστο	Μέγιστο	Σύνολο
Γρεβενών	755,66	602,00	159	2.801	24.181
Ευρυτανίας	1.130,72	1.017,76	13	4.124	36.183
Καρδίτσας	2.754,88	831,22	1.192	4.345	88.156
Άρτας	5.406,09	1.907,82	1.992	9.415	172.995
Φλώρινας	5.539,72	1.854,76	3.210	11.344	177.271
Δράμας	5.972,06	2.611,65	2.628	14.023	191.106
Πέλλας	6.108,78	1.469,27	3.535	9.856	195.481
Κιλκίς	6.480,03	1.917,86	1.800	9.713	207.361
Ξάνθης	8.506,06	4.107,92	1.868	16.337	272.194
Σερρών	9.266,38	4.780,37	2.220	20.584	296.524
Κοζάνης	10.371,88	3.155,59	4.545	17.964	331.900
Ημαθίας	10.383,38	3.683,36	3.704	20.172	332.268
Καστοριάς	15.579,25	6.984,08	7.176	32.904	498.536
Ροδόπης	18.220,91	6.072,03	6.371	31.537	583.069
Αρκαδίας	18.487,41	6.162,49	10.325	36.641	591.597
Αιτωλοακαρνανίας	26.216,47	12.766,88	7.719	63.571	838.927
Βοιωτίας	27.742,81	6.056,81	13.251	45.053	887.770
Λάρισας	40.011,13	10.606,33	28.000	88.004	1.280.356
Έβρου	44.524,34	16.050,81	21.261	80.605	1.424.779
Ιωαννίνων	52.409,03	12.116,77	23.165	73.997	1.677.089
Θεσπρωτίας	54.958,06	23.175,30	16.502	90.281	1.758.658
Χίου	58.277,91	31.671,37	16.191	115.542	1.864.893
Λευκάδας	67.015,53	46.450,63	475	146.249	2.144.497
Λακωνίας	91.858,50	19.586,67	42.912	129.461	2.939.472
Φθιώτιδας	109.898,34	61.353,87	28.328	223.701	3.516.747
Τρικάλων	111.505,84	22.381,99	61.075	151.868	3.568.187
Πρέβεζας	125.811,03	35.458,41	27.205	185.966	4.025.953
Μεσσηνίας	151.152,50	63.715,74	74.983	310.597	4.836.880
Φοκίδας	211.286,91	60.715,51	104.139	315.160	6.761.181
Κεφαλληνίας	226.124,13	136.582,37	13.463	518.214	7.235.972
Λέσβου	254.283,06	164.218,77	41.837	518.942	8.137.058
Αχαΐας	313.726,56	66.456,09	210.037	459.412	10.039.250
Εύβοιας	324.204,63	74.309,94	116.832	439.414	10.374.548

Καβάλας	327.797,75	101.925,10	132.721	489.660	10.489.528
Πιερίας	332.223,59	89.539,50	159.228	478.543	10.631.155
Ηλείας	349.404,56	54.199,91	176.266	434.307	11.180.946
Μαγνησίας	366.884,06	106.971,08	159.464	535.408	11.740.290
Κορίνθου	405.824,53	82.077,80	264.985	566.461	12.986.385
Σάμου	478.039,13	260.324,99	19.013	867.910	15.297.252
Θεσσαλονίκης	613.371,47	158.473,97	407.618	891.647	19.627.887
Αργολίδας	628.153,06	239.526,34	267.977	1.040.792	20.100.898
Κυκλάδων	696.291,88	223.144,10	202.754	1.091.357	22.281.340
Ζακύνθου	713.528,00	728.182,63	17.735	2.016.985	22.832.896
Χανίων	1.078.765,50	798.386,71	117.875	2.628.341	34.520.496
Χαλκιδικής	1.269.428,41	534.760,48	256.735	2.476.884	40.621.709
Ρεθύμνου	1.371.466,78	688.153,47	84.021	2.299.058	43.886.937
Λασιθίου	1.500.895,16	391.359,54	478.549	2.022.871	48.028.645
Κέρκυρας	2.953.308,47	585.366,56	1.517.718	3.895.381	94.505.871
Ηρακλείου	4.144.428,63	1.361.051,75	866.817	5.961.391	132.621.716
Αττικής	5.544.767,63	1.335.725,21	3.442.242	8.194.280	177.432.564
Δωδεκανήσου	9.717.399,22	3.210.673,53	3.068.917	15.235.847	310.956.775

Για τις διανυκτερεύσεις ημεδαπών πελατών παρατηρούμε ότι όπως και στο μέσο όρο αφίξεων ημεδαπών πελατών, οι νομοί Κιλκίς και Γρεβενών βρίσκονται στις τελευταίες θέσεις με μέσο ετήσιο αριθμό διανυκτερεύσεων ημεδαπών πελατών μικρότερο κατά πολύ των 20.000 ατόμων.

Στη συνέχεια ακολουθούν νομοί της ηπειρωτικής Ελλάδας όπως είναι της Θεσπρωτίας, της Άρτας, της Δράμας και της Πέλλας με χαμηλές τιμές μέσου όρου διανυκτερεύσεων ημεδαπών πελατών. Καθώς όμως αυξάνεται ο μέσος όρος διανυκτερεύσεων ημεδαπών πελατών ακολουθούν διάφοροι νομοί από όλες τις περιφέρειες της χώρας.

Μικροί νησιωτικοί νομοί με σχετικά αυξημένο αριθμό διανυκτερεύσεων ημεδαπών πελατών, όπως είναι οι νομοί Σάμου, Κεφαλληνίας, Ζακύνθου και Λέσβου. Οι νομοί αυτοί δέχονται ετησίως 99.458, 99.710, 132.635 και 149.277 διανυκτερεύσεις ημεδαπών πελατών αντίστοιχα.

Αν και ακολουθούν αρκετοί νομοί με αρκετά αυξημένο μέσο όρο διανυκτερεύσεων ημεδαπών πελατών, ωστόσο στους νομούς Φθιώτιδας, Ιωαννίνων, Καβάλας, Αχαΐας, Χαλκιδικής, Κυκλάδων και Κέρκυρας οι ετήσιες διανυκτερεύσεις ημεδαπών πελατών κατά μέσο όρο ξεπερνούν τις 300 χιλιάδες, ενώ στους νομούς Εύβοιας και Μαγνησίας ξεπερνούν τις 400 χιλιάδες. Στη συνέχεια ακολουθούν οι νομοί με τους υψηλότερους μέσους όρους διανυκτερεύσεων ημεδαπών πελατών, της Δωδεκανήσου, της Θεσσαλονί-

κης και της Αττικής με πάνω από 611.918, 972.640 και 2.454.012 διανυκτερεύσεις αντίστοιχα (Πίνακας IV).

Πίνακας IV. Παρουσίαση του Μέσου Όρου (ΜΟ) διανυκτερεύσεων ημεδαπών πελατών (με αύξουσα σειρά) για την περίοδο 1975-2006 για τους νομούς της χώρας.

Table IV. Average of overnight stays of domestic clients (in increasing rate) in the prefectures of Greece for the period 1975-2006.

ΝΟΜΟΙ	ΜΟ	Τυπ. Απ	Ελάχιστο	Μέγιστο	Σύνολο
Κιλκίς	15.181,06	4.211,66	7.189	24.631	485.794
Γρεβενών	16.404,94	9.953,40	6.499	37.442	524.958
Θεσπρωτίας	42.791,25	13.953,00	17.389	100.297	1.369.320
Άρτας	55.341,66	7.827,32	40.795	75.355	1.770.933
Δράμας	56.072,69	7.225,96	43.191	70.783	1.794.326
Πέλλας	57.627,19	7.143,39	42.690	69.851	1.844.070
Λευκάδας	64.355,50	34.393,28	6.677	116.923	2.059.376
Βοιωτίας	65.621,84	11.649,26	47.027	88.639	2.099.899
Ρεθύμνου	68.992,56	31.341,56	28.049	144.646	2.207.762
Χίου	70.465,69	23.449,53	35.846	131.428	2.254.902
Φλώρινας	72.613,72	25.993,45	26.568	118.419	2.323.639
Ημαθίας	75.721,47	13.037,85	53.132	113.004	2.423.087
Ευρυτανίας	77.448,53	30.793,29	26.464	122.529	2.478.353
Σερρών	85.043,75	16.345,01	59.749	120.763	2.721.400
Ξάνθης	92.245,19	16.582,50	65.132	130.745	2.951.846
Φωκίδας	93.058,72	14.388,29	65.636	131.222	2.977.879
Καστοριάς	93.235,75	16.654,53	68.811	129.783	2.983.544
Καρδίτσας	97.504,06	16.413,66	71.281	135.996	3.120.130
Σάμου	99.458,16	53.206,52	37.101	193.214	3.182.661
Κεφαλληνίας	99.710,41	37.706,86	52.747	166.561	3.190.733
Λασιθίου	105.742,66	30.645,04	64.876	176.328	3.383.765
Κοζάνης	110.634,56	11.139,68	89.977	138.733	3.540.306
Τρικάλων	110.778,09	31.005,80	65.498	190.289	3.544.899
Πρέβεζας	110.963,00	34.939,93	54.875	175.895	3.550.816
Ροδόπης	126.602,84	29.043,86	46.845	169.037	4.051.291
Ζακύνθου	132.635,50	46.212,20	68.841	242.403	4.244.336
Αρκαδίας	138.474,19	13.317,67	117.121	180.127	4.431.174
Λέσβου	149.277,19	77.984,16	64.569	284.016	4.776.870
Λακωνίας	160.311,50	40.641,67	106.668	225.255	5.129.968
Ηλείας	189.072,03	35.650,17	132.996	274.005	6.050.305

Περίας	193.084,81	37.034,50	121.371	267.763	6.178.714
Χανίων	201.063,09	77.841,86	117.653	368.406	6.434.019
Αιτωλοακαρνανίας	210.981,69	45.508,96	148.156	287.413	6.751.414
Μεσσηνίας	213.927,44	65.571,78	100.650	335.368	6.845.678
Λάρισας	254.779,09	44.751,19	164.722	340.369	8.152.931
Αργολίδας	255.274,28	49.177,64	147.447	371.016	8.168.777
Κορίνθου	260.831,09	65.786,66	120.740	383.735	8.346.595
Έβρου	264.597,63	60.193,78	161.227	369.112	8.467.124
Ηρακλείου	299.424,88	50.808,29	187.873	392.092	9.581.596
Φθιώτιδας	304.657,13	71.276,57	184.087	415.512	9.749.028
Ιωαννίνων	322.996,16	39.899,67	257.455	423.943	10.335.877
Καβάλας	326.894,59	55.189,75	193.181	432.697	10.460.627
Αχαΐας	343.781,59	31.022,75	285.333	443.727	11.001.011
Χαλκιδικής	351.160,50	141.865,85	165.442	754.560	11.237.136
Κυκλάδων	368.460,88	173.865,79	162.810	864.015	11.790.748
Κέρκυρας	368.868,44	101.609,52	218.504	558.607	11.803.790
Εύβοιας	411.800,53	49.063,64	338.164	501.222	13.177.617
Μαγνησίας	466.814,03	127.116,85	304.124	736.586	14.938.049
Δωδεκανήσου	611.918,75	244.671,08	227.288	967.063	19.581.400
Θεσσαλονίκης	972.640,78	104.207,13	784.266	1.192.130	31.124.505
Αττικής	2.454.012,66	229.954,24	2.094.511	2.903.486	78.528.405

Οι νομοί Γρεβενών, Δράμας και Άρτας βρίσκονται στις τελευταίες θέσεις με μέσο ετήσιο αριθμό ξενοδοχειακών μονάδων για την εξεταζόμενη περίοδο που δεν ξεπερνά τις 10 μονάδες. Στη συνέχεια ακολουθούν ηπειρωτικοί νομοί της χώρας με χαμηλές τιμές μέσου όρου ξενοδοχειακών μονάδων (Ξάνθης, Ροδόπης) και νομοί της Δυτικής Μακεδονίας. Καθώς όμως αυξάνεται ο μέσος όρος ξενοδοχειακών μονάδων ακολουθούν διάφοροι νομοί από όλες τις περιφέρειες της χώρας, αλλά κυρίως από την Θεσσαλία, την Ήπειρο, την Στερεά Ελλάδα και την Πελοπόννησο.

Ενδιαφέρον υπάρχει στους μικρούς νησιωτικούς νομούς της Κεφαλληνίας, της Λέσβου, της Ζακύνθου και της Σάμου που παρουσιάζουν ένα σχετικά αυξημένο αριθμό ξενοδοχειακών μονάδων φτάνοντας τις 69, 87, 122 και 162 μονάδες αντίστοιχα.

Οι νομοί Λασιθίου, Φθιώτιδας, Χαλκιδικής, Χανίων, Μαγνησίας και Κέρκυρας ως παραθαλάσσιοι και νησιωτικοί νομοί με έντονη τουριστική δράση παρουσιάζουν μέσο όρο ξενοδοχειακών μονάδων που κυμαίνεται πάνω από τις 200 μονάδες για κάθε νομό, φτάνοντας μάλιστα για το νομό της Κέρκυρας τις 290 μονάδες. Ωστόσο το ενδιαφέρον παρουσιάζεται στους

νομούς Ηρακλείου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, που ως σημαντικοί τουριστικοί προορισμοί παρουσιάζουν τους μεγαλύτερους μέσους όρους ξενοδοχειακών μονάδων ξεπερνώντας τις 359, 576 και 685 μονάδες αντίστοιχα. Τέλος, ο νομός Αττικής κατέχει την πρώτη θέση στο μέσο όρο που ξεπερνά τις 781 μονάδες για την εξεταζόμενη περίοδο (Πίνακας V).

Πίνακας V. Παρουσίαση του Μέσου Όρου (ΜΟ) ξενοδοχειακών μονάδων (με αύξουσα σειρά) για την περίοδο 1975-2006 για τους νομούς της χώρας.

Table V. Average of hotel units (in increasing rate) in the prefectures of Greece for the period 1975-2006.

Νομοί	ΜΟ	Τυπ. Απ	Ελάχιστο	Μέγιστο	Σύνολο
Γρεβενών	9,03	3,33	5	20	289
Δράμας	9,53	2,09	7	15	305
Άρτας	9,66	2,12	6	14	309
Κιλκίς	10,50	1,90	6	13	336
Ξάνθης	12,13	1,34	10	15	388
Ροδόπης	13,88	3,66	9	21	444
Φλώρινας	13,88	4,81	9	26	444
Σερρών	15,25	4,62	10	33	488
Ημαθίας	15,28	4,30	12	29	489
Καρδίτσας	16,59	6,48	10	33	531
Καστοριάς	17,34	4,83	13	30	555
Κοζάνης	20,47	2,79	15	27	655
Πέλλας	20,63	10,59	10	52	660
Ευρυτανίας	20,69	3,59	15	28	662
Βοιωτίας	24,44	2,01	20	29	782
Χίου	27,31	13,01	11	49	874
Θεσπρωτίας	30,16	10,08	14	54	965
Λευκάδας	34,00	27,27	4	88	1.088
Τρικάλων	39,81	14,28	24	70	1.274
Λάρισας	40,16	2,22	37	46	1.285
Έβρου	43,44	8,68	29	64	1.390
Πρέβεζας	43,84	17,36	19	78	1.403
Αρκαδίας	53,66	7,14	42	75	1.717
Αιτωλοακαρνανίας	54,75	6,09	38	65	1.752
Φωκίδας	57,97	9,84	39	72	1.855
Λακωνίας	63,84	15,07	38	93	2.043
Ιωαννίνων	65,53	26,05	38	137	2.097
Κεφαλληνίας	69,53	34,00	28	134	2.225

Ηλείας	76,66	7,80	49	86	2.453
Αχαΐας	86,31	8,19	64	102	2.762
Λέσβου	87,53	40,57	33	139	2.801
Μεσσηνίας	87,81	17,13	54	117	2.810
Θεσσαλονίκης	93,72	13,62	79	128	2.999
Κορίνθου	116,59	6,26	104	126	3.731
Ζακύνθου	122,28	62,54	22	258	3.913
Αργολίδας	130,44	13,80	77	142	4.174
Καβάλας	155,59	59,77	39	237	4.979
Σάμου	162,34	77,15	17	252	5.195
Ρεθύμνου	169,25	89,26	19	295	5.416
Περίας	193,59	97,41	21	365	6.195
Εύβοιας	195,69	29,56	92	227	6.262
Λασιθίου	206,50	82,37	34	301	6.608
Φθιώτιδας	213,06	33,05	95	246	6.818
Χαλκιδικής	222,66	169,53	37	525	7.125
Χανίων	226,28	148,02	28	484	7.241
Μαγνησίας	269,63	117,99	57	410	8.628
Κέρκυρας	290,53	115,89	71	415	9.297
Ηρακλείου	359,75	156,25	53	517	11.512
Κυκλάδων	576,94	260,45	89	928	18.462
Δωδεκανήσου	685,16	302,84	171	1006	21.925
Αττικής	781,53	62,58	651	860	25.009

Με βάση το μέσο όρο των ξενοδοχειακών κλινών ο νομός Γρεβενών έχει το μικρότερο μέσο όρο που με τα βίαια πλησιάζει τις 312 κλίνες. Αξίζει να αναφερθεί ότι ο συγκεκριμένος νομός είχε και το μικρότερο μέσο όρο ξενοδοχειακών μονάδων για την ίδια χρονική περίοδο. Όσο αυξάνεται ο μέσος όρος ξενοδοχειακών κλινών ακολουθούν (με λιγότερες από 1.000 κλίνες) οι νομοί Κιλκίς, Άρτας, Δράμας, Φλώρινας, Ξάνθης, Ημαθίας, Καστοριάς, Ροδόπης, Σερρών, Καρδίτσας και Πέλλας. Αξίζει και εδώ να αναφερθεί ότι όλοι οι προαναφερθέντες νομοί δεν έχουν παραπάνω από 20 ξενοδοχειακές μονάδες.

Καθώς όμως αυξάνεται ο μέσος όρος ξενοδοχειακών κλινών ακολουθούν διάφοροι νομοί από όλες τις περιφέρειες της χώρας, αλλά κυρίως από τη Θεσσαλία, την Ήπειρο, τη Μακεδονία, τη Στερεά Ελλάδα και την Πελοπόννησο. Το ενδιαφέρον εστιάζεται στους μικρούς νησιωτικούς νομούς της Κεφαλληνίας, της Λέσβου, της Σάμου και της Ζακύνθου που παρουσιάζουν έναν σχετικά αυξημένο αριθμό ξενοδοχειακών κλινών φτάνοντας μάλιστα τις 4.196, 4.980, 7.290 και 9.442 κλίνες αντίστοιχα. Οι νομοί Αργολίδας,

Μαγνησίας, Εύβοιας, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, ως παραθαλάσσιοι και νησιωτικοί νομοί με σημαντική τουριστική κίνηση παρουσιάζουν μέσο όρο ξενοδοχειακών κλινών που ξεπερνά τις 10.000 κλίνες για κάθε νομό. Ειδικότερα, οι τρεις νομοί της Κρήτης ξεπερνούν τις 12.915, 13.924 και 14.823 κλίνες αντίστοιχα. Ωστόσο ενδιαφέρον παρουσιάζεται στους νομούς Χαλκιδικής, Κυκλάδων και Κέρκυρας, που ως σημαντικοί τουριστικοί προορισμοί παρουσιάζουν αρκετά μεγάλους μέσους όρους ξενοδοχειακών κλινών ξεπερνώντας τις 20.000 κλίνες.

Στις τρεις πρώτες θέσεις των νομών με τις περισσότερες ξενοδοχειακές κλίνες για τα έτη 1975-2006 είναι ο νομοί Ηρακλείου, Αττικής και Δωδεκανήσου, με μέσους όρους που ξεπερνούν τις 36.500, 67.109 και 72.938 κλίνες αντίστοιχα (Πίνακας VI).

Πίνακας VI. Παρουσίαση του Μέσου Όρου (ΜΟ) ξενοδοχειακών κλινών(με αύξουσα σειρά) για την περίοδο 1975-2006 για τους νομούς της χώρας.

Table VI. Average of hotel beds (in increasing rate) in the prefectures of Greece for the period 1975-2006.

Νομοί	ΜΟ	Τυπ. Απ	Ελάχιστο	Μέγιστο	Σύνολο
Γρεβενών	311,94	142,05	201	757	9.982
Κιλκίς	321,97	102,93	149	572	10.303
Άρτας	423,50	76,90	332	653	13.552
Δράμας	467,53	92,85	346	721	14.961
Φλώρινας	657,97	192,73	277	944	21.055
Ξάνθης	726,09	223,01	371	1.189	23.235
Ημαθίας	741,47	203,66	484	1.340	23.727
Καστοριάς	784,81	266,18	336	1.394	25.114
Ροδόπης	811,13	280,42	310	1.374	25.956
Σερρών	869,66	243,73	511	1.464	27.829
Καρδίτσας	924,88	264,43	590	1.478	29.596
Πέλλας	930,66	321,33	581	1.932	29.781
Βοιωτίας	1.034,81	123,05	817	1.257	33.114
Ευρυτανίας	1.039,97	317,21	581	1.500	33.279
Κοζάνης	1.089,41	182,02	790	1.462	34.861
Θεσπρωτίας	1.470,03	725,71	425	3.260	47.041
Χίου	1.494,59	685,50	676	2.471	47.827
Λευκάδας	1.741,34	1.389,09	99	4.421	55.723
Αρκαδίας	1.961,09	260,72	1.415	2.525	62.755
Τρικάλων	2.137,75	796,42	1.254	3.651	68.408

Έβρου	2.292,13	715,93	1.025	3.723	73.348
Πρέβεζας	2.539,91	866,35	1.150	3.992	81.277
Αιτωλοακαρνανίας	2.569,06	652,52	1.231	3.380	82.210
Λάρισας	2.575,25	163,53	2.314	3.004	82.408
Λακωνίας	2.718,22	684,54	1.448	3.669	86.983
Φωκίδας	2.849,38	487,14	1.875	3.483	91.180
Ιωαννίνων	2.856,22	973,04	1.782	6.720	91.399
Κεφαλληνίας	4.196,09	2.331,78	1.564	8.760	134.275
Μεσσηνίας	4.333,28	1.505,38	2.057	6.824	138.665
Λέσβου	4.980,19	2.924,87	169	8.561	159.366
Ηλείας	5.150,81	889,57	3.126	7.820	164.826
Αχαΐας	5.869,63	580,08	4.119	6.654	187.828
Σάμου	7.290,81	3.692,37	1.030	11.738	233.306
Καβάλας	7.296,56	2.714,66	2.416	11.193	233.490
Κορίνθου	8.027,75	695,52	6.702	9.164	256.888
Περίας	8.646,19	4.815,63	1.802	17.552	276.678
Φθιώτιδας	8.759,31	1.112,74	4.488	9.802	280.298
Θεσσαλονίκης	9.428,94	1.310,38	7.733	13.310	301.726
Ζακύνθου	9.442,50	7.490,79	950	26.426	302.160
Αργολίδας	10.953,13	1.242,26	7.102	12.149	350.500
Μαγνησίας	11.902,78	5.041,03	3.284	18.708	380.889
Εύβοιας	12.541,28	2.185,56	7.027	15.581	401.321
Χανίων	12.915,56	9.630,79	1.766	33.596	413.298
Ρεθύμνου	13.924,50	9.072,80	590	28.831	445.584
Λασιθίου	14.823,69	6.309,75	3.233	21.660	474.358
Χαλκιδικής	20.443,50	12.754,53	4.373	44.423	654.192
Κυκλάδων	23.480,63	11.883,19	4.358	41.612	751.380
Κέρκυρας	29.252,88	9.850,67	11.160	43.998	936.092
Ηρακλείου	36.500,72	17.128,17	5.867	62.506	1.168.023
Αττικής	67.109,53	4.996,39	53.747	73.168	2.147.505
Δωδεκανήσου	7.2937,97	31.968,24	22.162	120.156	2.334.015

Από το δενδρόγραμμα της ιεραρχικής ταξινόμησης των νομών με βάση τους μέσους όρους των παραμέτρων τουριστικής ανάπτυξης για την εξεταζόμενη περίοδο 1975-2006, παρατηρούμε ότι οι νομοί της χώρας ταξινομούνται σε τρεις συστάδες-ομάδες νομών (Διάγραμμα 1).

Η πρώτη συστάδα (Σ1) περιλαμβάνει 34 νομούς οι περισσότεροι από τους οποίους βρίσκονται στον ηπειρωτικό χώρο και πιο συγκεκριμένα στη Θράκη (νομοί Έβρου, Ροδόπης και Ξάνθης), στη Μακεδονία (νομοί Ημαθίας, Φλώρινας, Σερρών, Κοζάνης, Καστοριάς, Κιλκίς, Γρεβενών, Δράμας,

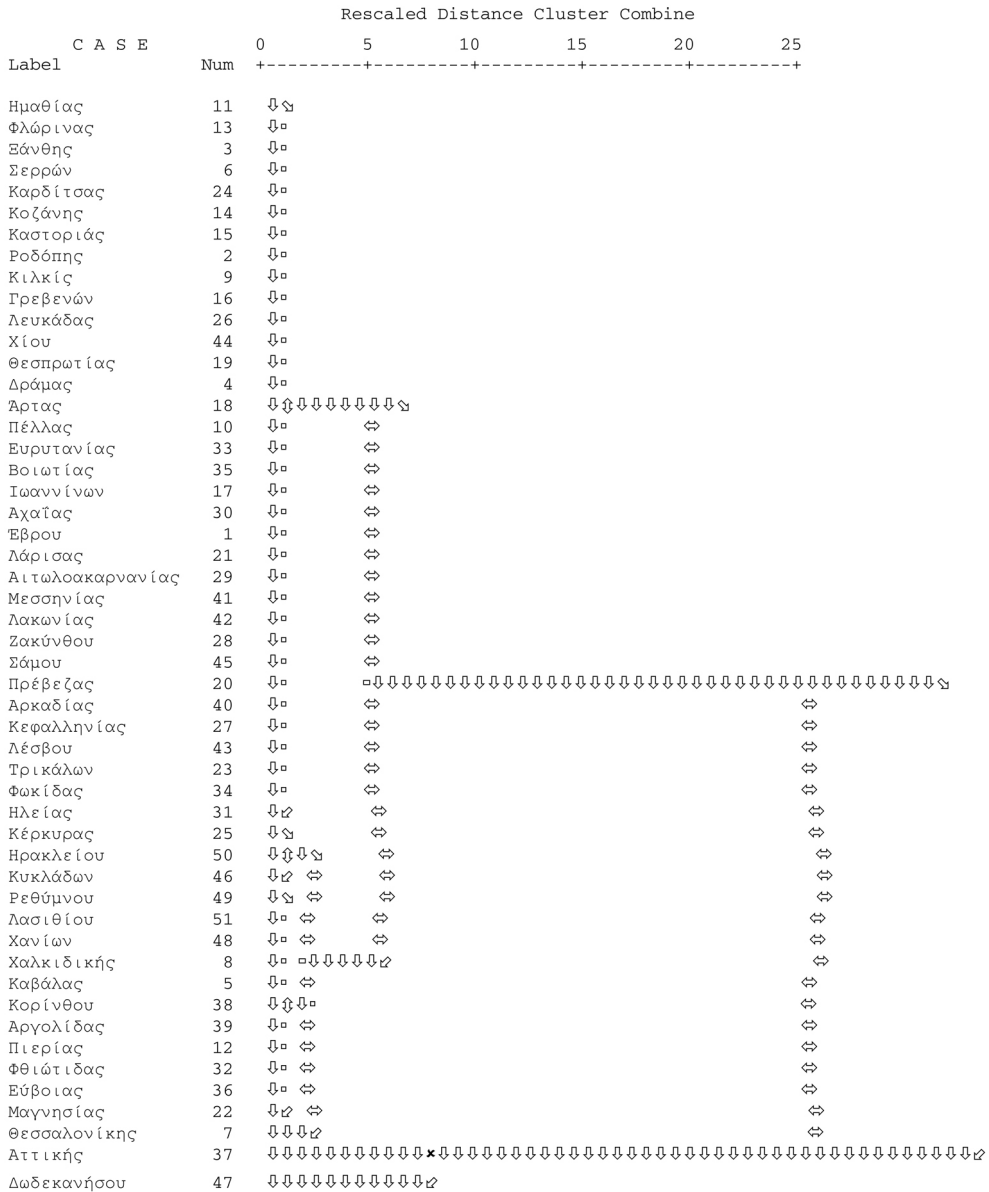
Πέλλας), στη Θεσσαλία (νομοί Καρδίτσας, Λάρισας και Τρικάλων), στην Ήπειρο (νομοί Θεσπρωτίας, Άρτας, Ιωαννίνων και Πρέβεζας), τους περισσότερους νομούς της Πελοποννήσου (Αχαΐας, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αρκαδίας και Ηλείας), τους νομούς του Βορείου Αιγαίου, (Χίου, Σάμου και Λέσβου), τους νομούς των Ιονίων Νήσων, (Λευκάδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας) αλλά και τους νομούς Ευρυτανίας, Βοιωτίας, Αιτωλοακαρνανίας και Φωκίδας.

Η δεύτερη συστάδα (Σ2) περιλαμβάνει 15 νομούς, στους οποίους είναι οι τέσσερις νομοί της Κρήτης (Ηρακλείου, Ρεθύμνου, Λασιθίου και Χανίων), οι σημαντικότεροι παραθαλάσσιοι νομοί της Μακεδονίας (Χαλκιδικής, Καβάλας, Πιερίας και Θεσσαλονίκης), οι παραθαλάσσιοι νομοί της Πελοποννήσου (Κορίνθου και Αργολίδας), οι νομοί Εύβοιας και Φθιώτιδας (Στερεά Ελλάδα), αλλά και σημαντικοί τουριστικοί προορισμοί όπως είναι οι νομοί Κέρκυρας, Κυκλάδων και Μαγνησίας. Στην τρίτη συστάδα (Σ3) περιλαμβάνονται μόνο 2 νομοί, οι οποίοι όμως είναι πολύ σημαντικοί τουριστικοί προορισμοί (Αττικής και Δωδεκανήσου).

Από την παρατήρηση του προφίλ των τριών συστάδων των νομών (μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις), ως προς τις εξεταζόμενες παραμέτρους (Πίνακας 7), διαπιστώνεται ότι οι νομοί της πρώτης συστάδας χαρακτηρίζονται ως νομοί με χαμηλή τουριστική ανάπτυξη. Οι νομοί της δεύτερης συστάδας χαρακτηρίζονται ως νομοί μέτριας τουριστικής ανάπτυξης ενώ της τρίτης συστάδας ως νομοί πολύ υψηλής τουριστικής ανάπτυξης. Παρατηρείται, ότι στους νομούς της συστάδας Σ1, ο μέσος όρος αφίξεων αλλοδαπών πελατών (31290,24) είναι πολύ μικρότερος από το μέσο όρο αφίξεων ημεδαπών πελατών (55.128,10), σε αντίθεση με τις άλλες δύο συστάδες όπου οι μέσοι όροι αφίξεων αλλοδαπών πελατών είναι πολύ μεγαλύτεροι των μέσων όρων αφίξεων ημεδαπών πελατών.

Όσον αφορά στις διανυκτερεύσεις αλλοδαπών πελατών παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος της τρίτης συστάδας είναι 70πλάσιος του αντίστοιχου μέσου όρου της πρώτης συστάδας. Επίσης ο μέσος όρος διανυκτερεύσεων ημεδαπών πελατών της τρίτης συστάδας είναι πολύ υψηλότερος (12πλάσιος) από τον αντίστοιχο της πρώτης συστάδας.

Όσον αφορά τις άλλες δύο παραμέτρους (ξενοδοχειακές μονάδες και ξενοδοχειακές κλίνες), παρατηρείται ότι οι νομοί της πρώτης συστάδας παρουσιάζουν χαμηλότερο μέσο όρο ξενοδοχειακών μονάδων ανά νομό με 43 μονάδες και με μέσο όρο ξενοδοχειακών κλινών ανά νομό τις 2.341 κλίνες. Ενώ οι νομοί της δεύτερης συστάδας παρουσιάζουν μέσο όρο ξενοδοχειακών μονάδων ανά νομό τις 228 μονάδες και μέσο όρο ξενοδοχειακών κλινών



Διάγραμμα 1. Δενδρόγραμμα της Ιεραρχικής Ταξινόμησης των νομών με βάση τους Μέσους Όρους των παραμέτρων τουριστικής ανάπτυξης για την περίοδο 1975-2006.

Diagram 1. Hierarchical Cluster Analysis of prefectures according to the average parameters of tourism development during 1975-2006.

ανά νομό τις 15.259 κλίνες. Οι δύο νομοί όμως της τρίτης συστάδας παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα μεγέθη στις δύο αυτές παραμέτρους σε σύγκριση με τους υπόλοιπους νομούς έχοντας μέσο όρο ξενοδοχειακών μονάδων 733 και μέσο όρο ξενοδοχειακών κλινών 70.023.

Πίνακας VII. Προφίλ των τριών συστάδων νομών ως προς τους Μέσους Όρους (MO) των παραμέτρων τουριστικής ανάπτυξης για την περίοδο 1975-2006.

Table VII. Profile of the three clusters of the prefectures with the average parameters of tourist development during 1975-2006.

Συστάδες		Αφίξεις αλλοδαπών πελατών	Αφίξεις ημεδαπών πελατών	Διανυκτερεύσεις αλλοδαπών πελατών	Διανυκτερεύσεις ημεδαπών πελατών	Ξενοδοχειακές μονάδες	Ξενοδοχειακές κλίνες
Σ1	MO	31.290,24	55.128,10	103.612,90	122.638,65	43,42	2.341,30
	TA	44.400,61	40.927,27	158.906,33	80.605,77	35,67	2.144,45
	N	34	34	34	34	34	34
Σ2	MO	164.946,70	118.724,54	1074.862,82	330.380,68	228,01	15.259,83
	TA	129.528,15	105.427,99	1.113.780,25	208.322,19	118,43	8.543,26
	N	15	15	15	15	15	15
Σ3	MO	1.457.871,72	589.673,50	7.631.083,42	1.532.965,70	733,34	70.023,75
	TA	637.388,66	631.786,03	2.950.496,10	1.302.557,09	68,15	4.121,33
	N	2	2	2	2	2	2
Σύνολο	MO	126.545,34	94.795,50	684.469,56	239.046,19	124,77	8.795,08
	TA	302.710,64	152.442,60	1.656.346,65	359.247,80	165,45	14.650,26
	N	51	51	51	51	51	51
R^2		0,846	0,475	0,804	0,610	0,822	0,889
<i>Cophenetic Correlation</i>	0,897						

Με βάση τώρα τις τιμές του R^2 (Πίνακας VII), φαίνεται ότι τη μεγαλύτερη συμβολή στη δημιουργία των τριών συστάδων (δηλαδή, σε εντονότερες διαφοροποιήσεις μεταξύ των τριών συστάδων), έχουν οι παράμετροι ξενοδοχειακές κλίνες ($R^2=0,889$) και οι αφίξεις αλλοδαπών πελατών ($R^2=0,846$), ακολουθούν οι παράμετροι ξενοδοχειακές μονάδες ($R^2=0,822$)

και οι διανυκτερεύσεις αλλοδαπών πελατών ($R^2=0,804$). Οι παράμετροι με τη μικρότερη συμβολή στη δημιουργία των τριών συστάδων είναι οι διανυκτερεύσεις ημεδαπών πελατών ($R^2=0,610$) και οι αφίξεις ημεδαπών πελατών ($R^2=0,475$).

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η τουριστική ανάπτυξη των νομών εξαρτάται περισσότερο από τους αλλοδαπούς και λιγότερο από τους ημεδαπούς τουρίστες, καθώς οι νομοί με την εντονότερη τουριστική ανάπτυξη έχουν περισσότερες αφίξεις και διανυκτερεύσεις αλλοδαπών πελατών από τις αντίστοιχες αφίξεις και διανυκτερεύσεις των ημεδαπών πελατών. Επίσης, οι νομοί της χώρας με τις περισσότερες αφίξεις και διανυκτερεύσεις διαθέτουν και μεγαλύτερη υποδομή, καθώς διαθέτουν και τις περισσότερες ξενοδοχειακές μονάδες και κλίνες.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Από την καταγραφή της τουριστικής ανάπτυξης των νομών της χώρας με βάση τους μέσους όρους των εξεταζόμενων παραμέτρων για την περίοδο από το 1975 μέχρι και το 2006 προκύπτει και η ιεράρχησή τους. Πιο συγκεκριμένα οι νομοί Αττικής, Δωδεκανήσου και Ηρακλείου βρίσκονται στις πρώτες θέσεις των νομών με τις περισσότερες αφίξεις και διανυκτερεύσεις αλλοδαπών πελατών, ενώ οι νομοί Αττικής και Θεσσαλονίκης στους οποίους βρίσκονται τα μεγαλύτερα αστικά κέντρα της χώρας καταλαμβάνουν τις πρώτες θέσεις στους νομούς με τις περισσότερες αφίξεις και διανυκτερεύσεις ημεδαπών πελατών. Ο νομός Αττικής και οι νησιωτικοί νομοί Δωδεκανήσου, Κυκλάδων, Ηρακλείου και Κέρκυρας είναι οι νομοί με τις περισσότερες κατά μέσο όρο ξενοδοχειακές μονάδες και ξενοδοχειακές κλίνες. Η ύπαρξη πλούσιων φυσικών και πολιτιστικών πόρων αλλά και υποδομών (αεροδρόμια, τουριστικά καταλύματα, λιμάνια, καζίνο, αθλοπαιδιές κλπ) έχουν συμβάλει καθοριστικά στη μεγάλη τουριστική ανάπτυξη αυτών των νομών.

Ενώ οι νομοί Γρεβενών και Κιλκίς βρίσκονται στον αντίποδα προσελκύοντας τις λιγότερες συνολικές αφίξεις και διανυκτερεύσεις, με το νομό Γρεβενών μάλιστα να διαθέτει και τις λιγότερες κατά μέσο όρο ξενοδοχειακές μονάδες και κλίνες από κάθε άλλο νομό. Οι νομοί αυτοί ενώ διαθέτουν αξιόλογους ορεινούς φυσικούς πόρους εντούτοις δεν γνωρίζουν αξιόλογη τουριστική ανάπτυξη λόγω του τουριστικού προτύπου που έχει υιοθετηθεί και προταχθεί, του προτύπου δηλαδή του οργανωμένου μαζικού τουρισμού στις παραθαλάσσιες και νησιωτικές περιοχές.

Με βάση την ανάπτυξη της τυπολογίας των νομών της χώρας σε σχέση με τους μέσους όρους των παραμέτρων τουριστικής ανάπτυξης για την εξεταζόμενη περίοδο από 1975 μέχρι 2006 συμπεραίνεται ότι οι νομοί της χώρας ταξινομούνται σε τρεις συστάδες-ομάδες νομών. Η πρώτη συστάδα, περιλαμβάνει 34 νομούς της ηπειρωτικής Ελλάδας που χαρακτηρίζονται ως νομοί με χαμηλή τουριστική ανάπτυξη. Οι νομοί αυτοί δεν διαθέτουν (οι περισσότεροι) σημαντικούς παράκτιους πόρους (παραλίες), ενώ διαθέτουν αξιόλογους ορεινούς φυσικούς πόρους. Η δεύτερη συστάδα, περιλαμβάνει 15 νομούς, οι οποίοι είναι κυρίως παραθαλάσσιοι νομοί και μεταξύ αυτών οι νομοί της Κρήτης, ο νομός Κυκλάδων και ο νομός Κέρκυρας που χαρακτηρίζονται ως νομοί μέτριας τουριστικής ανάπτυξης. Κύριο χαρακτηριστικό αυτής της συστάδας είναι ότι οι νομοί που ανήκουν σε αυτήν διαθέτουν αξιόλογους φυσικούς και πολιτιστικούς πόρους και καλές υποδομές. Η τρίτη συστάδα (νομός Αττικής και νομός Δωδεκανήσου) χαρακτηρίζονται ως νομοί πολύ υψηλής τουριστικής ανάπτυξης. Οι νομοί αυτοί διαθέτουν πλούσιους φυσικούς και πολιτιστικούς πόρους και πολύ καλές υποδομές για την προσέλκυση τουριστών.

Από το προφίλ των τριών συστάδων των νομών διαπιστώνεται ότι μεγαλύτερη συμβολή στη δημιουργία των τριών συστάδων έχουν κατά σειρά οι ξενοδοχειακές κλίνες, οι αφίξεις αλλοδαπών πελατών, οι ξενοδοχειακές μονάδες, οι διανυκτερεύσεις αλλοδαπών πελατών και ακολουθούν οι διανυκτερεύσεις ημεδαπών πελατών και οι αφίξεις ημεδαπών πελατών. Επίσης, η τουριστική ανάπτυξη των νομών εξαρτάται περισσότερο από τους αλλοδαπούς και λιγότερο από τους ημεδαπούς, καθώς και ότι οι νομοί με εντονότερη τουριστική ανάπτυξη έχουν περισσότερες αφίξεις και διανυκτερεύσεις αλλοδαπών πελατών από τις αντίστοιχες αφίξεις και διανυκτερεύσεις των ημεδαπών πελατών. Οι νομοί της τρίτης συστάδας εκτός από τις περισσότερες αφίξεις και διανυκτερεύσεις διαθέτουν και τη μεγαλύτερη υποδομή, καθώς διαθέτουν και τις περισσότερες ξενοδοχειακές μονάδες και κλίνες από τους νομούς των άλλων δύο συστάδων.

Συμπερασματικά, η υιοθέτηση του προτύπου του οργανωμένου μαζικού τουρισμού ως κυρίαρχου μοντέλου τουριστικής ανάπτυξης δεν επέτρεψε επί πολλά χρόνια τη συστηματική και οργανωμένη ανάπτυξη άλλων προτύπων (π.χ ανάπτυξη ειδικών και εναλλακτικών μορφών τουρισμού).

Βιβλιογραφία

Αραμπατζής, Γ. 2006. Πολυκριτήρια αξιολόγηση των νομών της Ελλάδας

με βάση τους φυσικούς και πολιτιστικούς πόρους τουριστικής έλξης. Στο βιβλίο *Τουριστικό Μάνατζμεντ*, Κ. Ζοπουνίδης και Ι. Σίσκος, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα, σελ. 81-102.

- Arabatzis, G. and S. Polyzos. 2008. Contribution of natural and socio-cultural resources in tourism development of mainland Greek prefectures: a typology. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 9(2):446-464.
- Bastakis, C., D. Buhalis and R. Butler. 2004. The perception of small and medium sized tourism accommodation providers on the impacts of the tour operators' power in Eastern Mediterranean. *Tourism Management*, 25: 151-170.
- Buhalis, D. 1999. Tourism on the Greek Islands: Issues of Peripherality, Competitiveness and Development. *International Journal of Tourism Research*, 1: 341-358.
- Christopoulou, O., G. Arabatzis and S. Polyzos. 2007. Ski – resort and regional development: profile of visitors and appraisal of demand in parnassos ski – resort. *Tourism Today*, 150-167.
- Donatos, G. and P. Zairis. 1991. Seasonality of foreign tourism in the Greek island of Crete. *Annals of Tourism Research*, 18(3): 515-519.
- Ελληνικός Οργανισμός Τουρισμού (ΕΟΤ). Διεύθυνση Α' έρευνας και ανάπτυξης. Τμήμα Α1 ερευνών-μελετών 1984. Η ανάπτυξη του τουρισμού στην Ελλάδα την περίοδο 1969-82. Αθήνα.
- Ε.Σ.Υ.Ε. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος. 1984. Στατιστική του Τουρισμού. Έτος 1981. Αθήνα.
- Ε.Σ.Υ.Ε. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος. 1986. Στατιστική του Τουρισμού. Έτη 1982-1983. Αθήνα.
- Ε.Σ.Υ.Ε. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος. 1988. Στατιστική του Τουρισμού. Έτη 1984-1985. Αθήνα.
- Ε.Σ.Υ.Ε. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος. 1990. Στατιστική του Τουρισμού. Έτη 1986-1987. Αθήνα.
- Ε.Σ.Υ.Ε. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος. 1993. Στατιστική του Τουρισμού. Έτη 1988-1990. Αθήνα.
- Ε.Σ.Υ.Ε. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος. 1996. Στατιστική του Τουρισμού. Έτη 1991-1993. Αθήνα.
- Ε.Σ.Υ.Ε. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος. 1999. Στατιστική του Τουρισμού. Έτη 1994-1996. Αθήνα.
- Κοκκόσης, Χ. και Π. Τσάρτας. 2001. *Βιώσιμη Τουριστική Ανάπτυξη και Περιβάλλον*. Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα.

- Κομίλης, Π. 1986. *Χωρική ανάλυση του τουρισμού*. Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών (Κ.Ε.Π.Ε.), Ειδικές μελέτες: 20, Αθήνα.
- Hair, J., R. Anderson, R. Tatham and W. Black. 1995. *Multivariate Data Analysis With Readings*. New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- Papadopoulos, S. and H. Mirza. 1985. Foreign tourism in Greece. An economic analysis. *Tourism Management*, June: 125-137.
- Παπανίκος, Γ. 2005. *Οι ελληνικές τουριστικές εισπράξεις*. Ειδικές εκδόσεις: 5. ΙΤΕΠ. Αθήνα.
- Polyzos, S. and G. Arabatzis. 2006 Multicriteria approach of the Greek prefectures evaluation according to tourist resources. *Tourism Today*, 96-111.
- Sharma, S. 1996. *Applied Multivariate Techniques*. New York: John Willey and Sons, Inc.
- Σιάρδος, Γ. 2006. *Μέθοδοι Πολυμεταβλητής Στατιστικής Ανάλυσης. Με την επίλυση ασκήσεων μέσω του στατιστικού προγράμματος SPSS*. Μέρος πρώτο: διερεύνηση σχέσεων μεταξύ μεταβλητών. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Spaans, A. and W. Van der Kloot. 2004. *PermuCLUSTER 1.0 User's Guide*. Leiden: Leiden University.
- Van der Kloot, W., S. Bouwmeester and W. Heiser. 2003. Cluster instability as a result of data input order. In H. Yanai, A. Okada, K. Shigemasa, Y. Kano, and J. Meulman (Eds.), *New developments in psychometrics: Proceedings of the international meeting of the psychometric society IMPS2001* (pp.: 569-576). Tokyo: Springer.
<http://www.eurostat.com>. www.statistics.gr (2006).

Typology of tourist development in Greece during 1975 – 2006

**G. Arabatzis, A. Marinidis, S. Tsiantikoudis,
E-F Pechlivanis and A. Arabatzis**

Abstract

Greek tourism embedded in the international system of tourism industry remains extraverted and dependent. Extraverted as is addressed almost to the international tourists, though domestic tourism is much less developed.

Recent years are characterized by a substantial increase and development of domestic and international tourism universally as well as in Greece. In this framework it is interesting the way Greek tourism is developed as is affected by various factors. For Greece tourism represents a major economic activity, because its contribution in income and the balance of wages is crucial. Tourism sector participates in a relatively great degree in Gross Domestic Product (14,3%), the economic and regional development of the country.

In this paper we gather data of tourist movement and hotel potential of the country during 1975 – 2006 which will represent the variables of tourist development in Greece. The variables we use in the analysis are: foreign arrivals, domestic arrivals, overnight stays of foreign and domestic visitors, total of arrivals, total of overnight stays, hotel units and hotel beds. Specifically, we use the average value of the above mentioned variables for the whole period 1975 – 2006.

From the implementation of the Hierarchical Cluster Analysis we gather the variables into 3 clusters. Analyzing the profile of the 3 clusters of prefectures, we conclude that the prefectures of the first cluster are characterized by low tourist development. The second cluster is characterized by moderate tourist development and finally the third cluster of prefectures is characterized by high tourist development.

Keywords: Typology, Tourism Development, Greece.

Η σπουδαιότητα των στόχων στους χειρισμούς συγκομιδής ξύλου

B. Δήμου

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, 68200, Ορεστιάδα.
E-mail: vdimou@fmenr.duth.gr.

Περίληψη

Σύμφωνα με τη θεωρία των αποφάσεων (Entscheidungs theorie) γίνεται μια λεπτομερής παρουσίαση ενός συστήματος στόχων. Κάθε σύστημα στόχων διαρθρώνεται κάθετα. Η κάθετη διάρθρωση έχει τη λογική ότι οι στόχοι διακλαδίζονται και εξειδικεύονται από πάνω προς τα κάτω σε όλο και πιο συγκεκριμένους στόχους. Σε πρώτο επίπεδο βρίσκεται ένας στόχος ή αλλιώς ο ανώτερος στόχος ενώ τα επόμενα και κατώτερα επίπεδα αποτελούνται από πολλούς επιμέρους στόχους. Στη διάρθρωση αυτή, η οποία ονομάζεται και ιεραρχία στόχων, υπάρχουν δύο είδη σχέσεων μεταξύ των επιπέδων των στόχων: η λογικά προσδιοριζόμενη σχέση και η σχέση μέσου-σκοπού. Η θεωρία των αποφάσεων προσφέρει επίσης τη δυνατότητα της διεύρυνσης των επιλογών, ανάλογα κάθε φορά με τις προτεραιότητες και τους ατομικούς στόχους του εκάστοτε φορέα αποφάσεων. Η θεωρία των στόχων (Zieltheorie) βασίζεται στο ότι κάθε επιχείρηση ακολουθεί το δικό της σύστημα στόχων, το οποίο ισχύει ως το ιεραρχικά ανώτερο κατευθυντήριο όργανο για κάθε διαδικασία λήψης μιας απόφασης. Κάθε δασική επιχείρηση ακολουθεί το δικό της "εξατομικευμένο" ανώτερο στόχο. Σε κάθε περίπτωση βέβαια μπορούμε να αποδεχτούμε ότι όλοι οι ανώτεροι στόχοι των δασικών επιχειρήσεων διέπονται από μια βασική αρχή, αυτή της αιεφορίας των καρπώσεων.

Λέξεις κλειδιά: θεωρία των αποφάσεων, ιεραρχία στόχων, ανώτερος στόχος, υποστόχος, επιμέρους στόχος.

Εισαγωγή

Στόχοι δασοτεχνικών χειρισμών

Υπάρχουν ποικίλες τεχνικές λύσεις για το μεγαλύτερο μέρος των δασικών εργασιών. Όταν μια επιχείρηση πρόκειται να επενδύσει χρήματα, τότε θα πρέπει να είναι σε θέση να γνωρίζει τις λεπτομέρειες των διαφόρων τεχνικών λύσεων για τις μεθόδους εργασίας τις οποίες ακολουθεί. Στην τε-

χνολογία της δασικής συγκομιδής το πρόβλημα της επιλογής των τεχνικών λύσεων παρουσιάζεται ως πρόβλημα αποφάσεων.

Όταν οι συμβαλλόμενοι παράγοντες για τη λήψη μιας απόφασης εμπλέκονται, γίνεται επιτακτική η ανάγκη της οριοθέτησης κανόνων με τη βοήθεια ενός προτύπου. Με τη βοήθεια του προτύπου, η διαδικασία λήψης μιας απόφασης γίνεται ευσύνοπτη και ευκατάληπτη (Hauschildt 1977, Koch 1998, Erler 2000c).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι βασικές αρχές της θεωρίας των στόχων. Γίνεται μια θεωρητική ανασκόπηση του συστήματος στόχων και της σπουδαιότητάς τους στους χειρισμούς συγκομιδής.

Σκοπός

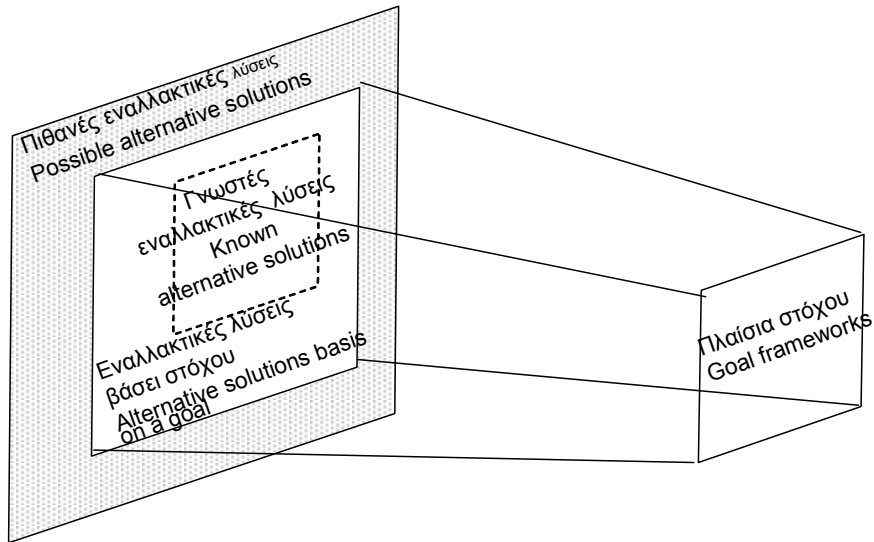
Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση της θεωρίας των αποφάσεων βάσει ενός συστήματος στόχων για τη διαμόρφωση αναλυτικής διεξαγωγής στρατηγικών αποφάσεων (Hauschildt, 1973).

Στοχοπροσανατολισμένοι χειρισμοί

Όταν ένας φορέας αποφάσεων έχει να επιλέξει ανάμεσα σε περισσότερες από μία εναλλακτικές λύσεις, τότε θα επιλέξει εκείνη η οποία υπόσχεται τη μεγαλύτερη ωφέλεια. Η θεωρία των αποφάσεων (Entscheidungstheorie) προσφέρει ένα μοντέλο σύμφωνα με το οποίο οι αποφάσεις εύκολα ομαδοποιούνται, καταγράφονται και επιλύονται με μαθηματικό τρόπο. Επιλέγεται τελικά εκείνη η απόφαση η οποία παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ωφέλεια. Η θεωρία των αποφάσεων προσφέρει επίσης τη δυνατότητα της διεύρυνσης των επιλογών, ανάλογα κάθε φορά με τις προτεραιότητες και τους ατομικούς στόχους του εκάστοτε φορέα αποφάσεων (Laux, 1995).

Η επιλογή των εναλλακτικών λύσεων δεν είναι τυχαία, αλλά πραγματοποιείται με βάση συγκεκριμένους στόχους. Ο φορέας αποφάσεων θα πρέπει εκ των προτέρων να γνωρίζει τους στόχους του. Στη συνέχεια θα πρέπει να επιλέξει εκείνα τα συστήματα συγκομιδής τα οποία ανταποκρίνονται στους στόχους που έχει θέσει. Καθόσον η αναζήτηση γίνεται μέσα από προκαθορισμένους στόχους, είναι πιθανό να υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις οι οποίες δεν ελήφθησαν υπόψη σε αρχική φάση. Μετά τη διεύρυνση των εναλλακτικών λύσεων, τα συστήματα συγκομιδής βαθμολογούνται και κατόπιν ιεραρχούνται έτσι ώστε να μπορεί να γίνει η τελική επιλογή.

Η χρήση τέτοιων μοντέλων έχει επίσης και άλλα πλεονεκτήματα. Ο φορέας αποφάσεων ο οποίος αντιπαραθέτει τους στόχους με τις αποφάσεις



Εικ. 1. Όταν οι στόχοι είναι γνωστοί εκ των προτέρων τότε υπάρχει μια διεύρυνση της θεώρησης στις εναλλακτικές λύσεις βάσει στόχου.

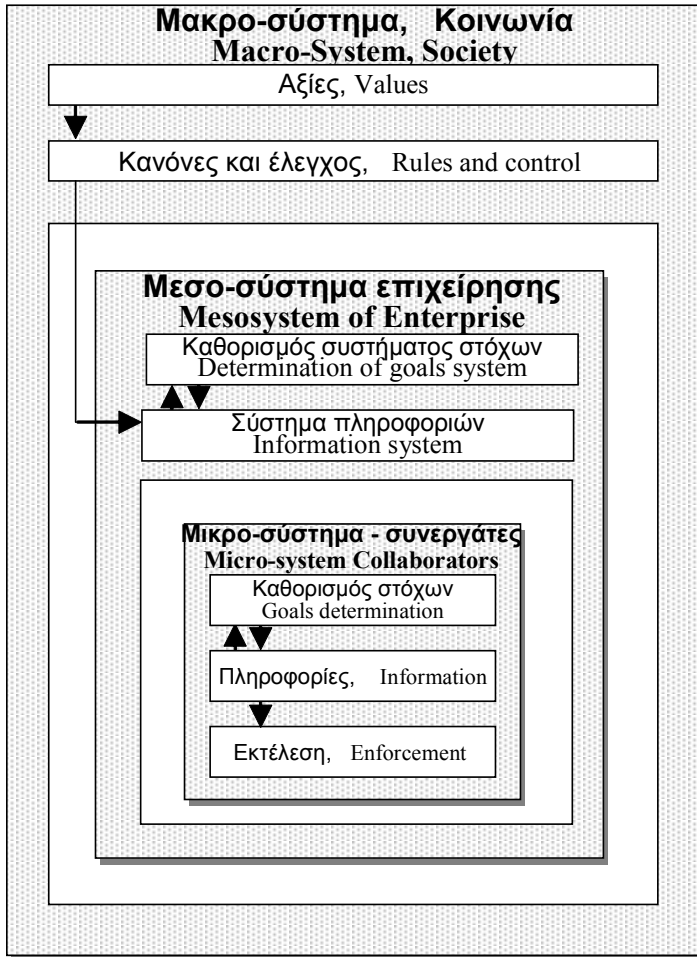
Fig. 1. When the goals are priorly known then an enlargement of the approval is in existence for alternative solutions on the basis of a goal.

του, είναι σε θέση να κατανοήσει καλύτερα τα προβλήματά του. Έτσι είναι δυνατός ο συνεχής έλεγχος των αποφάσεων, μια που οι αποφάσεις αυτές μπορούν μέσα από το πρίσμα των στόχων να επανεξετάζονται κάθε στιγμή. Τα κίνητρα τα οποία οδήγησαν στην εκάστοτε απόφαση είναι προσβάσιμα από τρίτους αφήνοντας έτσι ανοιχτό το πεδίο της επικοινωνίας και της συζήτησης.

Προέλευση στόχων

Οι στόχοι τίθενται από τους ανθρώπους. Σε μια ελεύθερη κοινωνία ο καθένας είναι υπεύθυνος όχι μόνο για τις ενέργειές του αλλά και για τους σκοπούς των ενεργειών που θέτει. Συγχρόνως, δεν είναι αποκομμένος από το κοινωνικό του περιβάλλον αλλά ενταγμένος μέσα σε αυτό.

- Μια κοινωνία είναι οργανωμένη πάνω σε κοινά αποδεκτές αξίες. Ακόμα και στην περίπτωση στην οποία οι αξίες αποτελούν ένα σταθερό θεμέλιο, απορρέουν από αυτές διάφοροι νόμοι έτσι ώστε σε κάθε περίπτωση χειρισμού να είναι ξεκάθαρο "το πεδίο κίνησης των χειρισμών"



Εικ. 2. Οι στόχοι προέρχονται από τη κοινωνία, ενσωματώνονται όμως από κάθε επιχείρηση στο προσωπικό σύστημα στόχων.

Fig. 2. The goals emanate from the society, are incorporated however by each enterprise in the personal system of goals.

αλλά ταυτόχρονα να μπορούν να γίνονται και οι απαραίτητοι έλεγχοι. Μια επιχείρηση προσδιορίζει τους δικούς της στόχους. Αυτοί θέτονται από τον φορέα των αποφάσεων και έχουν ως βάση τις προσωπικές αρχές του. Όσο μια δασική επιχείρηση κινείται μέσα στα όρια της χώρας της, υπάρχει μεγάλη ταύτιση μεταξύ των αξιών της κοινωνίας και των αξιών του φορέα αποφάσεων της επιχείρησης. Όταν όμως η επιχείρηση

κινείται σε ένα κοινωνικό περιβάλλον στο οποίο το σύστημα των αξιών διαφοροποιείται ισχυρά από αυτό του φορέα των αποφάσεων της επιχείρησης, τότε το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα. Στην περίπτωση αυτή οι αυστηροί κανόνες και η τήρηση των νόμων εξασφαλίζουν την ομαλή ένταξη των χειρισμών της επιχείρησης στο νέο κοινωνικό της περιβάλλον.

- Ο κάθε συνεργάτης έχει τους προσωπικούς του στόχους, οι οποίοι μπορεί να διαφέρουν από τους στόχους της επιχείρησης. Για να μη δημιουργούνται προβλήματα, η επιχείρηση πρωτίστως πρέπει να ξεκαθαρίσει τους δικούς της στόχους καθώς και να φροντίσει να τους γνωστοποιήσει στους συνεργάτες της. Αυτοί με τη σειρά τους είναι υποχρεωμένοι να τους αφομοιώσουν στο προσωπικό τους σύστημα στόχων.

Οι στόχοι δεν είναι στατικοί, αλλά αλλάζουν μέσα στο χρόνο και στο χώρο. Όταν μια επιχείρηση εργάζεται σε διαφορετικές κάθε φορά περιοχές, είναι αναγκαία η αναπροσαρμογή κάθε φορά του συστήματος των στόχων της. Έτσι μπορεί να παρουσιαστούν σημαντικές διαφορές: εάν δηλαδή η επιχείρηση εργάζεται κοντά σε μια μεγάλη πόλη όπου οι ανάγκες του αστικού πληθυσμού για αναψυχή είναι μεγάλες ή εάν εργάζεται σε μια απομονωμένη περιοχή, όπου η ανεργία είναι μεγάλη και οι παραδοσιακοί δεσμοί των κατοίκων της περιοχής είναι στενοί, σε αυτή την περίπτωση οι παράγοντες αυτοί πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Αλλά και το ίδιο το φυσικό περιβάλλον με τη δυναμικότητα και την ποικιλότητα που το διακρίνει (είδος, διάρθρωση ηλικίας) και τους κινδύνους που εμπεριέχει (π.χ. έδαφος, κίνδυνος διάβρωσης) επηρεάζει το σύστημα των στόχων μιας επιχείρησης. Τέλος, κάποιοι στόχοι μπορεί να ισχύουν για κάποια χρονική διάρκεια και θα πρέπει σε τακτά χρονικά διαστήματα να ελέγχονται και ανάλογα με την περίπτωση να αλλάζουν.

Βασικές αρχές της θεωρίας των στόχων

Ένα σύστημα στόχων αποτελείται από πολλούς στόχους, οι οποίοι έχουν μια σχέση μεταξύ τους. Τέτοιοι αλληλοεξαρτώμενοι συσχετισμοί υπάρχουν συνήθως κατά την κάθετη διάρθρωσή τους.

Η σχέση μιας αλληλεξάρτησης περιγράφει την επίδραση του ενός στόχου σε έναν άλλο. Έτσι μπορούν να δημιουργούνται οι ακόλουθες σχέσεις:

- **Ανεξάρτητη σχέση στόχων:** Οι στόχοι δεν αλληλοεπηρεάζονται. Η μεγιστοποίηση ενός στόχου δεν έχει καμιά επίδραση στους άλλους στόχους. Οι ανεξάρτητες σχέσεις στόχων είναι σπάνιες.

- **Συμπληρωματική σχέση στόχων:** Η εκπλήρωση ενός στόχου είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη βελτιστοποίηση της εκπλήρωσης του άλλου στόχου. Συχνά μια συμπληρωματική σχέση στόχων αποτελεί ένδειξη ότι στο σύστημα των στόχων δεν υπάρχει μια λογική διάρθρωση.
- **Ανταγωνιστική σχέση στόχων:** Η εκπλήρωση ενός στόχου οδηγεί στην επιδείνωση της εκπλήρωσης των άλλων στόχων. Η ανταγωνιστική σχέση των στόχων απαντάται συχνά και οδηγεί σε σύγκρουση στόχων.

Η σχέση της **κάθετης διάρθρωσης** έχει τη λογική ότι οι στόχοι διακλαδίζονται και εξειδικεύονται από πάνω προς τα κάτω σε όλο και πιο συγκεκριμένους στόχους. Σε πρώτο επίπεδο βρίσκεται ένας στόχος ή αλλιώς ο ανώτερος στόχος ενώ τα επόμενα και κατώτερα επίπεδα αποτελούνται από πολλούς επιμέρους στόχους. Στη διάρθρωση αυτή, η οποία ονομάζεται και **ιεραρχία στόχων**, υπάρχουν δύο είδη σχέσεων μεταξύ των επιπέδων των στόχων:

- **Λογικά προσδιοριζόμενη σχέση:** για να προσδιοριστεί και να γίνει με ακρίβεια κατανοητός ένας στόχος διαχωρίζεται σε περισσότερους επιμέρους στόχους. Όλοι οι επιμέρους στόχοι σε οποιοδήποτε επίπεδο προσδιορίζουν ξανά τον ίδιο και τον αυτό αρχικό στόχο, αν και με διαφορετικό βαθμό ακριβείας.
- **Σχέση μέσου-σκοπού:** όταν ένας στόχος εκπληρώνεται σε κάθετη κατεύθυνση μόνο με τη βελτιστοποίηση ενός ιεραρχικά κατώτερου στόχου, τότε πρόκειται για μια σχέση μέσου-σκοπού. Αυτός ο τύπος ιεραρχίας των στόχων παίζει στο πεδίο της συγκομιδής ένα σημαντικό ρόλο στην κατανόηση των στόχων.

Η θεωρία των αποφάσεων (Entscheidungstheorie) προσφέρει τη δυνατότητα της διεύρυνσης των επιλογών. Οι στόχοι συγκρίνονται μεταξύ τους όσον αφορά τη σημασία και παρέχεται ένα πρότυπο αποφάσεων, το οποίο χωρίζεται σε 4 τύπους ή δομές προτεραιοτήτων. Έτσι δημιουργείται ένα σύστημα στόχων για κάθε φορέα αποφάσεων (Laux, 1995).

Πολύ απλός είναι ο πρώτος τύπος αποφάσεων της Καταστολής στόχων, σύμφωνα με αυτή τη δομή προτεραιοτήτων εξετάζονται οι εναλλακτικές λύσεις βάσει ενός μόνο στόχου. Καλύτερη είναι εκείνη η εναλλακτική λύση η οποία εκπληρώνει κατά το μέγιστο τον συγκεκριμένο στόχο χωρίς να λαμβάνονται υπ' όψη άλλοι στόχοι. Αυτή τη δομή προτεραιοτήτων τη συναντούμε συνήθως στους ελεύθερους επαγγελματίες, π.χ. συνεργείο υλοτομίας όπου ο κύριος στόχος είναι κυρίως το κέρδος.

Λεξικογραφική ταξινόμηση στόχων: με αυτή τη δομή προτεραιοτήτων

λαμβάνονται υπ' όψη σχετικά λίγοι στόχοι. Στην περίπτωση π.χ. που έχει επιλεγεί από το φορέα απόφασης πρώτη εκείνη η εναλλακτική λύση η οποία παρουσιάζεται βέλτιστη ως προς π.χ. την οικονομική αποτελεσματικότητα, εφόσον αυτός ο στόχος μορφής θεωρείται ο σημαντικότερος και υπάρχουν δυο εναλλακτικές λύσεις οι οποίες παρουσιάζουν την ίδια περίπου οικονομική αποτελεσματικότητα, τότε η επιλογή μεταξύ των δύο εναλλακτικών λύσεων κρίνεται ανάλογα με το δεύτερο σε σημαντικότητα στόχο.

Μεγιστοποίηση ενός στόχου δεδομένου του επιπέδου αξίωσης. Πολύ συχνά ακολουθείται αυτό το πρότυπο των αποφάσεων σύμφωνα με το οποίο επιλέγεται εκείνη η εναλλακτική λύση η οποία εκπληρώνει τις ελάχιστες δοθείσες αξιώσεις των επιμέρους στόχων που ενδιαφέρουν τον φορέα αποφάσεων. Σε σύγκριση με τις υπόλοιπες εναλλακτικές λύσεις (που πληρούν τις ίδιες προϋποθέσεις) επιλέγεται εκείνη η εναλλακτική λύση η οποία εκπληρώνει στο μέγιστο τον στόχο που έχει επιλεγεί ως ο σημαντικότερος (Simon, 1957).

Βαρύτητα στόχων: έτσι όπως προβλέπεται από την "Ανάλυση Χρησιμότητας ή Ωφελιμότητας", δεν τη συναντάμε πολύ συχνά στην πράξη (Erler, 2000). Σύμφωνα με αυτή τη δομή προτεραιοτήτων, δίνεται σε κάθε στόχο ένα βάρος σημαντικότητας. Το σύνολο των βαρών όλων των στόχων πρέπει να είναι 100. Το άθροισμα των γινομένων, βάρος επί βαθμό ανά στόχο, δίνει τη συνολική χρησιμότητα ή ωφελιμότητα κάθε εναλλακτικής λύσης. Από το άθροισμα των γινομένων πραγματοποιείται η ιεράρχηση των εναλλακτικών λύσεων από τη μεγαλύτερη προς τη μικρότερη τιμή ή ωφελιμότητα.

Αυτή η διεύρυνση της επιλογής είναι περισσότερο σημαντική όταν πρόκειται για ανταγωνιστική σχέση στόχων η οποία οδηγεί σε σύγκρουση στόχων.

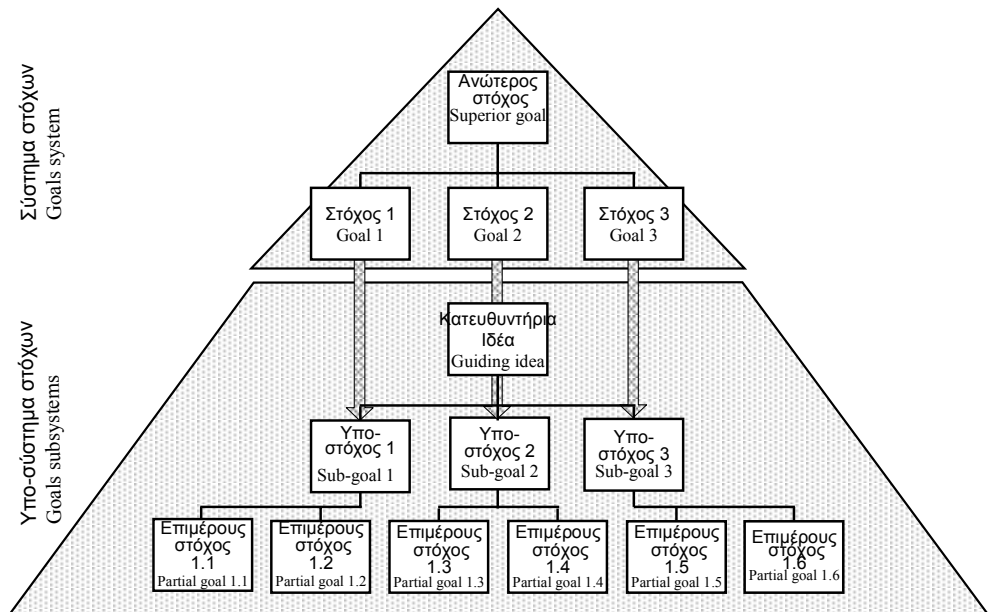
Σύστημα και υποσυστήματα στόχων

Η θεωρία των στόχων (Zieltheorie) βασίζεται στο ότι κάθε επιχείρηση ακολουθεί το δικό της σύστημα στόχων, το οποίο ισχύει ως το ιεραρχικά ανώτερο κατευθυντήριο όργανο για κάθε διαδικασία λήψης μιας απόφασης. Αποτελείται από έναν ανώτερο στόχο και από περισσότερους επιμέρους στόχους.

Η σημασία ενός ανώτερου στόχου έγκειται στον επαναπροσδιορισμό όλων των δραστηριοτήτων και στην επαναφορά τους, εάν χρειαστεί, στο σωστό σημείο. Ένας τέτοιος στόχος είναι σημαντικός τόσο για την παραπέ-

ρα εξέλιξη του συστήματος στόχων, όσο και για την καλή επικοινωνία και κατανόηση των στόχων. Θα πρέπει όμως να έχει γενικό χαρακτήρα για να μην απορρέουν άμεσα από αυτόν συγκεκριμένες εντολές διαχείρισης.

Ο **ανώτερος στόχος** με λογικά προσδιοριζόμενη σχέση διαχωρίζεται **τμηματικά** σε **περισσότερους στόχους**, οι οποίοι όλοι μαζί συγκεκριμενοποιούν τον ανώτερο στόχο. Θα μπορούσε δυνητικά να συνεχιστεί ο διαχωρισμός των τμηματικών στόχων σε μια προσπάθεια καθιέρωσης στόχων για κάθε ενδεχόμενη απόφαση. Σε μια τέτοια όμως περίπτωση διατρέχεται ο κίνδυνος της δυσχρηστίας του συστήματος των στόχων και της απώλειας μιας γενικότερης επισκόπησης. Σύμφωνα με τα πορίσματα της ψυχολογίας, ο άνθρωπος έχει την ικανότητα να ασχοληθεί ταυτόχρονα το πολύ με έξι έως οκτώ στόχους ενώ με περισσότερους στόχους χάνει τον έλεγχο (Zieltheorie) (Bretzke 1980, Laux 1995, Lapacek 1997, Erler 2000b).



Εικ. 3. Σύμφωνα με την ιεραρχία των στόχων ο ανώτατος στόχος υποδιαιρείται συνεχώς προς τα κάτω σε όλο και πιο συγκεκριμένους στόχους, έτσι ώστε να εφαρμόζεται ένα συγκεκριμένο υποσύστημα στόχων κάθε φορά.

Fig. 3. Based on the goals hierarchy the superior goal is continuously downwards subdivided in more and most specific goals so that a specific goals sub-system be always enforced each time.

Σύμφωνα με τη θεωρία των στόχων, το σύστημα των στόχων μιας επιχείρησης "διασπάται" προς τα κάτω σε μια σειρά από υποσυστήματα στόχων. Η κάθετη σχέση μεταξύ των υποσυστημάτων στόχων και του συστήματος στόχων δεν είναι μια λογικά προσδιοριζόμενη σχέση, αλλά μια σχέση μέσου-σκοπού. Οι συνέπειες μιας τέτοιας σχέσης παρουσιάζονται παρακάτω:

- Για να επιτευχθούν οι στόχοι του κάθε εργασιακού τομέα μιας επιχείρησης πρέπει ο κάθε τομέας να δημιουργήσει ένα ειδικό **υποσύστημα στόχων**. Τα υποσυστήματα αυτά μπορεί να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.
- Στην κορυφή κάθε υποσυστήματος στόχων υπάρχουν ακριβώς τόσοι υπο-στόχοι όσους τμηματικούς στόχους έχει το σύστημα των στόχων. Σε κάθε τμήμα στόχου αντιστοιχεί και ένας υπο-στόχος. Δεν είναι ταυτόσημοι όμως μεταξύ τους: ο υπο-στόχος αφορά ένα συγκεκριμένο εργασιακό τομέα και δείχνει ποιος στόχος πρέπει να εκπληρωθεί, ώστε να επιτευχθεί το αντίστοιχο τμήμα του στόχου και συνολικά της επιχείρησης.
- Όλοι οι υπο-στόχοι καθορίζουν (προσδιορίζουν) μια **κατευθυντήρια ιδέα** (Εικ. 3), η οποία βρίσκεται σε μια σχέση μέσου-σκοπού με τον ανώτερο στόχο της επιχείρησης.
- Οι υπο-στόχοι στη συνέχεια μπορούν να διαχωριστούν με μια λογικά προσδιοριζόμενη σχέση σε περισσότερους επιμέρους στόχους, έτσι ώστε αυτοί να είναι τόσο συγκεκριμένοι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βοηθητικά μέσα λήψης απόφασης. Το σύνολο των επιμέρους στόχων δεν πρέπει να ξεπερνάει το όριο των οκτώ ώστε να μην χάνεται ο έλεγχος.

Ανώτερος δασολογικός στόχος

Δεν υπάρχει γενικά ένας ενιαίος ανώτερος στόχος που να ισχύει για όλες τις δασικές επιχειρήσεις (π.χ. Δασαρχεία). Κάθε δασική επιχείρηση ακολουθεί το δικό της "εξατομικευμένο" ανώτερο στόχο. Σε κάθε περίπτωση βέβαια μπορούμε να αποδεχτούμε ότι όλοι οι ανώτεροι στόχοι των δασικών επιχειρήσεων διέπονται από μια βασική αρχή, αυτή της αειφορίας των καρπώσεων.

Ο Schanz (1996) ασχολήθηκε διεξοδικά με τη βασική αυτή αρχή για τη δασοπονία και επισήμανε δύο διαφορετικά επίπεδα εννοιών:

- Σε **λειτουργικό επίπεδο**, κατά τη διάρκεια των τελευταίων 2-3 αιώνων

υπήρξε μια διαρκής μεταβολή της αρχής της αειφορίας. Ο προσδιορισμός αναφορικά με το εννοιολογικό περιεχόμενο του όρου της αειφορίας σχετίζεται με μια κοινωνική διαδικασία παράδοσης για τις επόμενες γενεές. Οι πολιτικοί που συμμετείχαν στην παγκόσμια συνάντηση κορυφής για το περιβάλλον στο Ρίο ντε Ζανέιρο το 1992 δεσμεύτηκαν για αειφορική ανάπτυξη, προσεγγίζοντας διαφορετικά την έννοια του όρου της αειφορίας και ταυτόχρονα αποκλίνοντας από την αυστηρή εννοιολογική προσέγγιση του όρου της αειφορίας έτσι όπως έχει γίνει από τους δασολόγους. Σύμφωνα με τη δασολογική θεώρηση του όρου της αειφορίας, τίθεται η χρήση του δάσους από τον άνθρωπο αποκλειστικά και μόνο στη βάση της παραγωγικότητας. Κατά παράδοξο τρόπο όμως χάνει ο όρος της αειφορείας την καταλληλότητά του ως ανώτερος στόχος ακριβώς επειδή γίνεται συγκεκριμένος και αποκτά την ιδιότητα ενός στόχου μορφής (κριτηρίου ελέγχου), με τον οποίο σε τελική ανάλυση μπορεί να γίνει η εκτίμηση ενός συγκεκριμένου τρόπου διαχείρισης.

- Είναι αναμφισβήτητο ότι η ιδέα της αειφορίας των καρπώσεων σημαίνει πολύ περισσότερο από ό,τι σημαίνει ένας στόχος μορφής. Ο Schanz παραθέτει μια σειρά δασολογικών προτάσεων υπό τη μορφή αρχών ή θεμελιωδών προτάσεων, στις οποίες αναφέρεται η αρχή της αειφορίας ως "η καρδιά του οικοδομήματος της δασολογικής διδασκαλίας". Συνεπώς όσον αφορά το εννοιολογικό περιεχόμενο σε **επίπεδο συναισθήματος** μπορεί να αναφερθεί ότι για πολλούς δασικούς (με την ευρύτερη έννοια του όρου) η αειφορία αποτελεί μια στάση επαγγελματική, π.χ. αποτελεί ένα επαγγελματικό ήθος, το οποίο χαρακτηρίζει τους δασικούς χειρισμούς και τους διαφοροποιεί από άλλα επαγγέλματα. Υπό αυτήν τη σκοπιά η έννοια της αειφορίας αποκτά την ποιότητα και τον χαρακτήρα ενός ανώτερου στόχου, από τον οποίο μπορούν με λογικά προσδιοριζόμενη σχέση να προκύψουν και άλλοι στόχοι.

Συμπεράσματα

Κάθε δασική επιχείρηση (π.χ. Δασαρχείο) ψάχνει το δικό της ανώτερο στόχο. Λόγω της σπουδαιότητας του συναισθηματικού επιπέδου της αειφορίας για τη δασοπονία είναι πλέον δύσκολο να φανταστεί κανείς ότι ο ανώτερος στόχος μιας δασικής επιχείρησης δεν έχει να κάνει με την αειφορική διαχείριση.

Όλο το θεωρητικό μοντέλο των στόχων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για

μια δασική επιχείρηση (που μπορεί να είναι και ο δασοκτήμονας). Κάθε δασική επιχείρηση ακολουθεί το δικό της σύστημα στόχων, το οποίο μπορεί να είναι με κάθε ακρίβεια επεξεργασμένο ή μπορεί η επεξεργασία του να είναι ασαφής. Η χρήση του μοντέλου λαμβάνεται υπόψη ως ένα κατευθυντήριο εργαλείο αποφάσεων και διεύρυνσης της επιλογής μεταξύ περισσότερων εναλλακτικών λύσεων παίρνοντας υπόψη τις τοπικές ιδιαιτερότητες (περιβαλλοντικές συνθήκες, κοινωνικοί περιορισμοί) καθώς και τις προτεραιότητες και τους στόχους του φορέα αποφάσεων.

Βιβλιογραφία

- Bretzke, W.-R. 1980. Der Problembezug von Entscheidungsmodellen; Tübingen.
- Dimou, V. 2002. Multivariate Bewertung von Holzernteverfahren für die Waldarbeit in Nord-Ost-Griechenland; Diss. TU Dresden. Tharandt.
- Erlor, J. 2000. Forsttechnik: Verfahrensbewertung, Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.
- Erlor, J. 2000b. Forsttechnische Unterziele und Kriterien / Allgemeine Forst Zeitschrift / Der Wald [Hrsg.], Groß-Umstadt 5/2000 pp.231-233.
- Erlor, J. 2000c. Eine forsttechnologische Strategie / Allgemeine Forst Zeitschrift / Der Wald [Hrsg.], Groß-Umstadt 9/2000 pp.460-461.
- Hauschildt, J. 1973. Die Struktur von Zielen in Entscheidungsprozessen – Bericht aus einem empirischen Forschungsprojekt. ZfbF 25, pp. 709-738.
- Hauschildt, J. 1977. Entscheidungsziele; Tübingen.
- Koch, 1998. Methodische Konzeption eines Modells zur komplexen, mehrdimensionalen Beurteilung forsttechnischer Produktionsverfahren; Diss. TU Dresden. Tharandt.
- Lapacek, K. 1997. Literaturrecherche zu forstlichen Zielsystemen und Ableitung forsttechnischer Teilziele; Diplomarbeit an der Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften der Technischen Universität Dresden.
- Laux, H. 1995. Entscheidungstheorie, Springer-Verlag GmbH [Hrsg.], Berlin Heidelberg.
- Schanz, H. 1996. Forstliche Nachhaltigkeit – Sozialwissenschaftliche Analyse der Begriffsinhalte und –funktionen. Schriften aus dem Institut für Forstökonomie der Universität Freiburg Band 4.

- Simon, H.A. 1957. Models of Man. New York.
- Τσιφόρος, Ι. 1990. Η συμβολή των δασικών συνεταιρισμών στην ανάπτυξη της δασοπονίας. Εισήγηση στο Συνέδριο της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας στο Καρπενήσι 7-9/11/1990. ΠΑΣΕΓΕΣ.
- Ulich, E. 1994. Arbeitspsychologie. 3. überarb. Und erw. Aufl. Schäffer-Poeschel Stuttgart, vdf Zürich.
- Unbehauen, R. 1997. Systemtheorie 1.7 überarb. U. Erw. Aufl. Oldenbourg München Wien, pp.583.

The importance of goals on wood logging handlings

V. Dimou

Summary

A detailed presentation of a goal system is herein made based on the decision theory (Entscheidungs theorie). Each goal system is vertically structured. The vertical structure has the logic that the goals are branched off and specified from the top to the bottom to more and more specific goals. On first level a goal stands or otherwise the superior goal whilst the next and lower levels are consisted by many partial goals. In such a structure, which is also called goal hierarchy, two kinds of relations exist among the goals levels: the logically determined relation and the mean target ratio. The decision theory also affords the possibility of selections enlargement, considering each time the priorities and personal goals of the actual decision maker. The object theory (Zieltheorie) is based on that any enterprise follows its own objects system, which stands as the hierarchically superior governing body for any decision-making procedure. Every forest enterprise follows its own «customized» superior goal. In any case we may certainly accept that all superior goals of forest enterprises are governed by a basic principle that of yield sustainability.

Keywords: decision theory, goal hierarchy, superior goal, sub-goal, partial goal.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΓΡΙΑ ΖΩΗ

Προστατευόμενες Φυσικές Περιοχές: Καταφύγια άγριας ζωής

Ε. Π. Τσαχαλίδης

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

E-mail: etsaxal@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Ένα διαχειριστικό μέτρο, που συμβάλει αποτελεσματικά στην προστασία του φυσικού και πολιτισμικού πλούτου κάθε χώρας, είναι ο θεσμός των Προστατευόμενων Φυσικών Περιοχών (ΠΦΠ). Τα τελευταία χρόνια μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνεται μία σημαντική κατηγορία Π.Φ.Π., τα *καταφύγια άγριας ζωής* (refuges of wildlife). Καθιερώθηκαν για πρώτη φορά στη χώρα μας, πριν από 40 χρόνια, με την ονομασία, *καταφύγια θηραμάτων* (refuges of games). Για την εποχή εκείνη το μέτρο αυτό αποτελούσε έναν ουσιαστικό και πρωτοποριακό θεσμό για την προστασία του περιβάλλοντος και ιδιαίτερα της θηραματοπανίδας. Με βάση την παλιά νομοθετική διάταξη, ο σκοπός ίδρυσης ενός *καταφυγίου θηραμάτων* (refuges of games), ήταν συγκεκριμένος και αφορούσε την προστασία κάποιου ενδημικού θηράματος. Σήμερα όμως η σχετική με τα καταφύγια νομοθετική διάταξη άλλαξε φιλοσοφία. Βασικός σκοπός πλέον, είναι η προστασία της άγριας ζωής (πανίδα-χλωρίδα), της βιοποικιλότητας και τύπων οικοτόπων. Συνέπεια της αλλαγής αυτής είναι, η διαχείριση αυτών των περιοχών να γίνει πιο σύνθετη, πολύπλοκη και περισσότερο δύσκολη. Η απαγόρευση της θήρας (προστασία) μέσα στις περιοχές αυτές, σε συνδυασμό με τις επικρατούσες ενοικίες οικολογικές συνθήκες (εφόσον απαιτούνται κάποιες βελτιώσεις), δίδουν τη δυνατότητα στο θήραμα, να αναπτυχθεί με ασφάλεια μέσα στο φυσικό του περιβάλλον και στη συνέχεια, λόγω αύξησης του πληθυσμού, να διασκορπισθεί (dispersion) και να εμπλουτισθούν με φυσική διαδικασία οι γύρω περιοχές με θηράματα. Σήμερα το ρόλο αυτό καλούνται να παίξουν τα *καταφύγια άγριας ζωής* (refuges of wildlife). Στην χώρα μας υπάρχουν 685 καταφύγια άγριας ζωής, τα οποία είναι χωροταξικά ομοιόμορφα κατανεμημένα και καταλαμβάνουν έκταση 11.917,53 Km² και καλύπτουν το 9,06% της συνολικής έκτασης της χώρας. Η μέση έκταση καταφυγίου ανέρχεται σε 17,4 Km². Τη διαχείριση των περιοχών αυτών την έχει η Δασική υπηρεσία.

Λέξεις κλειδιά: Προστατευόμενες περιοχές, καταφύγια άγριας ζωής, καταφύγια θηραμάτων, ενδημικό θήραμα, Ελλάδα.

Εισαγωγή

Τα καταφύγια οποιασδήποτε μορφής, με σωστή και κατάλληλη διαχείριση εξασφαλίζουν στα είδη της άγριας ζωής προστασία και άριστες συνθήκες διαβίωσης (Stormer and Valentine 1981, Best 1983). Για να επιτυγχάνεται ο σκοπός για τον οποίο ιδρύονται, θα πρέπει να σχεδιάζονται σωστά, ώστε να εξασφαλίζονται στα είδη οι αναγκαίοι πόροι και συνθήκες ασφαλούς διαβίωσης (Martin and Vohns 1978, Yahner 1983a, Yahner 1983b).

Όσα καταφύγια αναφέρονται στην άγρια πανίδα, θα πρέπει να εξασφαλίζουν στα είδη, τους στοιχειώδεις για την επιβίωση πόρους, όπως: νερό, τροφή, και κάλυψη διαφυγής έναντι δυσμενών καιρικών συνθηκών ή αρπακτικών. Επιπλέον, για να θεωρηθεί επιτυχής και ως προς το σκοπό ίδρυσης θα πρέπει να εξασφαλίζει θέσεις και υλικό φωλεοποίησης καθώς και πόρους διατροφής για τους νεοσσούς ή/και τα νεογνά (Graber and Graber 1979, Cassel and Wiehe 1980). Η έκταση και η διάρκεια λειτουργίας του καταφυγίου παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποικιλία και την αφθονία των ειδών (Cassel and Wiehe 1980, Yahner 1983a). Ο αριθμός και η ποικιλία των ειδών της άγριας ζωής είναι ισχυρά και θετικά συσχετισμένα με την ποικιλότητα και τη σύνθεση της βλάστησης.

Μεγάλη είναι η αξία των καταφυγίων για τη διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας. Επίσης, μεγάλη είναι η συμβολή τους στην οικονομία και την αναψυχή του κοινού (Johnson and Beck, 1988). Στην Ευρώπη ο θεσμός αυτός λειτουργεί με διάφορες μορφές, με πολύ καλά αποτελέσματα (FACE 2007). Στην Αμερική αποτελεί έναν από τους παλαιότερους θεσμούς προστασίας της άγριας ζωής και έχουν πραγματοποιηθεί και πάρα πολλές έρευνες που έχουν σχέση με την διαχείρισή τους (Johnson and Beck 1988, Fisher 1981, Curtin 1993). Στην Ελλάδα σχετικές με τα καταφύγια μελέτες δεν υπάρχουν, παρά μόνο μία που αναφέρεται περιληπτικά στα καταφύγια της Β. Ελλάδας (Tsachalidis and Skordas, 2007).

Καταφύγια άγριας ζωής (άρθρο 57 του Νόμου 2637/98)

Η Ελλάδα παρά τη μικρή της έκταση, παρουσιάζει ιδιαίτερο οικολογικό ενδιαφέρον, λόγω της γεωγραφικής της θέσης, της ποικιλίας της βλάστησης, των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών και των ποικίλων γεωμορφολογικών σχηματισμών. Διαθέτει ένα πλούσιο δίκτυο οικοτόπων όπου απαντώνται πολλά σπάνια είδη ζώων και ακόμη περισσότερο, φυτών. Προκειμένου

να προστατευθεί αυτός ο φυσικός πλούτος, η πολιτεία θέσπισε το καθεστώς των Προστατευόμενων Φυσικών Περιοχών. Μία κατηγορία προστατευόμενης φυσικής περιοχής ήταν τα *καταφύγια θηραμάτων* (refuge of games) ή τα σημερινά *καταφύγια άγριας ζωής* (refuge of wildlife), που καθιερωθήκαν τα τελευταία χρόνια με την αλλαγή σχετικών άρθρων, του Ν.Δ 86/69. Η απαγόρευση της θήρας και οι ευνοϊκές οικολογικές συνθήκες που επικρατούν μέσα στα καταφύγια, συμβάλλουν στην ασφαλή διαβίωση των θηραμάτων. Με αυτό τον τρόπο, το θήραμα προστατεύεται και παράλληλα του δίδεται η δυνατότητα να αναπτυχθεί με ασφάλεια μέσα στο φυσικό του περιβάλλον και στη συνέχεια, λόγω πληθυσμιακής αύξησης, να ακτινοβολήσει και να εμπλουτίσει με φυσικό τρόπο τις γύρω περιοχές.

Τα πρώτα *καταφύγια θηραμάτων* θεσμοθετήθηκαν με τα άρθρα **253** και **254** του Ν.Δ **86/69**, με αποκλειστικό σκοπό την προστασία των ενδημικών θηραμάτων. Για την εποχή εκείνη, πριν 40 χρόνια, ο νομοθέτης με βάση τις κοινωνικό-οικονομικές και περιβαλλοντικές αλλαγές προέβλεψε την ανάγκη θεσμοθέτησης τους, για καλύτερη προστασία των θηραμάτων. Τα *καταφύγια θηραμάτων* αποτέλεσαν ένα ουσιαστικό και πρωτοπόρο θεσμό για τη προστασία της άγριας πανίδας και κυρίως της θηραματοπανίδας. Πριν από το 1969, δεν ήταν αναγκαία η ίδρυση καταφυγίων θηραμάτων, διότι οι κυνηγοί ήταν λιγότεροι, το φυσικό περιβάλλον ήταν σχεδόν αδιατάραχο και τα θηράματα αφθονούσαν (Τσαχαλίδης 2003 και Τσαχαλίδης 2008). Με βάση τα παραπάνω άρθρα, υπήρχε η δυνατότητα ίδρυσης και λειτουργίας ορισμένων καταφυγίων θηραμάτων σε κάθε νομό. Με βάση τα άρθρα αυτά, ο σκοπός ίδρυσης ενός *καταφυγίου θηραμάτων* ήταν συγκεκριμένος και αναφερόταν κυρίως την προστασία κάποιου ενδημικού θηράματος. Οι περιοχές αυτές, ήταν σαφώς καθορισμένες και οριοθετημένες με πινακίδες σήμανσης. Επίσης, σε ορισμένες περιπτώσεις, λόγω συμβατικών υποχρεώσεων (Συμβάσεις διεθνούς σημασίας), η χώρα μας ήταν υποχρεωμένη να ιδρύσει καταφύγια (π.χ. υγρότοπος), που είναι απαραίτητα, για να εξασφαλισθούν σε πολλά είδη της υδρόβιας μεταναστευτικής πτηνοπανίδας, (κυρίως χηνόμορφα. χαραδριόμορφα κ.ά), ευνοϊκές συνθήκες διαβίωσης (ανάπαυση, διατροφή ή/και φωλεοποίηση).

Το 1998, η πολιτεία προκειμένου να εξασφαλίσει την αποτελεσματική προστασία της άγριας ζωής (πανίδα, χλωρίδα) και των οικοτόπων, και διαμέσου αυτής τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, επιχείρησε μία αλλαγή στον προηγούμενο νόμο. Τροποποίησε τα άρθρα 253 και 254 του Ν.Δ. 86/69 και αντικατέστησε αυτά με το άρθρο **57** του Νόμου **2637/98**. Με την τροποποίηση αυτή τα καταφύγια θηραμάτων μετονομάστηκαν πλέον σε κα-

ταφύγια άγριας ζωής και άλλαξε η φιλοσοφία τους, δηλαδή ο κύριος σκοπός αυτών. Παρά την αλλαγή της φιλοσοφίας, με το νέο νόμο, πολλά από τα παλαιά καταφύγια διατηρήθηκαν, αλλά τα κριτήρια επιλογής, οι λειτουργίες που πρέπει να επιτελούν και οι σκοποί που πρέπει να επιτυγχάνονται, γίνονται περισσότερο σύνθετοι και πιο πολύπλοκοι, διότι σκοπός ίδρυσης των δεν είναι μόνον η προστασία (αύξηση) των θηραμάτων, αλλά και η διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας των σπάνιων και απειλούμενων ειδών της χλωρίδας και της πανίδας. Συνεπώς ο στόχος πλέον ενός καταφυγίου άγριας ζωής δεν επικεντρώνεται μόνο σε ένα είδος, στο θήραμα, αλλά σε περισσότερα στοιχεία (βιοποικιλότητα, πανίδα, χλωρίδα, οικοτόποι, σπανιότητα, κ.ά), γεγονός που καθιστά τη διαχείριση περισσότερο δύσκολη (πολυσύνθετη και πολυέξοδη) και απαιτεί ειδικές γνώσεις και εμπειρίες. Με βάση τη φιλοσοφία αυτή, οι διαχειριστές της άγριας ζωής θα πρέπει να έχουν πολλές και ειδικές γνώσεις, μεγάλη εμπειρία και να καταβάλουν ιδιαίτερη προσπάθεια, προκειμένου να επιτύχουν το σκοπό για τον οποίο ιδρύεται το κάθε καταφύγιο. Για ουσιαστικότερη προστασία του θηράματος, θα πρέπει τα καταφύγια άγριας ζωής που αφορούν τα θηράματα, να διέπονται από τις γενικές απαγορεύσεις του νέου νόμου, αλλά να διαχειρίζονται με ειδικό καθεστώς, δηλαδή στόχος να είναι η διαχείριση του θηράματος και του ενδιαιτήματος του, και προς διάκριση από τα άλλα καταφύγια να ονομάζονται «καταφύγια φυσικής αναπαραγωγής θηραμάτων».

Τα καταφύγια άγριας ζωής ιδρύονται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας, σημαντική διοικητική διαφορά (ευελιξία) σε σχέση με τα καταργηθέντα άρθρα: σε δασικές, δασοσκεπείς, χορτολιβαδικές, ελώδεις, υγροτοπικές, αγροτικές, παρόχθιες, παραλίμνιες και παράκτιες εκτάσεις καθώς και σε ερημονησίδες ή συνδυασμός των παραπάνω, με την προϋπόθεση, ότι οι εκτάσεις αυτές:

- είτε είναι απαραίτητες για τη διατροφή, διαχείμαση, αναπαραγωγή ή τη διάσωση των ειδών της άγριας πανίδας ή/και αυτοφυούς χλωρίδας,
- είτε είναι απαραίτητες για την επιβίωση ενός ή περισσότερων ειδών της άγριας πανίδας ή/και αυτοφυούς χλωρίδας, που είναι μοναδικά, σπάνια ή απειλούμενα με εξαφάνιση είδη,
- είτε αποτελούν αντιπροσωπευτικά δείγματα τύπου βιοτόπου (οικοτόπου).

Ισχύουσες απαγορεύσεις - συμβατές δράσεις

Μέσα στα καταφύγια άγριας ζωής απαγορεύεται: η θήρα κάθε είδους

θηράματος και κάθε είδους άγριας πανίδας, η σύλληψη κάθε είδους άγριας πανίδας για μη ερευνητικούς σκοπούς, η καταστροφή κάθε είδους ζωνών με φυσική βλάστηση, η καταστροφή των ζωντανών φυτοφρακτών, η αποστράγγιση και αποξήρανση ελωδών εκτάσεων, η ρύπανση των υδατικών πόρων και η ένταξη έκτασης καταφυγίου άγριας ζωής σε πολεοδομικό ή ρυμοτομικό σχεδιασμό, (στις περιπτώσεις όπου δημιουργείται κοινωνικό πρόβλημα το καταφύγιο άγριας ζωής παραμένει καταφύγιο θηραμάτων, όπου δεν ισχύει η παραπάνω απαγόρευση).

Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα από μέρους του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας, μετά από δημοσίευση στο ΦΕΚ, να απαγορεύονται ή να περιορίζονται εντός του καταφυγίου άγριας ζωής, δραστηριότητες όπως: αλιείας, βοσκής, γεωργίας, υλοτομίας, χρήσης φυτοπροστατευτικών ουσιών, κοπής ή/και συλλογής αρωματικών, βαφικών, αρτυματικών, μελισσοκομικών, ανθοκομικών - διακοσμητικών φυτών για εμπορικούς σκοπούς.

Μέσα στα καταφύγια άγριας ζωής, επιτρέπονται διάφορες συμβατές επεμβάσεις (έργα ή εργασίες) μετά από σύνταξη σχετικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων τύπου Α' και έγκρισης περιβαλλοντικών όρων. Οι επιτρεπτές επεμβάσεις, είναι: αλιευτικές εγκαταστάσεις, έργα αναδασμού, κατασκηνώσεων, λατομείων, τουριστικών εγκαταστάσεων, βιομηχανικών εγκαταστάσεων, μεταλλείων και δρόμων.

Σύμφωνα με ισχύουσες διατάξεις, για ερευνητικούς ή εκπαιδευτικούς σκοπούς επιτρέπεται, μόνον από τη Δασική Υπηρεσία, η σύλληψη ειδών της άγριας πανίδας ή η συλλογή ειδών της αυτοφυούς χλωρίδας καθώς και η σύλληψη και μεταφορά ειδών της άγριας πανίδας για εμπλουτισμό άλλων περιοχών.

Με βάση τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι καθιερώνεται μία νέα ειδική κατηγορία προστατευμένης περιοχής, πέραν από τους Εθνικούς δρυμούς, τους υγρότοπους RAMSAR, τα προστατευμένα δάση, τα μνημεία φύσης, τα εκτροφεία θηραμάτων, τις περιοχές «Φύση 2000»- (Natura 2000) και τις Ελεγχόμενες Κυνηγετικές Περιοχές (ΕΚΠ).

Η δασική Υπηρεσία είναι δυνατόν να προγραμματίζει και να εκτελεί ειδικά έργα, που αφορούν την βελτίωση του βιότοπου των καταφυγίων άγριας ζωής, όπως: σπορές, φυτεύσεις, ποτίστρες, υδρομαστεύσεις, περιφράξεις και ταΐστρες. Επίσης, δύναται να εκτελεί έργα που είναι απαραίτητα για την ικανοποίηση των οικολογικών αναγκών του βιολογικού κύκλου των ειδών της άγριας πανίδας και αυτοφυούς χλωρίδας, όπως: αναδασώσεις, διατήρησης ακαλλιέργητων εκτάσεων με παραδοσιακές καλλιέργειες, αναβάθμιση και αποκατάσταση υγροτοπικών εκτάσεων, δημιουργία και ανάπτυξη

ζωνών φυσικής βλάστησης, υγροτοπικών εκτάσεων, δενδροστοιχιών κατά μήκος αγροτικών δρόμων και ελωδών εκτάσεων.

Το στοιχείο της έκτασης δεν αποτελεί πλέον δεσμευτικό παράγοντα, διότι θεωρείται ότι δεν παίζει καθοριστικό ρόλο στην προστασία των βιοκοινοτικών στοιχείων, αλλά αυτό έχει μεγάλη σημασία για την επιτυχία του σκοπού, όταν πρόκειται για την διαχείριση (προστασία) θηραμάτων, διότι απαιτείται η γνώση της ζωοχωρητικότητας. Ο αριθμός η χωροκατανομή και η έκταση ίδρυσης ενός καταφυγίου, που αφορά τα θηράματα και γενικότερα την πανίδα, εξαρτώνται κυρίως από: το είδος του θηράματος που πρόκειται να προστατευθεί (τριχωτό, πτερωτό, υδρόβιο), τον σκοπό ίδρυσης (προστασία, αναπαραγωγή, ανάπαυση), τις επικρατούσες οικολογικές συνθήκες (κλίμα, βλάστηση κ.ά), και τις ανθρώπινες δραστηριότητες που αναπτύσσονται στην υπό ίδρυση περιοχή (βιομηχανίες, γεωργοκτηνοτροφικές μονάδες, κ.ά).

Προϋποθέσεις ίδρυσης και λειτουργίας

Εδώ γίνεται ειδικότερη αναφορά στα «*καταφύγια φυσικής αναπαραγωγής θηραμάτων*». Η σωστή επιλογή της θέσης ίδρυσης των καταφυγίων αυτών, που αφορούν κυρίως τη διαχείριση των θηραμάτων, εξασφαλίζει σε μεγάλο ποσοστό την επιτυχία του σκοπού ίδρυσης των. Οι παράγοντες που συμβάλλουν στη σωστή λήψη απόφασης ίδρυσης, είναι:

- Στην υπό ίδρυση περιοχή να υπάρχουν όσο είναι δυνατόν περισσότεροι φυσικοί φράκτες και ποικιλία βλάστησης, ώστε να εξασφαλίζεται τροφή και προστασία κατά τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες.
- Να υπάρχει τρεχούμενο ή πηγαίο νερό.
- Να υπάρχει εναλλαγή καλλιεργούμενων με χέρσων εκτάσεων, αναλογίας 75:25, όπου τα θηράματα θα έχουν τη δυνατότητα διαφυγής προς τις χέρσες εκτάσεις όταν κινδυνεύουν ή ενοχλούνται από τις διάφορες γεωργικές δραστηριότητες και κυρίως κατά την κρίσιμη περίοδο της αναπαραγωγής (θέρος).
- Στο μέτρο του δυνατού, να επιλέγονται περιοχές οι οποίες δέχονται μεγάλη κυνηγετική πίεση, ή διαπιστώνονται έντονες ανθρωπογενείς επιδράσεις, αφού αυτό διαπιστωθεί ύστερα από συστηματικές παρατηρήσεις.
- Να επιλέγονται περιοχές όπου ασκείται ακόμη η παραδοσιακή γεωργία (χωρίς μηχανικά μέσα και αγροχημικά) και όπου βέβαια οι οικολογικές

συνθήκες είναι περισσότερο ευνοϊκές.

Η ορθολογική λειτουργία των *καταφυγίων αυτών*, εξασφαλίζεται με τα παρακάτω φιλοθραματικά μέτρα:

- Συστηματικός έλεγχος των θηρευτών με οικολογικά κριτήρια με βάση την αμφίδρομη σχέση: *πληθυσμιακή αύξηση θηρευτών - δυσμενής επίδραση στην πανίδα.*
- Συχνή αστυνόμευση και σωστή εφαρμογή των απαγορευτικών διατάξεων περί θήρας, και ιδιαίτερα κατά την περίοδο της αναπαραγωγής και περιορισμό της όχλησης, της λαθροθηρίας και της καταστροφής φωλεών ή αρπαγής αυγών και νεοσσών.
- Περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ιδιαίτερα κατά την περίοδο της αναπαραγωγής.

Κατά την κρίσιμη περίοδο της αναπαραγωγής, στην ορθολογική λειτουργία μπορεί να συμβάλλει και η συστηματική παρακολούθηση των καταφυγίων αυτών από τους θηροφύλακες, με αναζήτηση (σήμανση) και συστηματική παρακολούθηση των φωλιών, για να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες σε αυγά και νεοσσούς, με τη λήψη πρόσθετων μέτρων προστασίας και φροντίδας (όχληση, αρπακτικότητα, καταστροφή κ.ά).

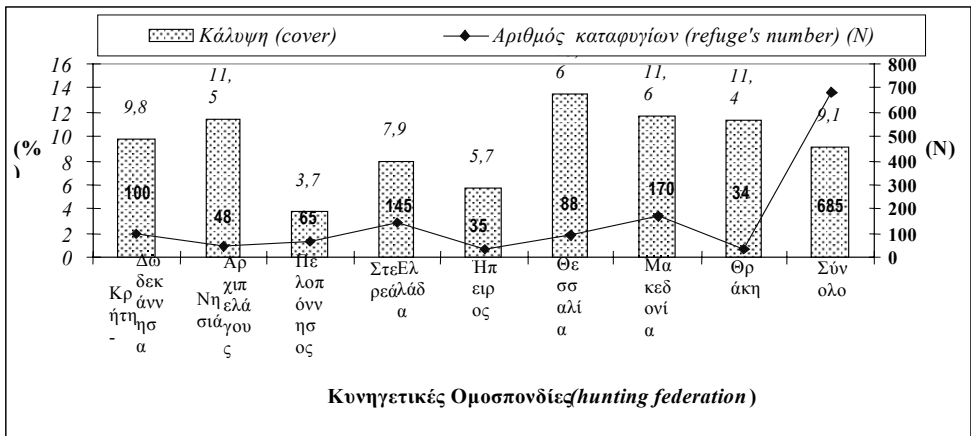
Οι κυριότερες ανθρώπινες δραστηριότητες, που επηρεάζουν σοβαρά τα ενδιαίτηματα των «*καταφυγίων φυσικής αναπαραγωγής θηραμάτων*» και μπορούν να περιορισθούν στο ελάχιστο δυνατόν είναι:

- Η χρήση φυτοφαρμάκων και κυρίως τοξικών (αν είναι δυνατό να αποφεύγονται μέσα στο καταφύγιο).
- Η διάνοιξη καινούργιων δρόμων μέσα στα καταφύγια.
- Η άσκηση της βοσκής και κυρίως της ελεύθερης, καθώς και η κυκλοφορία των σκύλων.
- Η χρήση γεωργικών μηχανημάτων χωρίς προστατευτικά κατά περίπτωση μέσα, και
- Το κάψιμο της καλαμιάς που είναι πολύ καταστροφική ενέργεια για το ενδιαίτημα των θηραμάτων, διότι στερεί από το θήραμα της αναγκαίας τροφής και απαραίτητης κάλυψης (προστασία).

Στατιστικά δεδομένα

Σήμερα, με βάση τις προϋποθέσεις του άρθρου **57** του Νόμου **2637/98**, στην χώρα μας λειτουργούν 685 καταφύγια άγριας ζωής, που καλύπτουν έκταση 11.917,43Km², που αντιστοιχεί στο 9,1% της συνολικής έκτασης της

χώρας, (περιλαμβάνονται Εθνικοί δρυμοί, Ε.Κ.Π., καθώς και υγρότοποι διεθνούς σημασίας) (σχήμα 1, πίνακας Ι). Εάν εξαιρεθούν τα παραπάνω, συνολικής έκτασης 2.486,10 Km², το ποσοστό των καταφυγίων αποκλειστικά και μόνο για την άγρια ζωή μειώνεται στο 7,2%.



Σχήμα 1. Κατά Κυνηγετική Περιφέρεια και συνολικά ποσοστό κάλυψης και αριθμός καταφυγίων.

Figure 1. Per hunting federation area and number of refuges for Wildlife in Hellas.

Ειδικότερα, από τα στοιχεία του πίνακα Ι, διαπιστώνεται ότι, η μέση έκταση ανέρχεται σε 17,4 Km² και η έκταση του καταφυγίου κυμαίνεται από 7,2 Km² (Κυνηγετική Περιφέρεια Αρχιπελάγους και Νήσων) μέχρι 28,7Km² (Κυνηγετική Περιφέρεια Θράκης).

Το ποσοστό κάλυψης κυμαίνεται από 3,74 μέχρι 13,55. Το μεγαλύτερο ποσοστό κάλυψης στην ηπειρωτική Ελλάδα, παρατηρείται στην Κυνηγετική Περιφέρεια Θεσσαλίας (13,55%), ενώ στη νησιώτικη, στην Κυνηγετική Περιφέρεια Αρχιπελάγους και Νήσων (11,48%) και ακολουθεί με πολύ μικρή διαφορά η Κυνηγετική Περιφέρεια Κρήτης Δωδεκανήσου (9,81%). Επισημαίνεται ότι τα υψηλά ποσοστά κάλυψης και μέσης έκτασης καταφυγίου που παρατηρούνται στις Κυνηγετικές Περιφέρειες Θράκης, Μακεδονίας και Θεσσαλίας οφείλονται στις μεγάλες εκτάσεις που καταλαμβάνουν οι υγρότοποι διεθνούς σημασίας και οι Ε.Κ.Π., ενώ στα νησιά οφείλεται αποκλειστικά και μόνο στα καταφύγια άγρια ζωής.

Πίνακας Ι. Κατά Κυνηγετική Ομοσπονδία και συνολικά έκταση, ποσοστό κάλυψης και αριθμός καταφυγίων.

Table 1. Per hunting federation area and number of refuges for wildlife in Greece.

Κυνηγετική Ομοσπονδία (<i>hunting federation</i>)	Περιοχές ευθύνης (<i>managerial area</i>)	Έκταση Ομοσπονδίας (<i>federation area</i>) Km ²	Έκταση καταφυγίων (<i>refuge's area</i>) Km ²	Αριθμός καταφυγίων (<i>refuge's number</i>) (N)	Κάλυψη (cover) (%)	Μέση έκταση καταφυγίου (<i>Mean refuge's area</i>) Km ²
Α' Κ.Ο.Κ	Κρήτη-Δωδεκάνησα (<i>Crete-Dodekanisa</i>)	10.994	1.078,22	100	9,81	10,78
Β' Κ.Ο.Α.	Νησιά Αρχιπελάγους (<i>Archipelagu Islands</i>)	3.011	345,76	48	11,48	7,20
Γ' Κ.Ο.Π.	Πελοπόννησος (<i>Peloponnesus</i>)	22.780	852,26	65	3,74	13,11
Δ' Κ.Ο.Σ.Ε	Στερεά Ελλάδα (<i>Stereá Hellas</i>)	27.790	2.200,59	145	7,92	15,18*
Ε' Κ.Ο.Η	Ήπειρος -(<i>Epirus</i>)	10.169	575,61	35	5,66	16,45
Ζ' Κ.Ο.Θ.	Θεσσαλία-(<i>Thessaly</i>)	14.071	1.907,09	88	13,55	21,67*
ΣΤ' ΚΟΜΑΘ	Μακεδονία (<i>Macedonia</i>)	34.177	3.981,60	170	11,65	23,42*
ΣΤ' ΚΟΜΑΘ	Θράκη-(<i>Thrace</i>)	8.578	976,3	34	11,38	28,71*
Σύνολο	Total	131.570	11.917,43	685	9,06	17,40

(*) υγρότοποι διεθνούς σημασίας, εθνικοί Δρυμοί ή/και Ε.Κ.Π.

Το μικρότερο ποσοστό κάλυψης παρατηρείται στην Κυνηγετική Περιφέρεια Πελοποννήσου 3.74% και ακολουθεί η της Ηπείρου με 5.66%. Τα περισσότερα καταφύγια διαθέτει η Κυνηγετική Περιφέρεια Μακεδονίας (170) και ακολουθεί η Κυνηγετική Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας και νήσων Κυκλάδων (145).

Στα νησιά το ποσοστό κάλυψης είναι μεγαλύτερο σε σύγκριση με τις άλλες περιοχές, διότι τα περισσότερα νησιά, λόγω δυσμενών κλιματεδαφικών συνθηκών, στερούνται δασικής δενδρώδους ή/και θαμνώδους βλάστησης και η υπάρχουσα βλάστηση δεν πληρεί τις προϋποθέσεις για την αποτελεσματική προστασία και στήριξη των διαφόρων ζωικών ειδών. Το μειονέκτημα αυτό (εδαφοκάλυψης), επιχειρείται να ελαχιστοποιηθεί με αύξηση

της έκτασης των καταφυγίων. Με αυτή την πρακτική, ο ρόλος των καταφυγίων άγριας ζωής στα νησιά, είναι περισσότερο απαγορευτικός, διότι αυξάνεται μεν ο ζωτικός χώρος των θηραμάτων όπου απαγορεύεται το κυνήγι, αλλά οι συνθήκες διαβίωσης είναι πολύ υποβαθμισμένες σε μεγάλη έκταση, διότι επικρατούν δυσμενείς εδαφοκλιματικές συνθήκες. Επιπλέον, ο μεγάλος αριθμός καταφυγίων δεν συμβάλλει στην ουσιαστική βελτίωσης των συνθηκών διαβίωσης των θηραμάτων. Επίσης, τα περισσότερα νησιά της χώρα μας εκτός της έλλειψη κατάλληλης βλάστησης, έχουν και μικρή έκταση, με αποτέλεσμα τα καταφύγια να είναι πολλά. Λόγω αυτών των ιδιαιτεροτήτων, θα πρέπει η όλη πολιτική των καταφυγίων στα νησιά, να αναθεωρηθεί με σύνταξη ειδικών μελετών.

Συζήτηση – Προτάσεις

Μέχρι τη δημοσίευση του νέου νόμου (πριν 10 χρόνια) η πολιτική για τα καταφύγια δεν απόδωσε τα αναμενόμενα, με βάση τον σκοπό για τον οποίο ιδρύθηκαν. Αλλά και από τη δημοσίευση του νόμου και μέχρι σήμερα, δέκα (10) χρόνια, η κατάσταση παραμένει η ίδια. Αυτό είναι δυνατόν να αποδοθεί σε πολλούς λόγους, κυρίως όμως, στη μη διαχείριση των καταφυγίων από την αρμόδια υπηρεσία, λόγω έλλειψης χρημάτων και κατάλληλου προσωπικού ή στην εσφαλμένη αξιολόγηση της εκλογής της θέσης ίδρυσης, λόγω αδυναμίας ή έλλειψης ειδικών γνώσεων, που έχουν άμεση σχέση με την οικολογία, τη βιολογία των ειδών και των κανόνων της ορθολογικής διαχείρισης περιοχών προστασίας. Επίσης με βάση τον παλιό και το νέο νόμο, μέσα σε διάστημα σαράντα (40) ετών (1969-2009), διαπιστώνεται μέσα σε δύο διαφορετικές περιόδους, ότι, με απλή διαχείριση που απαιτούσαν τα «καταργηθέντα» καταφύγια θηραμάτων τα αποτελέσματα ήταν αρνητικά (1969-1998), αλλά και με τη φιλοσοφία του νέου νόμου, όπου η διαχείριση είναι περισσότερο σύνθετη, τα αποτελέσματα είναι τα ίδια (1998-2009), και επιπλέον και σημαντικό υπάρχουν μεγάλες δυσκολίες στην υλοποίηση του σχετικού άρθρου.

Οι διαχειριστές, των καταφυγίων που έχουν άμεση σχέση με τα θηράματα, για λόγους ιδιαίτερης διαχείρισης αυτών των καταφυγίων, θα πρέπει για αποτελεσματικότερη προστασία του θηράματος, να αναφέρουν στη μελέτη, ότι: «ο σκοπός διαχείρισης του καταφυγίου είναι η προστασία του θηράματος». Επίσης, προτείνεται, όσα από τα παλιά καταφύγια πληρούν τις προϋποθέσεις προστασίας θηραματικών ειδών και συμβάλλουν στην αύξηση αυτών, να διατηρηθούν και σε διάκριση με τα άλλα, για διαχειριστικούς

λόγους, να ονομασθούν «καταφύγια φυσικής αναπαραγωγής θηραμάτων». Σε αυτή την περίπτωση, τα καταφύγια αυτά να τα διαχειρίζονται οι κατά Κυνηγετική Περιφέρεια κυνηγετικοί φορείς με βάση την παλιά φιλοσοφία, δηλαδή την προστασία του ενδημικού θηράματος.

Η συνήθης διάρκεια λειτουργίας των «καταφυγίων φυσικής αναπαραγωγής θηραμάτων», πρέπει να είναι διάρκειας τουλάχιστον δέκα (10) ετών. Δεν είναι ορθό να τροποποιούνται ή να αλλάζουν συχνά τα όρια τους, επειδή κατά την ίδρυση δεν έγινε σωστή επιλογή των ορίων και δεν ελήφθησαν υπόψη οι βασικές προϋποθέσεις ίδρυσης και στην πορεία προέκυψαν δυσλειτουργίες, που δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στους κυνηγούς με αποτέλεσμα να γίνονται παραβάτες ως προς τις κατά χώρο απαγορεύσεις (όρια).

Η συνολική έκταση των καταφυγίων κατά νομό, δεν πρέπει να ξεπερνά σε ποσοστό το 8% και σε εξαιρετικές περιπτώσεις το 10% της συνολικής έκτασης του νομού, διότι οι περιορισμοί που διέπουν τη λειτουργία των καταφυγίων της άγριας ζωής είναι πολλοί και σύνθετοι και θα δημιουργήσουν κοινωνικές αντιθέσεις και προβλήματα (γεωργοί, κτηνοτρόφοι, κυνηγοί).

Ένα άλλο στοιχείο που κρίνεται απαραίτητο και πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη, είναι η χωροκατανομή τους μέσα στο νομό. Πρέπει αυτά κατά το δυνατό να είναι μικρής έκτασης και ομοιόμορφα κατανεμημένα σε όλη την έκταση του νομού. Με τον τρόπο αυτό αφενός, δίδεται η δυνατότητα στο θήραμα να καταφεύγει έγκαιρα στο πλησιέστερο καταφύγιο και να εξασφαλίζει καλύτερη προστασία, όταν πιέζεται από έντονη θήρα ή/και ανθρωπίνες δραστηριότητες και αφετέρου, λόγω της μικρής έκτασης, επιτυγχάνεται καλύτερη διαχείριση-οργάνωση του καταφυγίου (βελτιώσεις, έλεγχος, φύλαξη κ.ά).

Στα νησιά για να περιορισθεί το μεγάλο ποσοστό κάλυψης, και επειδή τα περισσότερα καταφύγια είναι μικρής έκτασης, θα πρέπει να γίνει προσεκτική επιλογή των πλέον καταλλήλων από πλευράς χειρισμού για να βελτιωθούν οι συνθήκες διαβίωσης με διάφορες επεμβάσεις, για να προσφέρουν ουσιαστική προστασία και τα υπόλοιπα να καταργηθούν ως μη δυνάμενα να βελτιωθούν και να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των θηραμάτων. Θα πρέπει να συνταχθούν ειδικές μελέτες για τα καταφύγια των νησιών.

Τη διαχείριση και τις διάφορες επεμβάσεις στα καταφύγια της παραπάνω κατηγορίας, να τις πραγματοποιούν οι κυνηγετικοί φορείς της αρμόδιας Κυνηγετικής Περιφέρειας, διότι έχουν γνώση της περιοχής, το ανάλογο και κατάλληλο επιστημονικό προσωπικό, αλλά και τη θέληση για υλοποίηση του σχετικού άρθρου. Η σχετική χρηματοδότηση της υλοποίησης των έρ-

γων βελτίωσης των συνθηκών διαβίωσης των θηραμάτων, να γίνεται από το κεντρικό Ταμείο Γεωργίας Κτηνοτροφίας και Δασών, με βάση βέβαια εγκεκριμένων μελετών.

Όλα τα παραπάνω είναι δυνατόν να υλοποιηθούν σωστά, εφόσον και εάν για κάθε καταφύγιο καταρτίζεται σε πενταετή βάση ένα πρόγραμμα διαχείρισης του καταφυγίου (Διαχειριστικό σχέδιο καταφυγίου), όπου σε κάθε διαχειριστικό σχέδιο θα αναφέρονται ο σκοπός, τα μέσα και οι μέθοδοι υλοποίησης του τιθέμενου σκοπού και ο τρόπος ελέγχου των αποτελεσμάτων. Κρίνεται σκόπιμο αυτά τα Διαχειριστικά σχέδια να συντάσσονται και να υλοποιούνται από τους κυνηγετικούς φορείς της αρμόδιας Κυνηγετικής Περιφέρειας, με τη εποπτεία του αρμόδιου Υπουργείου, για να έχουν και την ευθύνη της επιτυχούς ή μη επιτυχούς διαχείρισης, με τις συνέπειες της.

Για την υλοποίηση των παραπάνω δεν χρειάζεται ιδιαίτερη νομοθετική ρύθμιση, αλλά διοικητική ρύθμιση (απόφαση) από την Περιφέρεια, διότι σύμφωνα με το νέο νόμο την αρμοδιότητα αυτή την έχει πλέον ο Περιφερειάρχης. Με τον τρόπο αυτό οι κυνηγετικοί φορείς θα έχουν την ευθύνη της διαχείρισης της θηραματοπανίδας με ουσιαστικό και ενεργό ρόλο στην προστασία των θηραματικών ειδών. Επιπλέον και σημαντικό, με τη σύνταξη και υλοποίηση των σχετικών μελετών θα αξιοποιηθεί το υπάρχον επιστημονικό προσωπικό των κυνηγετικών φορέων.

Reference

- Best, L.B. 1983. Birds use of fencerows: Implications of contemporary fencerow management practices. *Wildl. Soc. Bull.* 11: 3433-347.
- Cassel, J.F. and J.M. Wiehe. 1980. Uses of shelterbelts by birds. In: *Workshop Proceedings of Western forests and grasslands for non-game birds*. U.S.D.A. Forest Serv. Gen. Techn. Rpt, INT-86, Ogden, UT pp 78-87.
- Δασικός Κώδικας, Νομοθετικό διάταγμα 86/69 (άρθρα 251-288). ΦΕΚ 7, Τεύχος Α', 1969.
- Curtin, C. 1993. The evolution of the U.S. National wildlife refuge system and the doctrine of compatibility. *Conservation Biology*, 7: 29-38.
- Face, 2007. Hunting in Europe: Census of the number of hunters in Europe. <http://www.face-europe.org/fs-hunting.htm>.
- Fisher, J. 1981. Research needs in southern Great plains forestry. *Proceedings 33rd Annu. Meeting Forestry Committee, Great Plains Agriculture Council*. Publication No 102, pp 191-199.

- Graber, J.W. and R.R. Graber. 1979. Severe winter weather and bird population in Southern Illinois. *Wilson Bull.* 91: 88-103.
- Johnson, R.J. and M.M. Beck. 1988. Influences of shelterbelts on wildlife management and biology *Agric. Ecosystems Environ.* 22-23: 301-335.
- Καταφύγια άγριας ζωής, Ν.2637/1998 (ΦΕΚ 200/Α΄ 27-8-1998, άρθρο 57, παρ.1, 2, και 3).
- Martin, T.E. and P.A. Vohns. 1978. Configuration of shelterbelts for optimum utilization by birds. In: *Trees, a valuable Great plains Multiple-use resource. Proceedings 30th Annu. Meeting Forestry Committee, Great Plains Agriculture Council. Publication No 87, pp 79-88*
- Stormer, F.A. and G.L.Valentine. 1981. Management of shelterbelts for wildlife. *Proceedings 33rd Annu. Meeting Forestry Committee, Great Plains Agriculture Council. Publication No 102, pp 169-181.*
- Τσαχαλίδης, Ε.Π. 2003. «Διαχρονική εξέλιξη των αδειών θήρας στη Μακεδονία και Θράκη κατά το διάστημα 1975-200». *Γεωτεχνικά Επιστ. Θέματα, Σειρά ΙΙ, 14 (3): 41- 48.*
- Τσαχαλίδης, Ε.Π. και Γ. Τσαντόπουλος. 2003. «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. 2003. «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 K. Skordas. 2007. «Status and Management of the wildlife refuges in Northern Greece». *Book of abstracts of XXVIIIth International Union Game Biologists. Uppsala, 13-18 August, 2007, Uppsala, Sweden. pp 201.*
- Τσαχαλίδης, Ε.Π. 2008. Η διαχείριση της θήρας στην Ελλάδα. *Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Τόμος Ι: 207-220.*
- Yahner, R.H. 1983a. Seasonal dynamics, habitat relation ships and management of avifauna in farmstead shelterbelts. *J. Wildl. Manag.* 47: 85-104.

Yahner, R.H. 1983b. Small mammals in farmstead shelterbelts: Habitat correlates of seasonal abundance and community structure. *J. Wildl. Manag.* 47: 74-84.

Protected areas in Greece: Refuges of wildlife

E. P. Tsachalidis

Abstract

Greece has legislated protected areas aiming to protect natural wealth and refuges of wildlife constitute a category of protected areas. They were initially established 39 years ago with the name "refuge of games" and they have become a basic and innovative measure for the protection of wild life and mainly for game fauna. The favorite ecological conditions in these areas along with the hunting prohibition into these areas allow to the game to be protected and developed conveniently in its natural environment and consequently, because of the increase of the population to disperse naturally the neighboring areas. The aim for the establishment of a wild life refuge initially was to specifically protect an endemic game but nowadays it mainly aims to the protection of wildlife and of biodiversity. Nowadays, there are almost 604 wild life refuges in our country, uniform geographically distributed, covering 9% of the total area of the Greece. Wildlife refuges management belongs to the state.

Keywords: Protected areas, refuges of wildlife, refuges of game, endemic game, Greece.

Ατομικά χαρακτηριστικά και κυνηγετική συμπεριφορά λαγοκυνηγών στο Νομό Δράμας

Ε. Π. Τσαχαλίδης

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείριση
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Ορεσιάδα.
E-mail: etsaxal@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία ασχολείται με τη διερεύνηση της κυνηγετικής συμπεριφοράς των λαγοκυνηγών του νομού Δράμας μέσα από την τμηματοποίησή τους σε ομάδες με κοινά χαρακτηριστικά. Η συλλογή των στοιχείων έγινε με τη μέθοδο της προσωπικής συνέντευξης και με τη συμπλήρωση κατάλληλα διαμορφωμένων ερωτηματολογίων. Με τη βοήθεια προδειγματοληψίας, υπολογίστηκε το δείγμα σε 322 κυνηγούς, από τους οποίους οι 61 είναι λαγοκυνηγοί.

Τα δεδομένα αναλύθηκαν με τη μέθοδο της ανάλυσης συστάδων (Cluster analysis), σε δύο στάδια, με ιεραρχική ανάλυση συστάδων για τον καθορισμό του πλήθους των συστάδων Κ και κατόπιν, ανάλυση Κ-μέσων για την κατάταξη των περιπτώσεων στις συστάδες. Το προφίλ της κάθε συστάδας περιγράφεται από τα τελικά μέσα των συστάδων για κάθε μεταβλητή. Οπότε, οι περιπτώσεις των λαγοκυνηγών κατατάσσονται σε τρεις συστάδες/ομάδες. Στην 1^η ομάδα κατατάσσονται το 13% των λαγοκυνηγών (μέση ηλικία 57), στη 2^η το 51% (μέση ηλικία 45) και στην 3^η το 36% (μέση ηλικία 30) των περιπτώσεων.

Διαπιστώνεται ότι και οι τρεις ομάδες λαγοκυνηγών εμφανίζουν κοινή συμπεριφορά στις μεταβλητές που αφορούν τις εξόδους κυνηγίου, την απόσταση μετακίνησής τους από τον τόπο κατοικίας τους, τον τόπο κατοικίας, την ετήσια αναθεώρηση της άδειας θήρας, την κοινωνικότητα στις εξόδους κυνηγίου (κυνήγι με παρέα) και την απόδοση της Ομοσπονδιακής Θηροφυλακής. Οι λαγοκυνηγοί της 1^{ης} ομάδας έχουν μόρφωση πρωτοβάθμιας, ενώ της 2^{ης} και της 3^{ης} ομάδας υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Επίσης, από επαγγελματική άποψη οι λαγοκυνηγοί της 3^{ης} ομάδας ανήκουν στην τάξη των δημοσίων υπαλλήλων, της 2^{ης} ομάδας στην τάξη των αγροτών και της 1^{ης} στην τάξη των ελεύθερων επαγγελματιών.

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, τόσο η πολιτεία όσο και οι κυνηγετικοί φορείς και οι περιβαλλοντικές οργανώσεις, είναι δυνατόν να χαράξουν μια θηρευτική πολιτική, που να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες των λαγοκυνηγών και να ελαχιστοποιεί τα περιβαλλοντικά προβλήματα και τις κοινωνικές αντιδράσεις, ώστε η θηρευτική δραστηριότητα να είναι συμβατή με το περιβάλλον και να ασκείται στα πλαίσια μιας βιώσιμης ανάπτυξης.

Λέξεις κλειδιά: Λαγοκυνηγοί, Ανάλυση συστάδων, κυνηγετική συμπεριφορά,

Εισαγωγή

Η θήρα είναι μία αρχέγονη παραδοσιακή δραστηριότητα στη χώρα μας, που συνεχίζει να ασκείται έως σήμερα από 250.000 άτομα, που ανήκουν σε διάφορες κοινωνικές τάξεις. Αρχικά η θήρα κάλυπτε ζωτικές ανάγκες του ανθρώπου (τροφή, ένδυση, εργαλεία, μεταφορές), ενώ στις μέρες μας αποτελεί μία δραστηριότητα ικανοποίησης ψυχικών αναγκών (υπαίθρια αναψυχή). Στην αρχαιότητα συνδυάστηκε και με την αγωγή και εξάσκηση των νέων (εκπαίδευση, άθληση).

Ένα από τα χαρακτηριστικά της κυνηγετικής δραστηριότητας είναι και η κυνηγετική προτίμηση, δηλαδή το είδος του θηράματος που προτιμά να θηρεύει ο κυνηγός. Με βάση την κυνηγετική προτίμηση, οι κυνηγοί διαιρούνται σε διάφορες κατηγορίες. Μία κατηγορία κυνηγών είναι οι λαγοκυνηγοί, που περιλαμβάνει αυτούς που ασχολούνται αποκλειστικά με τη θήρα του λαγού και πολύ σπάνια με άλλα είδη θηραμάτων. Οι λαγοκυνηγοί της Αν. Μακεδονίας, καλύπτουν κατά μέσο όρο το 16% περίπου του συνόλου των κυνηγών (Τσαχαλίδης, 2003). Οι κυνηγοί αυτοί αξιοποιούν ένα μέρος των ανανεώσιμων θηραματικών πόρων με τη θήρευση του λαγού. Με κατάλληλη διαχείριση, θα πρέπει να εξασφαλισθεί και στους χρήστες αυτούς η αειφορική κάρπωση του είδους. Για την εφαρμογή όμως μίας σωστής θηρευτικής πολιτικής, απαιτούνται πληροφορίες που να σχετίζονται τόσο με την βιολογία και την οικολογία του είδους όσο με και με τη συμπεριφορά των λαγοκυνηγών.

Ο λαγός θεωρείται σημαντικό είδος θηράματος και αποτελεί το παραδοσιακό κυνήγι για μεγάλη μερίδα ελλήνων κυνηγών. Στην Κυνηγετική περιφέρεια Μακεδονίας-Θράκης είναι πρώτο σε συχνότητα εξόδου με ποσοστό 47.5% και ακολουθεί η περιφέρεια Πελοποννήσου με ποσοστό 22.2%. Πανελλαδικά είναι τρίτο σε προτίμηση μεταξύ των θηραμάτων, με ποσοστό 13.6% (Θωμαΐδης κ.α. 2003). Η μικρότερη κυνηγετική προτίμηση του λαγού οφείλεται, κατά ένα μεγάλο ποσοστό, στη μικρότερη κυνηγετική διάρκεια και στις λιγότερες ευκαιρίες που έχει στη διάθεσή του ο κυνηγός, έναντι των άλλων θηραμάτων, με βάση την ισχύουσα νομοθεσία.

Για την προστασία του θηράματος, ο Δασικός Κώδικας (Ν.Δ 86/69) έχει επιβάλει αρκετούς και σημαντικούς περιορισμούς. Η θηρευτική δραστηριότητα επιτρέπεται κάτω από περιοριστικούς κανόνες που έχουν σχέση με το χρόνο, το χώρο και τον αριθμό των θηρευόμενων θηραμάτων. Με

βάση τις διατάξεις του παραπάνω Δασικού Κώδικα, το Υπουργείο Γεωργίας εκδίδει κάθε χρόνο τη ρυθμιστική απόφαση, που ρυθμίζει την κατά χώρο και χρόνο τάξη και τον αριθμό θήρευσης των διαφόρων θηραμάτων. Η θήρα του λαγού επιτρέπεται σε όσους κατέχουν άδεια θήρας, τρεις φορές την εβδομάδα (Τετάρτη, Σάββατο και Κυριακή), και κάθε κυνηγός επιτρέπεται να θηρεύει ένα (1) λαγό ανά κυνηγετική έξοδό του. Η θήρα του λαγού αρχίζει στις 15 Σεπτεμβρίου και λήγει στις 10 Ιανουαρίου (4 μήνες περίπου).

Έρευνες σχετικές με το παραπάνω θέμα στην Ελλάδα δεν έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα. Οι υπάρχουσες εργασίες, που έχουν σχέση με την κυνηγετική δραστηριότητα, αναφέρονται κυρίως στην κυνηγετική συμπεριφορά και στα προσωπικά χαρακτηριστικά των κυνηγών και ελάχιστες στην οικολογία και την βιολογία του λαγού. Ο Τρακόλης (1984) αναφέρεται στα προσωπικά χαρακτηριστικά και τις επιθυμίες των κυνηγών του νομού Ιωαννίνων. Ο Λογοθέτης κ.α. (1996) αναφέρεται στην κυνηγετική συμπεριφορά των κυνηγών στην Δ. Ροδόπη. Ο Τσαχαλίδης (2003), μελέτησε τη διαχρονική εξέλιξη των αδειών θήρας στη Μακεδονία και τη Θράκη. Επίσης, ο Τσαχαλίδης κ.α. (2003, 2003α) αναφέρεται στην κυνηγετική συμπεριφορά των κυνηγών που κατέχουν κυνηγόσκυλο και στα ατομικά χαρακτηριστικά των κυνηγών της Μακεδονίας και Θράκης. Ο Θωμαΐδης κ.α. (1996, 1999), με βάση το πρόγραμμα « Άρτεμις», μελετά τις διαχρονικές μεταβολές που έχουν σχέση με την αφθονία, την κυνηγετική κάρπωση και τη διαχρονική θήρευση των επιτρεπόμενων θηραμάτων στην Ελλάδα. Ο Sfougaris et al. (1999) μελέτησε την κατανομή και την πυκνότητα του λαγού στη Θεσσαλία και στην Ήπειρο. Επίσης, ο Καρμύρης (2002) μελέτησε τη διατροφή του λαγού σε αιχμαλωσία και τη συμπεριφορά του μετά την απελευθέρωση.

Στο διεθνή χώρο, έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες σχετικά με τη βιολογία, την οικολογία και τη συμπεριφορά των θηραμάτων και των κυνηγών (Peterle 1967, Bevins et al. 1968, Garrett 1970, Isacovic 1970, Nagy and Bencze 1973, Kennedy 1974, Wright et al. 1977, Pinet 1995).

Ο σκοπός της έρευνας είναι, μέσα από την διερεύνηση των ομάδων λαγοκυνηγών που διαμορφώνουν κοινά ατομικά χαρακτηριστικά και κοινή κυνηγετική συμπεριφορά, να χαραχθεί σωστή θηρευτική πολιτική, τόσο από την πολιτεία όσο και από τους κυνηγετικούς φορείς, ώστε η δραστηριότητα της θήρας να είναι συμβατή με το περιβάλλον και να ασκείται στα πλαίσια μιας βιώσιμης ανάπτυξης, ελαχιστοποιώντας τα περιβαλλοντικά προβλήματα και τις κοινωνικές αντιδράσεις. Τα αποτελέσματα της έρευνας μπορεί ε-

πίσης να συμβάλλουν στην εκτίμηση του μέσου κόστους της θήρας του λαγού ανά κυνηγό.

Υλικά - Μέθοδοι

Για τη λήψη των στοιχείων, εφαρμόστηκε η μέθοδος της προσωπικής συνέντευξης, με τη συμπλήρωση κατάλληλα διαμορφωμένων ερωτηματολογίων, με απαντήσεις κλειστού τύπου. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων έγινε στους Κυνηγετικούς Συλλόγους του νομού, κατά την προσέλευση των κυνηγών για τη θεώρηση των αδειών θήρας, πριν από την έναρξη της κυνηγετικής περιόδου (1 έως 20 Αυγούστου 2003). Η επιλογή του πρώτου κυνηγού προς συνέντευξη γινόταν τυχαία και ακολουθούσε η επιλογή του κάθε κ-στού, με το κ προσδιοριζόμενο ως πηλίκο του συνολικού αριθμού των κυνηγών του νομού προς το προσδιορισθέν μέγεθος του δείγματος.

Για τον καθορισμό του δείγματος προηγήθηκε προδειγματοληψία για τον υπολογισμό του p , βάσει του οποίου υπολογίστηκε το μέγεθος του δείγματος, εφαρμόζοντας την παρακάτω εξίσωση (Wonnacott and Wonnacott, 1984).

$$n = \frac{z^2 p(1-p)}{a^2}$$

όπου:

n = το ζητούμενο μέγεθος δείγματος,

p = η αναλογία συμπληρωμένων ερωτηματολογίων

a = η αποδεκτή απόκλιση από το μέσο όρο (ακρίβεια), και

z = η τιμή της κανονικής κατανομής (1,96 για στάθμη σημαντικότητας 5%).

Το δείγμα ανέρχεται σε 322 κυνηγούς εκ των οποίων εξαιρέθηκαν 2 περιπτώσεις λόγω ασαφειών και ελλείψεων.

Στη συνέχεια, από τον διαμορφωθέντα πίνακα του δείγματος και με βάση τη μεταβλητή που αναφέρεται στην προτίμηση του είδους θήρευσης, ταξινομήθηκαν οι κυνηγοί που δήλωσαν ότι ασχολούνται αποκλειστικά με τη θήρα του λαγού και ανέρχονται σε 62 άτομα, εκ των οποίων διαγράφηκε μία περίπτωση λόγω ακραίων τιμών (outlier) σε περισσότερες από μια μεταβλητές, που επηρεάζουν την ανάλυση και οδηγούν σε μη αντιπροσωπευτικά μέσα των συστάδων (Hair et al. 1998).

Τα στοιχεία κωδικοποιήθηκαν και καταγράφηκαν σε Η/Υ, όπου με τη

χρήση στατιστικού λογισμικού πακέτου SPSS αναλύθηκαν με τη μέθοδο της Ανάλυσης συστάδων (Cluster analysis). Η τμηματοποίηση σε ομάδες με τη στατιστική αυτή διαδικασία έγινε με σκοπό να δημιουργηθούν κοινές ομάδες κληγών, που παρουσιάζουν συνολικά ομοιογενή στάση ως προς τη χρήση της πληροφορικής.

Η ανάλυση σε συστάδες αποτελεί μια μέθοδο κατάταξης των περιπτώσεων και οδηγεί στη δημιουργία ομάδων που έχουν κοινά χαρακτηριστικά. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται ομοιογενείς ομάδες ή κατηγορίες λαγοκνηγών. Στην πράξη, η ανάλυση σε συστάδες αποτελεί ένα διερευνητικό εργαλείο ως προς την ύπαρξη φυσικών και χρήσιμων ομαδοποιήσεων (Σιάρδος, 1996). Σύμφωνα με τον Everitt (1993), ο ερευνητής επιλέγει το είδος των μεταβλητών, και κάθε κατάταξη είναι μια τμηματοποίηση των περιπτώσεων σε ομάδες, που βασίζεται σε ένα συγκεκριμένο σύνολο χαρακτηριστικών. Η ανάλυση σε συστάδες, μπορεί να γίνει σε ένα ή σε δύο στάδια. Στη συγκεκριμένη περίπτωση εφαρμόστηκε η ανάλυση σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο γίνεται η Ιεραρχική ανάλυση σε συστάδες (hierarchical cluster analysis) και ακολουθεί η ανάλυση σε συστάδες των κ-μέσων (k-means cluster analysis) ή ταχεία ανάλυση σε συστάδες (quick cluster analysis).

Ιεραρχική ανάλυση συστάδων: Με την ιεραρχική ανάλυση σε συστάδες διερευνάται ο αριθμός των τμημάτων (ομοιογενών ομάδων), στα οποία θα χωριστεί το δείγμα. Επιλέγονται οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν σαν βάση για τη δημιουργία των ομάδων. Στην παρούσα έρευνα, για το σκοπό αυτό, επιλέχθηκαν 11 μεταβλητές: ηλικία, κληγετική πείρα, μόρφωση, επάγγελμα, τόπος κατοικίας, σταθερότητα θέωσης άδειας, κατοχή λαγόσκυλου, κληγετική έξοδος, απόσταση μετακίνησης, θήρευση με ή χωρίς παρέα και γνώμη για την ομοσπονδιακή θηροφυλακή.

Η ιεραρχική κατάταξη των n περιπτώσεων δεν καταλήγει σε συγκεκριμένο πλήθος ομάδων αλλά αποτελεί μια σειρά από διαδοχικές τμηματοποιήσεις του πληθυσμού ενώ υπάρχουν πολλές μέθοδοι για την τελική επιλογή του αριθμού των ομάδων. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε πίνακες με διάφορες μεθόδους εξυπηρετεί την προσπάθεια να διαγνωσθεί ποιο είναι το κρίσιμο βήμα της δημιουργίας ομάδων (stopping rule) με την πορεία της συνένωσης των ομάδων (agglomerative methods). Η μέθοδος της συνένωσης μειώνει συνεχώς τον αριθμό των ομάδων, καθώς συνδυάζει τις ομάδες μεταξύ τους, όταν παρουσιάζουν μια ελάχιστη αύξηση στο συνολικό άθροισμα των τετραγωνικών αποστάσεων μεταξύ των ομάδων. Αναλυτικά, σε κάθε ομάδα που δημιουργείται, υπολογίζονται οι μέσοι όροι

για όλες τις μεταβλητές. Κατόπιν, υπολογίζεται για κάθε περίπτωση, που κατατάσσεται στην ομάδα, η τετραγωνική ευκλείδεια απόσταση (Squared Euclidean distance) (Norusis 1992, Σιάρδος 1996). από το μέσο της ομάδας. Οι αποστάσεις αυτές αθροίζονται για όλες τις περιπτώσεις. Σε κάθε βήμα, οι δύο ομάδες που συνενώνονται είναι αυτές που καταλήγουν στην μικρότερη αύξηση στο συνολικό αθροισμάτων τετραγωνικών αποστάσεων μεταξύ των ομάδων και τελικά εκτιμάται το πλήθος K των συστάδων.

Ανάλυση συστάδων κ-μέσων: Ακολουθεί στο επόμενο στάδιο η ανάλυση σε συστάδες των κ-μέσων, όπου με δεδομένο το πλήθος K των συστάδων, κατανέμει τις περιπτώσεις σε K συστάδες, με τρόπο ώστε να καθορίζονται ομάδες λαγοκυνηγών με κοινά χαρακτηριστικά και συμπεριφορά.

Επιλέγονται και πάλι οι 11 μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για την ιεραρχική ανάλυση τμηματοποίησης. Στο πλαίσιο διαλόγου, κατά την εκτέλεση της ανάλυσης στο SPSS, επιλέγεται επίσης η δημιουργία μιας νέας μεταβλητής στο αρχείο δεδομένων, στην οποία θα καταχωρείται ο αριθμός της ομάδας που ανήκει η κάθε περίπτωση.

Τέλος, η μελέτη των τελικών μέσων των συστάδων/ομάδων οδηγεί στην περιγραφή του αντιπροσωπευτικού προφίλ του λαγοκυνηγού κάθε ομάδας/συστάδας.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Η ανάλυση συστάδων πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο η ιεραρχική ανάλυση συστάδων έδειξε, ύστερα από τη μελέτη του πίνακα συνένωσης των συστάδων, την ύπαρξη τριών συστάδων, δηλαδή εκτιμάται η τιμή $K=3$. Η εκτίμηση του τελικού πλήθους των συστάδων που δημιουργούνται γίνεται με το κριτήριο τερματισμού, σύμφωνα με το οποίο τερματίζεται η διαδικασία συνένωσης των συστάδων όταν ανιχνεύονται μεγάλες αυξήσεις στη μέση απόσταση (μέσες τιμές) μεταξύ των συστάδων.

Στη συνέχεια εκτελείται η ανάλυση συστάδων κ-μέσων για $K=3$, και κατατάσσονται οι περιπτώσεις σε τρεις συστάδες. Η κάθε συστάδα περιγράφεται από τα τελικά μέσα των συστάδων (final cluster centers), ενώ οι συστάδες 1, 2 και 3 ονομάζονται αντίστοιχα ομάδα 1^η, ομάδα 2^η και ομάδα 3^η. Η περιγραφή του αντιπροσωπευτικού λαγοκυνηγού που κατατάσσεται σε κάθε μια από τις παραπάνω συστάδες επιτυγχάνεται από την περιγραφή των τιμών των μέσων των συστάδων για κάθε μια μεταβλητή που συμμετέχει στην τμηματοποίηση, με τη μορφή των κοινών χαρακτηριστικών και συμπεριφοράς.

Από τα στοιχεία του πίνακα διαπιστώνεται ότι οι λαγοκυνηγοί της 2^{ης} ομάδας αποτελούν την πλειοψηφία των λαγοκυνηγών με ποσοστό (51%) και έχουν μέση ηλικία 45 ετών και ακολουθούν οι κυνηγοί της 3^{ης} ομάδας που είναι μικρότερης ηλικίας. Η κυνηγετική εμπειρία είναι ανάλογη με την ηλικία στην οποία έβγαλε άδεια ο κυνηγός για πρώτη φορά, έτσι στην 1^η ομάδα είναι το 27^ο έτος, στη 2^η το 26^ο έτος και στην 3^η το 23^ο έτος.

Πίνακας Ι. Προσωπικά χαρακτηριστικά και κυνηγετική συμπεριφορά των λαγοκυνηγών του νομού Δράμας κατά το έτος 2003 με βάση την Ανάλυση συστάδων.

Table I. Personal characteristics and hunting behavior of hare hunters in prefecture Drama, during the year 2003, on base Cluster analysis.

α/α	Προσωπικά Χαρακτηριστικά (Personal characteristics)	Ομάδες λαγοκυνηγών (Groups of hare hunters)		
		1 ^η ομάδα (1 st group) (μεγάλης ηλικίας) (older age)	2 ^η ομάδα (2 nd group) (μέσης ηλικίας) (middle age)	3 ^η ομάδα (3 rd group) (μικρής ηλικίας) (younger age)
	Λαγοκυνηγοί (hare hunters) (N)	8 (13%)	(31) (51%)	(22) (36%)
1	Μέση ηλικία (έτη), (mean age in years)	57	45	30
2	Μέση κυνηγετική πείρα (έτη) (mean experience hunting in years)	30	19	7
3	Επίπεδο μόρφωσης (level education)	Δημοτικό (primary school)	Γυμνάσιο (gymnasium)	Γυμνάσιο (gymnasium)
4	Επάγγελμα (occupation)	Δημ. Υπάλληλος (public servant)	Αγρότης (farmer)	Ελ. Επαγγελματίας (self-employed)
5	Τόπος κατοικίας (residence)	Κωμόπολη (small town)	Κωμόπολη (small town)	Κωμόπολη (small town)
6	Ανανέωση άδειας θήρας (renewal license)	Κάθε χρόνο (every year)	Κάθε χρόνο (every year)	Κάθε χρόνο (every year)
7	Κατοχή λαγόσκυλου (possession of dog)	OXI No	NAI Yes	OXI No
8	Κυνηγετική έξοδος (hunting exits)	1 φορά/εβδομάδα one time/week	1 φορά/εβδομάδα one time/week	1 φορά/εβδομάδα one time/week
9	Απόσταση μετακίνησης (movement distance)	20-50 Km	20-50 Km	20-50 Km
10	Απόδοση Ομοσπονδιακής Θηροφυλακής (assessment of Federation gamekeepers)	Καλή (good)	Καλή (good)	Καλή (good)
11	Κυνήγι με ή χωρίς παρέα (hunting alone or team)	Με παρέα (team)	Με παρέα (team)	Με παρέα (team)

Επίσης, διαπιστώνεται ότι και στις τρεις ομάδες οι λαγοκυνηγοί εμφανίζουν κοινή συμπεριφορά στις παρακάτω μεταβλητές: πηγαίνουν για κυνήγι μία φορά την εβδομάδα, μετακινούνται από τον τόπο κατοικίας τους έως 50 Km, κατοικούν σε κωμόπολη, θεωρούν κάθε χρόνο την άδεια θήρας, κυνηγούν με παρέα και έχουν καλή γνώμη για την απόδοση της Ομοσπονδιακής Θηροφυλακής.

Όσον αφορά το επίπεδο μόρφωσης, οι λαγοκυνηγοί της 1^{ης} ομάδας (μεγάλη ηλικία) είναι του Δημοτικού, ενώ της 2^{ης} και της 3^{ης} ομάδας (μέση και νεότερη ηλικία) είναι του Γυμνασίου. Επίσης, από επαγγελματική άποψη οι λαγοκυνηγοί της 3^{ης} ομάδας ανήκουν στην τάξη των δημοσίων υπαλλήλων, της 2^{ης} ομάδας στην τάξη των αγροτών και της 1^{ης} στην τάξη των ελεύθερων επαγγελματιών. Επιπλέον αυτοί που κατέχουν λαγόσκυλο ανήκουν στην 2^η ομάδα, ενώ της 1^{ης} και 3^{ης} δεν κατέχουν.

Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, τόσο η πολιτεία όσο και οι κυνηγετικοί φορείς και οι περιβαλλοντικές οργανώσεις, είναι δυνατόν να χαράξουν μια θηρευτική πολιτική, που να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες των λαγοκυνηγών και να ελαχιστοποιεί τα περιβαλλοντικά προβλήματα και τις κοινωνικές αντιδράσεις, ώστε η θηρευτική δραστηριότητα να είναι συμβατή με το περιβάλλον και να ασκείται στα πλαίσια μιας βιώσιμης ανάπτυξης. Επίσης, τα αποτελέσματα της έρευνας έχουν μεγάλη σημασία για παρατέρα συγκριτικές μελέτες, όπως η εκτίμηση του μέσου κόστους θήρας του λαγού ανά κυνηγό, κ.ά.

Βιβλιογραφία

- Bevins, I.M., R.S. Bond, T.J. Corcoran, K.D. Mc-Kintosh and R.J. Mc-Neil. 1968. Characteristics of Hunters and Fishermen in six Northeastern States. Agricultural Experiment Station, University of Vermont, Burlington, October 1968. Bulletin 656. pp. 1-76.
- Δασικός Κώδικας, Ν.Δ 86/1969 (άρθρα 251-288, ΦΕΚ 7. Τευχ. Α' 1969).
- Everitt, B.S. 1993. Cluster Analysis. 3rd edition. John Wiley and Sons Inc. N.Y.
- Garrett, R.J. 1970. Characteristics of Nevada Hunters. Agricultural Experiment Station. University of Nevada, Reno. No 27. pp. 1-66.
- Hair, J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham and W.C. Black. 1998. Multivariate

Data Analysis. 5th edition. Prentice Hall. NJ.

- Θωμαΐδης, Χ., Θ. Καραμπατσάκης, Γ. Λογοθέτης και Γ. Χριστοφορίδου. 2003. Μελέτη καταγραφής της κυνηγετικής κάρπωσης και παρακολούθησης των θηραματικών πληθυσμών. ΠΑΝ-ΘΗΡΑΣ, σελ. 134-137.
- Isacovic, I. 1970. Game Management in Yugoslavia. Jour. Wildl. Management Vol. 34 (4): 800 – 812.
- Καρμίρης, Μ.Η. 2002. Συμπεριφορά εκτρεφόμενου λαγού (*Lepus europeus*) μετά την απελευθέρωση. Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Kennedy, J.J. 1974. Attitudes and behaviour of Deer hunters in a Maryland Forest. Journal Wildlife Management Vol. 38: 1-8.
- Λογοθέτης, Γ., Θ. Καραμπατζάκης και Γ. Χριστοφορίδου. 1996. Εκτίμηση της ενεργού ζήτησης κυνηγίου και της κυνηγετικής κάρπωσης στην Δ. Ροδόπη, κατά την κυνηγετική περίοδο 1993-1994. Πρακτικά 7^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας, 11-13 Οκτωβρίου 1995. Καρδίτσα.
- Nagy, J.G. and L. Bencze. 1973. Game Management, Administration and Harvest in Hungary. Wildlife Society Bul. Vol. 1 (3): 121-127.
- Norusis, M. 1992. Statistical Package for Social Science SPSS ver. 6.00 for Windows.
- Peterle, T.J. 1967. Characteristics of some Ohio hunters. Journal Wildlife Management Vol. 31: 375-389.
- Pinet, J.K. 1995. The hunter in Europe. In Handbook of hunting in Europe. Federation des Association de Chasseurs de l' U.E. pp. 13.
- Sfougaris, I.A., N. Papageorgiou, A. Giannakopoulos, H. Goumas, Papavagelou and A. Anni. 1999. Distribution, population and habitat of the European Hare (*Lepus europeus*) in Central and Western Greece. In: Agriculture, Forestry – Game. Proceedings of the XXIVth Congress of the IUGB. Thessaloniki.
- Τρακόλης, Δ. 1984. Έρευνα με ερωτηματολόγιο για το κυνήγι στην περιοχή του Δασαρχείου Ιωαννίνων. Δασική Έρευνα Τόμος V Νο1: 5 – 39.
- Τσαχαλίδης, Ε.Π. 2003. Διαχρονική εξέλιξη της έκδοσης των αδειών θήρας στη Μακεδονία και Θράκη κατά το διάστημα 1975 - 2000. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. (υπό εκτύπωση).
- Τσαχαλίδης, Ε.Π. και Γ. Τσαντόπουλος. 2003. Σχέσεις μεταξύ κατοχής και είδος κυνηγετικού σκύλου και ατομικών χαρακτηριστικών των κυνηγών. Επιστ. Επετ. Δασολογίας, (υπό εκτύπωση).

- Τσαχαλίδης, Ε.Π., Σ. Γαλατσίδας και Γ. Τσαντόπουλος. 2003α. Τα ατομικά χαρακτηριστικά των κυνηγών στους νομούς Μακεδονίας και Θράκης. Επιστ. Επετ. Δασολογίας, (υπό εκτύπωση).
- Σιάρδος, Γ.Κ. 1996. Μέθοδοι πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη.
- Wonnacott, I and R. Wonnacott. 1984. Introductory Statistics for Business and Economics. Third edition. John Wiley and Sons Inc. USA.
- Wright, V.L., T.A. Bubolz, A. Wywialowski and R.R. Dahlgren. 1977. Characteristics of Individuals involved in different types of hunting. Trans. North. Amer. Nat. Conf. 42: 207-215.

Personal characteristics and hunting behavior of hare hunters in prefecture Drama, eastern Macedonia

E. P. Tsachalidis

Abstract

In the present paper, the personal characteristics and hunting behavior of hare hunters in eastern Macedonia is studied. Data were collected in 2003, through a questionnaire survey and personal interviews. The sample was 322 questionnaires which were filled by hunters from the prefecture of Drama. Cluster Analysis was used in order to reduce the number of variables and create groups of hunters with homogeneous characteristics and behavior. The results revealed three groups of hare hunters. The first group includes 13% of them, mean age 57 years. They are of low educational level and have not hunting dog. The second group comprises 51% of the hunters mean age 45 years, with hunting dog. The third group includes 36% of the hunters mean age 30 years, which are of low educational level. The results of this work can contribute to the formulation of an improved hunting policy, so as hunting be rationally exercised in the frame of sustainable development. Moreover, these results are useful for future comparative studies.

Keywords: hare hunters, hunting behavior, personal characteristics, cluster analysis.

Αφθονία λαγών μετά από τη δασική πυρκαγιά της Κασσάνδρας Χαλκιδικής

Χ. Κ. Σώκος, Ε. Π. Τσαχαλίδης* και Π. Κ. Μπίρτσας

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, 68200, Ορεστιάδα.
E-mail: etsaxal@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Σκοπός της έρευνας αυτής ήταν να συγκριθεί κατά τα δύο πρώτα έτη μετά από πυρκαγιά, η αφθονία των λαγών σε καμένες και μη καμένες εκτάσεις με όμοιο ενδιαίτημα και ανάγλυφο. Εξετάστηκε η επίδραση της πυρκαγιάς στη βλάστηση και εφαρμόστηκαν δύο δείκτες αφθονίας λαγών: α) η μέθοδος του προβολέα, και β) η καταμέτρηση κοπράνων. Η αφθονία λαγών ήταν μικρότερη το πρώτο έτος μετά την πυρκαγιά στις καμένες εκτάσεις σε σχέση με τις μη καμένες. Η πληθυσμιακή αφθονία ήταν ακόμα μικρότερη στις έντονα καμένες εκτάσεις όπου η πυρκαγιά κατέστρεψε εντελώς την ξυλώδη βλάστηση. Το αντίστροφο διαπιστώθηκε το δεύτερο έτος όπου η πληθυσμιακή αφθονία ήταν μεγαλύτερη στις καμένες εκτάσεις σε σχέση με τις μη καμένες. Από τις καταμετρήσεις με προβολέα δεν υπήρξε απόδειξη μόνιμης μετακίνησης των λαγών κατά τους πρώτους μήνες μετά την πυρκαγιά από τις μέτρια καμένες στις μη καμένες. Από τις καταμετρήσεις κοπράνων διαπιστώθηκε ότι περισσότεροι λαγοί τρέφονταν σε θέσεις όπου η πυρκαγιά είχε καταστρέψει εντονότερα την ξυλώδη βλάστηση.

Λέξεις κλειδιά: θηλαστικά, δομή βλάστησης, δείκτες αφθονίας, θήρα, δασική πυρκαγιά.

Εισαγωγή

Ο λαγός είναι το επιδημητικό είδος για το οποίο πραγματοποιούνται οι περισσότερες κυνηγετικές εξορμήσεις και έχει μεγάλη σημασία για τη θηρευτική οικονομία στην Ελλάδα (Σώκος κ.α. 2002, Θωμαΐδης κ.α. 2002, Tsachalidis and Hadjisterkotis 2005). Στα δάση με πολλά διάκενα και στα λιβάδια της χώρας παρατηρείται μεγαλύτερη πυκνότητα λαγών σε σχέση με τις γεωργικές εκτάσεις (Sfougaris et al. 1999). Η Ελλάδα αποτελεί το νότιο όριο εξάπλωσης του είδους, γεγονός το οποίο είναι σημαντικό για τη διατή-

ρηση της γενετικής ποικιλότητας του (Antonioni et al. 2004). Η διατήρηση βιώσιμων πληθυσμών λαγού είναι απαραίτητη για τον παραπάνω λόγο.

Στις δασικές εκτάσεις της χώρας όμως ξεσπούν συνήθως έντονες πυρκαγιές (Καϊλίδης κ.α. 2004). Η επίδραση των πυρκαγιών αυτών στον πληθυσμό του λαγού δεν έχει διερευνηθεί. Συχνά όμως ανακύπτουν ερωτήματα σχετικά με το ποια πρέπει να είναι η διαχείριση του είδους, όσον αφορά τη θήρα και την προστασία του μετά από πυρκαγιά.

Η περί θήρας νομοθεσία δεν αναφέρει κάτι συγκεκριμένο για τη διαχείριση της θήρας του λαγού μετά από πυρκαγιά. Έτσι ορισμένα δασαρχεία εκδίδουν απαγορεύσεις θήρας μετά από πυρκαγιά και άλλα όχι. Η διάρκεια των απαγορεύσεων θήρας ποικίλει από ένα έως πέντε έτη. Τα όρια της απαγόρευσης μπορεί να συμπίπτουν με τα όρια της καμένης έκτασης ή να εκτείνονται σε ακτίνα δεκάδων χιλιομέτρων γύρω από τα όρια της καμένης έκτασης.

Με βάση ότι, ο λαγός αποτελεί σημαντικό είδος θηράματος για πολλούς κυνηγούς και ότι τα τελευταία χρόνια η συχνότητα των πυρκαγιών και η θηρευτική προτίμηση του είδους είναι μεγάλη, κρίνεται αναγκαίο να μελετηθεί η επίδραση των πυρκαγιών στο λαγό.

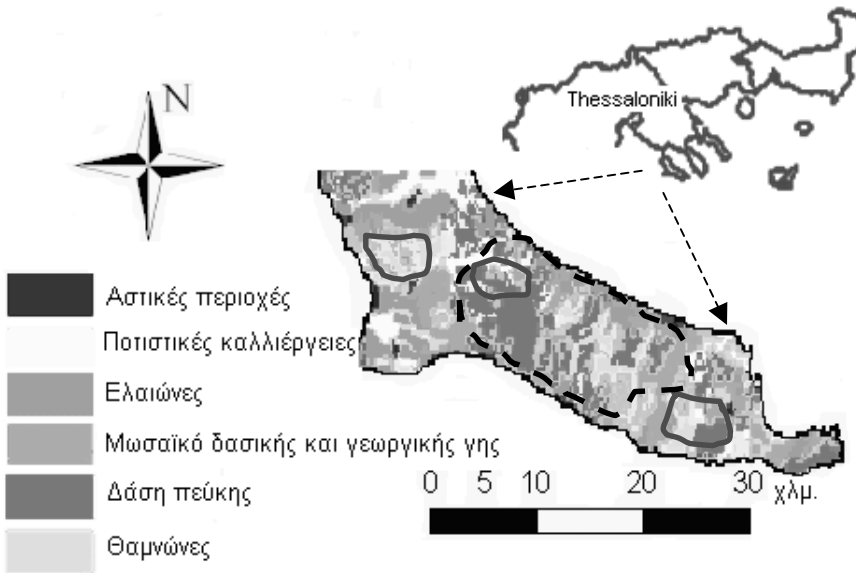
Περιοχή έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στις καμένες εκτάσεις και στις γειτονικές μη καμένες (καταφύγια άγριας ζωής και κυνηγότοποι) της χερσονήσου της Κασσάνδρας μεταξύ της κοινότητας της Φούρκας και της Αγίας Παρασκευής (Χάρτης 1).

Σύμφωνα με τα κλιματικά δεδομένα του Μετεωρολογικού Σταθμού της Δασικής Υπηρεσίας στην Κασσάνδρα (έτη 1978-1997) η μέση ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται σε 581 mm και η μέση ετήσια θερμοκρασία αέρος είναι 16,3 °C. Η περιοχή έρευνας ανήκει στη ζώνη *Quercetalia ilicis* και καλύπτεται κυρίως από δασική βλάστηση χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*), αειφυλλων πλατυφύλλων και διάσπαρτα υπάρχουν ξερικές καλλιέργειες κυρίως με σιτηρά, ψυχανθή και ελαιώνες. Τα φυτικά είδη της περιοχής είναι πυρόφιλα και αναγεννιούνται με γρήγορους ρυθμούς μετά την πυρκαγιά (Tsitsoni, 1997).

Στην περιοχή στις 21/8/2006 έλαβε χώρα πυρκαγιά η οποία έκαψε έκταση 68,7 Km² στο κέντρο της χερσονήσου της Κασσάνδρας και απαγορεύτηκε η θήρα σε όλη την έκταση της χερσονήσου. Στις 25/11/2006 η παραπάνω απόφαση τροποποιήθηκε και επιτράπηκε η θήρα του λαγού μέχρι

της 10/1/2007 στη μη καμένη έκταση. Το καθεστώς αυτό συνεχίστηκε και το επόμενο έτος της έρευνας. Όσον αφορά τη βόσκηση αγροτικών ζώων υπήρξε σχετική απαγόρευση, ωστόσο συνεχίστηκε η εφαρμογή της τόσο στις μη καμένες όσο και στις καμένες εκτάσεις.



Χάρτης 1. Περιοχή έρευνας και χρήσεις γης. (με μαύρη διακεκομμένη γραμμή η καμένη έκταση και με γκρι τα καταφύγια άγριας ζωής).

Map 1. Research area and land uses. (With black interrupted line the burned area and with grey the wildlife refuges).

Μέθοδοι

Επίδραση πυρκαγιάς στη βλάστηση

Κατά μήκος του δασικού δρόμου που ενώνει την κοινότητα της Φούρκας και της Αγίας Παρασκευής, μήκους 22 Km, τοποθετήθηκαν με συστηματικό τρόπο 35 σημεία ανά 500 έως 600 μέτρα. Η επίδραση της πυρκαγιάς υπολογίστηκε σε δειγματοληπτική επιφάνεια 750×750 μέτρων γύρω από κάθε σημείο σύμφωνα με το μέσο εύρος κατοικίας (home range) του λαγού (Homolka 1985, Reitz and Leonard 1994). Στην προσέγγιση αυτή προτιμήθηκε για καλύτερη στατιστική επεξεργασία η λήψη περισσότερων δειγματοληπτικών επιφανειών παρά τη μερική τους επικάλυψη.

Η επίδραση της πυρκαγιάς (ΕΠ) είναι μεγαλύτερη όσο περισσότερη έ-

κταση καίγεται και όσο μικρότερη είναι η διασπορά των εναπομεινάντων μη καμένων θέσεων. Αυτό εκφράστηκε ως ο γεωμετρικός μέσος δύο παραμέτρων:

$$ΕΠ = (KB \times AK)^{1/2}$$

Όπου *KB* εκφράζει την καμένη βλάστηση και είναι το άθροισμα του εμβαδού της δασικής έκτασης όπου κάηκε εντελώς ο υπόροφος (ΚΔΕ) και του ημίσεως του εμβαδού της καμένης γεωργικής έκτασης (ΚΓΕ). Η καμένη γεωργική έκταση λήφθηκε κατά το ήμισυ επειδή η ένταση της πυρκαγιάς σε αυτή δεν είναι τόσο έντονη, όπως στη δασική βλάστηση. Τα εμβαδά εκφράστηκαν ως ποσοστά επί της συνολικής έκτασης:

$$KB = ΚΔΕ + 1/2ΚΓΕ \quad (0: \text{μη καμένη έκταση} - 1: \text{το συνολικό εμβαδόν της έκτασης καμένο})$$

Όπου *AK* είναι ένας δείκτης απουσίας κάλυψης. Για τον υπολογισμό του η επιφάνεια των 750×750 μέτρων διαιρέθηκε σε εννέα επιμέρους τετράγωνα των 250×250 μέτρων και βρέθηκε ο λόγος κ/9, όπου κ ο αριθμός των τετραγώνων όπου η πυρκαγιά κατάστρεψε εντελώς την ποώδη και θαμνώδη βλάστηση, έτσι ώστε να μην υπάρχει φυτική κάλυψη για το λαγό (0: άριστη διασπορά - 1: απουσία κάλυψης).

Χρησιμοποιήθηκαν ορθοφωτοχάρτες 1:5.000 των οποίων η λήψη έγινε αμέσως μετά την πυρκαγιά και οι ανωτέρω υπολογισμοί έγιναν με τη χρήση ηλεκτρονικού εμβαδόμετρου. Η επίδραση της πυρκαγιάς εκτιμήθηκε σε 24 σημεία, ενώ σε 11 επιπλέον σημεία όπου ο δρόμος διασχίζει μη καμένες εκτάσεις υπολογίστηκε η δασοκάλυψη των μη καμένων εκτάσεων.

Σύγκριση της αφθονίας των λαγών

Η αφθονία των λαγών εκτιμήθηκε με τις μεθόδους του *προβολέα* και της *καταμέτρησης κοπράνων*. Το πρώτο έτος η σύγκριση της αφθονίας των λαγών έγινε μεταξύ των καμένων εκτάσεων και των γειτονικών μη καμένων, όπου το καθεστώς θήρας ήταν παρόμοιο. Δηλαδή το προηγούμενο έτος από την πυρκαγιά επιτρέπονταν η θήρα και μετά την πυρκαγιά απαγορεύτηκε εντελώς στις καμένες και μέχρι 25/11 στις μη καμένες.

Το δεύτερο έτος, μετά την έναρξη της κυνηγετικής περιόδου και μέχρι το τέλος της άνοιξης, οι μετρήσεις στις μη καμένες εκτάσεις επεκτάθηκαν σε καταφύγια άγριας ζωής. Αυτό έγινε για να περιοριστεί η επίδραση της

θήρας η οποία λάμβανε χώρα εκτός των καμένων εκτάσεων. Συγκεκριμένα οι αποστάσεις που πραγματοποιήθηκαν σε καταφύγια αποτέλεσαν το 75% της συνολικής απόστασης όπου διανύθηκε στις μη καμένες εκτάσεις και καλύφθηκε με προβολέα. Στην περίπτωση της καταμέτρησης κοπράνων (τον Απρίλιο του 2008) 11 διαδρομές πραγματοποιήθηκαν σε κυνηγότοπο και 15 διαδρομές σε καταφύγια.

Μέθοδος του προβολέα

Στη μέθοδο του προβολέα (spotlight method) οι λαγοί καταγράφονται από αυτοκίνητο που κινείται με ταχύτητα περίπου 20 Km/h αποκλειστικά σε δασικούς δρόμους. Το συνεργείο αποτελούνταν από τρία άτομα, εκ των οποίων οι δύο έφεραν προβολείς δύο εκατομμυρίων κεριών με τους οποίους φώτιζαν συστηματικά τις εκατέρωθεν του δρόμου θέσεις. Τα σημεία όπου εμφανίζονταν λαγοί καταγράφονταν με GPS. Οι μετρήσεις άρχιζαν δύο ώρες μετά τη δύση και ολοκληρώνονταν μέσα σε διάστημα τριών έως πέντε ωρών (Verheyden 1991, Langbein et al. 1999). Σε κάθε επίσκεψη, η διαδρομή καλυπτόταν με τους προβολείς δύο φορές (η δεύτερη κατά την επιστροφή). Όταν κατά την επιστροφή εντοπιζόταν στο ίδιο σημείο λαγός δεν καταγράφονταν.

Μέθοδος της καταμέτρησης κοπράνων

Στη μέθοδο της καταμέτρησης κοπράνων (pellet counts) εγκαταστάθηκε μία διαδρομή (line transect) σε κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια σύμφωνα με την προσέγγιση των Murphy and Bowman (2007). Σε κάθε διαδρομή ο απογραφέας περπατούσε εκατέρωθεν και παράλληλα του δρόμου κάνοντας πορεία 400 μέτρων. Η διαδικασία είχε ως εξής:

- ο απογραφέας απομακρυνόταν 30 μέτρα από το δρόμο και πραγματοποιούσε πορεία 100 μέτρων παρατηρώντας προσεκτικά το έδαφος σε πλάτος μισού μέτρου περίπου και κατέγραφε τα κόπρανα,
- στην περίπτωση όπου θα συναντούσε εμπόδια (κορμοί, θάμνοι, έντονη κλίση) τα παρέκαμπτε και συνέχιζε την πορεία μέχρι να συμπληρώσει τα 100 μέτρα,
- στη συνέχεια απομακρυνόταν 50 μέτρα από το δρόμο και πραγματοποιούσε ανάλογα την πορεία των 100 μέτρων προς τα πίσω,
- η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνονταν και στην άλλη πλευρά του δρόμου,
- τελικά σε κάθε διαδρομή συμπληρώνονταν συνολικά 400 μέτρα πορείας όπου απογράφηκαν τα κόπρανα,

- έτσι για κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια υπήρχε ο αριθμός κοπράνων ανά διαδρομή.

Η απογραφή έγινε σε μια απόσταση 30 έως 50 μέτρων από το δρόμο έτσι ώστε να μην είναι πολύ κοντά στο δρόμο, όπου μπορεί να δρουν κάποιοι παράγοντες αρνητικά, π.χ. όχληση από αυτοκίνητα και κοπάδια αγροτικών ζώων – αλλά και ούτε πολύ μακριά ώστε τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα με αυτά της μεθόδου του προβολέα.

Η μέθοδος αυτή κρίθηκε πως ήταν πιο αποτελεσματική από την εγκατάσταση επιφανειών (plots) (Litvaitis et al. 1985, Langbein et al. 1999) επειδή κάλυπτε μεγαλύτερη έκταση οπότε ήταν μεγαλύτερες οι πιθανότητες να εντοπιστούν κόπρανα λαγού σε περιοχή με μικρό πληθυσμό, και έτσι να αποφευχθούν πολλές μηδενικές τιμές οι οποίες στη συνέχεια δυσχεραίνουν τη στατιστική ανάλυση.

Ανάλυση δεδομένων

Ο αριθμός των λαγών που εντοπίστηκαν με τη μέθοδο του προβολέα εκφράστηκε ανά τρέχον Km και ανά επίσκεψη. Η σύγκριση του αριθμού των λαγών έγινε με το *t*-test σε τιμές κατά ζεύγη ώστε να αποκλειστεί η επίδραση παραγόντων που μπορεί να επηρεάζουν τον εντοπισμό των λαγών (όπως σελήνη, άνεμος, βροχή).

Ο αριθμός των κοπράνων ανά διαδρομή μετασχηματίστηκε με την εξίσωση $\ln(x+1)$, ώστε να ισχύουν οι προϋποθέσεις εφαρμογής του *t*-test σε ανεξάρτητα δείγματα.

Οι ποσοτικές μεταβλητές διερευνήθηκαν με την παλινδρόμηση. Η κανονικότητα διερευνήθηκε με τον έλεγχο Shapiro-Wilk και η ισότητα των διακυμάνσεων με τον έλεγχο του Levene (Zar, 1996). Το επίπεδο σημαντικότητας των διαφορών ορίστηκε σε 0,05. Στις στατιστικές αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το πακέτο STATISTICA 6.

Αποτελέσματα

Επίδραση της πυρκαγιάς στη βλάστηση

Στις μη καμένες εκτάσεις, όπου καταγράφηκαν οι λαγοί, η δασοκάλυψη υπολογίστηκε σε 73,4%, ενώ στις καμένες σε 83% (πριν την πυρκαγιά). Στις καμένες εκτάσεις η εναπομείνασα μη καμένη δασική βλάστηση κάλυπτε κατά μέσο όρο το 6,92%±2,23% (εύρος 0-40%) του εμβαδού.

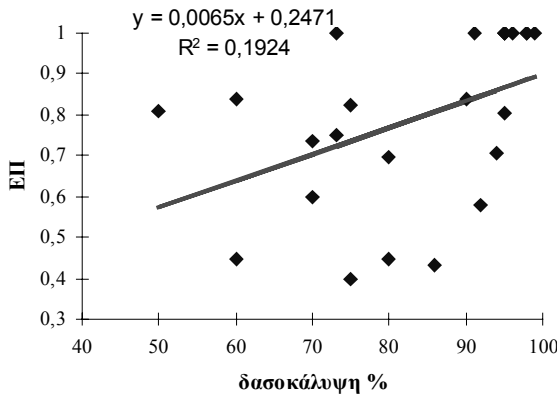
Στις καμένες εκτάσεις, όπου καταγράφηκαν οι λαγοί, υπολογίστηκαν οι δείκτες επίδρασης της πυρκαγιάς σε 24 επιφάνειες δειγματοληψίας κατά

μήκος του δρόμου μεταξύ Φούρκας και Αγίας Παρασκευής (Πίνακας Ι).

Πίνακας Ι. Στοιχεία δεικτών πυρκαγιάς στις δειγματοληπτικές επιφάνειες.
Table I. Indicators of fire in the sampling surfaces.

Δείκτες (Indicators)	Μέσος όρος (Mean)	Τυπικό σφάλμα (Standard Error)	Εύρος (Range)
Καμένης βλάστησης (ΚΒ) <i>Percentage of burned vegetation area</i>	0,86	0,03	0,49 – 1
Απουσίας κάλυψης (ΑΚ) <i>Dissemination of unburned places</i>	0,74	0,05	0,22 - 1
Επίδρασης της πυρκαγιάς (ΕΠ) <i>Fire indicator</i>	0,788	0,043	0,40 - 1

Σε εννέα επιφάνειες ο ΕΠ ήταν ίσος με τη μονάδα, δηλαδή η καταστροφή της δασικής βλάστησης ήταν ολοκληρωτική. Στις επιφάνειες όπου ο ΕΠ είχε τιμή 1 η δασοκάλυψη ήταν $91,3\% \pm 3,1\%$ πριν την πυρκαγιά και ήταν σημαντικά μεγαλύτερη (T test, $P=0,007$) σε σχέση με τις υπόλοιπες επιφάνειες όπου ο ΕΠ είχε τιμή $<0,838$ (Σχήμα 1). Στις επιφάνειες με ΕΠ $<0,838$ δεν υπήρξε συσχέτιση μεταξύ της τιμής του ΕΠ και της δασοκάλυψης ($R^2=0,003$, $P=0,835$).



Σχήμα 1. Σχέση δείκτη επίδρασης της πυρκαγιάς (ΕΠ) και δασοκάλυψης. Εντός του ορθογωνίου οι επιφάνειες των έντονα καμένων εκτάσεων.

Figure 1. Relation of fire indicator (FI) and forest cover. The surfaces that belong in intensely burned areas are presented inside the rectangle.

Επτά από τις επιφάνειες με ΕΠ ίσο με τη μονάδα κατανέμονταν διαδοχικά κατά μήκος του δρόμου της περιοχής έρευνας, οπότε αποτέλεσαν την επιμέρους περιοχή των έντονα καμένων εκτάσεων. Οι υπόλοιπες 17 επιφάνειες εντάχθηκαν στις μέτρια καμένες εκτάσεις.

Σύγκριση της αφθονίας των λαγών

Μέθοδος του προβολέα

Σε σύνολο 30 επισκέψεων στην περιοχή έρευνας εντοπίστηκαν 143 λαγοί σε πορεία 837.5 Km δασικών δρόμων. Κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους μετά την πυρκαγιά ο αριθμός λαγών/Km ήταν μικρότερος στις καμένες εκτάσεις σε σχέση με τις μη καμένες. Ιδιαίτερα μικρότερος ήταν στις έντονα καμένες εκτάσεις όπου μέχρι την Άνοιξη του 2007 δεν είχε παρατηρηθεί λαγός (Πίνακας II).

Πίνακας II. Καταγεγραμμένοι λαγοί ανά Km και εποχή το πρώτο έτος μετά την πυρκαγιά.

Table II. Recorded hares in the region of research per Km and per season, the first year after the fire.

Εποχή <i>Epoch</i>	Μη καμένες <i>(Not burned)</i>			Μέτρια καμένες <i>(Moderately burned)</i>			Έντονα καμένες <i>(Intensively burned)</i>		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Φθινόπωρο <i>(Autumn)</i>	3	25,5	0,118	3	28,5	0,118	0	13,5	0
Χειμώνας <i>(Winter)</i>	4	34	0,118	3	38	0,081	0	18	0
Άνοιξη <i>(Spring)</i>	6	34	0,176	3	38	0,081	0	18	0
Θέρος <i>(Summer)</i>	3	25,5	0,118	3	28,5	0,118	3	13,5	0,222
Σύνολο <i>(Total)</i>	16	119	0,134	12	133	0,092	3	63	0,048

(1): αριθμός λαγών, (2): σύνολο Km, (3): αναλογία (1)/(3)

Ο Πίνακας III δείχνει το μέσο αριθμό λαγών/Km/επίσκεψη για κάθε έκταση το πρώτο έτος μετά την πυρκαγιά. Το T test σε τιμές κατά ζεύγη έδειξε πως ο αριθμός λαγών/Km /επίσκεψη ήταν σημαντικά μικρότερος (T test, $P=0,029$) στις έντονα καμένες εκτάσεις σε σχέση με τις μη καμένες. Μεταξύ των έντονα καμένων και των μέτρια καμένων εκτάσεων δεν υπήρχε σημαντική διαφορά (T test, $P=0,096$), όπως και μεταξύ των μέτρια καμένων

με τις μη καμένες εκτάσεις (T test, $P=0,492$). Συνολικά ο αριθμός λαγών/Km/επίσκεψη δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των καμένων και μη καμένων εκτάσεων (T test, $P=0,253$).

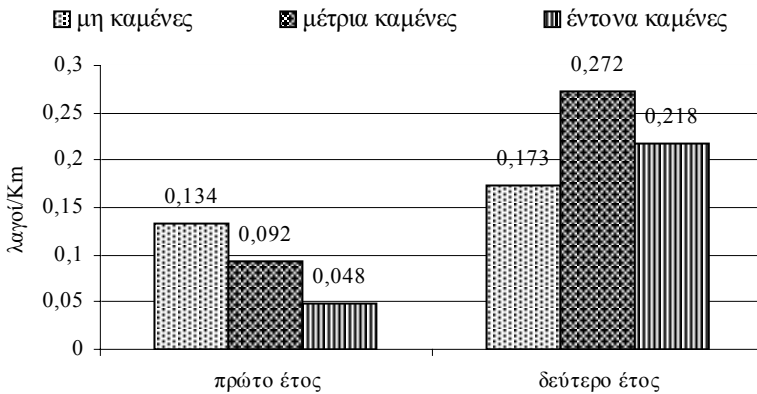
Πίνακας III. Καταγεγραμμένοι λαγοί ανά Km και επίσκεψη (τη νύχτα), κατά το πρώτο έτος ($n=14$ επισκέψεις).

Table III. Recorded hares per Km and per visit (the night) during the first year ($n=14$ visits).

	Μη καμένες εκτάσεις (Not burned areas)	Καμένες εκτάσεις (Burned areas)	
		Μέτρια (Moderately)	Έντονα (Intensively)
Αριθμός λαγών/Km/ επίσκεψη <i>Hares/Km/visit</i>	$0,134 \pm 0,039^a$	$0,098 \pm 0,026^{ab}$	$0,032 \pm 0,022^b$
		$0,082 \pm 0,018^a$	

Διαφορετικά γράμματα ανά γραμμή δείχνουν διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας $<0,05$.

Οι σχέσεις του πρώτου έτους μεταβλήθηκαν κατά τη διάρκεια του δεύτερου έτους μετά την πυρκαγιά. Στο Σχήμα 2 φαίνεται ότι οι λαγοί στις καμένες εκτάσεις είναι περισσότεροι σε σχέση με τις μη καμέ-



Σχήμα 2. Ιστόγραμμα καταγεγραμμένων λαγών ανά Km της συνολικής διανυόμενης απόστασης.

Figure 2. Histogram of recorded hares per Km of the total covered distance.

νες εκτάσεις παρατηρείται επίσης αύξηση των λαγών κάτι το οποίο πρέπει να αποδοθεί στο ότι κατά το δεύτερο έτος οι καταμετρήσεις επεκτάθηκαν σε καταφύγια άγριας ζωής.

Οι καταμετρήσεις του δεύτερου έτους έδειξαν ότι ο αριθμός λαγών/Km ήταν μεγαλύτερος στις καμένες εκτάσεις σε σχέση με τις μη καμένες (Πίνακας IV). Αυτό διαπιστώθηκε παρόλο που από το Φθινόπωρο μέχρι την Άνοιξη οι μη καμένες εκτάσεις αναφέρονται κυρίως σε καταφύγια, όπου απαγορεύεται η θήρα.

Πίνακας IV. Καταγεγραμμένοι λαγοί ανά Km και εποχή το δεύτερο έτος μετά την πυρκαγιά.

Table IV. Recorded hares in the region of research per Km and per season the second year after the fire.

Εποχή (Epoch)	Μη καμένες (Not burned)			Μέτρια καμένες (Moderately burned)			Έντονα καμένες (Intensively burned)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Φθινόπωρο (Autumn)	31	139	0,223	21	98,7	0,213	7	39,5	0,177
Χειμώνας (Winter)	1	37	0,059	5	19	0,263	1	9	0,111
Άνοιξη (Spring)	10	58,5	0,171	16	34,1	0,469	6	14,5	0,414
Θέρος (Summer)	3	25,5	0,118	7	28,5	0,245	4	19,5	0,205
Σύνολο (Total)	45	260	0,173	49	180,3	0,272	18	82,5	0,218

(1): αριθμός λαγών, (2): σύνολο Km, (3): αναλογία (1)/(3)

Ο Πίνακας V δείχνει το μέσο αριθμό λαγών/Km/επίσκεψη για κάθε έκταση το δεύτερο έτος μετά την πυρκαγιά. Το T test σε τιμές κατά ζεύγη έδειξε πως ο αριθμός λαγών/Km/επίσκεψη δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των έντονα καμένων εκτάσεων και των μη καμένων (T test, $P=0,2$), όπως και μεταξύ των μέτρια καμένων με των έντονα καμένων (T test, $P=0,262$). Ωστόσο, ο αριθμός λαγών/Km/επίσκεψη ήταν σημαντικά μικρότερος (T test, $P=0,021$) στις μη καμένες εκτάσεις σε σχέση με τις μέτρια καμένες. Συνολικά ο αριθμός λαγών/Km/επίσκεψη διέφερε σημαντικά μεταξύ των καμένων και μη καμένων εκτάσεων (T test, $P=0,02$).

Πίνακας V. Καταγεγραμμένοι λαγοί ανά Km και επίσκεψη (τη νύχτα), κατά το δεύτερο έτος (n=16 επισκέψεις).

Table V. Recorded hares per Km and per visit (the night) during the second year (n=16 visits).

	Μη καμένες εκτάσεις (Not burned areas)	Καμένες εκτάσεις (Burned areas)	
		Μέτρια (Moderately)	Έντονα (Intensively)
Αριθμός λαγών/Km/ επίσκεψη <i>Hares/Km/visit</i>	0,137 ± 0,024 ^a	0,281 ± 0,043 ^b	0,214 ± 0,055 ^{ab}
		0,264 ± 0,039 ^b	

Διαφορετικά γράμματα ανά γραμμή δείχνουν διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας <0,05.

Μέθοδος της καταμέτρησης κοπράνων

Το πρώτο έτος στις 7/11/2007 έγινε μια πρώτη εκτίμηση με την εγκατάσταση πέντε διαδρομών στη μη καμένη έκταση και πέντε διαδρομών στη μέτρια καμένη έκταση. Στις 20/4/2007 η περιοχή έρευνας καλύφθηκε με εννέα διαδρομές στη μη καμένη έκταση, 17 διαδρομές στη μέτρια καμένη έκταση και επτά διαδρομές στην έντονα καμένη έκταση.

Το δεύτερο έτος στις 17-20/4/2008 η περιοχή έρευνας καλύφθηκε με 26 διαδρομές στη μη καμένη έκταση (11 σε κυνηγότοπο και 15 σε καταφύγια), 17 διαδρομές στη μέτρια καμένη έκταση και επτά διαδρομές στην έντονα καμένη έκταση. Το συνολικό μήκος των διαδρομών αυτών κατά τη διετή έρευνα ήταν 37.200 μέτρα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα VI.

Πίνακας VI. Αριθμός κοπράνων λαγών (μέσοι όροι ± τυπικό σφάλμα) ανά διαδρομή (400 m) κατά το πρώτο έτος μετά την πυρκαγιά (n: διαδρομές, βλέπε πίνακα).

Table VI. Numbers of hare faeces (means ± standard error) per transect (400 m) at the first year after the fire (n: transects).

	Καμένες εκτάσεις (Burned areas)		Μη καμένες εκτάσεις (Not burned areas)
	Έντονα (Intensively)	Μέτρια (Moderately)	
7/11/06	-	1,71 ± 0,55 ^a (n=5)	1,22 ± 0,5 ^a (n=5)
	0,822 ± 0,55 ^b (n=7)	0,88 ± 0,21 ^b (n=17)	
20/4/07		0,86 ± 0,19 ^b (n=24)	4,7 ± 0,54 ^γ (n=9)

Συνολικά
(Total)

$0,89 \pm 0,18^d$ (n=29)

$3,09 \pm 0,39^e$ (n=14)

Διαφορετικά γράμματα ανά γραμμή δείχνουν διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας <0,05.

Στις 7/11/2006 δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στον αριθμό των κοπράνων μεταξύ των μέτρια καμένων και των μη καμένων διαδρομών (T test, $P=0,774$) (Πίνακας VI). Στην πιο ευρεία καταγραφή που πραγματοποιήθηκε στις 20/4/2007, βρέθηκε πως ο αριθμός κοπράνων/διαδρομή ήταν σημαντικά μικρότερος στις έντονα καμένες εκτάσεις σε σχέση με τις μη καμένες (T test, $P=0,029$). Επίσης, ήταν σημαντικά μικρότερος στις μέτρια καμένες εκτάσεις σε σχέση με τις μη καμένες (T test, $P=0,012$). Μεταξύ των έντονα καμένων και των μέτρια καμένων δεν υπήρχε σημαντική διαφορά (T test, $P=0,94$). Συνολικά ο αριθμός κοπράνων/διαδρομή ήταν σημαντικά μικρότερος στις καμένες εκτάσεις σε σχέση με τις μη καμένες (T test, $P=0,008$), ακόμα και όταν συνδυάστηκαν τα δεδομένα και των δύο ημερομηνιών (T test, $P=0,036$).

Στην καταγραφή που πραγματοποιήθηκε το δεύτερο έτος μετά την πυρκαγιά, στις 17-20/4/2008 η σύγκριση έγινε μεταξύ των καμένων εκτάσεων και δύο γειτονικών μη καμένων καταφυγίων για να αποκλειστεί η επίδραση της θήρας (Πίνακας VII).

Πίνακας VII. Αριθμός κοπράνων λαγών (μέσοι όροι \pm τυπικό σφάλμα) ανά διαδρομή (400 m) κατά το δεύτερο έτος μετά την πυρκαγιά (n: διαδρομές, βλέπε πίνακα).

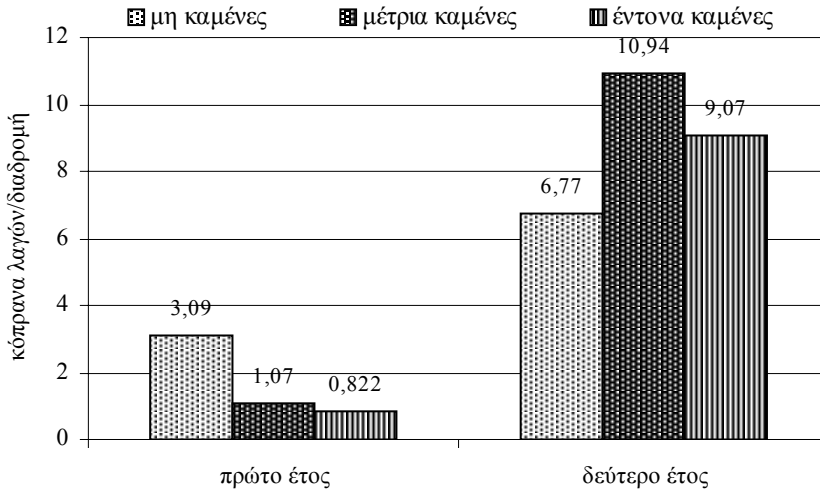
Table VII. Numbers of hare faeces (means \pm standard error) per transect (400 m) at the second year after the fire (n: transects).

Καμένες εκτάσεις (Burned areas)		Μη καμένες εκτάσεις (Not burned areas)
Έντονα (Intensively)	Μέτρια (Moderately)	
$9,07 \pm 0,52^a$ (n=7)	$10,94 \pm 0,32^a$ (n=17)	$6,77 \pm 0,5^a$ (n=15)
	$10,36 \pm 0,26^a$ (n=24)	

Διαφορετικά γράμματα ανά γραμμή δείχνουν διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας <0,05.

Βρέθηκε πως ο αριθμός κοπράνων/διαδρομή ήταν μεγαλύτερος στις καμένες εκτάσεις, ωστόσο δεν διέφερε σημαντικά. Συγκεκριμένα δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των έντονα καμένων εκτάσεων και των μη καμένων (T test, $P=0,693$). Επίσης, δεν διέφερε μεταξύ των μέτρια καμένων εκτάσεων και των μη καμένων (T test, $P=0,373$). Μεταξύ των έντονα καμένων και

των μέτρια καμένων δεν υπήρχε σημαντική διαφορά (T test, $P=0,74$). Συνολικά ο αριθμός κοπράνων/διαδρομή δεν διέφερε στις καμένες εκτάσεις σε σχέση με τις μη καμένες (T test, $P=0,374$). Στο Σχήμα 3 φαίνεται η ανατροπή της σχέσης της αφθονίας των κοπράνων που συνέβη από το πρώτο στο δεύτερο έτος.

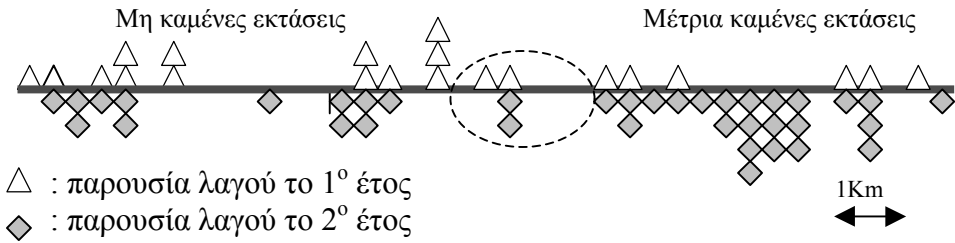


Σχήμα 3. Ιστόγραμμα μέσων όρων αριθμών κοπράνων λαγού ανά διαδρομή (400m).

Figure 3. Histogram of mean numbers of hare faeces per transect (400 m).

Παρουσία λαγών στις μη καμένες εκτάσεις πλησίον των καμένων

Οι λαγοί έχουν εύρος κατοικίας από 0,1 – 1 Km² (Broekhuizen and Maaskamp 1982, Kovacs and Buza 1992, Reitz and Leonard 1994), οπότε εύλογο είναι το ερώτημα για το εάν στα πρώτα ένα έως δύο Km από το όριο των καμένων παρατηρήθηκε μια υψηλότερη παρουσία λαγών από άλλες θέσεις λόγω μετακίνησης και παραμονής. Για να ελεγχθεί αυτό δεν πραγματοποιήθηκε ειδική και εκτεταμένη έρευνα. Με επιφύλαξη για το συγκεκριμένο αποτέλεσμα παρατίθεται η χωρική παρουσία των λαγών κατά μήκος της διαδρομής που καλύφθηκε με τη μέθοδο του προβολέα (Σχήμα 4).



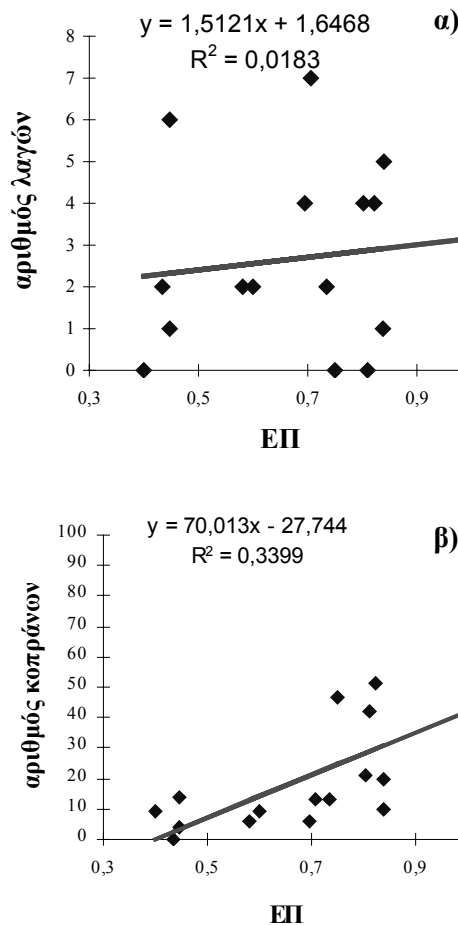
Σχήμα 4. Απεικόνιση των θέσεων εντοπισμού λαγών μεταξύ μη καμμένων (8,5 Km) και μέτρια καμμένων εκτάσεων (5 Km) το πρώτο και το δεύτερο έτος. (Η διακεκομμένη έλλειψη περικλείει τα δύο Km των μη καμμένων πλησίον των καμμένων).

Figure 4. Depiction of positions of hares localisation between not burned (8,5 Km) and moderate burned areas (5 Km) the first and second year. (Inside the interrupted lack are encompassed two Km of not burned areas neighbour to burned).

Στο Σχήμα 4 διαπιστώνεται ότι οι λαγοί στις μη καμμένες εκτάσεις πλησίον των καμμένων δεν εμφανίζουν κάποια αύξηση στον αριθμό τους. Στο πρώτο Km από το όριο των καμμένων δεν εντοπίστηκε κανένας λαγός, ενώ στο δεύτερο εντοπίστηκαν δύο λαγοί, αριθμός μικρότερος από άλλες περιοχές των μη καμμένων. Επιπρόσθετα και το δεύτερο έτος καταγράφονται δύο λαγοί στην ίδια περιοχή περίπου όπου βρέθηκαν κατά το πρώτο έτος.

Παρουσία λαγών στις μέτρια καμμένες εκτάσεις

Στις μέτρια καμμένες εκτάσεις οι δείκτες πυρκαγιάς ήταν διαφορετικοί μεταξύ των γειτονικών επιφανειών δειγματοληψίας, σε αντίθεση με τις έντονα καμμένες εκτάσεις όπου η τιμή των δεικτών ισούται με τη μονάδα. Στις μέτρια καμμένες εκτάσεις συσχετίστηκαν οι δείκτες πυρκαγιάς με τους δείκτες πληθυσμού.



Σχήμα 5. Σχέση δείκτη επίδρασης της πυρκαγιάς ΕΠ και: **α)** καταγεγραμμένων λαγών με προβολέα, **β)** αριθμού κοπράνων – στο σύνολο των δύο ετών μετά την πυρκαγιά, στις 17 δειγματοληπτικές επιφάνειες μέτριας καμένης έκτασης.

Figure 5. Relation of fire indicator with: **a)** the recorded hares with spotlight, **b)** the total number of faeces during two years after the fire, in the 17 sampling surfaces of moderate burned area.

Οι αριθμοί λαγών ο οποίοι καταγράφηκαν με τη μέθοδο του προβολέα στις 17 επιμέρους επιφάνειες των μέτρια καμένων εκτάσεων δεν συσχετίζονταν με τις τιμές των δεικτών πυρκαγιάς, τόσο το πρώτο όσο και το δεύτερο

έτος (Σχήμα 5α). Ωστόσο στην περίπτωση της καταμέτρησης των κοπράνων διαπιστώθηκε ότι στις επιφάνειες όπου η πυρκαγιά ήταν εντονότερη ο αριθμός των κοπράνων ήταν μεγαλύτερος (Σχήμα 5β, Πίνακας VIII). Αυτό διαπιστώθηκε το πρώτο έτος στο δείκτη καμένης βλάστησης (KB) και ακόμα περισσότερο στο δείκτη απουσίας κάλυψης (AK). Το δεύτερο έτος περιορίστηκε στον AK.

Πίνακας VIII. *Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 και η σημαντικότητα P (σε επίπεδο 5%:* και 1%:**) των δεικτών πυρκαγιάς με τον αριθμό κοπράνων στις 17 επιμέρους επιφάνειες των μέτρια καμένων εκτάσεων.*

Table VIII. *Coefficient of determination R^2 and significance P (in level 5%:* and 1%:**) of indicators of fire with the number of faeces in 17 sampling surfaces of moderate burned areas.*

Συσχέτιση (Correlation)	R^2	P
1^ο έτος μετά την πυρκαγιά (1st year after fire)		
Καμένης βλάστησης (KB) – κόπρανα (Percentage of burned vegetation – faeces)	0,278	0,0297*
Απουσίας κάλυψης (AK) – κόπρανα (Dissemination of unburned places – faeces)	0,396	0,007**
Επίδρασης της πυρκαγιάς (ΕΠ) – κόπρανα (Fire indicator – faeces)	0,419	0,0049**
2^ο έτος μετά την πυρκαγιά (2nd year after fire)		
Καμένης βλάστησης (KB) – κόπρανα (Percentage of burned vegetation – faeces)	0,113	0,18
Απουσίας κάλυψης (AK) – κόπρανα (Dissemination of unburned places – faeces)	0,284	0,027*
Επίδρασης της πυρκαγιάς (ΕΠ) – κόπρανα (Fire indicator – faeces)	0,268	0,033*
Συνολικά και τα δύο έτη μετά την πυρκαγιά (Total of two years after fire)		
Καμένης βλάστησης (KB) – κόπρανα (Percentage of burned vegetation – faeces)	0,153	0,12
Απουσίας κάλυψης (AK) – κόπρανα (Dissemination of unburned places – faeces)	0,355	0,011*
Επίδρασης της πυρκαγιάς (ΕΠ) – κόπρανα (Fire indicator – faeces)	0,34	0,014*

Συζήτηση

Στην περιοχή έρευνας δεν υπάρχουν πληθυσμιακά δεδομένα για το λαγό πριν την πυρκαγιά ώστε να υπάρχει σαφής εικόνα για την επίδραση της στο λαγό. Επιπρόσθετα δεν πραγματοποιήθηκε ειδική διερεύνηση για το αν υπήρξε θανάτωση ή μετακίνηση των λαγών ή και τα δύο. Ωστόσο, δεν ε-

ντοπίστηκε αυξημένος αριθμός λαγών στις μη καμένες εκτάσεις πλησίον των μέτρια καμένων (Σχήμα 4), κάτι το οποίο ενισχύει την άποψη ότι δεν υπήρξε μετακίνηση ή εάν υπήρξε μετακίνηση οι λαγοί επέστρεψαν μετά από σύντομο χρονικό διάστημα στις καμένες εκτάσεις.

Στα αποτελέσματα που παρατέθηκαν δεν επιχειρήθηκε αναλυτική σύγκριση μεταξύ των ετών επειδή ο πληθυσμός του λαγού αλλά και η εκδήλωση διαφόρων βιολογικών φαινομένων (όπως η αναπαραγωγή) μεταβάλλονται από έτος σε έτος, π.χ. λόγω επίδρασης καιρικών συνθηκών (Smith et al. 2005). Επιπλέον για να αποφευχθεί η επίδραση της θήρας, οι μη καμένες εκτάσεις επιλέχθηκαν ανάλογα με το καθεστώς θήρας στις καμένες εκτάσεις, έτσι το πρώτο έτος ήταν κυνηγότοποι και το δεύτερο έτος κυρίως καταφύγια άγριας ζωής.

Η πυρκαγιά είχε εντονότερη επίδραση (καταστροφή δασικής βλάστησης) στις επιφάνειες όπου η δασοκάλυψη ήταν μεγαλύτερη. Η διάσπαση της συνέχειας του δάσους από καλλιέργειες είτε από αντιτυρικές ζώνες περιόρισαν τη μετάδοση της πυρκαγιάς και έτσι έμειναν αδιατάρακτες θέσεις βλάστησης (Σχήμα 1). Οι εναπομείνουσες αυτές θέσεις βρίσκονταν στις μέτρια καμένες εκτάσεις και ήταν σημαντικές για τη διατήρηση του πληθυσμού του λαγού.

Συγκεκριμένα στις μέτρια καμένες εκτάσεις βρέθηκαν λαγοί από την πρώτη επίσκεψη στην περιοχή έρευνας (ενάμισι μήνα μετά την πυρκαγιά) σε αντίθεση με τις έντονα καμένες εκτάσεις όπου παρουσία λαγού διαπιστώθηκε οκτώ μήνες μετά την πυρκαγιά (Πίνακας II). Παρόμοια οι Keith and Surrindi (1971) δεν κατέγραψαν λαγούς στις έντονα καμένες εκτάσεις για ένα έτος μετά την πυρκαγιά, αντίθετα δεν διαπίστωσαν μείωση του πληθυσμού στις μέτρια καμένες εκτάσεις.

Στις έντονα καμένες εκτάσεις και πριν την πυρκαγιά ο πληθυσμός του λαγού πιθανολογείται να ήταν μικρός λόγω μικρού αριθμού διακένων (Bresiski and Chlewski 1976, Panek and Kamieniarz 1999, Σφουγγάρης and Γκαραβέλη 2006, Paci et al. 2007), κάτι τέτοιο όμως δεν φαίνεται να μπορεί να δικαιολογήσει την τελεία απουσία ενδείξεων λαγού. Εκτιμάται λοιπόν ότι η πυρκαγιά στις έντονα καμένες εκτάσεις προκάλεσε θνησιμότητα [και ίσως τη λιγότερο πιθανή μόνιμη μετακίνηση των λαγών επειδή ο λαγός έχει μικρό εύρος κατοικίας (home range, Reitz and Leonard 1994) και έντονο ένστικτο παλιννόστησης (home instinct, Jezierski 1968)]. Σχετικές μαρτυρίες για θανάτωση λαγών αναφέρονται στη βιβλιογραφία για τον *Lepus americanus* (Hakala et al. 1971) και τον *Sylvilagus floridanus* (Erwin and Stasiak, 1979).

Οι σχέσεις του πρώτου έτους ανατράπηκαν κατά τη διάρκεια του δεύτερου έτους μετά την πυρκαγιά (Σχήματα 2, 3). Οι καταμετρήσεις με τον προβολέα άρχισαν να δείχνουν περισσότερους λαγούς στις καμένες εκτάσεις από το Φθινόπωρο του 2007, ένα έτος περίπου μετά την πυρκαγιά. Ομοίως οι Keith and Surrendi (1971) βρήκαν περισσότερους λαγούς στις καμένες εκτάσεις μετά από ένα έτος, όπως και άλλοι ερευνητές αναφέρουν αύξηση του πληθυσμού των λαγόμορφων μετά την παρέλευση κάποιου χρονικού διαστήματος από το συμβάν της πυρκαγιάς (Gates et al. 1984, Ferguson and St-Laurent 2008).

Η ευνοϊκή επίδραση της πυρκαγιάς διαπιστώθηκε από τις καταμετρήσεις κοπράνων. Οι λαγοί αποθέτουν τα σκληρά κόπρανα στις θέσεις τροφοληψίας (Litvaitis et al. 1985), από την καταμέτρηση των κοπράνων λοιπόν βρέθηκε ότι οι λαγοί προτιμούσαν για να τραφούν επιφάνειες με εντονότερη επίδραση της πυρκαγιάς. Αυτό σχετίζεται κυρίως με την απουσία ξυλώδους βλάστησης και λιγότερο με το εμβαδόν της καμένης έκτασης της κάθε επιφάνειας (Πίνακας VIII). Οι λαγοί δηλαδή προτιμούσαν καμένες εκτάσεις όπου υπήρχαν μεγαλύτερες ανοιχτές θέσεις χωρίς ξυλώδη βλάστηση. Αυτό έχει βρεθεί και σε άλλες έρευνες για το λαγό και αποδίδεται στην περιορισμένη παρουσία αρπάγων μακριά από τις θέσεις με ξυλώδη βλάστηση (Bresinski and Chlewski 1976, Panek and Kamieniarz 1999, Paci et al. 2007).

Διαχειριστικές εφαρμογές

Ο πληθυσμός του λαγού αποτελεί ανανεώσιμο φυσικό πόρο της θηρευτικής οικονομίας. Σύμφωνα με τα ανωτέρω οι πυρκαγιές στα μεσογειακά οικοσυστήματα επιδρούν στην αρχή αρνητικά και μετά θετικά στον πληθυσμό του. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να παρακολουθείται ο πληθυσμός μετά από πυρκαγιά με κατάλληλους δείκτες αφθονίας. Από τους δύο δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα αποτελεσματικότερος και με μικρότερο κόστος είναι η καταμέτρηση των κοπράνων.

Συγκεκριμένα, από τα στοιχεία της έρευνας αυτής και λαμβάνοντας υπόψη μόνο τον πληθυσμό του λαγού και την προσφερόμενη κάλυψη δεν τεκμηριώνεται η απαγόρευση της θήρας πέραν του πρώτου έτους μετά από πυρκαγιά και πέρα από τα όρια των καμένων εκτάσεων.

Μετά το πέρας ενός έτους ο πληθυσμός του λαγού στις καμένες εκτάσεις μπορεί να είναι μεγαλύτερος από αυτούς των καταφυγίων άγριας ζωής. Αυτό σημαίνει ότι αυξάνεται η πυκνότητα του πληθυσμού και επομένως ο κίνδυνος να εκδηλωθούν ασθένειες (Gortazar et al. 2006). Συνεπώς η θή-

ρευση του πληθυσμού μπορεί να συμβάλει στη ρύθμιση της πυκνότητας και συνεπώς στην προστασία του είδους από ασθένειες.

Όσον αφορά το ενδιαίτημα από την έρευνα καταγράφεται ότι η αλλαγή της δομής της βλάστησης (μείωση της δασοκάλυψης από 83% σε 7%) αύξησε τον πληθυσμό του λαγού. Οι διαχειριστές επομένως εάν θέλουν να ευνοήσουν τον λαγό θα πρέπει να επιδιώκουν τη δημιουργία μωσαϊκού, όπου η ξυλώδης βλάστηση θα διακόπτεται από διάκενα.

Αναδεικνύεται επίσης η χρησιμότητα της ελεγχόμενης φωτιάς (υπό προϋποθέσεις) ως εργαλείο για τη βελτίωση του ενδιαιτήματος του λαγού στα μεσογειακά οικοσυστήματα με τη δημιουργία του επιθυμητού μωσαϊκού της βλάστησης. Στους ελληνικούς πρινώνες χρησιμοποιήθηκε η τεχνική αυτή με πολύ καλά αποτελέσματα για τα αγροτικά ζώα (Λιάκος κ.α. 1980), ενώ σε άλλες χώρες η ελεγχόμενη φωτιά έχει χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση του ενδιαιτήματος ειδών της άγριας πανίδας (Christensen and Maisey 1987, De Groot M. and D. Bordjan 2007). Επιπλέον η ελεγχόμενη φωτιά μπορεί να ενταχθεί στις τεχνικές διαχείρισης της βιομάζας με σκοπό τη μείωση του κινδύνου εκδήλωσης καταστροφικών πυρκαγιών (Stephens and Ruth, 2005).

Ευχαριστίες

Ευχαριστίες εκφράζονται στους φοιτητές Κων/νο Δημητρίου, Απόστολο Καστόρη και Στέλιο Κύπρου για τη βοήθειά τους στις εργασίες πεδίου.

Βιβλιογραφία

- Antoniou, A., A. Magoulas, P. Platis, J. Papamatheakis and G. Kotoulas. 2004. Divergence of *Lepus europaeus* populations in Greece: Is it only a matter of isolation by distance and geographic barriers?. 2nd World Lagomorph Conference. July 26-31, 2004, Vairao, Portugal.
- Bresiski, W. and A. Chlewski. 1976. Tree stands in fields and spatial distribution of hare populations. *Ecology and Management of European Hare Populations* (Eds Z. Pielowski and Z. Pucek), pp. 185–193. Polish Hunting Association, Warsaw.
- Christensen, P. and K. Maisey. 1987. The use of fire as a management tool in fauna conservation reserves. *Nature conservation: The role of remnants of native vegetation*, (eds. D.A. Saunders, G.W. Arnold, A.A. Burbidge and A.J.M. Hopkins), pp. 323-9. Surrey Beatty and

Sons, Sydney.

- De Groot, M. and D. Bordjan. 2007. Possibilities for fire as a management tool on Kras (SW Slovenia): a bird's perspective. *Acrocephalus* 28 (132): 3–15.
- Erwin, W.J. and R.H. Stasiak. 1979. Vertebrate mortality during the burning of a re-established prairie in Nebraska. *American Midland Naturalist*, 101: 247–249.
- Ferron, J. and M.H. St-Laurent. 2008. Forest fire regime: the missing link to understand hare population fluctuations? *Lagomorph Biology: Evolution, Ecology and Conservation* (eds K. Hackländer, A.C. Alves, and N. Ferrand). pp. 141-152. Springer Verlag, Berlin.
- Gates, R.J. and R.L. Eng. 1984. Sage grouse, pronghorn, and lagomorph use of a sagebrush-grassland burn site on the Idaho National Engineering Laboratory. *Idaho National Engineering Laboratory radio ecology and ecology programs: 1983 progress reports* (ed D. O. Markham). pp. 220-235. Idaho Falls, ID: U.S. Department of Energy, Radiological and Environmental Sciences Laboratory.
- Gortazar, C., P. Acevedo, F. Ruiz-Fons and J. Vicente. 2006. Disease risks and overabundance of game species. *European Journal of Wildlife Research* 52: 81-87.
- Hakala, J.B., R.K. Seemel, R.A. Richey and J. E. Kurtz. 1971. Fire effects and rehabilitation methods—Swanson-Russian fires. *Fire in the northern environment* (eds C.W. Slaughter, R.J. Barney and G.M. Hansen), pp. 87–99. United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest Range Experiment Station, Portland, Oregon.
- Homolka, M. 1985. Spatial activity of hares (*Lepus europaeus*). *Folia Zoologica* 34(3): 217-226.
- Jeziarski, W. 1968. Some ecological aspects of introduction of the European hare. *Acta Theriol.* 13: 1–30.
- Keith, L.B. and D.C. Surrendi. 1971. Effects of fire on a snowshoe hare population. *J. Wildl. Manage.* 35:16-26.
- Langbein, J., M.R. Hutchings, S. Harris, C. Stoate, S.C. Tapper and S. Wray. 1999. Techniques for assessing the abundance of Brown Hares *Lepus europaeus*. *Mammal Rev.* 29: 93–116.
- Litvaitis, J.A., J.A. Sherburne and J.A. Bissonette. 1985. A comparison of methods used to examine snowshoe hare habitat use. *J. Wildl. Manage.* 49: 693–695.

- Murphy, B.P and D.M.J.S Bowman. 2007. The interdependence of fire, grass, kangaroos and Australian Aborigines: a case study from central Arnhem Land, northern Australia. *Journal of Biogeography* 34: 237-250.
- Paci, G., A. Lavazza, M. Ferretti and M. Bagliacca. 2007. Relationship between habitat, densities and metabolic profile in brown hares (*Lepus europaeus* Pallas). *Italian Journal of Animal Science* 6(3): 241-255.
- Panek, M. and R. Kamieniarz. 1999. Relationships between density of brown hare *Lepus europaeus* and landscape structure in Poland in the years 1981–95. *Acta Theriol.* 44: 67–75.
- Reitz, F. and Y. Leonard. 1994. Characteristics of European hare (*Lepus europaeus*) use of space in a French agricultural region of intensive farming. *Acta Theriol.* 39: 143-157.
- Sfougaris, A., N. Papageorgiou, A. Giannakopoulos, H. Goumas, E. Papae-vangelou and A. Anni 1999. Distribution, populations and habitat of the European Hare (*Lepus europaeus*) in Central and Western Greece. pp. 423 – 430. In: Agriculture, Forestry – Game: Integrating wildlife in land management (Thomaides, C. and N. Kyridemos, eds). Proceedings of the IUGB XXIVth Congress, Thessaloniki.
- Smith, R.K., N.V. Jennings and S. Harris. 2005. A quantitative analysis of the abundance and demography of European hares *Lepus europaeus* in relation to habitat type, intensity of agriculture and climate. *Mammal Review* 35: 1-24.
- Stephens, S.L. and L.W. Ruth. 2005. Federal forest fire policy in the United States. *Ecological Applications* 15: 532–542.
- Tapper, S.C. and R.F.W. Barnes. 1986. Influence of farming practice on the ecology of the brown hare (*Lepus europaeus*). *J. Appl. Ecol.* 23: 39-52.
- Trabaud, L. and J.F. Galtié. 1996. Effects of fire frequency on plant communities and landscape pattern in the Massif des Aspres (southern France). *Landscape Ecol.* 11: 215–224.
- Tsachalidis, E.P. and E. Hadjisterkotis. 2005. Hare (*Lepus europaeus*) hunting hunter's behavior and socioeconomic trends in Northern Greece during the years 1993 and 2002. Proceedings (extend abstract) XXVIIth International Union of Game Biologist Hanover, 28 August - 6 September, 2005. Hannover, Germany. pp 191-192.

- Tsitsoni, T. 1997. Conditions determining natural regeneration after wild-fires in the *Pinus halepensis* (Miller, 1768) forests of Kassandra Peninsula (North Greece). *Forest Ecology and Management* 92: 199-208.
- Verheyden, C. 1991. A spotlight, circular-plot method for counting brown hares in the hedgerow system. *Acta Theriol.* 36: 255–265.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Θωμαΐδης, Χ., Θ. Καραμπατζάκης, Γ. Λογοθέτης και Γ. Χριστοφορίδου. 2002. Πρόγραμμα “Άρτεμις” – καταγραφή της κυνηγετικής κάρπωσης και παρακολούθηση των πληθυσμών του λαγού, σελ. 134-137. “ΠΑΝ-ΘΗΡΑΣ 2002 τα πάντα περί θήρας” (Σκορδάς, Κ., Π. Μπίρτσας και Ο. Μασλαρινού συντ. έκδ.). ΣΤ’ ΚΟΜΑΘ. Θεσ/νίκη.
- Καϊλίδης, Δ., Π. Καρανικόλα και Σ. Ταμπάκης. 2004. Οι δασικές πυρκαγιές στην Ελλάδα τον προηγούμενο αιώνα (1900-2000). *1^ο Πανελλήνιο Περιβαλλοντικό Συνέδριο*, Ορεστιάδα 7-9/5/2004, σελ. 249-258.
- Λιάκος, Λ., Β. Παπαναστάσης και Κ. Τσιουβάρας. 1980. Συμβολή στην αναγωγή πρινώνων σε ποολίβαδα και σύγκριση της αποδόσεως τους με βελτιωμένα θαμνολίβαδα. *Δασική Έρευνα*, 1: 97-141.
- Σφουγγάρης, Α. και Α. Γκαραβέλη. 2006. Χαρτογράφηση της εξάπλωσης και χωρική ανάλυση του ενδιαιτήματος του λαγού (*Lepus europaeus*) στη Θεσσαλία. *Λιβαδοπονία ξηροθερμικών περιοχών* (εκς Β. Παπαναστάσης and Ζ. Παρίση), σελ. 267-272. *Πρακτικά 5^ο Πανελλήνιου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου*. Ηράκλειο 1-3 Νοεμβρίου 2006. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία, Δημ. Νο 13.
- Σώκος, Χ.Κ., Κ.Ε. Σκορδάς, και Π.Κ. Μπίρτσας. 2002. Αξιολόγηση της θήρας και διαχείριση του λαγού (*Lepus europaeus*) στα λιβαδικά οικοσυστήματα. *Λιβαδοπονία και Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών* (εκς Π. Πλατής και Θ. Παπαχρήστου), σελ. 131-139. *Πρακτικά 3^ο Πανελλήνιου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου*, Καρπενήσι 4-6 Σεπτεμβρίου 2002. Ε.Λ.Ε., Δημ. Νο 10.

Hare abundance between burned and unburned areas at Kassandra, Chalkidiki

C. K. Sokos, E. P. Tsachalidis and P. K. Birtsas

Abstract

Hare (*Lepus europaeus*) is the most important sedentary hunting species of Hellas. The aim of this research was to compare the hare abundance in burned and adjacent not burned areas with similar habitat and topography, the first two years after the fire. It was examined the effect of fire on the vegetation and indicators of hare abundance were used. The hare abundance was smaller the first year after the wildfire in burned areas concerning not burned. This difference was more intent in intensely burned areas where the wildfire destroyed completely the wood vegetation. The inverse was found the second year, the hare abundance was higher in burned areas. Spotlight census measurements did not show any evidence of permanent movement of hares during the first months after the fire from the moderate burned to not burned areas. By the faecal census it was realized that more hares were feeding in places where the fire had destroyed more intensely the wood vegetation.

Keywords: mammals, vegetation structure, abundance indicators, hunting.

Προσδιορισμός της σχέσης μεταξύ του μήκους του ράμφους και του βάρους με την ηλικία των νεοσσών του νυχτοκόρακα (*Nycticorax nycticorax*), στην τεχνητή λίμνη Κερκίνη Σερρών

Π. Κ. Μπίρτσας

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Τμήμα Δασοπονίας
και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, ΤΚ. 43100, Καρδίτσα.
E-mail: birtsas@teilar.gr

Περίληψη

Τόσο στη φύση όσο και σε συνθήκες αιχμαλωσίας το ράμφος είναι ένα από τα ταχύτερα αναπτυσσόμενα στοιχεία πιθανόν λόγω της προσαρμοστικότητας των νεοσσών στη διαδικασία λήψης τροφής από τους γονείς. Σε μια προσπάθεια να συσχετιστεί η ηλικία των νεοσσών με την ανάπτυξη του ράμφους, μιας εύκολα μετρούμενης παραμέτρου, εξετάστηκαν νεοσσοί γνωστής ηλικίας (1 – 21 ημερών) και μετρήθηκε το μήκος του ράμφους καθώς και το βάρος τους. Διαπιστώθηκε ότι υπάρχει έντονη συσχέτιση μεταξύ μήκους ράμφους και βάρους με την ηλικία του νεοσσού τουλάχιστον έως την ηλικία των 18 ημερών και κατά συνέπεια γνωρίζοντας το μήκος του ράμφους ή το βάρος του μπορούμε να εκτιμήσουμε με σχετική ακρίβεια την ηλικία των νεοσσών στη λίμνη Κερκίνη.

Λέξεις κλειδιά: Νυχτοκόρακας, *Nycticorax nycticorax*, υγρότοπος, Κερκίνη, νεοσσός, ανάπτυξη, μήκος ράμφους, ηλικία.

Εισαγωγή

Κάθε είδος έχει χαρακτηριστικό και έμφυτο τρόπο ανάπτυξης (Ricklefs, 1967). Επειδή τα αβγά των ερωδιών εκκολάπτονται ασύγχρονα, οι μεγαλύτεροι νεοσσοί αναπτύσσουν, συνήθως, μεγαλύτερη ικανότητα στο να λαμβάνουν κατά προτεραιότητα τροφή, ενώ εμφανίζουν επιθετική συμπεριφορά έναντι των μικρότερων (Inoue, 1985). Έτσι συχνά οι φωλιές περιέχουν ένα νεοσσό που είναι μεγαλύτερος κατά 2 έως 5 ημέρες από το μικρότερο, ενώ υπάρχουν διαφορές στο βάρος και στα υπόλοιπα σωματομετρικά στοιχεία (Charman et al., 1981). Ο ανταγωνισμός προκαλεί ανισομερή κατανομή τροφής με αποτέλεσμα οι νεοσσοί της ίδιας φωλιάς να διαφο-

ροποιούνται ως προς την σωματική ανάπτυξη (Werschkul 1979, Zach 1982) και οι μικρότεροι νεοσσοί να εμφανίζουν μειωμένη αύξηση, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις ο τέταρτος και ο πέμπτος νεοσσός οδηγούνται στο θάνατο (Owen 1960, Weber 1975, Tremblay and Ellison 1980, Prigioni et al. 1985).

Η σειρά εκκόλαψης είναι αποφασιστικής σημασίας στην επιβίωση των νεοσσών. Ο πρώτος νεοσσός φαίνεται να είναι σχετικά ανθεκτικός στις εποχικές καιρικές μεταβολές σε αντίθεση με τους υπόλοιπους που φαίνεται να δείχνουν μεγαλύτερη ευαισθησία (Erwin et al. 1996).

Τόσο στη φύση όσο και σε συνθήκες αιχμαλωσίας ο ταρσός και το ράμφος είναι τα ταχύτερα αναπτυσσόμενα στοιχεία πιθανόν λόγω της προσαρμοστικότητας των νεοσσών στη διαδικασία λήψης τροφής από τους γονείς. Βρέθηκε ότι τόσο ο ταρσός όσο και το ράμφος είναι οι προτιμώμενες παράμετροι για την εκτίμηση της ηλικίας των νεοσσών και είναι οι μόνες παράμετροι που αυξάνονται γραμμικά έως την ηλικία των 18 ημερών (Custer and Peterson 1991, Ashkenazi and Yom-Tov 1997).

Οι Ashkenazi and Yom-ton (1997) αναφέρουν ότι υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας και των σωματικών παραμέτρων (βάρος, μήκος ράμφους), ενώ οι Custer and Peterson (1991) υποστηρίζουν ότι το μήκος του ράμφους και του ταρσού είναι τα μόνα μεγέθη που εμφανίζουν γραμμική αύξηση μεταξύ της εκκόλαψης και της ηλικίας των 18 ημερών. Γνωρίζοντας το μήκος του ράμφους μπορούμε να εκτιμήσουμε με σχετική ακρίβεια την ηλικία του νεοσσού (Custer and Peterson, 1991). Οι ανήλικοι νυχτοκόρακες φτάνουν τις διαστάσεις των ενηλίκων περίπου σε ηλικία ενός μηνός και πτερώνονται στην ηλικία των 35 – 42 ημερών (Ashkenazi and Yom-ton, 1997).

Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν στοιχεία αύξησης των νεοσσών του νυχτοκόρακα σε αντίθεση με άλλες περιοχές (Wolford and Boag 1971 - ΗΠΑ, Custer and Peterson 1991 - ΗΠΑ, Erwin et al. 1996 - ΗΠΑ, Chapman et al. 1981 - ΗΠΑ, Prigioni et al. 1985 - Ιταλία), ενώ υπάρχουν στοιχεία αύξησης των νεοσσών άλλων εροδιώμορφων (π.χ. Καζαντζίδης 1998, Τσαχαλίδης 1990)

Περιοχή έρευνας

Η λίμνη Κερκίνη είναι ένας 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 πλή-

ρης νερού. Οι γεωγραφικές της συντεταγμένες στο κέντρο είναι 23°08' ΑΓΜ και 41°12' ΒΓΠ.

- Το συνολικό μήκος της κοίτης είναι περίπου 15,2 km
- Το βάθος της κυμαίνεται μεταξύ 1 και 4 m περίπου
- Το υψόμετρό της είναι 34 a.s.l. (above sea level) στο στόμιο της στην Κερκίνη, και 50,5 a.s.l. στην αρχή της, στη γέφυρα Σιδηροκάστρου.

Η στάθμη και το εμβαδόν της υδάτινης επιφάνειας της Κερκίνης μεταβάλλονται εποχικά μεταξύ 31,8 m και 51.500 στρ. αντίστοιχα και 36,5 m και 74.700 στρ. αντίστοιχα.

Υλικά και μέθοδοι

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας ήταν ο προσδιορισμός του ρυθμού αύξησης των νεοσσών χρησιμοποιώντας τις παραμέτρους «ράμφος» και «βάρος». Έγινε προσπάθεια να συσχετιστεί η παράμετρος «ηλικία των νεοσσών» με το μήκος του ράμφους και το βάρος τους.

Παρακολουθήθηκαν οι φωλιές με τους νεοσσούς έως την ηλικία των 18 – 20 ημερών. Μετά τη 15η μέρα οι νεοσσοί μετακινούνται μακριά από τη φωλιά δυσκολεύοντας τη σύλληψή τους. Η ημέρα της εκκόλαψης (ημέρα 0) καθορίστηκε με απευθείας παρατηρήσεις ή εκτίμηση, με την παραδοχή ότι το ράγισμα του κελύφους του αβγού γίνεται 2 ημέρες πριν από την εκκόλαψη και το τρύπημα του αβγού 1 ημέρα πριν (Custer and Peterson, 1991).

Η λήψη δεδομένων για τον προσδιορισμό της αύξησης των νεοσσών περιορίστηκε σε φωλιές με τρεις νεοσσούς, που θεωρείται και ο συνηθέστερος αριθμός ανά φωλιά (Custer and Frederick, 1990). Οι νεοσσοί εντάσσονταν στο δείγμα μόνο όταν ήταν γνωστή η σειρά εκκόλαψής τους.

Την περίοδο των εκκολάψεων γινόταν έλεγχος του περιεχομένου των φωλιών και καταγραφόταν ο αριθμός των αβγών και των νεοσσών. Παράλληλα, τα νύχια των νεοσσών χρωματίζονταν ώστε να διακρίνονται ανάλογα με την ηλικία τους και να λαμβάνονται, αν ήταν δυνατόν, σωματομετρικά στοιχεία από τους ίδιους, κάθε φορά, νεοσσούς. Σε κάθε νεοσσό μετρήθηκαν: α) το βάρος του, χρησιμοποιώντας μηχανικές ζυγαριές «pesola» (των 100, 300 και 500 g, ακρίβειας $\pm 0,3\%$) που ρυθμίζονταν καθημερινά και β) το μήκος του ράμφους τους (από το άκρο ως τη θέση όπου φύονται τα πτίλα, στο άνω τμήμα του ράμφους) χρησιμοποιώντας μεταλλικό παχύμετρο ακριβείας 0,1 mm.

Οι επισκέψεις πραγματοποιούνταν από τις 08.00 έως τις 11.00. Επειδή οι νυχτοκόρακες έχουν την τάση να αποβάλουν υπολείμματα ή τμήμα της

τροφή τους από το στόμα με την μορφή εμεσμάτων (Juarez and Dickerman, 1972), πριν από τη μέτρηση του βάρους έγινε προσπάθεια να αποκλειστεί η περίπτωση οι νεοσσοί να έχουν τροφή στο στομάχι τους, προκαλώντας την εξαγωγή των εμεσμάτων. Νεοσσοί που δεν κατέστη δυνατόν να προσδιοριστεί η ηλικία τους εξαιρέθηκαν από την ανάλυση.

Για κάθε νεοσσό, ανάλογα με τη σειρά εκκόλαψης, προσδιορίστηκαν εξισώσεις αύξησης για τη σχέση «βάρους» - «ηλικίας» και «ράμφους» - «ηλικίας». Κάθε νεοσσός για τον οποίο πραγματοποιήθηκαν μία ή περισσότερες μετρήσεις στην ηλικία έως την 21η μέρα, περιελήφθη στην ανάλυση ανεξάρτητα αν περώθηκε ή όχι.

Σε ηλικία 13 – 15 ημερών τοποθετήθηκαν σε νεοσσούς χρωματιστά, πλαστικά, δαχτυλίδια, σε διάφορους συνδυασμούς, για να διακρίνονται εύκολα και να συλλαμβάνονται τα ίδια, κάθε φορά, άτομα. Κατά τη διάρκεια της έρευνας δακτυλιώθηκαν 67 νεοσσοί. Από την ηλικία αυτή και μετά οι νεοσσοί ήταν ικανοί να εγκαταλείψουν για λίγο τις φωλιές τους και να μετακινηθούν σε υψηλότερα κλαδιά ή γειτονικά δέντρα. Η σύλληψή τους γίνονταν με τη βοήθεια μικρής απόχης με τριγωνική διατομή στερεωμένη στην άκρη τηλεσκοπικού στύλου. Μετά τη μέτρηση του βάρους τους και του μήκους του ράμφους τους αφήνονταν ελεύθεροι κοντά ή μέσα στη φωλιά τους.

Για την στατιστική επεξεργασία των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 15.0 ενώ η δημιουργία των διαγραμμάτων πραγματοποιήθηκε με το Excell 2003. Για τη μεταβολή των παραμέτρων κάθε νεοσσού (ανάλογα με τη σειρά εκκόλαψης, συνολικά αλλά και ανά έτος) υπολογίστηκαν οι εξισώσεις αύξησης ($\psi = \alpha + \beta\chi$) και ο συντελεστής προσδιορισμού (R^2).

Αποτελέσματα

Κατά την εκκόλαψη το μέσο βάρος των νεοσσών ήταν 31,76 g και το μέσο μήκος του ράμφους τους 12,52 mm. Την 15η ημέρα το μέσο βάρος των νεοσσών ήταν 393,62 g και το μέσο μήκος ράμφους 45,11 mm. Κατά τη διάρκεια της έρευνας υπολογίστηκε ο μέσος όρος αύξησης του βάρους και του μήκους του ράμφους των νεοσσών ανάλογα με τη σειρά εκκόλαψης (πίνακας I). Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι εξισώσεις της μεταβολής του βάρους και του ράμφους, ανάλογα με τη σειρά εκκόλαψης (πίνακας IV).

Πίνακας I. Μεταβολή του βάρους και μήκους του ράμφους νεοσσών νυχτοκόρακα, ανά ημέρα, ανάλογα με τη σειρά εκκόλαψης, έως την ηλικία των 18 ημερών, στη λίμνη Κερκίνη.

Table I. Change of body weight and beak length of nestlings of Black crowned night heron, per day, depending on the order of incubation, until the age of 18 days, in the lake Kerkini.

Νεοσσός (σειρά εκκόλαψης)	Μεταβολή βάρους ανά ημέρα (g ± s)	Μεταβολή μήκους ράμφους ανά ημέρα (mm ± s)
1 ^{ος} (n=11)	34,63 ± 1,90	2,51 ± 0,06
2 ^{ος} (n=10)	30,01 ± 1,84	2,34 ± 0,08
3 ^{ος} (n=5)	26,59 ± 2,78	2,13 ± 0,08

Πίνακας II. Μεταβολή του μήκους του ράμφους νεοσσών νυχτοκόρακα στη λίμνη Κερκίνη.

Table II. Change of beak length of Black crowned night heron nestlings in the lake Kerkini.

Ηλικία (ημέρες)	Μήκος ράμφους νεοσσού (mm ± s) κατά σειρά εκκόλαψης (n=αριθμός νεοσσών)		
	1 ^{ος}	2 ^{ος}	3 ^{ος}
1	11,93 ± 0,14 (3)	12,13 ± 0,48 (3)	11,4 ± 0,00(1)
2	14,56 ± 0,26 (5)	13,78 ± 0,39 (6)	13,50 ± 0,27 (4)
3	15,73 ± 0,37 (6)	16,28 ± 0,28 (6)	15,90 ± 0,26 (3)
4	18,46 ± 0,20 (6)	18,68 ± 0,39 (5)	13,33 ± 3,66 (3)
5	20,06 ± 0,39 (5)	21,06 ± 0,43 (6)	17,86 ± 0,82 (3)
6	22,48 ± 0,29 (6)	22,36 ± 0,74 (3)	22,47 ± 0,24 (4)
7	26,38 ± 0,77 (5)	24,92 ± 0,86 (4)	26,20 ± 0,98 (4)
8	29,60 ± 0,32 (4)	30,42 ± 0,16 (4)	27,45 ± 1,45(2)
9	32,22 ± 0,58 (4)	31,52 ± 0,66 (5)	28,32 ± 1,03 (4)
10	33,52 ± 0,87 (5)	34,51 ± 0,60 (6)	32,73 ± 0,27 (3)
11	37,38 ± 0,61 (6)	36,90 ± 0,61 (5)	35,55 ± 0,22 (4)
12	41,00 ± 0,32 (5)	39,65 ± 0,19 (4)	37,93 ± 0,17 (3)
13	43,07 ± 0,20 (4)	41,56 ± 0,20 (3)	39,86 ± 0,48 (3)
14	45,80 ± 0,26 (5)	43,46 ± 0,52 (3)	41,05 ± 2,25 (2)
15	46,36 ± 0,79 (3)	46,30 ± 0,40 (2)	43,06 ± 0,21 (3)
16	47,60 ± 0,40 (2)	48,36 ± 0,63 (3)	41,76 ± 0,76 (3)
17	48,66 ± 1,06 (3)	50,85 ± 1,22 (3)	48,40 ± 0,00 (1)

18	48,00 ± 0,00(1)	49,20 ± 0,30 (2)	
19	49,45 ± 0,95 (2)	48,10 ± 0,50 (2)	47,4 ± 0,00 (1)
20		57,4 ± 0,00 (1)	
21	62,00 ± 0,00 (1)		

Η διαφοροποίηση του βάρους μεταξύ των νεοσσών της φωλιάς ήταν περισσότερο εμφανής, απ' ό τι η διαφοροποίηση στο μήκος του ράμφους.

Πίνακας III. *Μεταβολή του βάρους νεοσσών νυχτοκόρακα στη λίμνη Κερκί-νη.*

Table III. *Change of body weight of Black crowned night heron nestlings in lake Kerkini.*

Ηλικία (ημέρες)	Βάρος νεοσσού (g ± s) ανά σειρά εκκόλαψης (n=αριθμός νεοσσών)		
	1 ^{ος}	2 ^{ος}	3 ^{ος}
1	33,33 ± 6,69 (3)	29,00 ± 2,51 (3)	23,00 ± 0,00 (1)
2	46,20 ± 4,17 (5)	39,50 ± 4,26 (6)	33,00 ± 3,69 (4)
3	47,58 ± 2,47 (6)	46,66 ± 2,60 (6)	36,66 ± 4,09 (3)
4	75,33 ± 3,13 (6)	68,40 ± 3,64 (5)	46,50 ± 4,50 (3)
5	98,00 ± 6,47 (5)	73,33 ± 4,14 (6)	53,33 ± 8,96 (3)
6	126,33 ± 5,06 (6)	116,33 ± 4,66 (3)	88,50 ± 7,12 (4)
7	162,40 ± 9,74 (5)	131,50 ± 14,81 (4)	82,50 ± 8,21 (4)
8	204,25 ± 11,84 (4)	214,75 ± 40,44 (4)	136 ± 15,00 (2)
9	311,25 ± 15,87 (4)	270,20 ± 23,63 (5)	218,75 ± 38,28 (4)
10	331,40 ± 19,40 (5)	279,66 ± 13,61 (6)	236,66 ± 32,63 (3)
11	342,00 ± 9,94 (6)	290,40 ± 9,04 (5)	232,75 ± 13,36 (4)
12	332,00 ± 19,00 (5)	336,50 ± 12,58 (4)	293,33 ± 21,65 (3)
13	387,25 ± 5,51 (4)	365,00 ± 26,63 (3)	309,66 ± 12,81 (3)
14	423,00 ± 8,46 (5)	399,33 ± 35,97 (3)	335,00 ± 4,00 (2)
15	441,66 ± 14,51 (3)	435,50 ± 24,50 (2)	317,66 ± 17,02 (3)
16	483,00 ± 14,00 (2)	451,33 ± 12,99 (3)	310,00 ± 29,59 (3)
17	526,33 ± 23,21 (3)	465,33 ± 15,77 (3)	422,00 ± 0,00 (1)
18	563,00 ± 0,00 (1)	502,50 ± 9,50 (2)	
19	535,00 ± 32,00 (2)	508,50 ± 22,5 (2)	439,00 ± 0,00 (1)
20		585,00 ± 0,00 (1)	
21	580,00 ± 0,00 (1)		

Πίνακας IV. Συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας και του σωματικού βάρους νεοσσών νυχτοκόρακα στη λίμνη Κερκίνη., (ψ = σωματικό βάρος (g), x = ηλικία (ημέρες)).

Table IV. Correlation between age and body weight of Black crowned night heron nestlings in the lake Kerkini., (ψ = body weight (g), x = age (days)).

Νεοσσός (σειρά εκκόλαψης)	Εξίσωση	Συντελεστής προσδιορισμού (R^2)	Αριθμός ατόμων (N)
1 ^{ος}	$\psi = -37,97 + 32,39x$	0,96	81
2 ^{ος}	$\Psi = -40,81 + 30,56x$	0,95	76
3 ^{ος}	$\Psi = -42,46 + 25,14x$	0,89	50

Πίνακας V. Συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας και του μήκους του ράμφους νεοσσών νυχτοκόρακα στη λίμνη Κερκίνη, (z = μήκος ράμφους (mm), x = ηλικία (ημέρες)).

Table V. Correlation between age and beak length of Black crowned night heron nestlings in the lake Kerkini, (ψ = beak length (g), x = age (days)).

Νεοσσός (σειρά εκκόλαψης)	Εξίσωση	Συντελεστής προσδιορισμού (R^2)	Αριθμός ατόμων (N)
1 ^{ος}	$z = 9,22 + 2,45x$	0,97	81
2 ^{ος}	$z = 9,64 + 2,37x$	0,98	76
3 ^{ος}	$z = 9,22 + 2,24x$	0,97	50

Συζήτηση

Ανάλογα αποτελέσματα με αυτά της παρούσας εργασίας διαπιστώθηκαν και από άλλους ερευνητές. Ο Charaman et al. (1981) ζύγισε νεοσσούς μέχρι την ηλικία των 18 ημερών και διαπίστωσε ότι από την 5η έως τη 10η ημέρα το βάρος τους αυξήθηκε ραγδαία. Μετά την 18η ημέρα δεν ήταν δυνατόν να συλλάβει τους νεοσσούς που μετακινούνταν στα διπλανά κλαδιά.

Σε αποικίες της Βόρειας Αμερικής βρέθηκε ότι το μέσο ημερήσιο βάρος που κερδίζει ο πρώτος νεοσσός ανέρχεται σε 39 g (Erwin et al. 1996). Στο Texas η αύξηση του βάρους φτάνει τα 38,4 g/ημέρα (Custer and Pereson, 1991) και στην Alberta στον Καναδά 31,3 g/ημέρα (Wolford and Boag, 1971).

Η αύξηση του μήκους του ράμφους του πρώτου νεοσσού στο Texas και τις Β. Η.Π.Α. ποικίλει από 2,10 έως 2,27 mm/ημέρα (Custer and Peterson 1991, Erwin et al. 1996), ενώ στην Alberta η μέση ημερήσια αύξηση φτάνει

μόλις τα 1,97 mm (Wolford and Boag, 1971).

Η καμπύλη της μέσης αύξησης του ράμφους στους νεοσσούς του νυχτοκόρακα στην Alberta είναι πολύ γρήγορη και ομοιόμορφη έως την ηλικία των 22 ημερών (Wolford and Boag, 1971). Οι McClure et al. (1959) (στους Wolford and Boag, 1971) σε μελέτη της ανάπτυξης των νεοσσών του νυχτοκόρακα στην Ιαπωνία βρήκαν μεγάλη ποικιλία στην αύξηση του μήκους του ράμφους στην ίδια κλάση ηλικίας των νεοσσών. Επίσης οι ίδιοι ερευνητές απέδειξαν ότι νεοσσοί ηλικίας 21 – 22 ημερών είχαν ράμφος ίσου μήκους με νεοσσούς ηλικίας 9 – 10 ημερών.

Οι διαφορές του βάρους ήταν περισσότερο εμφανείς μεταξύ των νεοσσών της φωλιάς απ' ότι οι διαφορές στο μήκος του ράμφους (Erwin et al. 1996). Οι Custer and Peterson (1991) αναφέρουν ότι οι νεοσσοί που εκκολάπτονται τελευταίοι αυξάνονταν πιο αργά απ' ότι οι μεγαλύτεροι σε ηλικία.

Η δυνατότητα εκτίμησης της ηλικίας ενός νεοσσού που προέκυψε από αβγό για το οποίο δεν είναι γνωστή η ημερομηνία απόθεσής του, είναι πολύ σημαντική γιατί επιτρέπει να συλλεχθούν πληροφορίες για την εξέλιξη των νεοσσών, ακόμα κι αν γίνεται έλεγχος της φωλιάς κατά αραιά χρονικά διαστήματα. Σύμφωνα με τα στοιχεία προκύπτει ότι η παράμετρος «μήκος ράμφους» εμφανίζει μικρότερες αποκλίσεις και παρουσιάζει πολύ υψηλό συντελεστή προσδιορισμού (σε όλες τις περιπτώσεις πλησιάζει τη μονάδα). Άρα και στη λίμνη Κερκίνη είναι η καταλληλότερη παράμετρος για την εκτίμηση της ηλικίας ενός νεοσσού. Η παράμετρος «βάρους» παρουσιάζει επίσης σχετικά μεγάλο συντελεστή προσδιορισμού και με δεδομένο ότι δε διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ετών ίσως μπορεί να χρησιμοποιηθεί επικουρικά στον προσδιορισμό της ηλικίας των νεοσσών του νυχτοκόρακα.

Βιβλιογραφία

- Ashkenazi, S. and Y. Yom-Tov. 1997. The breeding biology of the Black-crowned Night-heron (*Nycticorax nycticorax*) and the little egret (*Egretta garzetta*) at the Huleh Nature Reserve, Israel. *Journal of Zoology, London* 242: 623-641.
- Chapman, B.R., T.L. Grantland and R.E. Ricklefs. 1981. Growth and development of temperature regulation in nestling Black-crowned Night-herons. *Colonial Waterbirds* 4: 114-119.
- Custer, T.W. and D.W. Peterson. 1991. Growth rates of Great Egret, Snowy Egret and Black-crowned Night-heron chicks. *Colonial Waterbirds*

- 14(1): 46-50.
- Custer, T.W. and P.C. Frederick. 1990. Egg size and laying order of Snowy egrets, Great egrets, and Black-crowned Night-herons. *The Condor* 92: 772-775.
- Erwin, R.M., J.G. Haig, D.B. Scotts and J.S. Hatfield. 1996. Reproductive success, growth and survival of Black-crowned Night-heron (*Nycticorax nycticorax*) and Snowy egret (*Egretta thula*) chicks in coastal Virginia. *Auk* 113 (1): 119-30.
- Inoue, Y. 1985. The Process of asynchronous hatching and sibling competition in the Little egret *Egretta garzetta*. *Colonial Waterbirds* 8(1): 1-12.
- Juarez, C.L. and R.W. Dickerman. 1972. Nestling development of Boat-billed herons (*Cochlearius cochlearius*) at San Blas, Nayarit, Mexico. *Wilson Bulletin* 84(4): 456-67.
- Owen, D.F. 1960. The nesting success of the heron *Ardea cinerea* in relation to the availability of food. *Journal of Zoology* 133: 597-617.
- Prigioni, C., P. Galeoti and M. Fasola. 1985. Accrescimento dei pullie riuscita della riproduzione Nella Nitticora *Nycticorax nycticorax*. *Avocetta* 9: 127-133.
- Ricklefs, R.E. 1965. Brood reduction in the Curve-billed Thrasher. *Condor* 67: 505-510.
- Ricklefs, R.E. 1967. A graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecology* 48(6): 978-983.
- Tremblay, J. and N.E. Ellison. 1980. Breeding success of the Black-crowned Night- heron in the St. Lawrence Estuary. *Canadian Journal of Zoology* 58: 1259-1263.
- Weber, W.J. 1975. Notes on Cattle egret breeding. *Auk* 92: 111-117.
- Werschkul, D.F. 1979. Nestling mortality and the adaptive significance of early locomotion in the Little blue heron. *Auk* 96: 116-130.
- 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.
- Zach, R. 1982. Hatching asynchrony, egg size, growth, and fledging in tree swallows. *Auk* 99: 695-700.
- Καζαντζίδης, Σ. 1998. Οικολογία αναπαραγωγής του Λευκοτσικιά [*Egretta garzetta garzetta* (L., 1766)] στο Δέλτα του ποταμού Αξιού. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Α.Π.Θ., σελ. 208.

Τσαχαλίδης, Π.Ε. 1990. Βιολογία και οικολογική συμπεριφορά του Λευκοτσικνιά (*Egretta garzetta*) στην τεχνητή λίμνη Κερκίνης Σερρών. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φ. Περιβάλλοντος, Τομέας Λιβαδοπονίας και Θηραμάτων, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Α.Π.Θ., σελ. 146.

Relation between the beak length and body weight with the age of Black crowned night heron (*Nycticorax nycticorax*) nestlings in the artificial lake Kerkini, Serres, Greece

P. K. Birtsas

Abstract

In the natural environment but also in conditions of captivity the beak is a part of body of birds that is developed fast likely because the nestlings are adapted fast in order to they are nourished by their parents. We tried to connect the age of nestlings with the growth of beak which its length can be measured easily. For this reason we examined 1 - 21 days nestlings and we measured the beak length and their body weight. We found that exists intense cross-correlation between the beak length and the age as well as between the weight and the age of nestlings until the age of 18 days. Thus if we know the length of beak or the weight of nestlings we can appreciate the age of nestlings in the lake Kerkini.

Keywords: black-crowned night heron, *Nycticorax nycticorax*, wetland, Kerkini, nestling, growth, bill length, age.

Στάσεις κυνηγών της Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας προς τα μέτρα διαχείρισης των κυριότερων θηραματικών ειδών και των ενδιαιτημάτων τους

Π. Μπίρτσας*, Ν. Χασάναγας και Χ. Σώκος

*ΤΕΙ Λάρισας, Τμήμα Δασοπονίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος,
Τέρμα Μαυρομιχάλη, 43100, Καρδίτσα.
E-mail: birtsas@teilar.gr

Περίληψη

Για την αύξηση του πληθυσμού θηραματικών ειδών, το μεγαλύτερο ποσοστό των κυνηγών επιθυμούν έλεγχο αρπάγων και εντονότερη θηροφύλαξη. Δεύτερες έρχονται στην προτίμησή τους οι απελευθερώσεις και η βελτίωση ενδιαιτήματος. Τελευταίες σε προτίμηση έρχονται η ρίψη τροφής και η τοποθέτηση μπαρών. Προσωπικά χαρακτηριστικά των κυνηγών επηρεάζουν την επιλογή του διαχειριστικού μέτρου. Οι συνταξιούχοι υποστηρίζουν την απελευθέρωση θηραμάτων, οι μορφωμένοι τη βελτίωση ενδιαιτημάτων, οι ορειβάτες τις μπάρες και οι καπνιστές τη ρίψη τροφής. Οι κυνηγετικές προτιμήσεις επίσης επηρεάζουν την επιλογή διαχειριστικού μέτρου, όπως με τους κυνηγούς φάσας που επιλέγουν τη ρίψη τροφής. Η βελτίωση ενδιαιτήματος φαίνεται να έχει συνδεθεί με την προϋπόθεση ύπαρξης εξειδικευμένου προσωπικού, σε αντίθεση με άλλα μέτρα που φαίνονται να έχουν περάσει στη συνείδηση του κυνηγετικού κόσμου ως ενέργειες λιγότερο «επιστημονικές» και περισσότερο «πρακτικές». Αυτή η έρευνα βασίστηκε σε στατιστική ανάλυση 237 ερωτηματολογίων.

Λέξεις κλειδιά: θήρα, διαχείριση, κοινωνική έρευνα, ερωτηματολόγιο.

Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες η θηρευτική ζήτηση στην Ελλάδα αυξήθηκε, ενώ η μείωση της έκτασης των κυνηγοτόπων και η υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων των θηραμάτων περιόρισαν τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα της θήρας (Σώκος κ.α. 2002α, Τσαχαλίδης 2003, Μπίρτσας 2006). Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού οι κυνηγοί χρηματοδοτούν μέσω των τελών έκδοσης της άδειας κυνηγίου τους πόρους του Ειδικού Φορέα Δασών (Ε.Φ.Δ.). Με το Νόμο 3208/03, οι πόροι του Ε.Φ.Δ. πρέπει να διατίθενται αποκλειστικά για την ανάπτυξη, προστασία και διαχείριση του δασικού και

θηραματικού πλούτου και γενικότερα της άγριας πανίδας και αυτοφουούς χλωρίδας, ενώ απαγορεύεται η διάθεση των πόρων αυτών για άλλους σκοπούς. Το Ελληνικό Δημόσιο δεν ανταποκρίνεται επαρκώς στη νομοθετική αυτή επιταγή (Μπίρτσας, 2006). Η Δασική Υπηρεσία με το μειωμένο προσωπικό που διαθέτει περιορίζεται στη φύλαξη των θηραμάτων στα πλαίσια της ευρύτερης δασοφύλαξης και σε πρακτικές εκτροφής και απελευθέρωσης θηραμάτων που χρήζουν όμως σοβαρής βελτίωσης (Sokos et al. 2008).

Για να καλύψουν το κενό αυτό οι κυνηγετικές οργανώσεις, με τη σύμφωνη γνώμη των κυνηγών-μελών τους, αύξησαν τις εισφορές και σε πολλές περιπτώσεις (π.χ. Μακεδονία και Θράκη) επέβαλαν έκτακτη εισφορά που φτάνει έως και το 25% του κόστους απόκτησης της ετήσιας άδειας θήρας (Πρακτικά Γενικών Συνελεύσεων Κυνηγετικής Ομοσπονδίας Μακεδονίας & Θράκης). Έτσι, με τα χρήματα που συγκεντρώνονται στα ταμεία των κυνηγετικών οργανώσεων σχεδιάζονται και υλοποιούνται μέτρα θηροφύλαξης, βελτίωσης ενδιαιτήματος, απελευθέρωσης θηραμάτων, παροχής τροφής σε είδη άγριας πανίδας και ειδικά μέτρα όπως τοποθέτηση μπαρών κ.λπ. (Σκορδάς, 2006). Τεχνικές για τον έλεγχο των αρπάγων δεν εφαρμόζονται στην Ελλάδα, παρά το ότι είναι κοινή πρακτική στις θηραματοπονικά προηγμένες χώρες όπως οι Η.Π.Α., η Γαλλία, η Σουηδία κ.λπ. (Σώκος και Μπίρτσας, 2008). Γενικά, οι υπάρχουσες υποδομές και οι αρμόδιοι φορείς αδυνατούν να ανταποκριθούν ικανοποιητικά στις ανάγκες της θηραματοπονίας (Μπίρτσας, 2006).

Οι κυνηγοί επίσης υποστηρίζουν ότι απαιτείται η περαιτέρω λήψη μέτρων για τη βελτίωση της ποιότητας θήρας. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού δηλώνουν «προθυμία πληρωμής» εφόσον εξασφαλιστεί ότι τα χρήματά τους θα εξυπηρετήσουν αποτελεσματικά το σκοπό για τον οποίο προορίζονται (Σώκος κ.α. 2002β). Ποια είναι όμως τα διαχειριστικά μέτρα που θεωρούν οι κυνηγοί πιο αποτελεσματικά και πως η άποψη τους επηρεάζεται από τα προσωπικά και κυνηγετικά τους χαρακτηριστικά; Η απάντηση των ερωτημάτων αυτών επιχειρήθηκε στην εργασία αυτή.

Μέθοδος

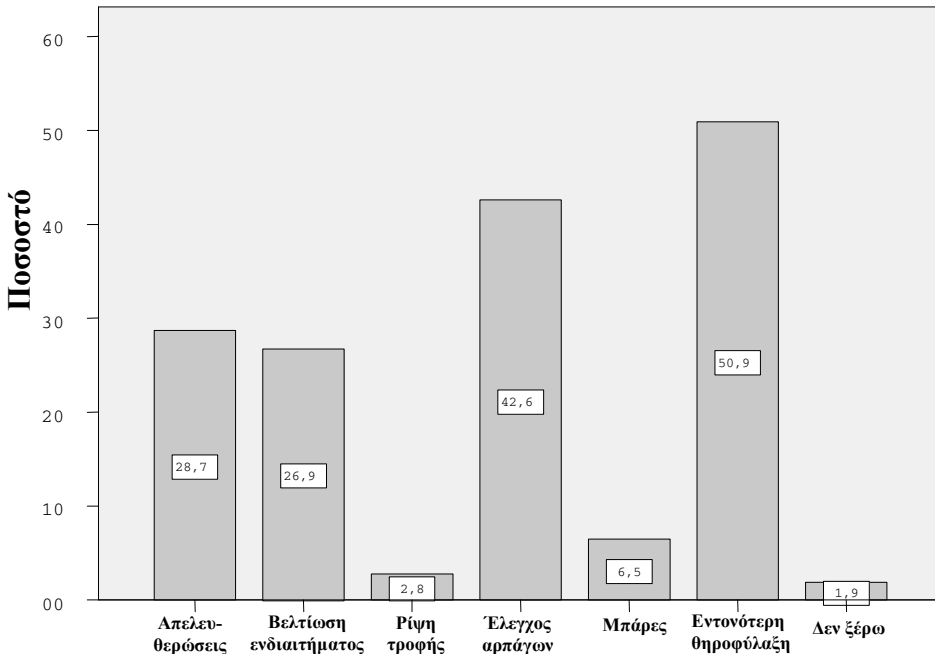
Το 2007-8 συνελέγησαν «κλειστά» ερωτηματολόγια από 237 κυνηγούς της Μακεδονίας σε τυχαία επιλεγμένους κυνηγετικούς συλλόγους των νομών Ημαθίας, Θεσσαλονίκης, Κοζάνης, Πέλλας, Σερρών και Χαλκιδικής. Η ερώτηση που τέθηκε ως προς τα διαχειριστικά μέτρα ήταν: Με ποιον τρόπο νομίζετε ότι θα αυξηθεί ο αριθμός των θηραμάτων που κυνηγάτε συνήθως;

Οι κυνηγοί μπορούσαν να επιλέξουν μέχρι δύο διαχειριστικά μέτρα (Διάγραμμα 1) ή να απαντήσουν ότι δεν γνωρίζουν.

Εξετάσθηκαν διμεταβλητές συσχετίσεις μεταξύ των στάσεων των κυνηγών προς τα μέτρα διαχείρισης θήρας και τα χαρακτηριστικά τους (προσωπικά και κυνηγετικά). Η επεξεργασία έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων βασίστηκε σε διερευνητικές συνεντεύξεις με κυνηγούς και σε συμμετοχική παρατήρηση.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Οι κυνηγοί που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν ηλικίας από 20 έως 79 ετών (μέσος όρος: 46) και μορφωτικού επιπέδου από μη αποφοίτου δημοτι-



Διάγραμμα 1. Προτίμηση μέτρου διαχείρισης θήρας.

Diagram 1. Preference for hunting management practices.

κού έως κατόχου διδακτορικού (30% του συνόλου του δείγματος είναι απόφοιτοι λυκείου). Στο Διάγραμμα 1 παρατηρούμε ότι μεγάλος αριθμός κυνηγών επιθυμούν έλεγχο αρπάγων και εντονότερη θηροφύλαξη (42,6% και

50,9% αντίστοιχα). Μέσης προτίμησης είναι οι απελευθερώσεις και η βελτίωση ενδιαιτήματος. Τελευταία έρχονται η ρίψη τροφής και η τοποθέτηση μπαρών. Τέλος, ελάχιστοι είναι αυτοί που δεν έχουν άποψη.

Ο ρόλος των προσωπικών χαρακτηριστικών

Παρατηρούμε στον Πίνακα Ι ότι μια σειρά χαρακτηριστικών που άπτονται της ηλικίας, της (επίσημης) μόρφωσης και των μη κυνηγετικών ασχολιών/συνηθειών συνδιαμορφώνουν τις στάσεις ενός κυνηγού προς τα μέτρα διαχείρισης θήρας. Οι συνταξιούχοι εμφανίζονται ιδιαίτερος δεκτικοί προς τις απελευθερώσεις και αρνητικοί προς τον έλεγχο αρπάγων. Αυτό οφείλεται στο ότι λόγω του άφθονου ελεύθερου χρόνου που διασφαλίζει η συνταξιοδότηση επιθυμούν μια «άνετη» και άμεση λύση στο κυνήγι (εύκολη κάρπωση εκτρεφόμενων θηραμάτων). Επιπρόσθετα, αρκετοί συνταξιούχοι λόγω ηλικίας προτιμούν να κυνηγούν σε εύκολα προσβάσιμες περιοχές για να αποφεύγουν την καταπόνηση.

Κυνηγοί με υψηλό μορφωτικό επίπεδο προτιμούν τη βελτίωση ενδιαιτήματος (πχ με φυτεύσεις, εμβολιασμούς καρποφόρων δέντρων) και όχι τη ρίψη τροφής, καθώς η πρώτη αποτελεί μια πιο μόνιμη λύση. Σύμφωνα προς τη στάση αυτή είναι και το στοιχείο της γνώσης αγγλικών, ενώ απόδειξη «εξ αντιθέτου» αποτελεί η άγνοια κάθε ξένης γλώσσας. Μάλιστα, η άγνοια κάθε ξένης γλώσσας συνδέεται ιδιαίτερα ισχυρά και με την απόρριψη του ελέγχου αρπάγων που αποτελεί τεχνική αδιάφορη για τους κυνηγούς αγριόχοιρου, οι οποίοι είναι συχνά μεγάλης ηλικίας αγρότες και ως εκ τούτου έχουν κατά μέσο όρο σχετικά χαμηλό μορφωτικό επίπεδο (Hasanagas et al. 2008).

Γενικά, τα στοιχεία υψηλού μορφωτικού επιπέδου συμβαδίζουν με την αποδοχή των «δύσκολων» και μακροπρόθεσμων λύσεων όπως είναι η βελτίωση ενδιαιτήματος και με απόρριψη των άμεσων, πρόσκαιρων και λιγότερο «οικολογικά αποδεκτών» λύσεων όπως οι απελευθερώσεις (με τον τρόπο που γίνονται, συνήθως, έως σήμερα) και η ρίψη τροφής. Μια αισιόδοξη προσέγγιση είναι να ερμηνευθεί αυτό ως διάδοση της ιδέας της «αιεφορίας» μέσα από το επίσημο εκπαιδευτικό σύστημα (όχι απαραίτητα μόνο μέσω της δασολογικής εκπαίδευσης), ανεξάρτητα από το τι εφαρμόζει ο καθένας τελικά στη γενικότερη ζωή του και τι πολιτική ακολουθείται στη γενικότερη πραγματικότητα. Βεβαία, μπορεί να ερμηνευθεί απλούστερα και ως εμπέδωση του στοιχείου της «υπομονής» («αυτοπειθαρχίας», «εγκαρτέρησης») που εμπεριέχεται σε κάθε επίσημη εκπαιδευτική διαδικασία και ταυτόχρονα

Πίνακας I. Προσωπικά χαρακτηριστικά των κυνηγών της Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας και στάση προς τα μέτρα διαχείρισης θηραματικών ειδών και των ενδιαιτημάτων τους.

Table I. Personal characteristics of Central and Western Macedonia hunters and attitude toward management practices.

		Απελευθερώσεις θηραμάτων releases of hunting species	Βελτίωση ενδιαιτήματος habitat improvement	Ρίγη τροφής provision of food	Έλεγχος αρπάγων predator control	Μπάρες bars on the roads	Εντονότερη θηροφύλαξη game warding	Δεν ξέρω ποιο είναι το καλλί- τερο μέτρο I don't know
Ηλικιακός παράγοντας Age factor	Συνταξιούχος retired professional	,223(**)	-,110	,110	-,139(*)	,077	-,007	-,026
		,001	,092	,093	,033	,240	,911	,692
Μορφωτικά στοιχεία Education	Μορφωτικό επίπεδο Education level	-,121	,275(**)	-,156(*)	-,020	,027	,063	,008
	Γνώση αγγλικών Knowledge of english language	,062	,000	,016	,756	,677	,337	,898
	Καμιά γνώση ξένης γλώσσας No knowledge of a foreign language	-,135(*)	,223(**)	-,159(*)	,093	-,059	-,004	,071
		,039	,001	,015	,156	,371	,950	,281
		,165(*)	-,168(*)	,153(*)	-,140(*)	,070	-,048	-,057
		,012	,010	,019	,033	,290	,470	,383
Μη κυνηγετικές ασχολίες/ συνήθειες No hunting custom	Ορειβάτης mountaineer	-,133	,075	-,118	,180(*)	,246(**)	-,052	.(a)
		,084	,331	,125	,018	,001	,500	,000
	Μέλος περιβαλλοντικής οργάνωσης Member of a environmental organization	-,087	,120	-,099	,002	,152(*)	,108	.(a)
		,255	,117	,197	,981	,047	,159	,000
	,066	-,134(*)	,188(**)	-,015	-,128(*)	-,020	-,070	
	,312	,038	,003	,815	,049	,757	,282	

χαρακτηρίζει και τις περιβαλλοντικές λύσεις που αποσκοπούν σε μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. Όποιος έχει μάθει να ακολουθεί υπομονετικά ένα μακροχρόνιο δομημένο πρόγραμμα σε έναν τομέα της ζωής του (όπως η επίσημη εκπαίδευση), μπορεί πιο εύκολα να αποδεχτεί μια κατάσταση «υπομονής» και σε άλλους τομείς (στη συγκεκριμένη περίπτωση στη θήρα).

Τέλος, μπορεί κανείς εύλογα να εξηγήσει την προτίμηση των κυνηγών υψηλού μορφωτικού επιπέδου σε μέτρα που επιφέρουν μακροπρόθεσμα αποτελέσματα με βάση το γεγονός ότι συνήθως είναι άτομα «καριέρας» που γνωρίζουν πολύ καλά πόσο σημαντικός είναι ο μακροπρόθεσμος σχεδιασμός. Επίσης, πολλοί από αυτούς κυνηγούν κυρίως για φυγή από το άγχος και όχι με σκοπό την άμεση και αυξημένη κάρπωση θηραμάτων.

Οι κυνηγοί που είναι ταυτόχρονα και ορειβάτες δεν πάνε στο κυνήγι μόνο για να θηρεύσουν αλλά και για να απολαύσουν την ορεινή πεζοπορία. Γι' αυτό, δεν ενοχλούνται καθόλου από τις λύσεις μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων όπως είναι ο έλεγχος αρπάγων και η τοποθέτηση μπαρών που εμποδίζουν τη διέλευση οχημάτων. Η συγκεκριμένη κοινωνική ομάδα κυνηγών γνωρίζει ότι με την επιλεκτική τοποθέτηση μπαρών διασφαλίζεται η ησυχία και η προστασία θηραματικών ειδών και των ενδιαιτημάτων τους, αφού με το μέτρο αυτό δημιουργείται ένα «φίλτρο» το οποίο αυξάνει την αναλογία αυτών που θεωρούν ότι αξίζει να κουραστούν παραπάνω για να απολαύσουν τις φυσικές αξίες προς αυτούς που απλώς θέλουν να θηρεύσουν μεγάλο αριθμό θηραμάτων εύκολα, επισκεπτόμενοι άνετα και γρήγορα πληθώρα και ποικιλία ενδιαιτημάτων με όχημα. Για τον ίδιο λόγο, θετικοί προς τη χρήση μπαρών είναι και οι κυνηγοί που είναι ταυτόχρονα και μέλη περιβαλλοντικών οργανώσεων.

Οι καπνιστές κυνηγοί εμφανίζονται αντίθετοι στη βελτίωση ενδιαιτηματος και στις μπάρες και θετικοί στη ρίψη τροφής. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στη μειωμένη αντοχή τους στο επιπλέον περπάτημα που τους «επιβάλλεται» από τις μπάρες αλλά και από το γεγονός ότι η βελτίωση ενδιαιτηματος δεν αυξάνει άμεσα χωρικά την πυκνότητα θηραμάτων (πλην ορισμένων ειδών όπως το τρυγόني) και απαιτεί περισσότερη χωρική διερεύνηση.

Ο ρόλος των κυνηγετικών χαρακτηριστικών

Όσον αφορά στις θηραματικές προτιμήσεις (Πίνακας II), οι κυνηγοί μπεκάτσας και ορτυκιού δεν φαίνονται να επιθυμούν την εντονότερη θηροφύλαξη. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι η μπεκάτσα και το ορτύκι είναι αποδημητικά είδη περιστασιακά εμφανιζόμενα, οπότε η θηροφύλαξη δεν α-

Πίνακας II. *Κυνηγετικές προτιμήσεις των κυνηγών της Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας και στάση προς τα μέτρα διαχείρισης των κυριότερων θηραματικών ειδών και των ενδιατημάτων τους.*

Table II. *Hunting preferences of Central and Western Macedonia hunters and attitude toward management practices.*

	Απελευθερώσεις θηραμάτων <i>releases of hunting species</i>	Βελτίωση ενδιατημάτων <i>habitat improvement</i>	Ρύψη τροφής <i>provision of food</i>	Έλεγχος αρπάγων <i>predator control</i>	Μπάρες <i>bars on the roads</i>	Εντονότερη θηροφύλαξη <i>..</i>	Δεν ξέρω <i>I don't know</i>	
Θηραματικές προτιμήσεις Quarry preference	Κυνηγοί πελάσσας Woodcock hunters	-,002	,103	,053	,119	-,042	-,151(*)	,062
	Κυνηγοί πάπιας Duck hunters	,969	,105	,403	,061	,509	,017	,326
	Κυνηγοί φάσας Woodpigeon hunters	-,034	,103	-,052	-,013	,052	-,067	,143(*)
	Κυνηγοί ορτυκιού Quail hunters	,591	,104	,418	,836	,416	,295	,024
	Κυνηγοί λαγού Hare hunters	-,040	,015	,173(**)	-,022	,066	-,004	-,040
	Μεταφορά στον κυνηγότοπο με ΙΧ μόνο Excursion with private car alone	,528	,815	,006	,732	,303	,953	,530
	Μεταφορά στον κυνηγότοπο με ΙΧ με συνεπιβάτες Excursion with car together with other hunters	-,030	,060	,087	,117	-,001	-,165(**)	,063
Μεταφορά Transportation	Απόσταση κυνηγότοπου Distance of hunting area	,637	,348	,169	,065	,989	,009	,318
		,124	-,160(*)	-,030	,019	,060	,060	-,058
		,051	,012	,642	,765	,343	,343	,365
		,005	-,088	-,002	-,017	,128(*)	,040	-,044
	,938	,165	,979	,786	,044	,529	,493	
	,070	-,062	,161(*)	,090	-,024	-,094	-,050	
	,268	,333	,011	,157	,705	,140	,431	
	,010	,003	,054	,114	-,005	-,174(**)	-,006	
	,871	,968	,393	,072	,932	,006	,924	

ναμένεται να αυξηθεί, τουλάχιστον άμεσα, την αφθονία όπως θα συνέβαινε με ένα επιδημικό είδος. Επιπρόσθετα, οι κυνηγοί αυτοί είναι συνήθως από αστικά κέντρα και δεν επιθυμούν μια επιπλέον επιβάρυνση αυστηρότητας στις ούτως ή άλλως περιορισμένες εξορμήσεις που μπορούν να κάνουν. Οι κυνηγοί πάπιας φαίνονται να μην έχουν ιδιαίτερους προβληματισμούς σχετικά με τα διαχειριστικά μέτρα, καθώς οι κυνηγότοποί τους είναι πολύ περιορισμένοι και γι' αυτό τους δίνουν την εντύπωση ότι δεν επιδέχονται αισθητικές βελτιώσεις. Οι κυνηγοί φάσας εμφανίζονται πιο αισιόδοξοι για την αύξηση της πιθανότητας εμφάνισής της μέσω ρίψης τροφής, διότι τα ενδαιτήματά της εκτείνονται σε μεγάλης έκτασης περιοχές, όπου δεν είναι εύκολος ο εντοπισμός των κοπαδιών. Τέλος, οι λαγοκυνηγοί εμφανίζονται αρνητικοί στη βελτίωση ενδαιτήματος, κάτι που μπορεί να αποδοθεί ενδεχομένως σε έλλειψη ενημέρωσης.

Οι Σάκος κ.α. (2002β) βρήκαν ότι οι λαγοκυνηγοί, κάτοχοι λαγόσκυλων, που άρχισαν από μικρότερη ηλικία να ασχολούνται με τη θήρα του λαγού, εκφράζουν μεγαλύτερη «προθυμία πληρωμής» και πραγματοποιούν περισσότερες εξορμήσεις υποστηρίζουν τη βελτίωση ενδαιτήματος. Η διαφορά αυτή ίσως οφείλεται ότι στην παρούσα έρευνα ο όρος λαγοκυνηγός είναι ευρύτερος και περιλαμβάνει και κυνηγούς που περιστασιακά θηρεύουν λαγούς.

Αυτοί που μετακινούνται με ΙΧ μόνοι τους στον τόπο του κυνηγιού, επιθυμούν συχνά το μοναχικό και ήσυχο κυνήγι. Έτσι, προτιμούν τις μπάρες ως «φίλτρο» των πεζοπόρων χρηστών του φυσικού περιβάλλοντος. Αντιθέτως, όσοι μετακινούνται με συνεπιβάτες έως τον κυνηγότοπο, πάνε για ομαδικό κυνήγι και προτιμούν την «εύκολη» λύση της ρίψης τροφής. Όσοι μετακινούνται σε μεγάλη απόσταση, δεν επιθυμούν εντονότερη θηροφύλαξη, καθώς αυτή αποτελεί μια επιπρόσθετη επιβάρυνση στην ήδη αυξημένη ταλαιπωρία και κόστος που προκαλεί η μεγάλη απόσταση.

Ο ρόλος των απόψεων για την πολιτική θήρας και στάση

Όσοι θεωρούν την «ανεπαρκή διαχείριση» (Πίνακας III) ως κυριότερο πρόβλημα στην πολιτική θήρας, φαίνονται να συνδέουν τον όρο «διαχείριση» με το αίσθημα αναγκαιότητας για εντατικοποίηση και γενίκευση προγραμμάτων βελτίωσης ενδαιτημάτων και έλεγχο αρπάγων. Αυτά τα δυο μέτρα που επιφέρουν μακροπρόθεσμα αποτελέσματα έχουν περάσει ισχυρά στη συνείδηση πολλών κυνηγών ως πυρήνας της διαχείρισης θηραματικών πληθυσμών. Παρόλο που, όπως είδαμε στο Διάγραμμα 1, η πλειονότητα

των κυνηγών επιθυμεί εντονότερη θηροφύλαξη, φαίνεται ότι κατά βάθος δεν θεωρεί αυτό το μέτρο ως «διαχείριση». Το γεγονός ότι ο όρος «διαχείριση» έχει συνδεθεί με τα δυο προαναφερθέντα μέτρα και όχι με την εντονότερη θηροφύλαξη ή άλλα μέτρα που αφορούν στον έλεγχο της συμπεριφοράς των κυνηγών, δείχνει ότι ως «διαχείριση» νοείται από τους κυνηγούς μια διαδικασία που επηρεάζει το «παθητικό» μέρος της θήρας (το θήραμα) και όχι το «ενεργητικό» (τον κυνηγό).

Πίνακας III. *Απόψεις των κυνηγών της Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας περί πολιτικής θήρας και στάση προς τα μέτρα διαχείρισης θηραματικών ειδών και των ενδιαιτημάτων τους.*

Table III. *Opinions of hunters of Central and Western Macedonia about hunting policy and attitude toward management practices.*

	Απελευθερώσεις θη- ραμάτων <i>releases of hunting species</i>	Βελτίωση ενδιαιτήματος <i>habitat improvement</i>	Ρύμη τροφής <i>provision of food</i>	Έλεγχος αρπάγων <i>predator control</i>	Μπάρες <i>bars on the roads</i>	Εντονότερη θηροφύ- λαξη <i>game warding</i>	Δεν ξέρω <i>I don't know</i>
Άποψη ότι το κυριότερο πρόβλη- μα στη θήρα είναι η ανεπαρκής διαχείριση <i>Opinion that the main problem in hunting is the insufficient man- agement</i>	,095	,174(**)	-,029	,168(**)	,043	-,090	,056
Άποψη ότι το κυριότερο πρόβλη- μα στη θήρα είναι η έλλειψη ε- ξειδικευμένου προσωπικού <i>Opinion that the main problem in hunting is the lack of specialised personnel</i>	-,095	,229(**)	-,115	,126	-,058	,016	-,060
	,141	,007	,656	,009	,512	,164	,389
	,141	,000	,076	,051	,375	,804	,357

Επίσης, η βελτίωση ενδιαιτήματος φαίνεται να έχει συνδεθεί με την προϋπόθεση ύπαρξης εξειδικευμένου προσωπικού, σε αντίθεση με άλλα μέτρα που φαίνονται να έχουν περάσει στη συνείδηση του κυνηγετικού κόσμου ως ενέργειες λιγότερο «επιστημονικές» και περισσότερο «πρακτικές». Το «εξειδικευμένο», το «επιστημονικό» είναι χαρακτηρισμοί που εμπεριέχουν στοιχείο υποκειμενικότητας (πρβλ. Χασάναγας κ.α. 2007). Η βελτίωση ενδιαιτήματος είναι μια ευρεία έννοια που περιλαμβάνει ποικίλες ενέργειες (πχ φύτευση, σπορές, εγκατάσταση δεξαμενών, εμβολιασμούς κ.λπ.)

σε αντίθεση με τις άλλες που φαίνονται πιο «απλές» και «συγκεκριμένες». Άρα, ο κυνηγετικός κόσμος φαίνεται να θεωρεί ως βασικά στοιχεία «επιστημονικότητας» και «εξειδίκευσης» την «πολυπλοκότητα» καθώς και το εύρος -ή με άλλα λόγια τον «αφηρημένο» χαρακτήρα μιας έννοιας.

Συμπεράσματα και προτάσεις

Ανάμεσα σε μια ποικιλία πιθανών διαχειριστικών μέτρων για την αύξηση του πληθυσμού θηραμάτων, οι κυνηγοί υποστηρίζουν κυρίως τη θηροφύλαξη, μέτρο που ήδη εφαρμόζεται. Οι κυνηγετικές οργανώσεις δαπανούν το κύριο μέρος των χρημάτων τους στη θηροφύλαξη (Μπίρτσας, 2006), ωστόσο οι κυνηγοί συνεχίζουν να θεωρούν ότι η λαθροθήρα υφίσταται και μειώνει τους πληθυσμούς των θηραμάτων. Αυτό λοιπόν είναι ένα ανοιχτό ζήτημα. Η άποψη των κυνηγών πρέπει να εξεταστεί σοβαρά και οι αρμόδιοι πρέπει να προβληματιστούν γενικότερα σχετικά με τις γενεσιουργές αιτίες της λαθροθήρας (έλλειψη διαχείρισης θηραματικών ειδών και ενδιαιτημάτων από την πολιτεία, έλλειψη ενδιαφέροντος για τη δραστηριότητα της θήρας από την πολιτεία, ανεξέλεγκτες και αδικαιολόγητες απαγορεύσεις κ.λπ.) και την αποτελεσματική αντιμετώπισή της.

Οι κυνηγοί επιλέγουν επίσης τον έλεγχο των αρπάγων, μέτρο που είτε δεν εφαρμόζεται είτε εφαρμόζεται σε περιορισμένη κλίμακα. Ωστόσο πολλές έρευνες αποδεικνύουν την αρνητική επίδραση των αρπάγων και έχουν αναπτυχθεί τεχνικές για τη μείωση της αρπακτικότητας (Μπίρτσας κ.α. 2008, Σώκος κ.α. 2008). Συνάγεται επομένως ότι είναι ανάγκη να ξεκινήσουν δράσεις προς την κατεύθυνση αυτή στο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης διαχείρισης.

Η βελτίωση ενδιαιτημάτων και η απελευθέρωση θηραμάτων επιλέγονται λιγότερο από τους κυνηγούς σε σχέση με τα προαναφερθέντα μέτρα. Η έως τώρα εφαρμογή τους φαίνεται ότι δεν έχει αποδώσει τα αναμενόμενα και επιπλέον είναι μέτρα που απαιτούν περισσότερο εξειδικευμένο προσωπικό και αρκετό χρόνο ώστε να γίνουν εμφανή τα αποτελέσματα. Στον τομέα αυτό θα πρέπει να αναπτυχθούν συγκεκριμένες δράσεις οι οποίες θα αξιολογηθούν, και εάν προκύψουν θετικά αποτελέσματα αυτά θα πρέπει να προβληθούν στον κυνηγετικό κόσμο.

Οι μπάρες και η ρίψη τροφής αν και είναι μέτρα τοπικής σημασίας ή τα οφέλη αφορούν συγκεκριμένο θηραματικό είδος, επιλέχθηκαν επίσης από κυνηγούς. Αυτό δείχνει ότι σε περίπτωση στοχευμένης διαχείρισης, η εφαρμογή τους μπορεί να έχει σοβαρά οφέλη.

Αναγνώριση βοήθειας

Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και εθνικούς πόρους (ΕΝΤΕΡ – 2004 – 43), ΓΓΕΤ και ΚΟΜΑΘ. Οι συγγραφείς ευχαριστούν τη συντονίστρια του έργου Δρ Καλιόπη Ραδόγλου – Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, ΕΘΙΑΓΕ.

Βιβλιογραφία

- Hasanagas, N.D., P. Birtsas and Ch. Sokos. 2008. Characteristics and attitudes of Wild boar hunters in comparison with other hunters. Proceedings of Wild boar Symposium. 27-31/8/08. Sopron. Hungary (forthcoming).
- Sokos, C.K., P.K. Birtsas and E.P. Tsachalidis. 2008. The aims of galliforms release and choice of techniques. *Wildlife Biology* 14: 412-422.
- Μπίρτσας, Π. 2006. Η διαχείριση της θήρας στην Ελλάδα – παρελθόν, παρόν και μέλλον. Το μέλλον του δάσους και το δάσος του μέλλοντος. Πρακτικά επιστημονικής διημερίδας της Πανελληνίας Ένωσης Δασολόγων Δημοσίων Υπαλλήλων και του ΓΕΩΤΕΕ. Αθήνα 20-21/3/2006. www.pkd.gr/BIRTSAS%20EISHGSH.pdf.
- Σκορδάς, Κ. 2006. Η Κυνηγετική Ομοσπονδία Μακεδονίας και Θράκης. Στο Κυνηγετικό Εγχειρίδιο 2006, Μπίρτσας, Π, Γ. Δέλλιος, Χ. Σώκος και Κ. Σκορδάς (Συντ. Έκδοσης). σελ. 27 – 37, Κυνηγετική Ομοσπονδία Μακεδονίας & Θράκης.
- Μπίρτσας, Π., Χ. Σώκος και Α. Καστόρης. 2008. Μείωση της αρπακτικότητας της αλεπούς (*Vulpes vulpes*). Μέρος Β: έμμεσες τεχνικές, σελ. 281-286. Λιβαδοπονία και Προστατευόμενες Περιοχές (Κ. Μαντζανακίδη και Β. Παπαναστάση, εκδότες). Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνέδριου. Λεωνίδιο Αρκαδίας 2–4/10/2008. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία, Δημ. Νο 14.
- Σώκος, Χ., Π. Μπίρτσας και Α. Καστόρης. 2008. Μείωση της αρπακτικότητας της αλεπούς (*Vulpes vulpes*). Μέρος Α: άμεσες τεχνικές, σελ. 249-254. Λιβαδοπονία και Προστατευόμενες Περιοχές (Κ. Μαντζανακίδη και Β. Παπαναστάση, εκδότες). Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνέδριου. Λεωνίδιο Αρκαδίας 2–4/10/2008. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία, Δημ. Νο 14.
- Σώκος, Χ., Π. Μπίρτσας και Ν. Παπαγεωργίου. 2002α. Θήρα και

- υγρότοποι: εφαρμογή διαχειριστικών μέτρων ή απαγορευτικών διατάξεων; 10^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Τρίπολη 26-29/5/2002, σελ. 601-613.
- Σώκος, Χ., Κ. Σκορδάς και Π. Μπίρτσας. 2002β. Αξιολόγηση της θήρας και διαχείριση του λαγού (*Lepus europaeus*) στα λιβαδικά οικοσυστήματα, σελ. 131-139. Λιβαδοπονία και Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών (Π. Πλατής και Θ. Παπαχρήστου, εκδότες). Πρακτικά 3^{ου} Πανελλήνιου Λιβαδοπονικού Συνέδριου. Καρπενήσι 4-6 Σεπτεμβρίου 2002. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία, Δημ. Νο 10.
- Τσαχαλίδης, Ε.Π. 2003. Διαχρονική εξέλιξη των αδειών θήρας στη Μακεδονία και Θράκη, κατά το διάστημα 1975-2000. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, 14: 41-48.
- Χασάναγας, Ν.Δ., Α. Σαχπάζη, Σ. Κάμκος, Γ. Τζιμπρίδου, Π. Μπίρτσας και Κ. Ραδόγλου. 2007. Ποσοτική ανάλυση κοινωνικο-πολιτικής δύναμης και δομών σε δίκτυα θηραματικής-περιβαλλοντικής πολιτικής. Μια εφαρμογή της Μαθηματικής Κοινωνιολογίας στην ανάλυση της Περιβαλλοντικής Πολιτικής. Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών- Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας. Θεσσαλονίκη- Βασιλικά.

Attitudes of hunters of Central and Western Macedonia toward management practices applied to the main hunting species and their habitats

P. Birtsas, N. Hasanagas and C. Sokos

Abstract

Most hunters desire predator control and intensive wildlife warding for the proliferation of quarry population. Release of quarries and habitat improvement come second, while provision of food and bar placement posses the last position in their rank of preference. Personal features of hunters determine the preference of the management practice. Hunters who are retired professionals prefer release, educated hunters would rather desire habitat improvement, and hunters who are simultaneously mountaineers suggest bar placement and hunters who smoke support provision of food. Preference for certain species is also correlated with the preference for specific management practices (e.g. hunters of woodpigeon desire provision of food). Habitat improvement seems to be connected with the

prerequisite of specialized personnel. On the contrary, other practices are regarded by the hunters as “practical” rather than “scientific” management tools. This research was based on the statistical analysis of 237 questionnaires.

Keywords: hunting, management, social research, questionnaire.

Η ηλικία των κυνηγών ως οικονομικός δείκτης ανάπτυξης της θήρας: Η περίπτωση νομών Γρεβενών, Πέλλας και Θεσσαλονίκης

Κ. Γ. Παπασπυρόπουλος*, Π. Κ. Μπίρτσας, Χ. Κ. Σώκος,
Κ. Ε. Σκορδάς και Ν. Δ. Χασάναγας

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

Περίληψη

Η μελέτη της ηλικίας των κυνηγών μπορεί να αποκαλύψει στοιχεία σχετικά με την προτίμηση ή όχι νέων ανθρώπων για την δραστηριότητα αυτή. Το γεγονός αυτό θεωρείται σημαντικό διότι αποκαλύπτει σε μακροχρόνιο χρονικό ορίζοντα εάν το κυνήγι είναι μια δραστηριότητα που ανανεώνεται διαχρονικά ή μένει στάσιμη και αργοπεθαίνει. Στη δεύτερη περίπτωση είναι δυνατό να ληφθούν μέτρα αποφυγής της κατάστασης αυτής. Το κυνήγι στην Ελλάδα είναι ένας σημαντικός παράγοντας της τόνωσης της περιφερειακής οικονομίας και στη σημερινή εποχή που απαιτείται οικονομική ανάπτυξη των ορεινών πληθυσμών, είναι αναγκαία η συμβολή του.

Λέξεις κλειδιά: Κυνηγοί, κατανομή ηλικίας, κυνήγι, θηρευτική πολιτική, Γρεβενά, Αριδαία, δημογραφία, ένταξη νέων κυνηγών, διαχείριση θήρας.

Εισαγωγή

Η έλλειψη σχεδιασμού για την ανάπτυξη της θήρας στην Ελλάδα προκαλεί επιπτώσεις τόσο στην άγρια πανίδα όσο και στον άνθρωπο (Σώκος κ.α. 2002α, Μπίρτσας 2006). Οι υπάρχουσες υποδομές και οι αρμόδιοι φορείς αδυνατούν να ανταποκριθούν ικανοποιητικά (Μπίρτσας, 2006). Οι λαγοκυνηγοί για παράδειγμα υποστηρίζουν ότι απαιτείται η λήψη μέτρων για τη βελτίωση της ποιότητας θήρας του λαγού. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού δηλώνουν «προθυμία πληρωμής» εφόσον εξασφαλιστεί ότι τα χρήματά τους θα εξυπηρετήσουν αποτελεσματικά το σκοπό για τον οποίο προορίζονται (Σώκος κ.α. 2002β).

Ένα αποτέλεσμα των ανωτέρω φαίνεται να είναι η καταγεγραμμένη μείωση του αριθμού των Ελλήνων κυνηγών (Τσαχαλίδης, 2003). Ειδικότε-

ρα, από το 1975 έως το 1985 ο συνολικός αριθμός αδειών θήρας αυξάνεται με μέσο ετήσιο ποσοστό αύξησης 4,11%, ενώ από το 1985 έως το 1999 ο αριθμός αυτός μειώνεται με μέσο ετήσιο ποσοστό μείωσης 1,76%. Οι κυνηγοί της Μακεδονίας και Θράκης προτιμούν έως το 1992 να εκδίδουν Τοπικές άδειες θήρας, ενώ μετά το 1992 προτιμούν να εκδίδουν Περιφερειακές άδειες θήρας (Τσαχαλίδης, 2003).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να διερευνήσει την κατανομή της ηλικίας των κυνηγών στις περιοχές των νομών Γρεβενών, Πέλλας και Θεσσαλονίκης, να συγκρίνει τις κατανομές μεταξύ των ηλικιών κυνηγών της Θεσσαλονίκης σε σχέση με αυτές περιφερειακών συλλόγων (Γρεβενά, Πέλλα), να συγκρίνει τις κατανομές σε σχέση με τον τύπο άδειας (Τοπική, Περιφερειακή, Γενική) που εκδίδουν οι κυνηγοί και να καταλήξει σε συμπεράσματα για το πώς εξελίσσεται ηλικιακά ο πληθυσμός των κυνηγών στους παραπάνω νομούς. Με αυτόν τον τρόπο θα καταδειχτεί η δυναμική οικονομικής ανάπτυξης της θήρας, διότι το κυνήγι αποτελεί έναν σημαντικό οικονομικό πόρο για μια μεγάλη ομάδα πληθυσμού. Θα δοθεί, επίσης, έναυσμα για τη σχεδίαση θηρευτικής πολιτικής και τη λήψη διαχειριστικών μέτρων τόσο α) για τα είδη και β) για τα ενδαιτήματά τους όσο και γ) για τη δραστηριότητα της θήρας.

Μέθοδος έρευνας

Για να επιτευχθούν οι σκοποί της έρευνας έγινε ανάλυση της μεταβλητής «ηλικία» στον πληθυσμό των κυνηγών τριών κυνηγετικών συλλόγων των νομών Γρεβενών, Πέλλας και Θεσσαλονίκης, έναν από κάθε νομό. Συλλέχθηκε το σύνολο των κυνηγών που είχαν εκδώσει άδεια κυνηγίου την περίοδο 2006-2007 από τις βάσεις δεδομένων των παρακάτω κυνηγετικών συλλόγων i) Γρεβενών, ii) Αριδαίας (Πέλλας) και iii) Αμπελοκήπων (Θεσσαλονίκης). Οι παραπάνω κυνηγετικοί σύλλογοι θεωρούνται αντιπροσωπευτικοί (α) λόγω του αριθμού εγγεγραμμένων κυνηγών (2,3% του συνόλου της χώρας) (β) λόγω της ποικιλίας των θηραματικών ειδών που διαβιούν στους συγκεκριμένους νομούς αλλά και στην ευρύτερη περιοχή της κεντρικής και δυτικής Μακεδονίας (Φ. Καραμπατζάκης, προσωπική επικοινωνία) και γ) λόγω του ικανοποιητικού αριθμού θηραμάτων που θηρεύονται από τους κυνηγούς των νομών αυτών. Για το λόγο αυτό θεωρείται ότι τα αποτελέσματα μπορούν να γενικευθούν στη Μακεδονία.

Η στατιστική ανάλυση έγινε ως εξής: αρχικά, εκτιμήθηκαν κάποια περιγραφικά στατιστικά της μεταβλητής «ηλικία» (Fowler and Cohen, 1995).

Ελέγχθηκαν τα θηκογράμματα της μεταβλητής (Bradley, 2007), τόσο χωρίς την ύπαρξη παραγόντων, όσο και σε σχέση με τους παράγοντες i) κυνηγετικός σύλλογος (ΚΣ) και ii) τύπος άδειας (ΤΑ). Με τα θηκογράμματα είναι δυνατόν να ελεγχθούν οι κατανομές ως προς το αν ακολουθούν την κανονική κατανομή, όπως και να συγκριθούν (οπτικά) μεταξύ τους (Παπασπυρόπουλος, 2003). Όσον αφορά την κανονικότητα, ο έλεγχος έγινε και με το μη παραμετρικό τεστ των Kolmogorov Smirnov. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε το πειραματικό σχέδιο «μονομεταβλητή ανάλυση διακύμανσης με δύο παράγοντες» (Two-way Factorial ANOVA). Πρόκειται για ένα συγκριτικό πειραματικό σχέδιο «μεταξύ των παραγόντων», στο οποίο κάθε συμμετέχων εξετάζεται μια φορά, κάτω από μια μόνο συνθήκη και δεν υπάρχει περίπτωση «ζεγωρώματος» των δεδομένων (Rutherford, 2001).

Η εφαρμογή του παραπάνω πειραματικού σχεδίου έγινε παίρνοντας ως δεδομένη την ύπαρξη αλληλεπιδράσεων μεταξύ των παραγόντων. Ελέγχθηκε η διαφορά στους μέσους όρους της ηλικίας ανάμεσα στους παραπάνω παράγοντες, αλλά και στην αλληλεπίδρασή τους με το στατιστικό F (έλεγχος για σφάλμα Τύπου I). Επίσης, ελέγχθηκε ο βαθμός επίδρασης του κάθε παράγοντα στη μεταβλητή ηλικία με βάση το στατιστικό «μερικό η^2 » (partial η^2) (Cortina and Nouri, 2000). Στο χρησιμοποιούμενο πειραματικό σχέδιο δύο παραγόντων το μερικό η^2 ορίζεται ως:

$$\text{μερικό } \eta^2 = \frac{SS_{\text{χειρισμού}}}{SS_{\text{χειρισμού}} + SS_{\text{σφάλματος}}}$$

όπου SS: το άθροισμα των τετραγώνων.

Ο βαθμός επίδρασης χαρακτηρίζεται μικρός εάν $0,01 \leq \eta^2 \leq 0,06$, μεσαίος εάν $0,06 \leq \eta^2 \leq 0,14$ και μεγάλος εάν $\eta^2 \geq 0,14$.

Τέλος ελέγχθηκε και η δύναμη του κάθε στατιστικού τεστ. Η δύναμη (power) P ενός στατιστικού τεστ είναι η πιθανότητα να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση ενώ αυτή είναι λάθος. Για να είναι ισχυρή η σημαντικότητα ενός τεστ πρέπει, εκτός από το σφάλμα Τύπου I, να ελέγχεται και αν διαπράττεται σφάλμα Τύπου II. Η δύναμη P ενός τεστ πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,8 (Murphy et al. 2008).

Η παραπάνω στατιστική ανάλυση έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού προγράμματος SPSS 16.0 σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

Αποτελέσματα

Στις βάσεις δεδομένων των τριών κυνηγητικών συλλόγων ήταν εγγεγραμμένοι κατά το 2006-2007 οι κυνηγοί που φαίνονται στον πίνακα Ι. Επίσης, φαίνεται και το πώς κατανέμονται ανάλογα με τον τύπο άδειας που εξέδωσαν.

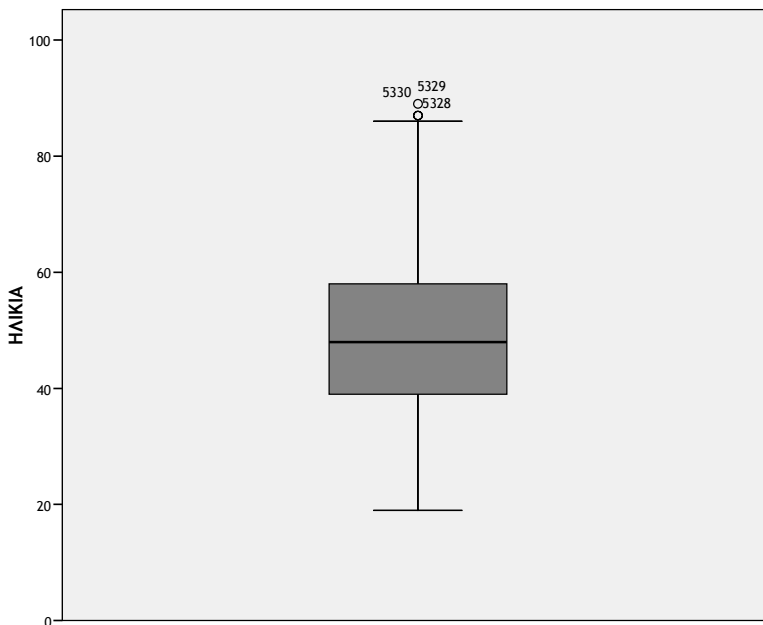
Πίνακας Ι. Κατανομή κυνηγών ανάλογα με τον κυνηγητικό σύλλογο και τον τύπο άδειας.

Table I. Hunters' distribution in relation to Hunting club and type of license.

Παράγοντας (Factor)	Επίπεδο (Level)	N
Κυνηγητικός Σύλλογος (Hunting club)	Αμπελόκηπων (Ampelokipoi)	2910
	Αριδαίας (Aridaia)	1135
	Γρεβενών (Grevena)	1285
	Σύνολο (Total)	5330
Τύπος Άδειας (Type of hunting license)	Γενική (General)	621
	Περιφερειακή (Regional)	3255
	Τοπική (Local)	1454
	Σύνολο (Total)	5330

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται το θηκόγραμμα των ηλικιών στο σύνολο των 5330 κυνηγών.

Φαίνεται ότι υπάρχουν μόνο τρεις απομακρυσμένες τιμές, πολύ κοντά στο 75% των τιμών, κάτι που σημαίνει ότι δεν επηρεάζουν σημαντικά την κατανομή, ώστε να αντικατασταθούν. Η θήκη του γραφήματος, η οποία περιλαμβάνει το 50% των τιμών, δείχνει μια ουρά των ηλικιών προς τις μεγαλύτερες τιμές, ενώ δείχνει να κινείται μεταξύ 40 και 60 ετών. Στον πίνακα ΙΙ φαίνονται οι μέσοι όροι ηλικιών ανά κυνηγητικό σύλλογο και οι μέσοι όροι ηλικιών ανά τύπο άδειας μαζί με την τυπική απόκλιση.



Σχήμα 1. Θηκόγραμμα ηλικίας
Figure 1. Age boxplot

Πίνακας II. Μέσοι όροι ηλικιών κατά κυνηγετικό σύλλογο και κατά τύπο άδειας.

Table II. Age means in relation to Hunting club and type of license.

		<u>Ηλικία (Age)</u>	
		Μέσος όρος (Mean)	Τυπική απόκλιση (Standard deviation)
Κυνηγετικός Σύλλογος (Hunting club)	Αμπελόκηπων (Ampelokipoi)	47,96	13,03
	Αριδαίας (Aridaia)	47,92	14,73
	Γρεβενών (Grevena)	50,61	15,13
Τύπος Άδειας (Type of hunting license)	Γενική (General)	46,15	12,19
	Περιφερειακή (Regional)	47,70	13,30
	Τοπική (Local)	51,61	15,60

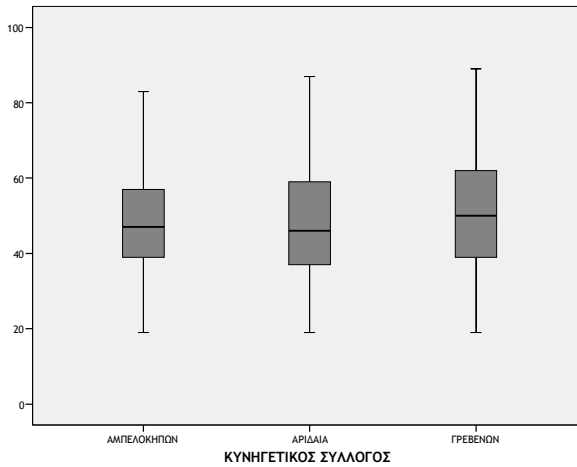
Στον πίνακα II φαίνονται οι μέσοι όροι ηλικιών με την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων μαζί με το τυπικό σφάλμα και το 95% διάστημα εμπιστοσύνης.

Πίνακας III. Μέσοι όροι ηλικιών για την αλληλεπίδραση των παραγόντων.
Table III. Age means for the factors' interaction.

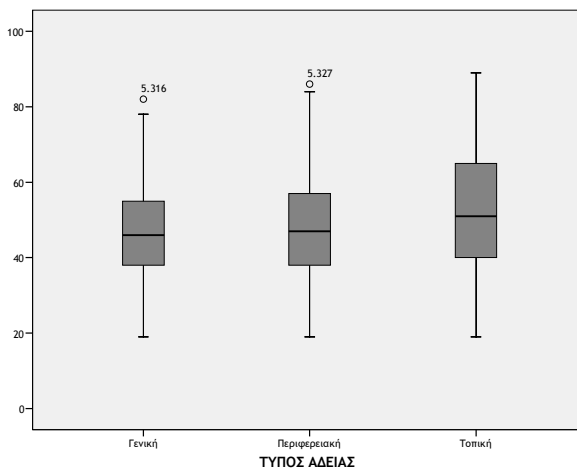
Κυνηγετικός Σύλλογος (Hunting club)	Τύπος Άδειας (Type of hunting license)	Μέση τιμή (Mean)	Τυπικό Σφάλμα (Standard error)	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης (95% Confidence Interval)	
				Κατώτερο όριο (Lower bound)	Ανώτερο Όριο (Upper bound)
Αμπελόκηπων (Ampelokipoi)	Γενική (General)	46,71	0,713	45,31	48,11
	Περιφερειακή (Regional)	47,85	0,280	47,30	48,40
	Τοπική (Local)	54,69	1,323	52,10	57,28
Αριδαίας (Aridaia)	Γενική (General)	46,76	2,131	42,59	50,94
	Περιφερειακή (Regional)	46,63	0,600	45,45	47,81
	Τοπική (Local)	49,21	0,582	48,07	50,35
Γρεβενών (Grevena)	Γενική (General)	45,01	0,967	43,11	46,91
	Περιφερειακή (Regional)	48,39	0,799	46,82	49,95
	Τοπική (Local)	52,91	0,494	51,95	53,88

Τα θηκογράμματα των ηλικιών ανάλογα με τα επίπεδα του κάθε παράγοντα φαίνονται στα Σχήματα 2 και 3.

Παρατηρείται μια σχετική διαφοροποίηση των διακυμάνσεων των κατανομών τόσο στα επίπεδα ΚΣ (Κυνηγετικός Σύλλογος), όσο και στα επίπεδα ΤΑ (τύπος άδειας). Στον κυνηγετικό σύλλογο Αμπελοκήπων φαίνεται το 50% των παρατηρήσεων να συγκεντρώνεται σε μικρότερο εύρος τιμών (39 με 57 ετών) σε αντίθεση με τον κυνηγετικό σύλλογο Γρεβενών (39 με 62 ετών). Επίσης, ο Κ.Σ. Αριδαίας έχει τη μικρότερη διάμεσο, φανερόντας μια ουρά προς τις μεγαλύτερες τιμές (δηλαδή έχει νεότερους σε ηλικία κυνηγούς). Όσον αφορά τον τύπο άδειας, υπάρχει και εδώ διαφοροποίηση των διακυμάνσεων τόσο στο 50% των παρατηρήσεων, όσο και στο 75% αυτών, με τις τοπικές άδειες να περιλαμβάνουν ένα εύρος ηλικιών από 40 έως 65 ετών (στο 50% των παρατηρήσεων), ενώ οι γενικές άδειες μόλις από 38 έως 55 ετών.



Σχήμα 2. Θηκόγραμμα ηλικίας ανάλογα με ΚΣ.
Figure 2. Age boxplot in relation to Hunting club.



Σχήμα 3. Θηκόγραμμα ηλικίας ανάλογα με ΤΑ.
Figure 3. Age boxplot in relation to type of license.

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της ANOVA φαίνονται στον πίνακα IV.

Πίνακας IV. Ανάλυση διακύμανσης κατά κυνηγετικό σύλλογο & τύπος άδειας.

Table IV. Analysis of variance in relation to Hunting club % type of license.

Πηγή μεταβλητότητας (Source)	Άθροισμα τετραγώνων (Sum of squares)	Βαθμοί ελευθερίας (Degrees of freedom)	Μέσο τετράγωνο (Mean Square)	F	p	Μερικό η^2 (partial η^2)	Δύναμη P (Power P)
Κυνηγετικός Σύλλογος (ΚΣ) (Hunting club, HO)	1153,49	2	576,74	3,025	0,049	0,001	0,588
Τύπος Άδειας (ΤΑ) (Type of hunting license, TL)	13082,69	2	6541,35	34,304	0,000	0,013	1,000
ΚΣ*ΤΑ HO*TL	2427,03	4	606,76	3,182	0,013	0,002	0,828
Σφάλμα (Error)	1014648,08	5321	190,69				
Σύνολο (Total)	13623935	5330					

Παρατηρείται ότι οι μέσες τιμές ηλικιών διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στους κυνηγετικούς συλλόγους ($p < 0,05$), ανάμεσα στον τύπο άδειας ($p < 0,01$) και ανάμεσα στην αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων ($p < 0,05$). Η δύναμη P αποκαλύπτει ότι για το τεστ ανάμεσα στους κυνηγετικούς συλλόγους έχει μικρό βαθμό (0,588), οπότε δεν δίνεται η δυνατότητα να γίνει αποδεκτή με βεβαιότητα η H1 υπόθεση, δηλαδή ότι όντως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους των ηλικιών μεταξύ των τριών κυνηγετικών συλλόγων. Αντιθέτως για τα άλλα δύο τεστ η H1 γίνεται αποδεκτή με πολύ μεγαλύτερη βεβαιότητα, αφού η δύναμη P είναι μεγαλύτερη του 0,8. Τέλος, η τιμή του μερικού η^2 δείχνει, σύμφωνα με αυτά που αναφέρθηκαν στη μεθοδολογία, ότι η επίδραση των δύο παραγόντων και της αλληλεπίδρασής τους στη μεταβλητή ηλικία είναι σχετικά μικρή.

Ο πίνακας V δείχνει τις διαφορές ανάμεσα στους μέσους όρους ηλικιών στους Κυνηγετικούς Συλλόγους σύμφωνα με το Post Hoc τεστ του Tukey.

Από τον πίνακα συμπεραίνεται πως ο Κ.Σ. Γρεβενών φαίνεται να έχει τους πιο μεγάλους σε ηλικία κυνηγούς, τουλάχιστον όσον αφορά τη στατιστική σημαντικότητα (με την επιφύλαξη του στατιστικού P), ενώ ο Κ.Σ. Αριδαίας και ο Κ.Σ. Αμπελοκήπων νεότερους κυνηγούς χωρίς μάλιστα να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Πίνακας V. Tukey's Post Hoc Test και κυνηγετικοί σύλλογοι.
Table V. Tukey's Post Hoc Test and Hunting clubs.

Κυνηγετικός Σύλλογος (Hunting club)	Κυνηγετικός Σύλλογος (Hunting club)	Διαφορά μέσων όρων (Mean difference)	Τυπικό Σφάλμα (Standard error)	p	95% διάστημα εμπιστοσύνης (95% Confidence Interval)	
					Κατώτερο όριο (Lower bound)	Κατώτερο όριο (Lower bound)
Αμπελόκηπων (Ampelokipoi)	Αριδαίας (Aridaia)	0,04	0,483	0,996	-1,09	1,18
	Γρεβενών* (Grevena)	-2,65	0,463	0,000	-3,73	-1,56
Αριδαίας (Aridaia)	Αμπελόκηπων (Ampelokipoi)	-0,04	0,483	0,996	-1,18	1,09
	Γρεβενών* (Grevena)	-2,69	0,562	0,000	-4,01	-1,37
Γρεβενών (Grevena)	Αμπελόκηπων* (Ampelokipoi)	2,65	0,463	0,000	1,56	3,73
	Αριδαίας* (Aridaia)	2,69	0,562	0,000	1,37	4,01

* Διαφέρουν σε επίπεδο $p < 0,001$ * Difference at $p < 0,001$

Ο πίνακας VI δείχνει τις διαφορές ανάμεσα στους μέσους όρους ηλικιών στους Τύπους Αδειών σύμφωνα με το Post Hoc τεστ του Tukey.

Πίνακας VI. Tukey's Post Hoc Test και τύπος άδειας.
Table VI. Tukey's Post Hoc Test and type of license.

Τύπος Άδειας (Type of hunting license)	Τύπος Άδειας (Type of hunting license)	Διαφορά μέσων όρων (Mean difference)	Τυπικό Σφάλμα (±Std)	p	95% ΔΕ (95% Confidence Interval)	
					Ανώτερο όριο (max)	Κατώτερο όριο (min)
Γενική (General)	Περιφερειακή# (Regional)	-1,55	0,605	0,028	-2,97	-0,13
	Τοπική* (Local)	-5,46	0,662	0,000	-7,01	-3,91
Περιφερειακή (Regional)	Γενική# (General)	1,55	0,605	0,028	0,13	2,97
	Τοπική* (Local)	-3,91	0,436	0,000	-4,93	-2,89
Τοπική (Local)	Γενική* (General)	5,46	0,662	0,000	3,91	7,01
	Περιφερειακή* (Regional)	3,91	0,436	0,000	2,89	4,93

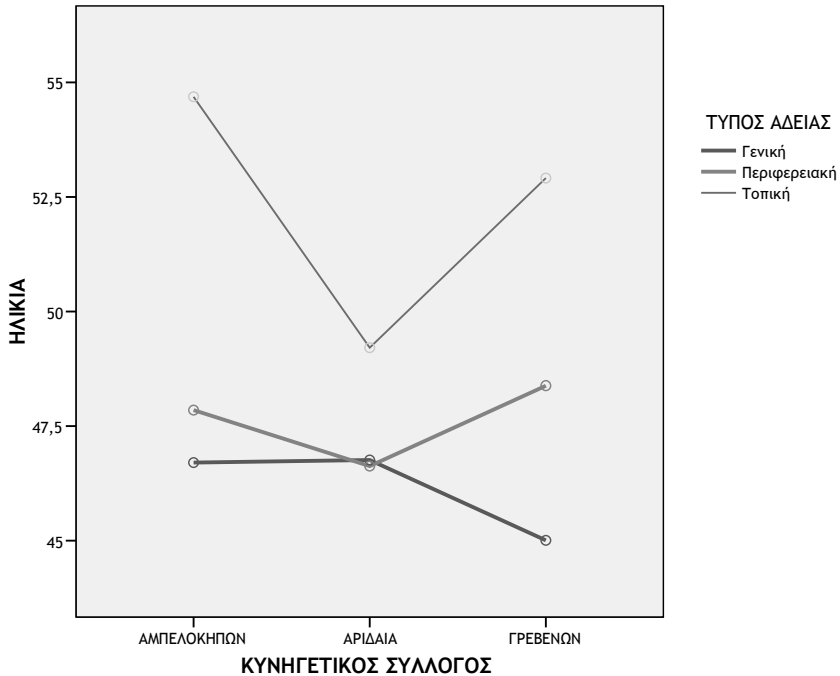
* Διαφέρουν σε επίπεδο $p < 0,001$ # Διαφέρουν σε επίπεδο $p < 0,05$

* Difference at $p < 0,001$

Difference at $p < 0,05$

Από τον Πίνακα VI. συμπεραίνεται πως υπάρχει η τάση στους νέους κυνηγούς να εκδίδουν γενικές άδειες, στους λίγο μεγαλύτερους κυνηγούς περιφερειακές άδειες και στους μεγάλους ηλικιακά τοπικές άδειες. Όλες οι διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές και επιβεβαιωμένες από το στατιστικό P (Δύναμη τεστ).

Όσον αφορά την αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (κυνηγετικός σύλλογος και τύπος άδειας) το παρακάτω σχήμα δείχνει πως ενώ υπάρχει ένα πρότυπο συμπεριφοράς σχήματος U μεταξύ των κυνηγετικών συλλόγων και του αριθμού των περιφερειακών και τοπικών αδειών, στο νομό Γρεβενών παρατηρείται ότι στις γενικές άδειες νεαρότεροι κυνηγοί προτιμούν να τις εκδίδουν σε σχέση με τους άλλους δύο συλλόγους.



Σχήμα 4. Διάγραμμα μέσων όρων ηλικιών και αλληλεπίδρασης παραγόντων.
Figure 4. Plot of age means and factors' interaction.

Αποδεικνύεται, λοιπόν, πως είναι διαφορετικά κατανομημένες οι ηλικίες στους τρεις συλλόγους και υπάρχει και μια διαφοροποίηση όσον αφορά την προτίμηση τύπου άδειας μέσα στους συλλόγους.

Για να βγουν πιο λεπτομερή συμπεράσματα όσον αφορά την κατανομή

ηλικιών ανάμεσα στους δύο παράγοντες, χωρίστηκαν οι ηλικίες σε τέσσερις κλάσεις ηλικιών οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα VII μαζί με τον αριθμό κυνηγών και το ποσοστό των κυνηγών που ανήκει σε κάθε μια.

Πίνακας VII. Κατανομή κυνηγών ανά κλάση ηλικίας.
Table VII. Hunters' distribution in age groups.

		Ηλικία (Age)							
		18-30		31-45		46-60		>60	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Κυνηγετικός σύλλογος (Hunting club)	Αμπελόκηπων (Ambelokipoi)	270	9,3	1026	35,3	1106	38,0	508	17,5
	Αριδαίας (Aridaia)	144	12,7	405	35,7	322	28,4	264	23,3
	Γρεβενών (Grevena)	123	9,6	378	29,4	435	33,9	349	27,2
Τύπος άδειας (Type of hunting li- cense)	Γενική (General)	69	11,1	235	37,8	248	39,9	69	11,1
	Περιφερειακή (Regional)	322	9,9	1186	36,4	1161	35,7	586	18,0
	Τοπική (Local)	146	10,0	388	26,7	454	31,2	466	32,0

Από τον πίνακα VII μπορεί να παραχθεί ο πίνακας VIII στον οποίο φαίνονται οι διαφορές στα διάφορα επίπεδα των παραγόντων για τα επίπεδα των κλάσεων ηλικίας. Η κατηγορία που έχει στατιστικά μικρότερο ποσοστό σε $p=5\%$ εμφανίζεται κάτω από την κατηγορία με το μεγαλύτερο στατιστικά ποσοστό.

Πίνακας VIII. Διαφορές ποσοστών κυνηγών ανάμεσα στις κλάσεις.
Table VIII. Differences in hunters proportions between age groups.

Ηλικία (Age)	Κυνηγετικός σύλλογος (Hunting club)			Τύπος άδειας (Type of hunting license)		
	Αμπελόκη- πων (Ambelo- kipoi)	Αριδαίας (Aridaia)	Γρεβενών (Grevena)	Γενική (General)	Περιφερεια- κή (Regional)	Τοπική (Local)
	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)
18-30		A C				
31-45	C	C		C	C	
46-60	B C		B	C	C	
>60		A	A		A	A B

Από τον Πίνακα 8 φαίνεται ότι ο Κ.Σ. Αριδαίας έχει στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό στις ηλικίες 18-30 και 31-45 σε σχέση με τους κυνηγητικούς συλλόγους Γρεβενών και Αμπελοκήπων. Στη δεύτερη κλάση (31-45) και ο Κ.Σ. Αμπελοκήπων διαφέρει από τον κυνηγητικό σύλλογο των Γρεβενών. Ο Κ.Σ. Γρεβενών φαίνεται να διαθέτει τον πιο μεγάλο σε ηλικία κυνηγητικό πληθυσμό. Όσον αφορά τις άδειες φαίνεται ότι, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι νεότεροι σε ηλικία (31-45 και 46-60) προτιμούν τις γενικές και περιφερειακές άδειες σε σχέση με τις τοπικές που προτιμούνται από τους >60 κυνηγούς. Πάντως στην κλάση 18-30 δεν παρατηρείται διαφοροποίηση.

Συζήτηση και συμπεράσματα

Με βάση την προηγούμενη ανάλυση συμπεραίνεται:

1. Δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των ηλικιών των κυνηγών από μεγάλα αστικά κέντρα (Θεσσαλονίκη) και των κυνηγών από περιφερειακές πόλεις (Γρεβενά, Αριδαία). Ωστόσο η κατανομή των ηλικιών διαφέρει. Ο Κ.Σ. Γρεβενών έχει τους λιγότερους νέους κυνηγούς και τους περισσότερους γηρασμένους, ενώ ο Κ.Σ. Αμπελοκήπων (πόλη Θεσσαλονίκης) έχει τους λιγότερους γηρασμένους.
2. Οι νέοι κυνηγοί είναι αναλογικά περισσότεροι στον Κ.Σ. Αριδαίας σε σχέση με τους άλλους δύο κυνηγητικούς συλλόγους. Στην περιοχή ευθύνης του Κ.Σ. Αμπελοκήπων παρόλο που υπάρχουν περισσότεροι νέοι, δεν ασχολούνται με τη θήρα (22% άντρες ηλικίας 20 – 29 ετών στον Κ.Σ. Αμπελοκήπων, 15,5% στον Κ.Σ. Αριδαίας και 14,5% στον Κ.Σ. Γρεβενών, Ε.Σ.Υ.Ε. 2001). Το γεγονός ότι οι αστοί νέοι ασχολούνται λιγότερο με τη θήρα σε σχέση με τους επαρχιώτες συνομηλικούς τους έχει καταγραφεί και από άλλους ερευνητές (Stedman and Heberlein, 2001). Στην περιοχή του Κ.Σ. Γρεβενών οι καταγεγραμμένοι νέοι, ηλικίας 20 – 29 ετών, δεν είναι σοβαρά λιγότεροι από αυτούς του Κ.Σ. Αριδαίας. Στην περίπτωση αυτή άλλοι παράγοντες μπορεί να επιδρούν. Οι νέοι στα Γρεβενά αναγκάζονται, λόγω έλλειψης θέσεων εργασίας, να εργαστούν μακριά από τον τόπο κατοικίας τους σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με την Αριδαία. Επίσης στον Νομό Γρεβενών έχουν αναπτυχθεί υπαίθριες δραστηριότητες (π.χ. χειμερινά σπορ, trekking, rafting κ.λπ.) που οδήγησαν τους νέους του νομού να επενδύσουν σε καταλύματα και σε χώρους εστίασης και έτσι να δημιουργηθούν εκατοντάδες εποχιακές θέσεις εργασίας, από το φθινόπωρο έως την άνοιξη, επο-

χή που συμπίπτει με την άσκηση της θήρας.

3. Οι νέοι κυνηγοί δείχνουν μια τάση να εκδίδουν Περιφερειακές και Γενικές άδειες, ενώ οι γηραιότεροι Τοπικές άδειες. Αποτέλεσμα το οποίο κατέγραψε και ο Τσαχαλίδης (2003). Αυτό πιθανόν να οφείλεται στην προσδοκία των κυνηγών αυτών για καλλίτερα αποτελέσματα σε άλλους κυνηγοτόπους, εκτός Νομού και στις μεγάλες κοινωνικο-οικονομικές και περιβαλλοντικές αλλαγές που συνέβησαν στη χώρα τις τελευταίες δεκαετίες (Τσαχαλίδης, 2003).

Το γεγονός της ύπαρξης νέων κυνηγών είναι ένας δείκτης ανάπτυξης και διατήρησης της θήρας. Ωστόσο ο αριθμός των κυνηγών στην Ελλάδα, όπως και σε άλλες χώρες, μειώνεται (Enck et al. 2000, Τσαχαλίδης 2003). Μια αιτία αποδείχτηκε ότι είναι η αστικοποίηση. Η αστικοποίηση επίσης των κυνηγών φαίνεται να τους εξαναγκάζει σε μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ του τόπου κατοικίας και κυνηγοτόπου. Αυτό φαίνεται στην τάση των νέων κυνηγών για έκδοση Περιφερειακών και Γενικών αδειών κυνηγιού.

Ο Έλληνας κυνηγός σε σχέση με τον Ευρωπαϊό δαπανά αναλογικά περισσότερα χρήματα στις εταιρείες καυσίμων και αυτοκινήτων και λιγότερα για τη διαχείριση των θηραμάτων και τη διανυκτέρευση (Σώκος κ.α. 2002β). Οι επιπτώσεις της αυξημένης χρήσης του αυτοκινήτου είναι η κατανάλωση καυσίμων, η μη αξιοποίηση του χρόνου, η ατμοσφαιρική ρύπανση, αλλά και η μη διανυκτέρευση των κυνηγών στην περιοχή που διεξάγεται η θήρα με αποτέλεσμα να μειώνονται τα οφέλη για την τοπική οικονομία.

Συμπερασματικά, οι αρμόδιοι φορείς για τη χάραξη πολιτικής στον τομέα της θήρας πρέπει να λάβουν υπόψη τους τις περαιτέρω επιπτώσεις της αστικοποίησης στη μείωση του αριθμού των κυνηγών, καθώς, η αστικοποίηση και η εγκατάλειψη της υπαίθρου εντείνεται (Μαραβέγιας κ.α. 2002). Επιπρόσθετα, αν ο σκοπός είναι η διατήρηση των θηραματικών πληθυσμών και η στήριξη της τοπικής οικονομίας, θα πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα και κίνητρα ώστε ο κυνηγός να δαπανά περισσότερο στον κυνηγότοπο και όχι στο αυτοκίνητο.

Βιβλιογραφία

- Bradley, T. 2007. Essential statistics for economics, business and management. Chichester, England: John Wiley & Sons.
- Cortina, J.M. and H. Nouri. 2000. Effect size for ANOVA designs. Thou-

- sand Oaks, CA: Sage Publications. Quantitative Applications in the Social Sciences series no. 129.
- Enck, J.W., D.J. Decker and T.L. Brown. 2000. Status of hunter recruitment and retention in the United States. *Wildlife Society Bulletin*, 28: 817-824.
- Fowler, J. and L. Cohen. 1995. *Statistics for Ornithologists*. Edition 2. BTO Guide 22.
- Murphy, K.R., B. Myers and A. Wolach. 2008. *Statistical power analysis: A simple and general model for traditional and modern hypothesis tests*. Third ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Rutherford, A. 2001. *Introducing ANOVA and ANCOVA: A GLM approach*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Stedman, R.C. and T.A. Heberlein. 2001. Hunting and rural socialization: contingent effects of the rural setting on hunting participation. *Rural Sociology* 66(4): 599-617.
- Tabachnick, B.G. and L.S. Fidell. 2001. *Using Multivariate Statistics*, Fourth Edition. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Εθνική Στατιστική Υπηρεσία. 2001. *Αποτελέσματα Απογραφής Πληθυσμού*, Αθήνα: ΕΣΥΕ
- Μαραβέγιας, Ν., Κ. Αποστολόπουλος, Κ. Μάττας, Ν. Μπαλτάς, Α. Μωυσίδης, Κ. Παπαγεωργίου και Δ. Ψαλτόπουλος. 2002. Βιώσιμη γεωργία σε μια αναπτυσσόμενη ύπαιθρο: στρατηγική δεκαετίας για την αγροτική ανάπτυξη της Ελλάδας. Υπουργείο Γεωργίας.
- Μπίρτσας, Π. 2006. Η διαχείριση της θήρας στην Ελλάδα – παρελθόν, παρόν και μέλλον. Το μέλλον του δάσους και το δάσος του μέλλοντος. Πρακτικά επιστημονικής διημερίδας της Πανελληνίας Ένωσης Δασολόγων Δημοσίων Υπαλλήλων και του ΓΕΩΤΕΕ. Αθήνα 20-21/3/2006. www.pkd.gr/BIRTSAS%20EISHGSH.pdf
- Παπασπυρόπουλος, Κ. 2003. Σύγκριση επιφανειακής και δισταδιακής δειγματοληψίας για την εκτίμηση του ξυλώδη όγκου στο Πανεπιστημιακό Δάσος Ταξιάρχη. Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Αρχαία Ολυμπία.
- Σώκος, Χ., Π. Μπίρτσας και Ν. Παπαγεωργίου. 2002α. Θήρα και υγρότοποι: εφαρμογή διαχειριστικών μέτρων ή απαγορευτικών διατάξεων; 10^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Τρίπολη 26-29/5/2002, σελ. 601-613.
- Σώκος, Χ.Κ., Κ.Ε. Σκορδάς και Π.Κ. Μπίρτσας. 2002β. Αξιολόγηση της θήρας και διαχείριση του λαγού (*Lepus europaeus*) στα λιβαδικά

οικοσυστήματα. Λιβαδοπονία και Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών (εκς Π. Πλατής και Θ. Παπαχρήστου), σελ. 131-139. Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Καρπενήσι 4-6 Σεπτεμβρίου 2002. Ε.Λ.Ε., Δημ. Νο 10.

Τσαχαλίδης, Ε.Π. 2003. Διαχρονική εξέλιξη των αδειών θήρας στη Μακεδονία και Θράκη, κατά το διάστημα 1975-2000. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, 14: 41-48.

The age of hunters as economic indicator of hunting development: The case of prefectures of Grevena, Pella and Thessaloniki

**K. G. Papaspyropoulos, P. K. Birtsas, C. K. Sokos,
K. E. Skordas and N. D. Hasanagas**

Abstract

The study of hunters' age can reveal information about the preference of people for this activity. This is important because it reveals, in long-term time horizon, if the hunting is an activity that it is renewed diachronically or remains stagnant and it is restricted. In the second case measures should be taken for evasion from this situation. The hunting in Greece is an important factor for reinforcement of regional economy, and in the current period, where economic growth of mountainous populations is required, its contribution is necessary.

Keywords: hunters, age distribution, hunting, hunting policy, Grevena, Aridea, demography, hunters' recruitment, hunting management.

Μελέτη των αναπαραγωγικών χαρακτηριστικών και της συμπεριφοράς του ζαρκαδιού (*Capreolus capreolus*) στην αιχμαλωσία

Νικόλαος Παραλυκίδης

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

Περίληψη

Μελετήθηκε η αναπαραγωγική συμπεριφορά και καταγράφηκαν οι συνήθειες των αρσενικών και θηλυκών ζαρκαδιών, σ' ότι αφορά τις εκδηλώσεις ενδιαφέροντος για το άλλο φύλο και την ιδιαίτερη συμπεριφορά τους κατά την οχεία, την εγκυμοσύνη, τον τοκετό, τη λοχεία, τη γαλουχία, καθώς και τη σχέση μεταξύ των μητέρων και των παιδιών τους.

Βρέθηκε ότι η διάρκεια της περιόδου των οχείων ήταν 21-28 ημέρες, κατά το μήνα Αύγουστο. Η διάρκεια της εγκυμοσύνης είναι 272-294 ημέρες. Η περίοδος των τοκετών είναι στο μήνα Μάιο. Ο Δείκτης Πολυδυμίας βρέθηκε 1,6.

Εισαγωγή

Το ζαρκάδι είναι είδος μονογαμικό. Όταν όμως ο πληθυσμός των θηλυκών υπερισχύει, τότε η συμπεριφορά του είναι πολυγαμική. Εάν π.χ. ένα αρσενικό συμβιεί με 2-3 θηλυκά, τότε μπορεί να ζευγαρώσει με όλα τα θηλυκά που υπάρχουν στην ομάδα (Παπαγεωργίου 1990).

Επίσης, το ζαρκάδι θεωρείται ότι είναι είδος μονοοιστρικό. Αυτό σημαίνει ότι τα ζώα εκδηλώνουν οίστρο και οχεύονται μόνο μια φορά το έτος. Αυτό συμβαίνει στους μήνες Ιούλιο – Αύγουστο, οι οποίοι αποτελούν την εποχή ή την περίοδο των οχείων. Τους υπόλοιπους μήνες, η γενετήσια ορμή των ζώων θεωρείται ότι βρίσκεται σε ύφεση. Το ίδιο συμβαίνει και με το γεννητικό τους σύστημα, ιδιαίτερα των θηλυκών ζώων, τα οποία δεν εκδηλώνουν οίστρος και δεν μπορούν να συλλάβουν εκτός της συγκεκριμένης εποχής. Η περίοδος αυτή αποτελεί την περίοδο του ανοίστρου. (Βοσνιάκου, 1983, Cederlund, 1981).

Γενικά, η εκδήλωση του οίστρου στα θηλυκά ζώα, δεν είναι άμεσα φανερή και συνδέεται πάντοτε με την παρουσία των αρσενικών ζώων και την

εκδήλωση ενδιαφέροντος μεταξύ τους. Οπωσδήποτε όμως, η άνοιστρο η περίοδος αποτελεί μια σχετική έννοια και δεν υποδηλώνει πάντα την απόλυτη αναστολή της ορμονικής δραστηριότητας των ζώων αλλά μόνο τη διακοπή της εκδήλωσης των οίστρων (Βοσνιάκου, 1983).

Η διάρκεια της εποχής των οχειών μπορεί να επεκτείνεται μερικές φορές από το τέλος του Ιουνίου μέχρι τέλος του Αυγούστου. Την εποχή αυτή τα αρσενικά εγκαθίστανται στις γαμήλιες περιοχές τους, τις οποίες σημαδεύουν με το έκκριμα των οσμοποιών τους αδένων, με τα ούρα και τα κόπρανά τους. Τις οσμές αυτές τις αφήνουν στα δένδρα, στους θάμνους, στους βράχους ή στις πέτρες. Αμέσως μετά, τα αρσενικά περιπλανιόνται συνέχεια μυρίζοντας τα χόρτα και το έδαφος, προσπαθώντας να ανακαλύψουν τα ίχνη των θηλυκών. Εκτός από τις οσμές, η ανίχνευση των ετερόφυλων ζαρκαδιών γίνεται με κραυγές. Το αρσενικό ζαρκάδι αφήνει μια βραχνή φωνή, ενώ τα θηλυκά αφήνουν σύντομες επαναλαμβανόμενες οξείες κραυγές (Sadler, 1982, Παπαγεωργίου 1990, Nowak & Paradiso, 1993).

Υλικά και Μέθοδοι

Στη μελέτη μας, έγινε καταγραφή όλων των στοιχείων, που αφορούσαν την αναπαραγωγική συμπεριφορά των ζαρκαδιών της πειραματικής ομάδας των 10 ατόμων (5 αρσενικών και 5 θηλυκών), με ημερήσιες παρατηρήσεις.

Η διάρκεια των παρατηρήσεων αυτών ήταν πολύωρη (8-10 ώρες). Η εργασία αυτή διευκολυνόταν με τη χρησιμοποίηση ενός παραθυριού (με θέα την ευρύτερη περιοχή της διαβίωσης των ζαρκαδιών), που υπήρχε στο γραφείο του ερευνητή.

Έχουν ληφθεί στοιχεία σχετικά με τη συμπεριφορά των δύο φύλων, προ και μετά την περίοδο των οχειών.

Επίσης καταγράφηκαν στοιχεία σε ότι αφορά τη χρονική εκδήλωση των οίστρων, την εγκυμοσύνη, τους τοκετούς, τη γαλουχία και την ανάπτυξη των νεαρών ζώων.

Για μεγαλύτερη διευκόλυνση στον τρόπο της παράθεσης των καταγραμμένων στοιχείων – αποτελεσμάτων, έγινε ταξινόμηση σε:

- α) Εκδήλωση ενδιαφέροντος για το άλλο φύλο.
- β) Δραστηριότητα και συμπεριφορά στην περίοδο οχειάς.
- γ) Εγκυμοσύνη, τοκετός και λοχεία.
- δ) Θηλασμός, ανάπτυξη νεογνών και απογαλακτισμός

Αποτελέσματα - Συζήτηση

α) Εκδήλωση ενδιαφέροντος για το άλλο φύλο

Τα στοιχεία που καταγράφηκαν σχετικά με τις εκδηλώσεις ενδιαφέροντος μεταξύ των δύο φύλων, έχουν σχέση και διακυμαίνονται ανάλογα με την εποχή του έτους.

Κατά τη διάρκεια της περιόδου οχείας, όπως έχει αναφερθεί, τα αρσενικά κυνηγούν τα θηλυκά, αφήνοντας ίχνη στο έδαφος. Τέτοιες όμως κινήσεις σεξουαλικού ενδιαφέροντος συμβαίνουν και σε άλλες περιόδους (εποχές) και μερικές φορές μεταξύ των ατόμων του ίδιου φύλου.

Αναλυτικά παραθέτουμε τις παρακάτω εποχιακές εκδηλώσεις σεξουαλικού ενδιαφέροντος που καταγράφηκαν στη μελέτη μας:

1) Οι περισσότερες καταγραμμένες εκδηλώσεις ενδιαφέροντος ετερόφυλων και ομοφύλων ζαρκαδιών μεταξύ τους, παρατηρήθηκαν κατά τους μήνες Φεβρουάριο, Απρίλιο, Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Δεκέμβριο, με μεγαλύτερη έξαρση στους μήνες τις περιόδου οχείας Ιούλιο – Αύγουστο (πίνακας I).

2) Τα συμπτώματα των εκδηλώσεων σεξουαλικού ενδιαφέροντος μεταξύ των ετερόφυλων ζώων στην περίοδο του ανοίστρου ήταν τα παρακάτω :

- Το αρσενικό ακολουθεί για λίγο χρονικό διάστημα το θηλυκό και όταν εκείνο απομακρύνεται, το κυνηγά με κυκλωτικές κινήσεις (συχνά σχήματος ο ή ∞), αφήνοντας ίχνη στο έδαφος και στο γρασίδι.
- Το αρσενικό πλησιάζει και μυρίζει τα γεννητικά όργανα του θηλυκού και ιδιαίτερα τη στιγμή της ούρησης ενώ (συνήθως) ανασηκώνει το επάνω χείλος του δείχνοντας τα ούλα του.
- Τα ετερόφυλα ζώα, ακουμπούν συχνά τις μουσούδες τους μυρίζοντας το ένα το άλλο, βοσκούν το ένα κοντά στο άλλο, χαϊδεύει και γλύφει το ένα το άλλο στο κεφάλι ή το λαιμό και συνήθως ξαπλώνουν το ένα κοντά στο άλλο, για να μηρυκάσουν ή να κοιμηθούν, υποδηλώνοντας έτσι ότι είναι ζευγάρι.
- Τα θηλυκά ζαρκάδια παρατηρήθηκαν να ακολουθούν και πολύ συχνά να επιβαίνουν σε αρσενικά ζώα, όχι μόνο στην περίοδο της οχείας, αλλά και στην άνοιστρη περίοδο.
- Τα θηλυκά τα οποία ενδιαφερόταν για ένα συγκεκριμένο αρσενικό, έδιωχναν από κοντά τους τα υπόλοιπα θηλυκά ζώα, ακόμα και τα παιδιά τους, προκειμένου να προσκολληθούν στο αρσενικό που αποσπούσε το ενδιαφέρον τους.

- Εκδηλώσεις μεταξύ των ομοφύλων, παρατηρήθηκαν συχνά μόνο στα θηλυκά ζώα. Οι εκδηλώσεις μεταξύ ομοφύλων ζώων, εκτός εποχής οχθείας, περιοριζόταν μόνο στο να ακουμπούν τις μουσούδες τους μεταξύ τους ή να γλύφουν το ένα το άλλο στο κεφάλι και στο λαιμό και φυσικά στο να βοσκούν σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους.
- Τα πρώτα σημάδια σεξουαλικού ενδιαφέροντος, στα νεαρά ζαρκάδια – ενήβωση – παρατηρήθηκαν, στα μεν αρσενικά ζώα στην ηλικία των 6-7 μηνών, στα δε θηλυκά στην ηλικία των 8-9 μηνών.

Σχετικά με τη σχέση μονογαμίας ή πολυγαμίας, ένα μόνο ζαρκάδι, ο Μπάμπης, παρατηρήθηκε να έχει αποκλειστικά μονογαμική σχέση με την Πηγή, διώχνοντας κάθε άλλο θηλυκό που τον πλησίαζε. Ακόμα και στη περίπτωση που απομονώθηκε, για λίγο χρονικό διάστημα, μαζί με άλλο θηλυκό, δεν έδειχνε ενδιαφέρον για αυτό.

- Τα υπόλοιπα αρσενικά ζαρκάδια, εκδήλωσαν σχέση πολυγαμική, δείχνοντας το ενδιαφέρον τους και οχεύοντας περισσότερα του ενός θηλυκά ζαρκάδια.

Η ένταση του σεξουαλικού ενδιαφέροντος μεταξύ των ετερόφυλων ζαρκαδιών στη διάρκεια του έτους φαίνεται στον πίνακα I.

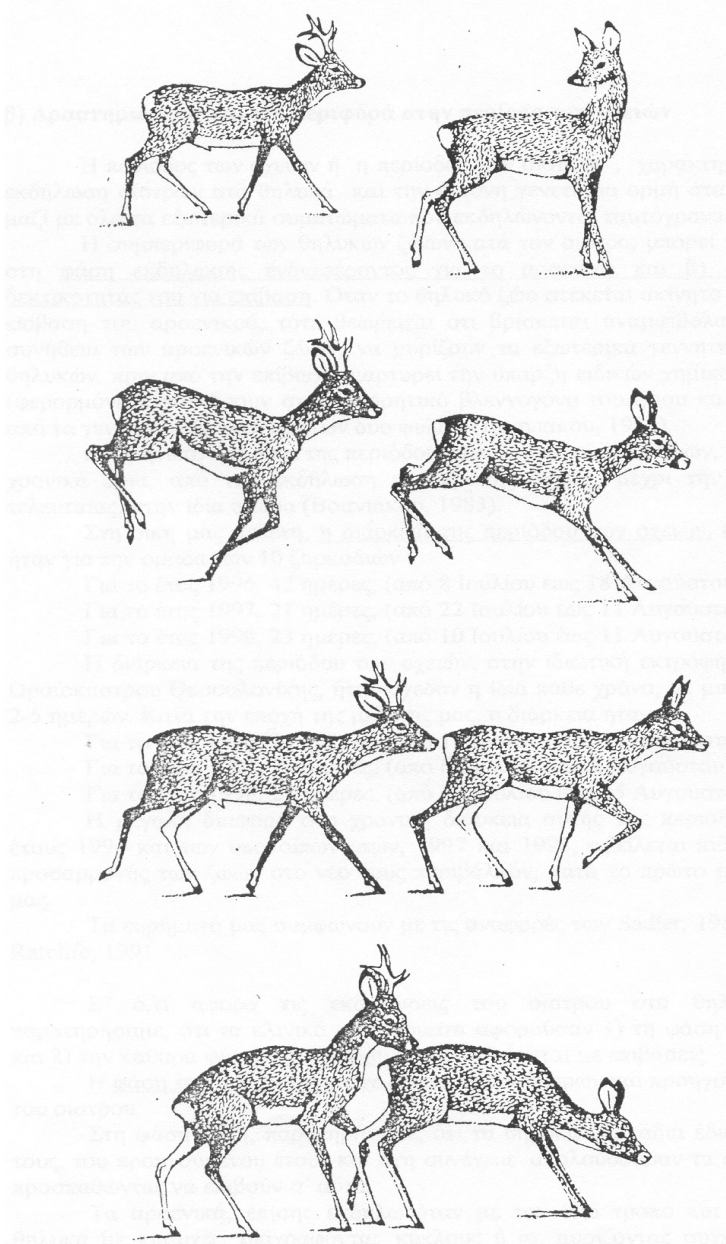
Στην εικόνα 1, φαίνονται διάφορες φάσεις από τις σεξουαλικές εκδηλώσεις των ζαρκαδιών.

Πίνακας I. Σεξουαλικό ενδιαφέρον μεταξύ των ετερόφυλων ζαρκαδιών στη διάρκεια του έτους.

Table I. Sexual interest among heterosexual roe deer during the year.

Ο αριθμός των σταυρών (+) φανερώνει την ένταση του σεξουαλικού ενδιαφέροντος

Μήνες	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
Όνομα Ζαρκαδιού	←→ Εποχή τοκετών					←→ Εποχή οχείων						
	←→ Εποχή πτώσης βελούδου					←→ Εποχή πτώσης κεράτων						
Μπάμπης			+	+	+	+	++	++++				+
Πάρις		+	+	+			++	++++				+
Πρίαμος		+		+			++	++++			+	+
Φρίξος			+	++			+	++			+	+
Μάξιμος		+		+				+++				
Πηγή		++					++	+++			+	+
Χλόη		+					++	+++				+
Ανθή		+					++	+++				+
Αυγή		+					++	+++				+
Φραντζέσκα							+	++				



Εικόνα 1. Διάφορες φάσεις από τις εκδηλώσεις των ζαρκαδιών πριν το ζευγάρισμα.

Figure 1. Various phases of the events before the roe deer mating.

β) Δραστηριότητα και συμπεριφορά στην περίοδο των οχειών

Η περίοδος των οχειών ή "η περίοδος των οίστρων", χαρακτηρίζεται από την εκδήλωση οίστρων στα θηλυκά και την έντονη γενετήσια ορμή στα αρσενικά ζώα, μαζί με όλα τα εξωτερικά συμπτώματα που εκδηλώνονται ταυτόχρονα.

Η συμπεριφορά των θηλυκών ζώων κατά τον οίστρο, μπορεί να διαιρεθεί: α) στη φάση εκδήλωσης ενδιαφέροντος για το αρσενικό και β) στη φάση της δεκτικότητάς του για επίβαση. Όταν το θηλυκό ζώο στέκεται ακίνητο και δέχεται την επίβαση του αρσενικού, τότε θεωρείται ότι βρίσκεται αναμφίβολα σε οίστρο. Η συνήθεια των αρσενικών ζώων, να μυρίζουν τα εξωτερικά γεννητικά όργανα των θηλυκών, πριν από την επίβαση, μαρτυρεί την ύπαρξη ειδικών χημικών ερεθισμάτων (φερομόνες), που δρουν στον οσφρητικό βλεννογόνο του ζώου και απεκκρίνονται από τα γεννητικά όργανα και των δύο φύλων (Βοσνιάκου, 1983).

Θεωρητικά, ως όρια της περιόδου οχειών μιας ομάδας ζώων, λαμβάνονται τα χρονικά όρια, από την εκδήλωση της πρώτης οχείας, μέχρι την εκδήλωση της τελευταίας, στην ίδια ομάδα (Βοσνιάκου, 1983).

Στη δική μας μελέτη, η διάρκεια της περιόδου των οχειών, (πίνακας II) ήταν για την ομάδα των 10 ζαρκαδιών:

Για το έτος 1996, 42 ημέρες, (από 8 Ιουλίου έως 18 Αυγούστου).

Για το έτος 1997, 21 ημέρες, (από 22 Ιουλίου έως 11 Αυγούστου).

Για το έτος 1998, 23 ημέρες, (από 10 Ιουλίου έως 11 Αυγούστου).

Η διάρκεια της περιόδου των οχειών, στην ιδιωτική εκτροφή ζαρκαδιών του Ωραιοκάστρου Θεσσαλονίκης, ήταν σχεδόν η ίδια κάθε χρόνο, με μικρή διακύμανση 2-5 ημερών. Κατά την εποχή της μελέτης μας, η διάρκεια ήταν:

Για το έτος 1996, 25 ημέρες, (από 16 Ιουλίου έως 13 Αυγούστου).

Για το έτος 1997, 28 ημέρες, (από 6 Ιουλίου έως 3 Αυγούστου).

Για το έτος 1998, 27 ημέρες, (από 20 Ιουλίου έως 15 Αυγούστου).

Η μεγάλη διαφορά στη χρονική διάρκεια αυτής της περιόδου, μεταξύ του έτους 1996 και των υπολοίπων ετών, 1997 και 1998, οφείλεται πιθανόν στο stress προσαρμογής των ζώων στο νέο τους περιβάλλον, κατά το πρώτο έτος της μελέτης μας.

Τα ευρήματά μας συμφωνούν με τις αναφορές των Sadler, 1982 και Staines & Ratcliffe, 1991.

Σ' ότι αφορά τις εκδηλώσεις του οίστρου στα θηλυκά ζαρκαδία, παρατηρήσαμε, ότι τα κλινικά συμπτώματα αφορούσαν, 1) τη φάση του πρόοι-

στρου και 2) την καθαρά φάση του οίστρου που εκδηλώνεται με επιβάσεις.

Η φάση του πρόοιστρου είχε διάρκεια 2-3 ημερών και προηγούνταν απ' αυτήν του οίστρου.

Στη φάση αυτή, παρατηρήσαμε, ότι τα θηλυκά ζαρκαδία έδιωχναν τα παιδιά τους, του προηγούμενου έτους και στη συνέχεια ακολουθούσαν και συχνά προσπαθούσαν να επιβούν στα αρσενικά.

Τα αρσενικά επίσης εκδηλωνόταν με τον ίδιο τρόπο και κυνηγούσαν τα θηλυκά με κραυγές, διαγράφοντας κύκλους ή ∞, μυρίζοντας συχνά τα γεννητικά όργανα των θηλυκών, ανασηκώνοντας το επάνω χείλος τους. Μερικές φορές, όταν υπήρχε και άλλο αρσενικό στην ομάδα, έκρυβαν τα θηλυκά τους στους θάμνους και επιτίθονταν μετωπικά στο άλλο αρσενικό, διώχνοντάς το.

Χαρακτηριστικό της περιόδου του πρόοιστρου, ήταν ότι το θηλυκό δεν στεκόταν τελικά για την οχεία. Ένα άλλο χαρακτηριστικό που παρατηρήθηκε, ήταν ότι υπήρχε ένα μεγάλο πλήθος από μύγες, που καθόταν στα σημεία των οσμηγόνων αδένων των αρσενικών ζαρκαδιών, καθώς και στους γλυτούς των θηλυκών ζαρκαδιών. Αυτή είναι μια παρατήρηση, σχετικά με την οποία, δε βρέθηκε άλλη ανάλογη στην προσιτή βιβλιογραφία.

Η φάση του οίστρου είχε διάρκεια 12-30 ώρες και χαρακτηριζόταν από τις επαναλαμβανόμενες οχείες μεταξύ των ετεροφύλων ζαρκαδιών.

Τα συμπτώματα που συνόδευαν τον οίστρο στα θηλυκά, ήταν ότι ουρούσαν συχνά, κοντοστεκόταν χαμηλώνοντας τη λεκάνη και στεκόταν ακίνητα, κατά τη στιγμή της επίβασης των αρσενικών.

Κατά τη στιγμή της οχείας, τα αρσενικά ζαρκαδία μύριζαν πρώτα τα γεννητικά όργανα των θηλυκών σήκωναν το χείλος τους και επέβαιναν, σε ριπή οφθαλμού, χωρίς να πάρουν προηγουμένως φόρα.

Η διάρκεια της επίβασης, συνήθως κρατούσε μόνο μερικά δευτερόλεπτα.

Η συχνότητα των επιβάσεων σε έναν οίστρο, δεν μπόρεσε να μετρηθεί με ακρίβεια, αλλά κατά προσέγγιση, κυμάνθηκε μεταξύ 5-10 επιβάσεις. Οι περισσότερες απ' αυτές, έγιναν γύρω στην ανατολή και γύρω στη δύση του ηλίου.

Τα στοιχεία των παρατηρήσεών μας δίνονται στον πίνακα II.

Τα βιβλιογραφικά δεδομένα αναφέρουν, ότι είναι δυνατό, εφόσον κάποιο ζώο δεν οχευτεί ή δε συλλάβει την εποχή των οχείων, να επαναλειφθεί η οχεία και να συλλάβει το Φθινόπωρο (Prior, 1968, Sadler, 1982, Nowak & Paradiso, 1983). Οι παραπάνω συγγραφείς αναφέρουν οίστρους, ωοθυλακιορρηξίες και συλλήψεις στους μήνες Σεπτέμβριο – Νοέμβριο – ακόμα

δε και το Δεκέμβριο. Ορισμένοι συγγραφείς (Wandeler, 1975, Staines & Ratliffe, 1991), υποστηρίζουν ότι το ζαρκάδι σαφώς, είναι μονοοιστρικό ζώο. Αντίθετα, άλλοι συγγραφείς (Prior, 1968), θεωρούν ότι μόνο συμπτωματικά, μπορεί να υπάρχει οίστρος με ωοθηλακιορρηξία, εκτός εποχής και ιδιαίτερα στους Φθινοπωρινούς μήνες.

Στη δική μας μελέτη, δεν παρατηρήθηκε τέτοιο φαινόμενο (οίστροι και οχείες εκτός εποχής). Το μόνο το οποίο παρατηρήθηκε και το οποίο το αναφέραμε ήδη, είναι το αυξημένο σεξουαλικό ενδιαφέρον μεταξύ των ετεροφύλων ζαρκαδιών, κατά τους μήνες Φεβρουαρίου – Απριλίου και κατά τους μήνες Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου.

γ) Εγκυμοσύνη, τοκετός και λοχεία

Τα στοιχεία που καταγράφηκαν, σχετικά με τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, το χρόνο των τοκετών, τον αριθμό των νεογνών, καθώς και την τυχόν εμφάνιση αποβολών, δίνονται στον Πίνακα III.

Οι περισσότεροι τοκετοί, που παρατηρήθηκαν στα ζαρκάδια της πειραματικής μας ομάδας και στα ζαρκάδια των άλλων δύο εκτροφών, συνέβησαν κατά τη διάρκεια του μηνός Μαΐου, που θεωρείται ότι είναι η περίοδος των τοκετών.

Όλοι οι τοκετοί ήταν σχεδόν συγχρονισμένοι και έλαβαν χώρα σε διάστημα μικρότερο των 30 ημερών.

Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε και από άλλους συγγραφείς (Sadler, 1982, Staines & Ratcliffe, 1991, Gaillard et al, 1993).

Η εμβρυϊκή θνησιμότητα (αποβολές) ήταν πολύ μικρή και παρατηρήθηκε σε ένα μόνο θηλυκό ζώο (Φραντζέσκα). Στο ζώο αυτό η εγκυμοσύνη είχε επιβεβαιωθεί με υπερηχογράφημα και η αποβολή συνέβη 15-20 ημέρες περίπου, προ του τοκετού. Η αιτία της αποβολής, πολύ πιθανόν να οφείλεται σε έντονα κτυπήματα από το αρσενικό ζώο με το οποίο συζούσε.

Δίδυμοι τοκετοί παρατηρήθηκαν σε υψηλό ποσοστό και αφορούσαν μητέρες άνω των 3 ετών.

Το ποσοστό σύλληψης ήταν πολύ υψηλό και έφθασε το 95%.

Το ίδιο υψηλό ποσοστό αναφέρει και ο Gaillard, 1992.

Η αναλογία του φύλου των νεογνών, ♀♀/♂♂ ήταν 10/5=0,5.

Τα ίδια περίπου στοιχεία αναφέρουν και οι Wandeler, 1975, Sadler, 1982 και Caluzinski et al, 1982.

Η διάρκεια του τοκετού (όπως καταγράφηκε), ήταν περίπου 30'-45', από τη στιγμή που άρχιζαν οι ωδίνες.

Τα θηλυκά επίτοκα ζώα, άλλαζαν θέση στη διάρκεια των ωδίνων τους, τρεις - τέσσερις φορές.

Παρατηρήθηκε ακόμα, ότι τα υπόλοιπα θηλυκά ζώα, περιφέρονταν και σταματούσαν σε μικρό κύκλο, γύρω από το επίτοκο θηλυκό.

Σ' ότι αφορά τους μαστούς, πρέπει να σημειωθεί εδώ, ότι τα θηλυκά ζαρκάδια παρατηρήθηκε να έχουν 4 μαστούς.

Οι μαστοί και οι θηλές τους, γινόταν περισσότερο εμφανείς, λίγο πριν από τον τοκετό και αμέσως μετά τον τοκετό αυξανόταν σημαντικά σε όγκο.

δ) Θηλασμός, ανάπτυξη νεογνών και απογαλακτισμός

Αμέσως μετά τον τοκετό και σε διάστημα 30'-60', τα νεογέννητα μπορούσαν να σηκωθούν, να θηλάσουν και να ακολουθήσουν τη μητέρα τους.

Το χρώμα των νεογεννήτων ζαρκαδιών ήταν κοκκινωπό και στις πλευρές τους υπήρχαν σε πολλές σειρές (4-8), λευκά στίγματα, που παρέμεναν μέχρι την ηλικία των 60-65 ημερών (Εικόνα 1).

Στις περιπτώσεις διδύμων τοκετών, σημειώθηκε ότι τα μικρά γεννήθηκαν σε διαφορετικά σημεία. Όμως, αμέσως μετά, παρέμεναν και κοιμόταν μαζί κρυμμένα μέσα στα χόρτα ή κάτω από πυκνούς θάμνους (Εικόνα 1).

Μετά την πάροδο 10 ημερών, τα νεογνά κοιμόταν και κρυβόταν σε απόσταση 1 έως 4 μέτρων και μετά από 30 ημέρες, σε απόσταση 5-10 μέτρων.

Παρατηρήθηκε ακόμα, ότι τα νεογνά θήλαζαν σε διαφορετικό χρόνο, το ένα από το άλλο, έτσι ώστε, τη στιγμή που θήλαζε το ένα, το άλλο ήταν κρυμμένο.

Το φαινόμενο αυτό, το θεωρήσαμε ότι οφειλόταν στο ένστικτο της αυτοσυντήρησης (άμυνας) και ήταν μια σημαντική προφύλαξη για την επιβίωση (σε περίπτωση κινδύνου), τουλάχιστον του ενός από τα δύο νεογνά.

Μετά την ηλικία των 2 μηνών περίπου, τα μικρά έβγαιναν για πολλές ώρες έξω από τις κρυψώνες τους και έτρεχαν και τα δύο μαζί με τη μητέρα τους.

Οι παρατηρήσεις μας αυτές, έρχονται σε αντίθεση με τις παρατηρήσεις των Sadler, 1982 και Staines & Ratliffe, 1991, οι οποίες αναφέρουν, ότι, εξ' αρχής (δηλαδή, αμέσως μετά τον τοκετό), τα νεογνά βρίσκονται μακριά το ένα από το άλλο και μάλιστα σε απόσταση 10-20 μέτρα μεταξύ τους.

Τα νεογνά παρέμεναν κοντά στη μητέρα τους και την ακολουθούσαν από κοντά μέχρι την ηλικία των 2 - 2,5 μηνών. Ο θηλασμός παρατηρήθηκε να συνεχίζεται για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, μέχρι 6 μήνες και σε με-

ρικές περιπτώσεις μέχρι 8 μήνες.

Όμως, από την ηλικία των 8-10 εβδομάδων, παρατηρήθηκε να τρώνε χορτάρι και φύλλα δένδρων.



Εικόνα 2. Νεογέννητα ζαρκάδια κρυμμένα μέσα σε χόρτα.
Figure 2. New born roe dears hiding in the grasses.

Οι παρατηρήσεις μας αυτές, συμφωνούν με τις παρατηρήσεις των Sadler, 1982 και Staines & Ratcliffe, 1991. Μετά την πάροδο 14 μηνών και πριν τη νέα περίοδο οχείας, τα νεαρά ζώα απομακρυνόταν από τη μητέρα τους, δημιουργώντας έτσι, νέα οικογένεια.

Τα νεογέννητα ζαρκάδια, μέχρι την ηλικία των 10-15 ημερών, έδειχναν ανεκτικότητα στο πλησίασμα και τα χάρδια των ανθρώπων. Μετά όμως την ηλικία αυτή και εφόσον η ανθρώπινη επικοινωνία δεν ήταν σε καθημερινή πολύωρη βάση, γινόταν δειλά και έτρεχαν μακριά από τους ανθρώπους.

Στις περιπτώσεις συχνής επαφής των νεογεννήτων με τα χέρια των ερευνητών, παρατηρήθηκε ότι, αμέσως μετά, τα νεαρά ζαρκάδια, δεν γινόταν αποδεκτά από τις μητέρες τους και γενικά από το σύνολο των υπόλοιπων ζώων, λόγω της ανθρώπινης οσμής, που είχε το τρίχωμά τους. Αυτό αποτέλεσε σοβαρή δυσκολία, για τη λήψη των στοιχείων του ζωντανού βάρους και των σωματομετρήσεων των νεογεννήτων ζαρκαδιών. Το πρόβλημα αυτό, υπερπηδήθηκε με τη χρησιμοποίηση πλαστικών γαντιών μιας χρήσης.

Το ζωντανό βάρος των νεογνών, κατά τη γέννηση τους, κυμάνθηκε μεταξύ 1,7 kg – 2 kg.

Σ' ότι αφορά την περιγεννητική θνησιμότητα των νεογεννήτων, αυτή δεν παρατηρήθηκε στη μελέτη μας.

Όμως οι Staines & Ratcliffe, 1991 και οι Calzinski et al, 1982, αναφέρουν θνησιμότητα γύρω στο 55 –65% στα νεογνά και 50-80% στα χρονιάρικα ζώα, σε συνθήκες του ελεύθερου περιβάλλοντος. Τα υψηλά αυτά ποσοστά, οι συγγραφείς αυτοί, τα αποδίδουν στις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος, στη μετανάστευση των ζαρκαδιών, στην ξηρασία (έλλειψη βροχοπτώσεων) και στους φυσικούς εχθρούς τους (αρπακτικά ζώα και παράνομο κυνήγι).

Η ενήβωση (σεξουαλική ωριμότητα) παρατηρήθηκε (όπως ήδη αναφέρθηκε) γύρω στους 6-10 μήνες, στα αρσενικά και γύρω στους 14 μήνες, στα θηλυκά ζαρκάδια. Επίσης, παρατηρήθηκε, ότι τα αρσενικά ζαρκάδια, δείχνουν αυξημένο ενδιαφέρον για το άλλο φύλο, στην προαναφερθείσα ηλικία. Όμως, οι πρώτες οχείες στα ζαρκάδια και των δύο φύλων, παρατηρήθηκαν στους 10-14 μήνες (που συμπίπτει με την επόμενη περίοδο οχείων).

Οι αναφορές των Wandeler, 1975, Gairard, 1992 και Nowak & Paradiso, 1983 επιβεβαιώνουν αυτά τα ευρήματα.

Πίνακας II. Αναπαραγωγικά στοιχεία της περιόδου των οχειών.
Table II. Reproductive elements in the period of matting.

a/a	Εκτροφή	Αριθμός ζαρκα- διών	Έτος	Περίοδος οχειών (ημερομηνίες)	Διάρκεια πε- ριόδου οχειών (ημέρες)	Μέση διάρκεια οίστρου (ώρες) (περίπου)
1	I.K.E.Θ.	10	1996	8 Ιουλ.-18 Αυγ.	42	12
			1997	22 Ιουλ.-11 Αυγ.	21	
			1998	10 Ιουλ.-11 Αυγ.	23	
2	Ιδιωτ. Εκτρ. Ω- ραιοκάστρου	9	1996	16 Ιουλ.-13 Αυγ.	25	24
			1997	6 Ιουλ.-3 Αυγ.	28	
			1998	20 Ιουλ.-15 Αυγ.	27	
3	Ζωολογικός Κή- πος	8	1997	18 Ιουλ.-15 Αυγ.	29	24

Πίνακας III. Αποτελέσματα και στοιχεία των τοκετών.
Table III. Results and records of births.

a/a	Όνομα ζαρκα- διού	Εκτροφή	Ημ/νία Οχειάς	Διάρκεια Εγκυμο- σύνης (ημέρες)	Ημ/νία τοκετού	Αριθμός & φύλο νεογνών	Όνοματα νεογνών	Αποβολή ή Θάνα- τος (ημ/νία)	Αριθμός & φύλο εμβρύ- ων
1	Πηγή	Κτηνιατρικών Θεσσαλονίκης Ινστιτούτο Ερευνών Μπι- μπικά Ωραιοκάστρου Κήπος	30-7-97	294	21-5-98	2 ♂♂	Ζέφυρος Βαρδάρης		
2	Χλόη		11-8-97	286	25-5-98	1 ♂	Κέδρος		
3	Ανθή		11-8-97						-
4	Αυγή		4-8-97					27-1-97 (θάνατος)	2 ♂♀
5	Φρα- ντζέ- σκα		22-7-97					24-4-98 (αποβολή)	1 ♀
6	Μπι- μπικά		7-8-97	279	14-5-98	2 ♂♂			
7	Κούλα		31-7-97	283	12-5-98	1 ♂			
8	Λίτσα		7-8-97	290	25-5-98	2 ♀♀			
9	Ολυ- μπία		30-7-97	274	4-5-98	2 ♂♂			
10	Άρτεμη		30-7-97	282	14-5-98	2 ♂♀			

* Δείκτης πολυδυμίας 1,6

** Ποσοστό σύλληψης 90%

*** Αναλογία νεογνών: 5/10=0,5

Βιβλιογραφία

- Βοσνιάκου, Α. 1983. Συγκριτική μελέτη της ετήσιας οιστρικής και ωοθηκικής δραστηριότητας των ελληνικών φυλών προβάτων Χίου, Καραγκούνικης και Σερρών. Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- Cederlund, G. 1981. Daily and Seasonal Activity Pattern of Roe Deer (*Capreolus capreolus*) in a Boreal Habitat. Swedish Wildlife Research Viltrevy, 11(8): 316-353.
- Gaillard, J.M., Sempere, A.J., Boutin, J.M., Van Laere, G. and Boisanbert, B. 1992. Effects of age and body weight on the proportion of female breeding in a population of Roe Deer (*Capreolus capreolus*). The Canadian Journal of Zoology, 70(8): 1541-1545.
- Gaillard, J.M., Delorme, D., Jullien, J.M. and Tatin, D. 1993. Timing and Synchrony of births in Roe Deer. The Journal of Mammalogy, 74(3): 738-744.
- Gaillard, J.M., Delorm, D. and Jullien, J.M. 1993. Effects of Cohort, sex and birth date on body development of Roe Deer (*Capreolus capreolus*) fawns. Oecologia (Heidelberg), 94(1): 57-61.
- Kaluzinski, J. 1982. Dynamics and structure of a Field Roe Deer (*Capreolus capreolus*) population. Acta Theriologica, 27(25-37): 385-408.
- Nowak, R.M. and Paradiso, J.L. 1983. Walkers Mammals of the world. London 4th edition, Volume II, p. 1198-1226
- Παπαγεωργίου, Ν. 1990. Βιολογία Άγριας Πανίδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Sadler, R.M.F.S. 1982. Reproduction of Female Cervidae. Research Symposium of the National Zoological Park, Smithsonian Institution, Virginia, August 1-5, p. 123-144.
- Staines, B.W. and Ratcliffe, P.R. 1991. Handbook of British Mammals, 3rd edition, p. 518-525.
- Wandeler, A.I. 1975. Die Fortpflanzungsleistung des Rehs (*Capreolus capreolus*) im Berner Mittelland. Jahrbuch Naturhistorischen Museums der Stadt Bern 5 (1972-1974): 245-301.

Study of reproductive characteristics and behaviour of roe deer (*Capreolus capreolus*) in the captivity

Nikolaos Paralikidis

Abstract

Studied the reproductive behaviour and habits of registered male and female roe deer, in terms of expressions of interest for the other gender and the specific behaviour in natural service pregnancy, childbirth, the puerperium, lactation, and the relationship between mothers and their children.

Found that the period of natural service was 21-28 days in the month of August. The duration of pregnancy is 272-294 days. The period of childbirth is the month in May. The Multiple Index was 1.6.

Μελέτη των μεταβολών των κεράτων στα ζαρκαδία και διαπίστωση παραγωγής τεστοστερόνης σε ιστοκαλλιέργειες του βελούδου

Νικόλαος Παραλυκίδης

**Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας
και Φυσικού Περιβάλλοντος. e-mail: paralika@for.auth.gr**

Περίληψη

Ένα από τα χαρακτηριστικά του ζαρκαδιού και γενικότερα των ελαφιδών είναι η εποχική ανάπτυξη και απόρριψη των κεράτων στα αρσενικά. Σ' ότι αφορά τις μεταβολές των κεράτων, παρατηρήθηκε ότι ο χρόνος έκφυσης των νεογλών κεράτων είναι γύρω στους 3-3,5 μήνες. Καταγράφηκε ο ρυθμός ανάπτυξης των κεράτων, σε σχέση με την ηλικία του ζώου και σημειώθηκαν οι ημερομηνίες έναρξης απόρριψης του βελούδου (Μάρτιος-Απρίλιος), η διάρκεια απόρριψης του βελούδου (5-9 ημέρες), το τελικό μήκος των κεράτων (16-25 εκατ.) και οι ημερομηνίες πτώσης των κεράτων (Νοέμβριος-Ιανουάριος). Καταγράφηκαν επίσης, παρατηρήσεις και συμπεράσματα σ' ότι αφορά τη συμπεριφορά των ζαρκαδιών στη διάρκεια των μεταβολών των κεράτων.

Επιπλέον, έγινε ιστολογική μελέτη του βελούδου των κεράτων, ιστοκαλλιέργειες του χορίου και προσδιορισμός της τεστοστερόνης στο υγρό των κυτταροκαλλιεργειών, η οποία βρέθηκε σημαντικά υψηλή (0,32-0,85). Το εύρημα αυτό παρατηρήθηκε για πρώτη φορά, όσο αφορά την προσιτή βιβλιογραφία και οδηγεί στην υπόθεση να υπάρχουν ενδοκρινικά κύτταρα παραγωγής τεστοστερόνης μέσα στο χόριο του βελούδου.

Εισαγωγή

Ένα από από τα χαρακτηριστικά του ζαρκαδιού και γενικότερα των ελαφιδών είναι η εποχική ανάπτυξη και απόρριψη των κεράτων στα αρσενικά Σ' ότι αφορά την κερατοφυΐα τα κέρατα πέφτουν το Φθινόπωρο και αμέσως μετά αρχίζει η ανάπτυξη νέων. Η πλήρης ανάπτυξή τους επέρχεται την Άνοιξη οπότε πέφτει και το βελούδο που τα περιβάλλει (Staines & Ratcliffe, 1991). Η πτώση και η ανάπτυξη των νέων κεράτων γίνεται με την επίδραση διαφόρων αρρενοποιητικών ορμονών (Παπαγεωργείου, 1990). Τα κέρατα έχουν ιδιαίτερη εμπορική αξία λόγω: α) της συνεχούς αυξανόμενης

ζήτησης του βελούδου των κεράτων τους στη διεθνή αγορά και κυρίως στις Ανατολικές χώρες σαν αφροδισιακό φάρμακο και β) η χρησιμοποίηση και πώλησή τους σαν τρόπαια κυνηγιού (Yerer & Spiers, 1987).

Υλικά και μέθοδοι

Σ' ότι αφορά τις μεταβολές των κεράτων, καταγράφηκαν παρατηρήσεις γύρω από το χρόνο της απόρριψης των κεράτων, της αύξησης του μήκους και των διακλαδώσεών τους, καθώς και παρατηρήσεις γύρω από την απόρριψη του βελούδου των κεράτων. σε 5 αρσενικά ζαρκαδία στο χώρο εκτροφής τους στο Ινστιτούτο κτηνιατρικών ερευνών στα Διαβατά της Θεσσαλονίκης.

Λήφθηκαν ακόμα στοιχεία γύρω από τη μορφολογία, το βάρος και τις διαστάσεις των κεράτων, στο τελικό τους στάδιο.

Εξετάστηκαν ακόμα και καταγράφηκαν η συμπεριφορά των ζαρκαδιών₂ κατά τις περιόδους των μεταβολών του τριχώματος και των κεράτων.

Έκφυση, ανάπτυξη και μεταβολές των κεράτων

Κέρατα υπάρχουν μόνο στα αρσενικά. Στα νεαρά αρσενικά 1-2 ετών τα κέρατα ήταν απλά (μονά) ή μόνο με μια υποτυπώδη διχάλα στην κορυφή (εικόνα I), ενώ στα κέρατα των ενήλικων υπήρχαν 3 διακλαδώσεις (εικόνες II & III).

Ο αριθμός των διακλαδώσεων των κεράτων, αλλά κυρίως ο αριθμός των εξογκωμάτων, που εμφανίζεται στη βάση των κεράτων, προσδιορίζει την ηλικία του ζαρκαδιού.

Συγκεκριμένα, στην ηλικία των 6-7 μηνών εμφανιζόταν στο κεφάλι των νεαρών αρσενικών δύο μετωπικά εξογκώματα (ηβώματα), τα οποία κατά το τέλος του πρώτου χρόνου ήταν άκλαδα με μήκος μέχρι 10 εκατ. (εικόνα 2). Στο δεύτερο έτος της ηλικίας τους, εμφανιζόταν η πρώτη διακλάδωση (εικόνα 3), ενώ κατά το 3^ο έτος εμφανιζόταν η δεύτερη διακλάδωση (εικόνα 4). Στα επόμενα χρόνια, ο αριθμός των διακλαδώσεων παραμένει σταθερός και η περίμετρος της βάσης των κεράτων μεγαλώνει με σύγχρονη εμφάνιση και αύξηση των εξογκωμάτων της, ανάλογα με την πρόοδο της ηλικίας του ζώου (Παπαγεωργίου, 1990). Το ίδιο παρατηρήσαμε και εμείς στο ενήλικο αρσενικό (εικόνα 4).

Η πτώση των κεράτων γινόταν κάθε χρόνο στους μήνες Οκτώβριο-Νοέμβριο. Το σημείο της πτώσης ήταν εμφανές, κόκκινο, αιμορραγικό και

αμέσως μετά, άρχιζε η εμφάνιση επουλωτικού ιστού και η ανάπτυξη των νέων ηβωμάτων. (εικόνα 1). Τα δύο κέρατα δεν απορριπτόταν ταυτόχρονα αλλά σε διάστημα 5-48 ωρών.

Η πλήρης ανάπτυξη των νέων κεράτων ολοκληρωνόταν μετά την παρέλευση 5-6 μηνών, δηλαδή κατά τους μήνες Μάρτιο-Απρίλιο.

Αμέσως μετά την τελική ανάπτυξη και μορφή των κεράτων, γινόταν και η πτώση του βελούδου που τα περιβάλλει, δηλαδή κατά τους μήνες Απρίλιο-Μάιο. (εικόνα 5α). Η πτώση του βελούδου γινόταν σταδιακά, με κατατεμαχισμό του και συνοδευόμενο με μικρή αιμορραγία. Τα ζώα υποβοηθούσαν αυτή την πτώση, με το να τρίβουν τα κέρατά τους έντονα και συχνά στο φλοιό των δένδρων και των θάμνων και μερικές φορές σε άλλα σκληρά αντικείμενα, (πέτρες μεγάλες ή κλαδιά), ή με τις οπλές τους. Προς το τέλος της περιόδου της απόρριψης του βελούδου διακόπτεται η διακίνηση του αίματος στη βάση των κεράτων με αποτέλεσμα τη ξήρανση του βελούδου και τη διευκόλυνση της πλήρους απόρριψής του (Παπαγεωργίου, 1990) (εικόνα 5β). Τα παραπάνω ευρήματά μας, βρίσκονται σε συμφωνία με τις αναφορές των Staines & Ratcliffe (1991).

Τα στοιχεία που συνελλέγησαν σχετικά με το χρόνο έκφυσης των νεογλών και ώριμων κεράτων, την ανάπτυξή τους, το χρόνο πτώσης του βελούδου, τις διαστάσεις, τη μορφολογία και το βάρος των κεράτων μετά την πτώση τους, παρατίθενται στους πίνακες I και II και στις εικόνες 2, 3 και 4.

Πρέπει να σημειωθεί εδώ και μια ιδιαίζουσα περίπτωση εμφάνισης ενός ζεύγους μικρών κεράτων μήκους 2 εκατ. σε θηλυκό ζώο (Κούλα) που βρίσκεται στο Ιδιωτικό Εκτροφείο Θηραμάτων Ωραιοκάστρου Θεσσαλονίκης. Αυτό είναι σπάνιο φαινόμενο και αναφέρεται από τους Staines & Ratcliffe (1991) σαν “ψευδοερμαφροδιτισμός”.

Συμπεριφορά των ζαρκαδιών στις μεταβολές των κεράτων τους

Κατά την περίοδο της πτώσης των κεράτων (Νοέμβριο-Δεκέμβριο) και κατά την περίοδο της ανάπτυξη των ηβωμάτων, μέχρις ότου πάρουν το τελικό τους μέγεθος και μορφή (Ιανουάριος-Μάρτιος), η συμπεριφορά των ζαρκαδιών ήταν ήρεμη και φιλική, τόσο μεταξύ τους, όσο και προς τον άνθρωπο.

Κατά την περίοδο της πτώσης του βελούδου των κεράτων (Μάρτιος-Απρίλιος) και από την ημέρα της αρχικής του διάτρησης (πίνακας II) η συμπεριφορά των ζαρκαδιών άλλαζε και γινόταν έντονα επιθετική, τόσο μεταξύ των αρσενικών ζώων (αντιζηλία), όσο και προς τον άνθρωπο. Αυτό πι-

θανόν να οφείλεται στην αυξημένη παραγωγή της τεστοστερόνης.

Επίσης, παρατηρήθηκαν πολύ εμφανείς κινήσεις επίδειξης, με βάδισμα πολεμικής παρέλασης, δηλαδή αργός επίσημος βηματισμός με τεντωμένο λαιμό και υψωμένα γόνατα.

Στη περίοδο αυτή, τα αρσενικά έτριβαν έντονα τις βάσεις των κεράτων τους στα δένδρα, καταστρέφοντας το φλοιό των μεγάλων δένδρων και τσακίζοντας τα μικρά δενδρύλλια. Στο φυσικό περιβάλλον, η περίοδος αυτή είναι καταστροφική για τα νεαρά δένδρα.

Ακόμα, προς το τέλος της περιόδου πτώσης του βελούδου, παρατηρήθηκε να καρφώνουν τα κέρατά τους σ' ότι βρουν, δηλαδή κλαδιά, ξύλα, θάμνους, φλοιό δένδρων κλπ, και να επιτίθενται σε κάθε ξένο ζώο και σε ανθρώπους. Τα ευρήματά μας αυτά συμφωνούν με τις ανακοινώσεις Staines & Ratcliffe (1991) και Prior (1995).

Πίνακας Ι. Έκφυση και ανάπτυξη νεογιλών κεράτων.

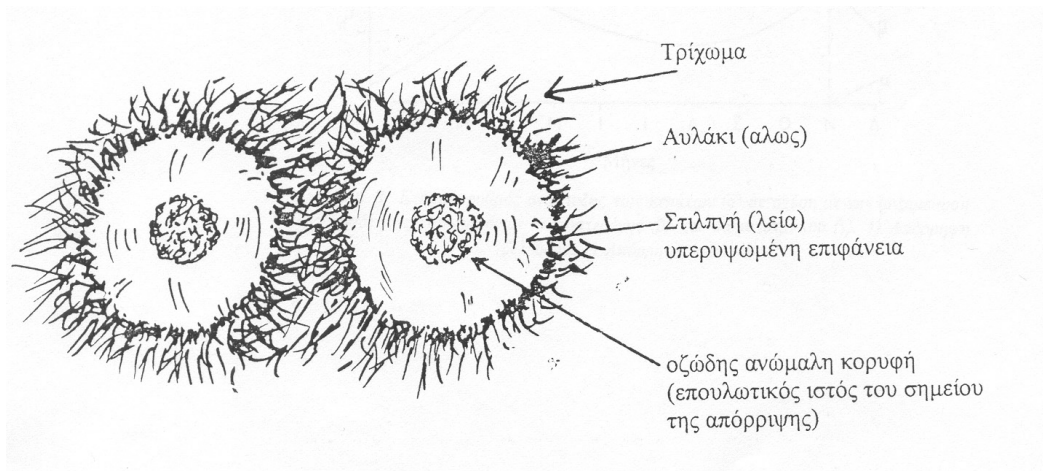
Table I. Budding and growth of new horns.

α/α	Όνομα	Ημερ/νία Γέννησης	Έκφυση νεογιλών κεράτων		Ανάπτυξη υβωμάτων		Πτώση βελούδου		Διάρκεια απόρριψης βελούδου (ημέρες)	Τελικό μήκος κεράτων (εκατ.)	αριθμός κλώνων κεράτων /έτος
			Ημερ/νία	Ηλικία (μήνες)	Ηλικία (μήνες)	Ύψος (εκατ.)	Ημερ/νία	Ύψος κεράτων (εκατ.)			
1	Πάρις	20-5-96	20-8-96	3	6	1	17-4-97	17	5 ημ.	1997: 17	1997 2
					8	2					
					10	3					
					12	4					
2	Πρίαμος	10-5-96	10-8-96	3	14	7	25-3-97	18	6 ημ.	1997 : 18	1997 2
					6	1					
					8	3					
					10	4					
3	Φρίξος	24-4-97	2-8-97	3,5	12	10	17-3-97	14	9 ημ.	1998: 16	
					14	12					
					6	1					
					8	2					
					10	3					
					12	4					
					14	10					

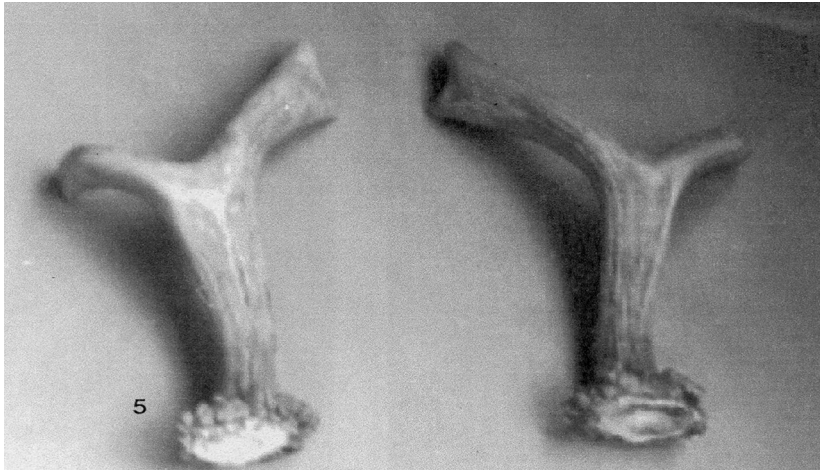
Πίνακας II. Μεταβολές των κεράτων.
Table II. Changes of horns.

A/A	Όνομα	Ημερ/νίες		Διάρκεια α- πόρριψης βε- λούδου	Τελικό μήκος κεράτων	Βάρος κεράτων* (gr)	
		Πτώσης κερά- των	Ημ/νίες πτώ- σης βελούδου			Δεξί	Αριστερό
1	Μπάμπης	25-11-96	17-3-96	8	20	156	171
		1-12-97	20-4-97	7	21	110	143
2	Πάρις	30-1-97	17-4-97	5	17	109	111
						108	111
3	Πρίαμος	31-1-97	25-3-97	6	12	107	110
		23-1-98	2-4-98	6	22	102	108
4	Φρίξος	8-11-98	20-3-98	8	17	95	-
5	Μάξιμος	10-11-96	18-4-97	7	25	58	67
		27-11-97	20-4-98	6	25	57	66

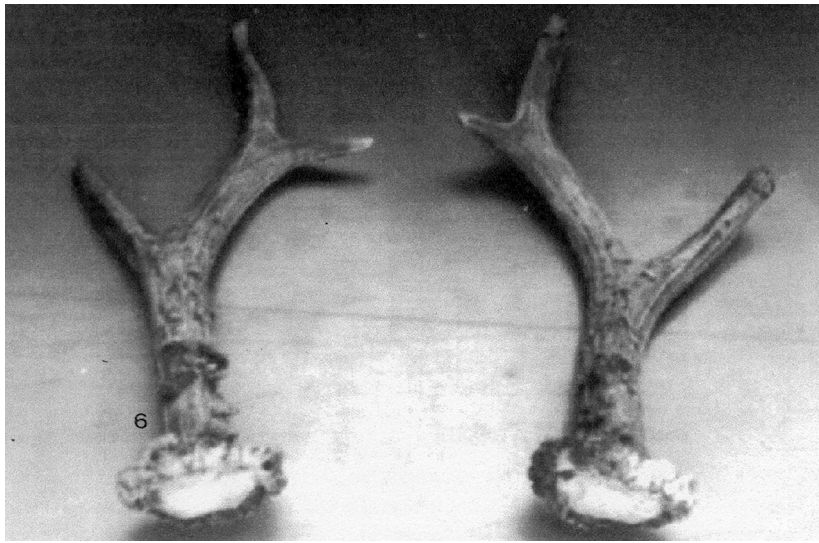
* Βάρος κεράτων αμέσως μετά την πτώση τους.



Εικόνα 1. Υβώματα εκφυομένων κεράτων σε φυσικό μέγεθος.
Picture 1. Dumps of budding horns in natural size.



Εικόνα 2. Κέρατα ζαρκαδιού 6 μηνών.
Picture 2. Horns of roe deer 6 months.



Εικόνα 3. Κέρατα ζαρκαδιού 12 μηνών.
Picture 3. Horns of roe deer 12 months.



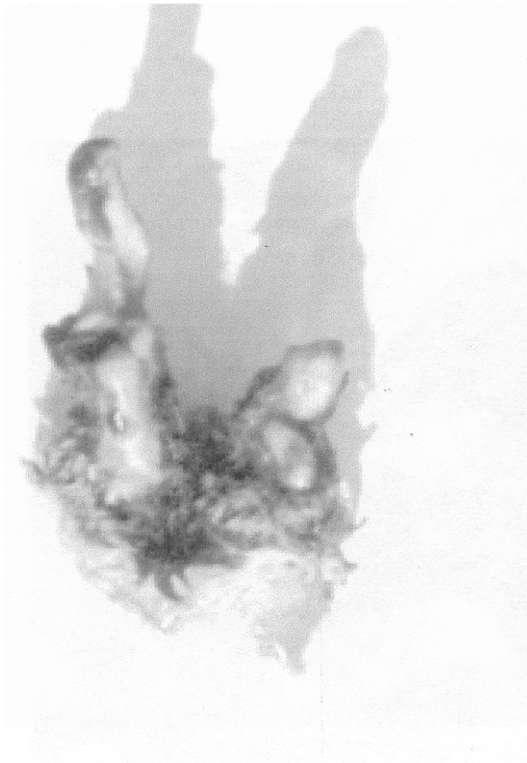
Εικόνα 4. Κέρατα ζαρκαδιού 5 ετών.
Picture 4. Horns of roe deer 5 years.



Εικόνα 5α. Κέρατα ζαρκαδιού με βελούδο.
Picture 5a. Horns of roe deer with velvet.



Εικόνα 5β. Κέρατα ζαρκαδιού ξερά.
Picture 5b. Horns of roe deer dry.



Εικόνα 6. *Ανώμαλη έκφυση κεράτων ζαρκαδιού.*
Picture 6. *Irregular growing of roe deer horns.*

Ιστολογική εξέταση του βελούδου των κεράτων και προσδιορισμός της τεστοστερόνης σε κυτταροκαλλιέργεια

Υλικά και μέθοδοι

Έγινε συλλογή τεμαχίων από το βελούδο των κεράτων/έτος δύο αρσενικών ζαρκαδιών (Μπάμπης και Φρίξος) κατά την περίοδο του τεμαχισμού του και πριν από την ολοκληρωτική του απόρριψη (μέσα Μαρτίου). Τα τεμάχια του βελούδου που συνελλέγησαν, ήταν διαστάσεων 2Χ2 εκατ. περίπου, με αιμορραγική την εσωτερική τους επιφάνεια. Αυτά τοποθετήθηκαν σε τριβλία Petri με φυσιολογικό ορό, για περαιτέρω εξετάσεις. Οι εργαστηριακές εξετάσεις του συνδετικού ιστού του βελούδου (στο σημείο προσκόλλησης του με την κεράτινη επιφάνεια των κεράτων) αφορούσαν:

α) Ιστολογική εξέταση του συνδετικού ιστού

Τεμάχιο βελούδου στάλθηκε στο εργαστήριο της Παθολογικής Ανατομικής του Κτηνιατρικού Τμήματος του Α.Π.Θ. Έγινε στερεοποίηση με φορμόλη, εμβάπτιση σε παραφίνη και στη συνέχεια έγιναν μικροτομικά παρασκευάσματα (με μικροτόμο). Σ' αυτά έγινε μικροσκοπική εξέταση, για την αναγνώριση των κυτταρικών ιστών, που τα αποτελούσαν.

β) Ταυτοποίηση των ενδοκρινικών κυττάρων

Από τον εσωτερικό συνδετικό ιστό των τεμαχίων του βελούδου που συνελλέγησαν, αποσπάστηκαν συνολικά 4 δείγματα ιστού, διαστάσεων 3X3 χιλ. το καθένα, από 2 διαφορετικά σημεία προσκόλλησης τους στα κέρατα.

Στα μικροτεμάχια αυτά, έγινε μηχανικός τεμαχισμός και ενζυμική επεξεργασία με διάλυμα θρυψίνης 0,25% trypsin (1:25) Sigma.

Στη συνέχεια, έγινε ανάδευση των τεσσάρων δειγμάτων σε votrex και αδρανοποίηση της θρυψίνης με ορό εμβρύου μόσχου. Τέλος, έγινε φυγοκέντριση των δειγμάτων σε 1200 στρ/1' επί 5'.

Το εναπομείναν ίζημα των ελευθέρων κυττάρων του επεξεργασμένου ιστού χρησιμοποιήθηκε :

α) Για την παρασκευή επιχρισμάτων, στα οποία έγινε μικροσκοπική εξέταση, σε αντίθετη φάση, για την εξακρίβωση και ταυτοποίηση τυχόν εκκρινικών κυττάρων ή άλλων επιθηλιακών κυττάρων.

β) Για την περαιτέρω χρησιμοποίησή του σε παρασκευή κυτταροκαλλιιεργειών

Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε το ίζημα των ελευθέρων κυττάρων (μετά τη μηχανική και ενζυμική επεξεργασία του εσωτερικού ιστού του βελούδου).

Τα ιζηματικά κύτταρα των τεσσάρων (4) δειγμάτων βελούδου, τοποθετήθηκαν σε αντίστοιχο διπλό αριθμό τριβλίων πετρί, tissue culture, διαμέτρου 3 εκατ., μαζί με 2 ml θρεπτικού υποστρώματος και καλλιιεργήθηκαν για 3 ημέρες (2 petri ανά δείγμα). Επιπλέον, υπήρχαν 2 petri μάρτυρες, δηλαδή μόνο το υπόστρωμα της καλλιιεργειας, χωρίς ιζηματικά κύτταρα.

Η σύνθεση του υποστρώματος της καλλιιεργειας ήταν:

- MEM – Eagles 10x10 ml εμπλουτισμένο με
- 20% ορός εμβρύου μόσχου
- L-Glutamin

Οι συνθήκες επώασης ήταν:

Θερμοκρασία 37° C

Υγρασία 96 %

Σύνθεση αερίων, O₂ 5%, CO₂ 5% και N₂ 90%

Στη συνέχεια, τα αντίστοιχα δείγματα από το καλλιεργημένο περιεχόμενο των petri, φυγοκεντρήθηκαν σε αντίστοιχο αριθμό φιαλιδίων και συλλέχθηκε το υπερκείμενο υγρό τους, για τον προσδιορισμό σ' αυτό της τεστοστερόνης.

γ) Προσδιορισμός της τεστοστερόνης

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης της τεστοστερόνης, έγινε στο υπερκείμενο υγρό, μετά τη φυγοκέντριση των κυτταροκαλλιεργειών του επεξεργασμένου ιστού.

Κατά τις εξετάσεις, υπήρχε πάντοτε και το υπερκείμενο υγρό ενός φιαλιδίου μάρτυρα, το οποίο περιείχε μόνο το υγρό των υποστρωμάτων, χωρίς το ίζημα των κυττάρων.

Η μέθοδος προσδιορισμού της τεστοστερόνης, που χρησιμοποιήθηκε στην προκειμένη περίπτωση, ήταν η μέθοδος της Ανοσοσενζυμικής Ανάλυσης (ELISA) Αυτή έγινε στο Βιοχημικό – Ορμονολογικό Εργαστήριο του Ινστιτούτου. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε ειδική σειρά (Kit) αντιδραστηρίων Ανοσο – Ενζυμικής – Μεθόδου, Προσδιορισμού Τεστοστερόνης (ELISA).

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης της ορμόνης, έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες του Ινστιτούτου Μοριακής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας Κρήτης, το οποίο παράγει το Kit (Διαγνωστικά Συστήματα Τεστοστερόνης T-010).

Αποτελέσματα

α) Ιστολογική εξέταση του συνδετικού ιστού

Τα ευρήματα της ιστολογικής εξέτασης των μικροτομικών παρασκευασμάτων, έδειξαν ότι:

Η υφή του δέρματος ήταν φυσιολογική

Η επιδερμίδα ήταν λεπτή με κανονικές στιβάδες επιθηλιακών κυττάρων.

Στο χόριο υπήρχε ένας μεγάλος αριθμός θυλάκων τριχών, που σχημάτιζαν ευρεία στιβάδα. Υπήρχαν μικροί ή μεγάλοι θύλακες, ανάλογα με το πάχος των τριχών.

Σε μερικούς μεγάλους θύλακες, παρατηρήθηκε η παρουσία *σμηγματογόνων αδένων*, που εμφάνιζαν μικρότερη ή μεγαλύτερη ανάπτυξη και αποτελούνταν από μεγάλα διαυγή πολυγωνικά κύτταρα.

Ο *συνδετικός ιστός* είχε φυσιολογική όψη, χωρίς κανένα στοιχείο φλεγμονής ή άλλων αλλοιώσεων. Παρατηρήθηκε η ύπαρξη ενός μεγάλου αριθμού αιμοφόρων τριχοειδών αγγείων. Επίσης, υπήρχε άφθονος χαλαρός συνδετικός ιστός (ινοβλάστες) ιστοκύτταρα, κοκκώδη βασίφιλα και εκκριτικά κύτταρα.

Όλα τα είδη κυττάρων που παρατηρήθηκαν, ήταν κύτταρα που υπάρχουν συνήθως σε κάθε συνδετικό ιστό του σώματος (Μιχαήλ, 1969).

Η παρουσία των εκκριτικών κυττάρων όμως, στον ιστό του βελούδου, εκτιμήθηκε ότι ήταν σημαντικό εύρημα, που μας ώθησε για τον προγραμματισμό περαιτέρω εξετάσεων, για την αναγνώριση και ταυτοποίηση των κυττάρων αυτών και του εκκρίματός τους.

β) Ταυτοποίηση των ενδοκρινικών κυττάρων

Κατά τη μικροσκοπική εξέταση των ελευθέρων κυττάρων του ιζήματος που προήλθε από τον επεξεργασμένο ιστό του βελούδου, έγινε εξακρίβωση και ταυτοποίηση των κυττάρων του ιστού αυτού.

Τα κύτταρα που αναγνωρίστηκαν, ήταν αυτά που προαναφέρθηκαν παραπάνω και τα οποία υπάρχουν, φυσιολογικά, σε κάθε συνδετικό ιστό.

Το αξιοσημείωτο όμως εύρημα ήταν η αναγνώριση και η ταυτοποίηση ομάδων αδενικών κυττάρων, τα οποία εκτιμήθηκε με πολύ μεγάλη επιφύλαξη, ότι μπορεί να αποτελούν κάποιου τύπου αδένα (πιθανώς ενδοκρινούς).

Η μορφολογική τους εμφάνιση περιγράφεται ως εξής:

Παρατηρήθηκαν ομάδες 7-15 κυττάρων, που περικλειόταν από κάψα μεγέθους 40-60 μ.

Τα κύτταρα της ομάδας αυτής στο εσωτερικό της κάψας, εμφανιζόταν ευμεγέθη, στρογγυλά και στο κυτταρόπλασμα τους υπήρχαν μικροκοιλότητες, σε αφθονία, υπό μορφή μικροθυλακίων ή εκκριτικών κοκκίων.

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των κυτταρικών αυτών μορφωμάτων, ανταποκρίνονται κάπως στην περιγραφή που δίνεται για τους ενδοκρινείς αδένες από τον Μιχαήλ, 1969.

γ) Προσδιορισμός της τεστοστερόνης στο συνδετικό ιστό του βελούδου

Ο προσδιορισμός της τεστοστερόνης, που έγινε στο υπερκείμενο υγρό,

μετά από τη φυγοκέντριση του επεξεργασμένου ιστού των 4^{ov} δειγμάτων του βελούδου, έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα, που φαίνονται αναλυτικά στον πίνακα III.

Η συγκέντρωση της τεστοστερόνης, θεωρήθηκε ότι ήταν υψηλή και οι τιμές που βρέθηκαν στα τέσσερα δείγματα ιστού ήταν αντίστοιχα 0,32ng, 0,48 ng, 0,53 ng και 0,85 ng ανά ml υγρού της καλλιέργειας.

Τα τέσσερα αυτά δείγματα κυτταροκαλλιιεργειών, είχαν διαφορετικές ποσότητες ιζήματος κυττάρων. Οι ποσότητες του ιζήματος κυττάρων που προέκυψε από τις κυτταροκαλλιιεργειες δίνονται στον πίνακα III.

Πρέπει να σημειωθεί εδώ, ότι παρ' όλες τις επίμονες προσπάθειές μας, Δε βρήκαμε σχετικές με το θέμα αυτό ανακοινώσεις, στην προσιτή μας βιβλιογραφία. Γενικά, θεωρούμε ότι είναι απαραίτητο να γίνει μεγαλύτερη διεύρυνση του θέματος αυτού.

Πίνακας III. Συγκεντρώσεις τεστοστερόνης σε δείγματα ιστού βελούδου των κεράτων (mg / ml υγρού*).

Table III. Stockings of testosterone in samples of web of velvet of horns.

α/α	Όνομα ζαρκαδιού	Ηλικία (έτη)	α/α δειγμάτων	Συγκέντρωση τεστοστερόνης ng/ml	Κυτταρικό ίζημα (ng/ml)
			1	0,32	0,43
1	Φρίξος	1	2	0,48	0,48
			3	0,53	0,53
2	Μπάμπης	5	4	0,85	0,37

* Υπερκείμενο υγρό μετά από φυγοκέντριση των κυτταροκαλλιιεργειών

Συζήτηση

Κάνοντας μια ανασκόπηση, επάνω στα μέχρι τώρα γνωστά, σχετικά με την ανάπτυξη των κεράτων, πρέπει να δοθεί έμφαση, στη σημασία της λειτουργίας του βελούδου των κεράτων του ζαρκαδιού και των ελαφιδών γενιόκότερα, το οποίο χρησιμεύει όχι μόνο σα μέσο προστασίας των αναπτυσσόμενων κεράτων, αλλά και σαν κερατοπλαστικός ιστός και συγχρόνως σαν ιστός – κρίκος, σημαντικός, στο νευροενδοκρινικό άξονα της αναπαραγωγής του αρσενικού.

Η κερατοπλαστική λειτουργία του βελούδου, αποδεικνύεται από τη διαταραγμένη και ανώμαλη διαμόρφωση των κεράτων, σε περίπτωση που

υπάρχει τραυματισμός, νέκρωση ή απόρριψη τεμαχίου βελούδου, στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των κεράτων (Παπαγεωργίου, 1990).

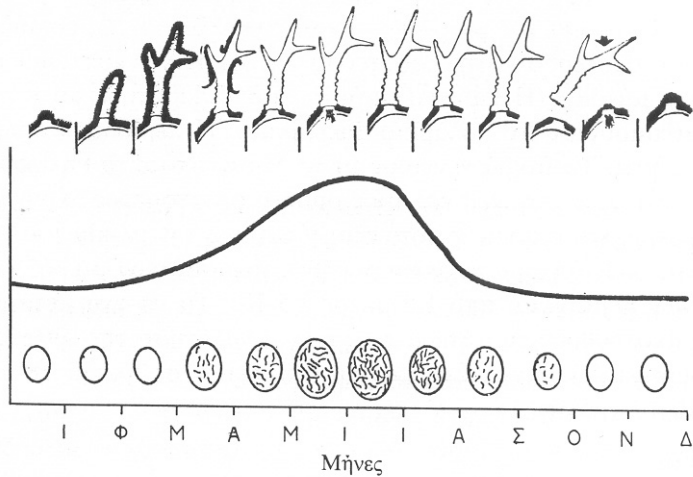
Στην πορεία του προγράμματος, το φαινόμενο αυτό, παρατηρήθηκε στην περίπτωση ενός νεαρού αρσενικού (Φρίξος). Στο ζώο αυτό, ο τυχαίος τραυματισμός του βελούδου, του ενός κέρατος είχε σαν αποτέλεσμα να σταματήσει η περαιτέρω ανάπτυξη του κέρατος. Η μορφή που πήρε τελικά το κέρας αυτό, ήταν ανώμαλη και χωρίς το κανονικό της σχήμα (Εικόνα 6).

Ο ρόλος του στην ενδοκρινική λειτουργία. Το βελούδο των κεράτων παίζει σημαντικό ενδοκρινικό λειτουργικό ρόλο, διότι στα ζώα αυτά, υπάρχει περιοδισμός στην έκφυση, ανάπτυξη και ανανέωση των κεράτων τους. Η διαδικασία αυτή προκαλείται και ρυθμίζεται από ορμονικούς παράγοντες.

Συγκεκριμένα, για το σχηματισμό και την οστεοποίηση των κεράτων σημαντικό ρόλο παίζουν, 1) Η Σωματοτρόπος Ορμόνη (TSH), η οποία εκκρίνεται από τον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης και 2) Η Διαμεσοκυτταροτρόπος ορμόνη (ICSH) η οποία προκαλεί την παραγωγή και έκκριση τεστοστερόνης, από το διάμεσο ιστό των ορχέων.

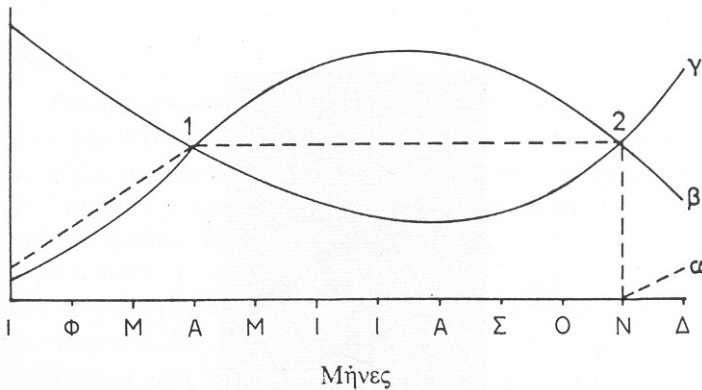
Η τεστοστερόνη είναι η ανδρική ορμόνη, δηλαδή η ορμόνη που προκαλεί την εκδήλωση της γενετήσιας ορμής του αρσενικού και κατά την ενήβωση προκαλεί τη διαμόρφωση και την ανάπτυξη των δευτερευόντων χαρακτηριστικών του φύλου. Η έκφυση και ανάπτυξη των κεράτων, είναι ένα από τα πλέον σημαντικά φυλοσύνδετα χαρακτηριστικά, που επηρεάζονται από την παραγωγή της τεστοστερόνης. (Τσακάλωφ, 1980). Ιδιαίτερα, η τεστοστερόνη προκαλεί την οστεοποίηση των κεράτων και την αποξήρανση του επιδερμικού τους ιστού (βελούδου). Τέλος, η διακοπή έκκρισης της καθορίζει το χρόνο της πτώσης των κεράτων. Η ανάπτυξη των κεράτων γίνεται με τη βοήθεια της Σωματοτρόπου Ορμόνης, που εκκρίνεται από την υπόφυση (Παπαγεωργίου, 1990).

Σε περίπτωση ευνουχισμού ή τραυματισμού των όρχεων των ζώων, κατά την περίοδο της ανάπτυξης των κεράτων (και κάλυψης τους με βελούδο), αυτά αυξάνουν χωρίς να οστεοποιούνται και δίνουν την εμφάνιση περούκας. Αν η έκκριση της τεστοστερόνης μειωθεί η διακοπεί στην περίοδο μετά την απόρριψη του βελούδου, τότε τα κέρατα θα απορριφθούν και στο σημείο της απόρριψης θα αναπτυχθεί μόνιμος χονδρίτης ιστός καλυμμένος με βελούδο, λόγω της ανάλογης δράσης της σωματοτρόπου ορμόνης (Lochman, 1985).



Σχήμα 1. Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης των κεράτων σε σχέση με το ρυθμό σπερματογέννησης (Παπαγεωργίου 1990).

Figure 1. Annual rhythm of growth of horns concerning the rhythm of spermatogenesis. (Papageorgiou 1990).



Σχήμα 2. Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης των κεράτων (α) σε σχέση με την αυξομείωση της ποσότητας των ορμονών τεστοστερόνης (β) και σωματοτρόπου (γ). 1) Απόρριψη βελούδου. 2) Απόρριψη κεράτων. (Παπαγεωργίου 1990).

Figure Form 2. Annual rhythm of growth of horns (a) concerning the fluctuation of quantity of hormones of testosterone (b) and (c). 1) Reject of growth hormone velvet. 2) Reject of horns. (Papageorgiou 1990).

Ο ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης των κεράτων, σε σχέση με το ρυθμό ανάπτυξης των ορχέων, τη σπερματογένεση και την αυξομείωση της τεστοστερόνης και της σωματοτρόπου ορμόνης δίνονται στα σχήματα 1 και 2.

Η παραγωγή της τεστοστερόνης γίνεται στο διάμεσο ιστό των όρχεων. Στη δική μας μελέτη, βρέθηκε τεστοστερόνη σε ικανή συγκέντρωση σε κυτταροκαλλιέργειες του βελούδου των κεράτων. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην υπόθεση ότι μπορεί το βελούδο να λειτουργεί και σαν ενδοκρινής αδένας παραγωγής τεστοστερόνης. Αυτό το διατυπώνουμε με αρκετή επιφύλαξη. Διότι σ' ό,τι αφορά αυτό το φαινόμενο, δε βρέθηκε διαθέσιμη σχετική βιβλιογραφία. Το μόνο που συνηγορεί στην παραπάνω υπόθεση είναι το γεγονός ότι το βελούδο των κεράτων είναι ευρέως γνωστό σαν αφροδισιακό και διεγερτικό και χρησιμοποιείται υπό μορφή σκευάσματος σε πολλές χώρες της Ασίας, μετά από ξήρανση, άλεσμα και λεύκανσή του. Επίσης, στη Ρωσία τα κέρατα αλέθονται και χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία εξανθημάτων και πληγών (Yegex & Spiers, 1987, Παπαγεωργίου, 1990).

Εκτός από τα παραπάνω, τα κέρατα χρησιμοποιούνται σα δείκτες της ατμοσφαιρικής μόλυνσης με ραδιενέργεια. Αυτό οφείλεται στη δέσμευση των ραδιενεργών στοιχείων από το Ασβέστιο που υπάρχει στο περιβάλλον και το οποίο στη συνέχεια, δια των τροφών, μεταφέρεται και αποθηκεύεται στα κέρατα, σε πολύ μεγάλες ποσότητες (σε σύγκριση με τα οστά). Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε στη Σκωτία μετά από σχετικά πειράματα (Lochman, 1985).

Μια άλλη πιο διαδεδομένη χρήση των κεράτων είναι η χρησιμοποίησή τους *σαν τρόπαια κυνηγιού*.

Γενικά, ο ρυθμός ανάπτυξης των κεράτων επηρεάζεται και από το είδος της τροφής, η οποία πρέπει να περιέχει μεγάλες ποσότητες Ασβεστίου, Φωσφόρου και Μαγνήσιου. Τα χημικά αυτά στοιχεία προσλαμβάνονται εκτός από τη τροφή και από τα διάφορα ορυκτά πετρώματα, που πιθανόν το ζώο να γλύφει στην περίοδο ανάπτυξης των κεράτων του. (Παπαγεωργίου, 1990).

Στη δική μας περίπτωση, η τροφή των ζαρκαδιών της εκτροφής μας ήταν εμπλουτισμένη ιδιαίτερα, με τα παραπάνω χημικά στοιχεία. Τοποθετήθηκαν πέτρες λειξέως, αλλά τα ζώα δεν τις χρησιμοποίησαν λόγω, της επάρκειας των χημικών στοιχείων στην τροφή τους.

Βιβλιογραφία

Lochman, J. 1985. Jeleni Zver. Statni zemedelske nakladatelstvi, Praha

- Παπαγεωργίου, Ν. 1990. Βιολογία Άγριας Πανίδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη
- Prior, R. 1995. The Roe Deer, Conservation of a Native Species. Swan Hill Press.
- Staines, B.W. and Ratcliffe, P.R. 1991. Handbook of British Mammals, 3rd edition, p. 518-525.
- Yerex, D. and Spiers, I. 1987. Modern Deer Farm Management. Carterton, New Zealand.

Changes of the roe deer horns and production ascertainment testosterone in the culture of horns velvet tissue

Nikolaos Paralikidis

Summary

One of the characteristics of roe deer' and more generally in cervidae is the seasonal growth and reject of horns in males. That it concerns the changes of horns, was observed that the time of growth of new horns is around in the 3-3, 5 months. Was recorded the rhythm of growth of horns, concerning the age of animal and was marked the dates of beginning of reject of velvet (March-April), the duration of reject of velvet (5-9 days), the final length of horns (16-25 cm.) and the dates of fall of horns (November-January). Were recorded also, observations and conclusions that it concerns the behaviour the roe dears during changes of horns.

Moreover, became histological' study of velvet of horns, tissue culture and determination of testosterone in the liquid of tissue culture, which was found considerably high (0, 32-0, 85). This discovery was observed for first time, as long as it concerns the accessible bibliography and leads to the affair exist endocrinologist cells of production of testosterone in cutis of the velvet.

Σωματομετρικά στοιχεία και χρωματοσωμικός έλεγχος του Ζαρκαδιού (*Capreolus capreolus*) στην αιχμαλωσία

Νικόλαος Παραλυκίδης

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

Περίληψη

Τα σωματομετρικά μεγέθη όπως το ζων βάρος συνολικό μήκος καθώς και το ύψος του ακρωμίου μετρήθηκαν σε έντεκα άτομα (4 θηλυκά και 7 αρσενικά). Σε έξι νεαρά άτομα μετρήθηκαν τα σωματομετρικά τους στοιχεία από την γέννησή τους μέχρι και την ενηλικίωση τους. Το μέσο βάρος ήταν για τα αρσενικά ήταν 19,29+2,81, ενώ για τα θηλυκά 13,83+1.48.

Επίσης έγινε έλεγχος του καρυότυπου του είδους σε δείγματα αίματος σε 2 θηλυκά και 2 αρσενικά ζαρκαδία από το εκτροφείο. Κατά την εξέταση των παρασκευασμάτων, βρέθηκε ότι ο καρυότυπος των ζαρκαδιών είναι $2n=70$, XX2 ή XY. Το X χρωματόσωμα είναι μεγάλο υπομετακεντρικό, ενώ το Y είναι πολύ μικρό μετακεντρικό.

Σωματομετρήσεις και έλεγχος του σωματικού βάρους

Εισαγωγή

Υπάρχει μια διακύμανση στο σωματικό βάρος και την ανάπτυξη των ζαρκαδιών, που έχει σχέση με το φύλο και το έτος της γέννησής τους. Οι Gailard et al, 1993 παρατήρησαν ότι η αύξηση του σωματικού βάρους στα νεαρά ζαρκαδία, έχει σχέση με τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν την εποχή του τελευταίου σταδίου της εγκυμοσύνης της μητέρας τους και ιδιαίτερα την εποχή της γέννησής τους.

Υψηλές θερμοκρασίες και βροχοπτώσεις στο τέλος του Χειμώνα και στις αρχές της Άνοιξης, έχουν σαν αποτέλεσμα την ταχύτερη ανάπτυξη των νεογέννητων και μεγαλύτερο σωματικό βάρος στα νεαρά άτομα. Έχει βρεθεί επίσης (Gailard et al, 1993) ότι ούτε το φύλο ούτε η ημερομηνία του τοκετού, μπορεί να επηρεάσουν τη σωματική ανάπτυξη των ζώων.

Τα ενήλικα αρσενικά ζαρκαδία έχουν σωματικό βάρος γύρω στα 24 kgr

ενώ τα θηλυκά γύρω στα 22 kgr (Staines και Ratcliffe, 1991).

Υλικά και μέθοδοι

Έγιναν μετρήσεις και πάρθηκαν στοιχεία σ' ότι αφορά τα σωματικά χαρακτηριστικά που είναι το ζών, δηλαδή το ζων βάρος, το μήκος του σώματος και το ύψος του ακρωμίου.

Συστηματικές μετρήσεις έγιναν στα ζαρκάδια που γεννήθηκαν στη διάρκεια του έργου, από τη γέννησή τους μέχρι την ενηλικίωση τους.

Η συχνότητα των σωματομετρήσεων ήταν μικρή, προς αποφυγή καταπόνησης (stress) των νεαρών ζώων. Τα στοιχεία λήφθηκαν κατά την 2^η ημέρα της γέννησης, την 6^η ημέρα, τη 15^η ημέρα, στους 2,5 μήνες, στους 5 μήνες και στους 12 μήνες, που θεωρείται ηλικία ενηλικίωσης.

Επίσης, λήφθηκαν στοιχεία από τα ήδη υπάρχοντα ενήλικα ζαρκάδια, θηλυκά και αρσενικά.

Αποτελέσματα

Τα στοιχεία των μετρήσεων του σωματικού βάρους δίνονται στον πίνακα I και των σωματομετρήσεων στον πίνακα II.

Πίνακας I. Μετρήσεις σωματικού βάρους ζαρκαδιών (χλρμ).

Table I. Body weight of roe dears.

Όνομα	Πρίαμος	Πάρις	Φρίζος	Κέδρος	Ζέφυ- ρος	Βαρδά- ρης	Ανθή	Αυγή	Χλό- η	Πηγ- ή	Μπά μπης
Ηλικία	Αδέλφια				Αδέλφια		Αδελφές				
2 ημερών	2	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7					
6 ημερών	3,5	3,5	2,2	3,05	2,4	2,2					
15 ημερών	3,8	4	4,0	4,6	3,2	3,4					
2 μηνών	10	9	8,5	8	10	11					
6 μηνών	17	16	16	17	15	18					
1 έτους	18	16,5	16,5	17	17	18					
Ενήλικα	20	18	17	17	18	20	13,5	13	12,8	16	25

Από τα στοιχεία αυτά, φαίνεται ότι οι αποκλίσεις είναι πολύ μικρές και ότι η σωματική τους ανάπτυξη έχει την ίδια πρόοδο σ' όλα τα ζώα που εξετάστηκαν.

Οι τιμές του ζώντος βάρους και των μετρήσεων του σώματος, έχουν αυξανόμενη ομαλή πρόοδο, μέχρι της ηλικίας των 6 μηνών, στην οποία όλα

τα ζώα φαίνεται ότι φθάνουν στο βάρος περίπου και τη σωματική ανάπτυξη του ενηλικού ζώου.

Σ'ότι αφορά το φύλο, τόσο το βάρος, όσο και η σωματική ανάπτυξη των θηλυκών ενήλικων ζαρκαδιών είναι ελαφρά μειωμένη, σε σχέση με τα αρσενικά.

Τα αποτελέσματα και οι διακυμάνσεις των στοιχείων του σωματικού βάρους και των σωματομετρήσεων των ζαρκαδιών, είναι παρόμοια με εκείνα που βρέθηκαν από τους Loudon, 1982, Staines & Ratclife, 1991 σε ανάλογες μελέτες.

Πίνακας II. Σωματικές μετρήσεις ζαρκαδιών. (Μήκος σώματος – ύψος ακρωμίου σε εκατ.).

Table II. Body mass measurements of roe dears. (Body length-height of shoulder in cm).

Όνομα	Πρία-	Πάρις	Φρίξος ♂	Κέδρος ♂	Ζέφυ-	Βαρ- δάρης	Ανθή	Αυγή	Χλόη ♀	Πηγή ♀	Μπά- μης ♂
	μος				ρος						
Ηλικία	♂ αδέρφια	♂			♂ αδέρφια	♂	♀ αδελφές	♀	♀	♂	
2 ημε- ρών	50-39	50-39	48-35	49-36	45-30	48-35					
6 ημε- ρών	52-40	51-40	50-36	50-38	46-30	49-36					
15 ημε- ρών	56-42	56-42	55-41	54-40	48-35	54-40					
2 μηνών	78-56	76-50	72-50	75-53	53-40	73-48					
6 μηνών	90-68	85-64	84-60	85-65	80-72	80-50					
1 έτους	95-70	90-68	89-64	85-65	87-75	87-72					
Ενήλικο	95-70	90-68	89-64	85-65	87-75	87-72	80-54	82-56	80-58	84-60	103-70

Χρωματοσωμικός έλεγχος

Εισαγωγή

Το ζαρκάδι ανήκει στην τάξη Artiodactyla, στην οικογένεια Cervidae, στο γένος Capreolus και το είδος Capreolus – capreolus (Ronald et al, 1993).

Σύμφωνα με τις μέχρι τώρα έρευνες επάνω στον έλεγχο καρυστύπου, τη γο-νοσυχνότητα και των πολυμορφικών στοιχείων είναι αποδεδειγμένο ότι το ζαρ-κάδι είναι το μοναδικό είδος της οικογένειας Capreolus. Ακόμα, τα ζαρκάδια που ζουν σε διαφορετικές περιοχές, έχουν τον ίδιο γενότυπο (Kurt et al, 1993).

Υλικά και μέθοδοι

Ο έλεγχος του καρυότυπου του είδους *Capreolus capreolus* έγινε στο εργαστήριο Κυτταρογενετικής και Μηχανικής Γενετικής του Ινστιτούτου Αναπαραγωγής και Τ.Σ. Θεσσαλονίκης.

Για τον σκοπό αυτό, έγιναν αιμοληψίες σε δείγμα 2 θηλυκών και 2 αρσενικών ζαρκαδιών (Φραντζέσκα – Πηγή, Μπάμπης και Φρίξος). Από τα συλλεχθέντα δείγματα αίματος έγιναν καλλιέργειες λευκών αιμοσφαιρίων.

Για τον έλεγχο του καρυότυπου, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Basur και Gilman, 1964 μετά από τροποποιήσεις (Βαϊνάς και συν 1992).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Η μέθοδος ελέγχου του καρυότυπου είχε ως αποτέλεσμα την παρασκευή μεταφασικών χρωματοσωμάτων κατάλληλων για διάγνωση σε όλες τις περιπτώσεις.

Τα ευρήματα σ' αυτό το είδος ζώου δίνονται στον Πίνακα III και στις Εικόνες I και II. Κατά την εξέταση των παρασκευασμάτων, βρέθηκε ότι ο καρυότυπος των ζαρκαδιών είναι $2n=70$, XX2 ή XY. Το X χρωματόσωμα είναι μεγάλο υπομετακεντρικό, ενώ το Y είναι πολύ μικρό μετακεντρικό.

Πίνακας III. Χρωματοσώματα θηλυκών και αρσενικών ζαρκαδιών
Table III. Chromosomes of male and female roe deer.

Είδος ζώου	Διπλοειδής Αριθμός χρωμ/των (2n)	Μετακεντρικά και υπομετακεντρικά αυτοσώματα	Ακροκεντρικά Αυτοσώματα
<i>Capreolus – capreolus</i>			
Θήλυ ♀		2	68
Άρρεν ♂	70	2 (♀)	68

Ο καρυότυπος αυτός, αναφέρεται και από τους Groves και Grubb, 1982, και Staines και Ratcliffe, 1991.

Οι Groves και Grubb, 1982 αναφέρουν μια ταξινόμηση των υπάρχοντων ειδών ελαφιδών, (ανάλογα με τη θέση του X χρωματοσώματος) σε ε-

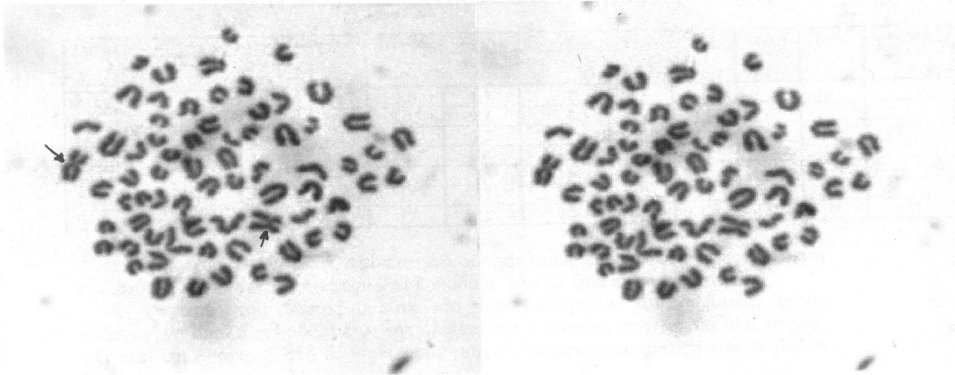
λαφοειδή με ακροκεντρικά, μετακεντρικά και σύμπλεγμα X – αυτόσωμα χρωματοσώματα.

Το είδος ζαρκάδι (*Carpeolus – carpeolus*) υπάγεται στην κατηγορία των ελαφιδών με ένα μετακεντρικό ή υπομετακεντρικό X χρωματοσώμα. Ο Neitrel, 1979 και 1989 σε βασικές μελέτες, επάνω στο γενότυπο των ελαφιδών, αναφέρει ότι ο αρχέγονος καρυότυπος των ελαφιδών συνιστάται από 70 χρωματοσώματα με 68 ακροκεντρικά αυτοσώματα και ένα ακροκεντρικό X χρωματοσώμα.

Ο τύπος αυτός είναι ο ίδιος με εκείνου του *Carpeolus – carpeolus*. Έτσι, μπορούμε να συμπεράνουμε, ότι το ζαρκάδι αποτελεί πρόγονο όλων των υπόλοιπων ειδών ελαφιδών.

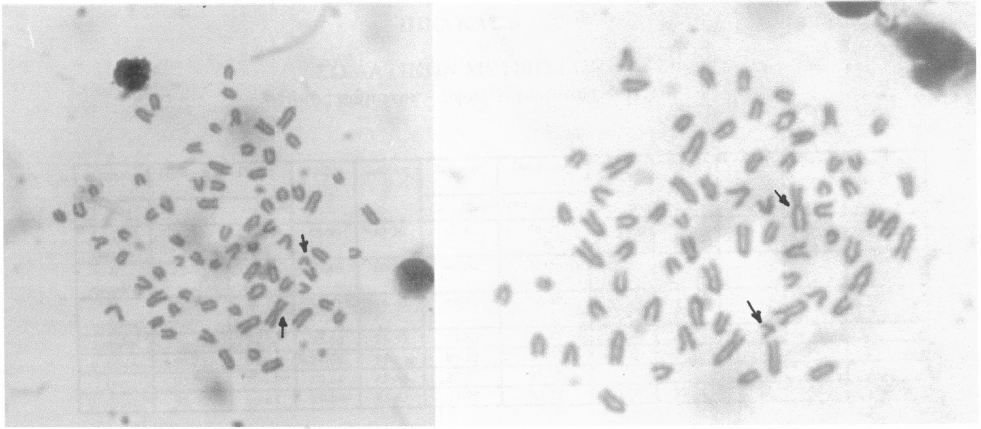
Ο Neitrel, 1979 αναφέρει ότι υπάρχει πολυμορφισμός στην αναλογία της κεντρικής μετάθεσης (translokation κεντρική συνένωση) και φαίνεται η εξέλιξη του καρυότυπου στα διάφορα είδη των ελαφιδών μια σχετικά καθαρή εικόνα. Παράλληλα, η μείωση του διπλοειδή αριθμού χρωματοσωμάτων στα μεταγενέστερα είδη των ελαφιδών, μπορεί να εξηγηθεί με την κεντρική μετάθεση.

Στο είδος *Carpeolus – carpeolus* (ζαρκάδι) σε μελέτη γενετικής διερεύνησης του DNA μεταξύ ατόμων διαφορετικής προέλευσης και οικογενειών, βρέθηκε ότι ο γενετικός τους πολυμορφισμός ήταν απρόσμενα πολύ υψηλός (Volmer et al, 1995) και αυτό δείχνει ότι το είδος αυτό, το οποίο θεωρείτο γενετικά σταθερό, μπορεί να έχει μεγάλη παραλακτικότητα.



Εικόνα 1. Χρωματοσώματα θηλυκών ζαρκαδιών $2n=70,xx$ (τα βέλη δείχνουν τα x και y χρωματοσώματα).

Figure 1. Chromosomes of the female roe dears $2n=70, xx$ (the arrows shows the x and y chromosomes).



Εικόνα 2. Χρωματοσώματα αρσενικών ζαρκαδιών $2^n=70,xx$ (τα βέλη δείχνουν τα x και y χρωματοσώματα).

Figure 2. Chromosomes of the male roe dears $2^n=70, xx$ (the arrows shows the x and y chromosomes).

Βιβλιογραφία

- Βαϊνάς, Ε., Μπόσκος, Κ. και Λέκκας, Σ. 1992. Διάγνωση της γονιμότητας ετερόφυλων δίδυμων μοσχίδων με έλεγχο του καρυοτύπου. Δελτίο Ελληνικής Κτηνιατρικής Εταιρείας, 43(1):53-58.
- Gaillard, J.M., Delorme, D., Jullien, J.M. and Tatin, D. 1993. Timing and Synchrony of births in Roe Deer. The Journal of Mammalogy, 74(3): 738-744.
- Gaillard, J.M., Delorm, D. and Jullien, J.M. 1993. Effects of Cohort, sex and birth date on body development of Roe Deer (*Capreolus capreolus*) fawns. Oecologia (Heidelberg), 94(1): 57-61.
- Groves, C.P. and Grubb, P. 1982. Relationships of Living Deer. Research Symposia of the National Zoological Park, Smithsonian Institution, Biology Management of the Cervidae.
- Loudon, A.S.I. 1982. The influence of Forest Habitat Structure on Growth Body Size and Reproduction in Roe Deer (*Capreolus capreolus*). Research Symposia of the National Zoological Park, Biology and Management of the Cervidae, Front Royal, Virginia, U.S.A., August 1-5, Smithsonian Institution Pressn Washington, D.C.

U.S.A.

- Kurt, F., Hartl, G.B. and Voelk, F. 1993. Breeding Strategies and genetic variation in European Roe Deer (*Capreolus capreolus*) populations. *Acta Theriologica*, 38(2): 187-194.
- Neitzel, H. 1979. Chromosomen evolution in der Familie der Hirsche (Cervidae). *Bongo*, Berlin, 3: 27-38.
- Nowak, R.M. and Paradiso, J.L. 1983. *Walker's Mammals of the world*. London 4th edition, Volume II: 1198-1226.
- Staines, B.W. and Ratcliffe, P.R. 1991. *Handbook of British Mammals*, 3rd edition, p. 518-525.
- Volmer, K., Hecht, W., Herzog, A. and Faltings, V. 1995. Genetic investigations of Roe Deer (*Capreolus capreolus*). *Zeitschrift fuer Jagdwissenschaft* 41(4): 241-247.

Body mass measurements and chromosome test of Roe deer (*Capreolus capreolus*) in captivity

Nikolaos Paralikidis

Abstract

Body mass measurements, like the living weight the length and the height of the shoulder are measurement in to 11 animals (7 males and 4 females). In 6 young animals we take the body mass measurements from the birth until reach majority. The average weigh was for the males 19, 29+2, 81, and for the females 13, 83+1.48.

Also we make test for the caryotype of the species from the blood sample of 2 males and 2 females. Examine of the samples we found that that the caryotype of roe deer was $2n=70, XX2 \dot{\eta} XY$. The X chromosome is big and hypometacentric, while the Y is to small and metacentric.

Urban stray cat problems: Ignore, maintain or reduce?

El. Hadjisterkotis* and Peter M. Heise-Pavlov

*Ministry of the Interior, Nicosia, 1453, Cyprus. E-mail: hjsterkotis@cytanet.com.cy

Summary

Stray cats in urban locations and management options for them have been attracting attention around the world over the last 10-15 years. Animal Welfare Organisations become overwhelmed with the sheer numbers of animals presented to animal shelters for either re-housing or euthanasia and efforts have been attempted to theoretically reduce the problem in a way that does not upset the human residents. Many people find the euthanasia of healthy domestic animals difficult to accept and try to encourage other methods. The present paper outlines the potential health risks to public health mainly from stray cats and presents a number of management options for urban feral (or stray) cats. In addition the paper seeks to inform the public about the consequences of three scenarios that can be followed: ignore the problem and let the cat population fluctuate depending on food availability and disease incidence, attempt to maintain the population using current management techniques deemed acceptable to the majority of the urban residents, or reduce numbers so that there is minimal risks of disease and parasite transmission to humans and other cats, with the added benefit of a reduction of predation pressure on native wildlife species that inhabit our cities.

Keywords: domestic animal, cat, zoohoses, health risk.

Introduction

The generally accepted concept is that cats were domesticated in Egypt by the 2nd century BC (Clutton-Brock 1981). New archeological evidence from Cyprus puts this period back to approx 7,500 BC with a cat skeleton buried with human remains from the Neolithic site of Shillourokambos (Vigne et al. 2004). For the last 9,500 years, the domestic cat (*Felis sylvestris lybica*), evolved into one of the most popular human house pets. Domestic cats live in close association with people, but also as stray animals adjacent to human habitations, relying on food provided by people and preying on native wildlife species.

The domestic cat is an animal with a high reproductive rate. They

commence breeding at 7 months of age and can have between two and three litters per year. The availability of food is a primary determinant of cat population size. In many cities around the world stray cats are present in large numbers. Many of them are blind, injured, dirty, or suffer from malnutrition. Individual cats spend the day searching for food in garbage bins, or as members of cat colonies, depend on a number of people who provide food for them. In the city of Lefkosia in Cyprus, cat colonies were observed ranging from a few animals up to 200 individuals (Heise-Pavlov and Hadjisterkotis, 2008).

These cats are potential carriers of a large number of zoonoses, threatening public health. In Cyprus, there is a debate between local authorities, cat owners, animal welfare groups and the general public on how to manage the large number of stray cats seen in many parts of the city. Some people, particularly those who feed the cat colonies, insist that the stray cats should not be removed or reduced in numbers. The local authorities support the reduction in numbers, but are not sure yet on how to achieve that. The animal welfare groups accept the fact that there are too many cats, but they should be reduced only through desexing. Many people however, are concerned with the current situation, and wish to see a reduction in the cat numbers, regardless of the method or technique used. The large numbers of cats are not only a threat for public health, but also a threat to the local wildlife. Cats were seen killing all sorts of wild animals, including a number of endemic species (Heise-Pavlov and Hadjisterkotis, 2008).

Faced with these problems, the purpose of this paper is to present the most important health risks faced by the public from cats. In addition, we aim to present management options for urban feral (or stray) cats, and to inform the public about the consequences of these options. The first management option is to **ignore** the problem and leave the cat population to vary, depending on food availability and disease incidence with associated animal welfare issues. The second option is to **maintain** current population levels, using up to date management techniques deemed acceptable to the majority of the urban residents. The third scenario is to **reduce** the numbers so that there are minimal risks of disease and parasite transmission to humans and other cats, with the added benefit of a reduction of predation pressure on native wildlife species that inhabit our cities. If specific cat colonies are acceptable, lower numbers will ensure better management and animal welfare outcomes for the individual cats.

Potential health risks

Zoonoses

Of major importance to people in urban areas (where cats and humans are in high numbers) is the potential for diseases or parasites of cats to be transferred from the cat to a person in close association with it. Each infection is termed a zoonosis and cats are known to carry a wide range of organisms that can affect human health (Berg and Corwin 1982, AAFCO 2003, Heise-Pavlov and Hadjisterkotis 2008). Transmission can be either directly from the cat or indirectly through contact with infected faeces wherever it is deposited – on the floors of buildings, footpaths or areas of hard ground, the gravel around children’s play equipment, or by hand-soil contact while gardening. Infection is minimised by good hygiene and supervision of children. Widespread soil bacteria, such as Bacilli and Pseudomonades, are frequently found on the exterior surfaces of cats, especially of those that spend a lot of time outdoors (Krogh and Kristensen, 1976).

Recent studies showed that approximately 80% of all cats carry *Pasteurella multocida* in their oral cavity (Arnbjerg 1978, Bisseru 1967). In man, the infection with *Pasteurella multocida* can cause haemorrhagic septicemia. When cats are stressed by overcrowding or poor hygiene, both the incidence and severity of infections are magnified (Aiello, 1998).

Diseases such as Brucellosis, Listeriosis and Leptospirosis may be transmitted from animal to man, (Brucker, 1976). Another zoonotic worldwide bacterial disease carried by cats is Cat Scratch Fever, (caused by *Bartonella/Rochalimaea henselae*, *B. quintana*) and can be transferred to humans through scratches, bites and “licks” (Aiello 1998, Παπαευσταθίου 2008).

Lank (1983), confirmed that faecal streptococci were the most numerous bacteria on cat body surfaces. According to Osbaldiston and Stowe (1971), Staphylococci (*S. epidermitis* and *S. Aureus*) were the most widespread bacteria, as they were found on all body areas of cats. The presence of large numbers of these organisms in the mouths indicated that the cats picked them up from their anal regions during grooming.

Viruses, fungi and protozoa also constitute part of the cat microflora. Cats often suffer from ailments resembling human influenza, which may be caused either by the feline viral rhinotracheitis (FVR) virus or the feline calicivirus (FCV). Transmission between cats usually occurs by direct contact.

Feline leukaemia virus (FeLV) the causative agent of cat leukaemia is

one of the most important causes of morbidity and mortality in cats. This virus induces cancer of the cat's white blood cells, and may also cause profound anaemia, reproductive failure, enteritis and lowered resistance to other infections.

In March 2006, a recently adopted stray cat that died on the German island of Rugen, off the Baltic coast, was confirmed as having died from H5N1 Bird Flu. The pathology of the cat was reported by the Friedrich Loeffler Institute, Germany (www.fli.bund.de). During the 2006 outbreak on the Baltic coast, two more recently deceased cats were also recovered from the same area. All cats were "outdoor" cats and it demonstrates another health risk, with cats of this type. Cat to cat (Horizontal transmission) of H5N1 virus, has been demonstrated experimentally.

Dermatophytosis is an infection of keratinised tissue (skin, hair, and claws) by one of the three genera of fungi imperfecti. In developed countries, the greatest economic and human health consequences come from dermatophytosis of domestic cats (mainly *Microsporium canis*) which cause contagious diseases, known as Dermatomyces or Ringworm in man (Buxton and Fraser, 1977). Transmission occurs by direct contact.

Protozoa are other parasites often encountered in cats. Members of the cat family are the only known definitive hosts for *Toxoplasma gondii* and, therefore, serve as the main reservoir. In some area of the world, up to 60% of the human population has serum IgG titers to *T. gondii* and, therefore, are likely to be persistently infected. Toxoplasmosis is a major concern for people with immune system dysfunction who develop meningoencephalitis and also for pregnant women, because it can cause miscarriage, premature birth, or infant retardation. Pregnant women should avoid contact with cats and cleaning cat litter boxes. Areas where cats contaminate soil with fecal material can be high risk areas for zoonoses. High stray cat numbers means high risk of contamination.

Potential impact of high cat densities on native wildlife

According to the American Association of Feline Practitioners (AAFP 2006), the impact of both owned and unowned free-roaming cats upon the environment is of ongoing concern. Even well-fed cats will hunt and kill prey. These predations cause a significant—and preventable—loss of birds, small mammals, reptiles, and amphibians.

A recent study by Andy Beckerman and colleagues from the University of Sheffield, UK (Beckerman et al. 2007), revealed that the effect of cats on

birds are more serious than expected. (Animal Conservation, DOI: 10.1111/j.1469-1795.2007.00115.x.) (New Scientist 16 June 2007, Vol 194(2608): 22).

Recently Heise-Pavlov and Hadjisterkotis (2008) noted that domestic cats in the city of Lefkosia are known to kill several wildlife species including endemic lizards.

Management options

Ignore

With the zoonotic diseases and problems for wildlife described above, the question is: should we ignore stray cats in urban areas (Heise-Pavlov and Hadjisterkotis, 2008)? Ignoring such problems contributes to the perpetuation of the situation with all the consequent problems for people, native animals, and welfare issues for the cats themselves. Cat numbers in many Mediterranean Urban environments are so high that ignoring the problem is a poor management option. Therefore, we should consider two other management techniques - "maintaining" the population or "reducing" the population.

Maintain

Community pressure in many urban areas with large cat numbers has supported this activity, which, although avoiding euthanasia, has been found to be ineffective. The problem is that many people in surrounding areas do not follow responsible pet ownership and continually release kittens and unwanted reproductively active cats of any age. The exercise becomes a waste of time effort and money, because the long term population figures do not fall substantially (Natoli et al. 2006).

Maintenance of cat populations is done via one of the two concepts - CNTR (Collect, Neuter, Treat, Release) or TTVARM (Trap, Test, Vaccinate, Alter, Release, Monitor) The theory behind these methods is that it will reduce cat numbers by natural attrition (the desexed cats eventually die and are not replaced). This fact has not been substantiated by any of the programs carried out within Municipalities in America over the last 10 years. It is not supported by the main Animal Welfare agencies, including: American Association of Wildlife Veterinarians, American Bird Conservancy, American Society for the Prevention of Cruelty to Animals. A 10 year assessment of this activity in Rome, Italy has not seen a significant reduc-

tion in overall cat numbers (Natoli et. al. 2006).

CNTR/TTVARM is not sufficient to solve the problems of stray cats, normally targeted in colonies, due to the following reasons:

- It is virtually impossible to neuter a high enough proportion of the stray cat population to make a substantial difference to the reproductive output of the population. Over 90% of cats are required to be neutered to prevent population increase. Many stray cats are difficult to catch.
- Releasing animals that have been treated, does not lower the current population. There are the continual risks to human health and car accidents etc.
- Cats that have been caught once can be much harder to catch a second time. This makes follow up health checks impossible and so infectious diseases can easily be introduced.
- Reduction of potential of zoonotic diseases has not been demonstrated, with this method. Released stray cats will still use their old latrine areas, for example.
- It does not encourage genuine cat owners to de-sex their own cats, or to stop releasing unwanted kittens or other cats, into the environment.
- Released animals have shorter lives and are prone to repeat infections and injuries from cat fights and other unhealthy interactions.
- The method is expensive when dealing with a large cat population, and the poor results do not justify the expense of handling, housing and veterinary treatment. (see: Impacts of feral and free ranging domestic cats in Florida. Florida Fish and Wildlife Commission 2001, Natoli et. al 2006).

Carers are focussed mainly on feeding the animals and do not have the time and resources to provide complete veterinary and health care for all the cats in the colonies. A significant proportion of the cats are uncatchable, so these cannot be neutered or given veterinary attention. The consequence of limited resources is a poor animal welfare outcome for the cats involved, to manage infections, parasites and injuries.

Reduce

The reduction of stray cat numbers is considered to be the only practical method to reduce zoonotic threats, remove the potential for disease transmission to domestic cats and minimize the other problems caused by overpopulation. It is unrealistic to aim for eradication of stray cats, but numbers can be humanely reduced to a predetermined threshold level. The issue has

to be handled sensitively and a comprehensive public awareness campaign launched to justify the activity. All the issues that lead to overpopulation should be examined and steps taken to avoid repetition of the problem. In the United States of America, the United Kingdom, Western Europe, Australia and New Zealand, the range of problems that stray and poorly maintained cats cause in urban areas is well researched, and documented. Steps to alleviate the problems are known, widely discussed and management strategies have been developed and tested. The concept of Urban Animal Management has evolved as a result of an increasing awareness by Governments of the need to develop comprehensive policies on animal welfare and to manage the increasing number of unwanted cats overwhelming animal refuges, cat care groups and Municipal animal shelters. Unfortunately, many healthy adult cats and kittens have to be euthanised, because there are no homes available for them. There is a need to develop Legislation for compulsory registration, which includes desexing and microchipping of all pet cats. This initiative reduces the numbers of kittens produced, allows the tracing of lost pets and puts the responsibility on the pet owner to look after the animals in their care, throughout their entire lifespan.

- The ability to enforce laws is crucial to effective Urban Animal Management.
- There must be adequate staff to handle pet animal problems.
- There has to be adequate equipment to handle cats.
- There must be secure facilities built to hold and provide the necessary care for cats, which are collected by Municipal officers and held. An owned cat must be registered, desexed and microchipped at the owners' expense before it can be released. If the cat is not claimed within a reasonable time, the cat is then euthanized humanely by a vet, or under veterinary supervision.
- All owned cats have to be registered, de-sexed and microchipped.
- Resources should be given to organisations that will care for, register, de-sex and find homes for manageable stray cats and kittens.

Stray cats normally do not make good indoor pets. Kittens need close and regular human contact, commencing before they are weaned, otherwise they will not tolerate 'petting' by humans as they mature, are unmanageable in a household and exhibit a range of anti-social behaviours when confined to a house.

The Animal Welfare Act 2006 in Britain relates to farmed and non

farmed domestic animals. This Act determines how a person must view the welfare of the pets they own:

- A “duty of care” on people to ensure the needs of any animal they are responsible for are fully met.
- Establishing an offence of failing to provide for the needs of an animal in a persons care.
- Allow action to protect animals to be taken before obvious suffering occurs.
- Emphasise that animal owners have to understand their responsibilities and to take all reasonable steps to provide for the needs of animals in their care, at all times and throughout the life of the animal.
- Strengthen penalties for persistent offenders. A person causing unnecessary suffering to an animal will face 51 weeks in prison, a £20,000 fine or both www.defra.gov.uk/animalh/welfare/bill/.

In Australia, the listing of cat predation as a key threatening process has promoted each State to develop guidelines to reduce the problem. Each Local Council in each State had to develop Local Laws to support the concept. An example of State law is the Victorian State Government Domestic (Feral and Nuisance) Animals Act, 1994, (www.vic.gov.au) which has two main objectives:

1. To stimulate and promote the concept of responsible pet ownership, including awareness of animal welfare issues.
2. Enable local councils to mount an effective response to nuisance, straying, un-owned and feral cats.

The identification of the owner of the cat is essential if the problem of un-owned cats is to be attempted, while still protecting the rights of legitimate owners of registered cats.

To make cat management possible, cats that are owned have to be registered. This is done by issuing a license once the cat is old enough to be desexed (4-6 months). There are now improved veterinary procedures for the pre-pubertal neutering of cats, which can be done between 2 and 4 months of age (Theran, 1993). Desexing before puberty provides added welfare benefits, in that no kittens are ‘accidentally’ produced. If a first litter is produced, and then removed, the female cat comes into oestrus within days and the reproductive cycle starts again. Many cat owners would be unaware of this aspect of the reproductive cycle of cats – the result can be even more

unwanted kittens.

A registration fee is required and for a cat that is not de-sexed, the fee is 3 times the cost of the de-sexed animal. The owner must provide a veterinary certificate to prove the animal is de-sexed. The cat is also micro-chipped for identification. It has been found that collars come off and ear tattoos can be extremely difficult to read. A microchip is placed under the skin just behind the head and it remains perfectly readable, throughout the life of the cat.

Laws are developed determining:

a) The number of cats per household (usually two is allowed – any more can rapidly increase the human health risks).

b) The cat must be confined to the owner's property. If it strays repeatedly, the owner had committed an offence under the law and penalties apply. Cat enclosures are now readily available, at a reasonable cost, to enable the cat to be kept on the owner's property when it is outside the house.

c) Cat breeders have to be registered and must raise cats in hygienic conditions with adequate accommodation.

d) There are penalties for the dumping (releasing) of unwanted cats of any age.

These laws are consistent throughout Australia, although some local variations apply (cat curfews, complete restriction of the cat to the house and/or an attached cat cage, in areas containing rare and threatened wildlife). Cat colonies should be minimised and if allowed to continue, fully resourced so that all animal welfare issues are addressed.

Conclusions

In urban areas where high cat populations occur, there is a significant health risk factor for the public, high predation on wildlife species, and low "quality of life" for the cats themselves. A significant amount of resources is required to understand the reasons behind the overpopulation and take steps which are practical and economically viable to reach an achievable management goal. It is unrealistic to aim for eradication of stray cats, but population reduction can be achieved. Enforceable Legislation is required to manage house pets so that the unowned animals can be targeted effectively. The care of unowned or stray animals is an animal welfare problem because, just feeding animals is not a comprehensive approach to their welfare and carers must be educated to this concept. Desexing a proportion of the stray

cats does not solve the overpopulation problem either. Because caring for cats is a significant feature in the life of some lonely people, how to approach this activity will be a challenge to local government organisations, who must also consider zoonotic disease and parasite potential as well as animal welfare issues in their Urban Animal Management Program.

References

- AAFP. 2003. Report on feline zoonoses. www.aafponline.org.
- AAFP. 2006. AAFP Position statement on free roaming, abandoned and feral cats. American Association of Feline Practitioners www.aafponline.org.
- Aiello, S.E. 1998. Editor, Merck Veterinary Manual 8th Edition Merck and Co, Inc. White House Station, NJ, U.S.A.
- Arnbjerg, J. 1978. *Pasteurella multocida* from canine and feline teeth, with a case report of *Glossitis calcinosa* in a dog caused by *P. multocida*. Nord.Vet.Med. 30:324-332.
- Beckerman, A. 2007. Animal Conservation. New Scientist June. vol. 194:22
- Berg, J. and R. Corwin. 1982. Zoonotic diseases from dogs and cats. Clin. Microb. Newsletter. 4(22): 156-158.
- Bisseru, B. 1967. Diseases of Man Acquired from his Pets. William Heinemann Medical Book Ltd., London p. 23
- Brucker, G. 1976. Maladies transmissibles a l' home au contact des chiens et des chats. Gaz. Med. Fr. 86(37): 4321-4329.
- Buxton, A. and F. Fraser. 1977. Animal Microbiology. Vol. 1. Immunology, Bacteriology, Mycology, Diseases of Fish and Laboratory Methods. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Melbourne. p.56, 273, 299, 313.
- Clutton-Brock, J. 1981. Domesticated animals. Publ. British Museum of Natural History.
- Department Environment, Food and Rural Affairs (Defra). 2007. <http://www.defra.gov.uk/animalh/diseases/notifiable/fmd/index.htm>.
- Florida Fish and Wildlife Conservation Commission. 2001. Impacts of feral and free ranging domestic cats on wildlife in Florida. Information pamphlet.
- Friedrich Loeffler Institute. 2006. Antworten auf Fragen zur hochpathogenen Avarien Influenza bier der Katzen. Page 1-3 February 2006.

- Heise-Pavlov, P.M. and E. Hadjisterkotis. 2008. The cat (*Felis sylvestrus catus*) in Lefkosia: Public Health Problems and options for management. Press and Information Office, Republic of Cyprus, Lefkosia.
- Krogh, H.V. and S. Kristensen. 1976. A study of skin diseases in dogs and cats II: microflora of the normal skin of dogs and cats. Nord. Veterinaermed. 28(9): 459-463.
- Lank, J.N. 1983. Occurrence and distribution of fecal streptococci, staphylococci, pseudomonas and other microorganisms on the external body surface and the mouths of domestic cats. Bachelor of Science Thesis, Acadia University, Wolfville N.S. Canada.
- Natoli, E.L., Maragliano, G. Cariola, A. Faini, R. Bonanni, S. Cafazzo and C. Fantini. 2006. Management of feral domestic cats in the urban environment of Rome (Italy). Preventive Veterinary Medicine 77: 180-185.
- Osbaldiston, W.G. and E.C. Stowe. 1971. Microflora of alimentary tract of cats. Am. J. Vet. Res. 32(9):1399-1405.
- Papaefstathiou, A. 2008. Ecogeographic study toward the typhus and the bartonellosis in Cyprus. Ph.D.Thesis University of Crete. Department of Health. Laboratory of bacteriology and Parasitology. Hiraklion. Crete.
- Theran, P. 1993. Early age neutering of dogs and cats. Journal of the American Veterinary Medical Association 202: 914-917.
- Vigne, J.D., J. Guilaine, K. Debue, L. Haye and P. Gerard. 2004. Early taming of the cat in Cyprus. Science 304:259
- Wright, M. and S. Walters. 1980. *The Book of the Cat*. Pan Books, London and Sydney. P. 16, 198, 200.

ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΑ ΕΡΓΑ

Εκτίμηση επιπτώσεων κατασκευασμένων δασικών δρόμων στο φυσικό περιβάλλον

B. K. Δρόσος^{*}, B. I. Γιαννούλας και Α.-Κ. Γ. Δούκας

**^{*} Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας
και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, 68200, Ορεστιάδα.
E-mail: vdrosos@fmenr.duth.gr**

Περίληψη

Η διάνοιξη μιας δασικής περιοχής γινόταν μέχρι πριν λίγα χρόνια με καθαρά οικονομικοτεχνικά κριτήρια. Τα τελευταία χρόνια (μετά το 1980) άρχισαν να περιλαμβάνονται και τα περιβαλλοντικά κριτήρια τα οποία έχουν ως στόχο την όσο το δυνατόν πιο ήπια επέμβαση κατά τις εργασίες διάνοιξης δασικών δρόμων. Για το σκοπό αυτό άρχισαν να συντάσσονται μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων με εμπειρικό ως γενικόλογο τρόπο οι οποίες έχουν σαν στόχο να μετριάσουν τις απαιτήσεις στο περιβάλλον κυρίως από έργα επαρχιακής οδοποιίας χρηματοδοτούμενα από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η αποτίμηση των επιπτώσεων είναι δύσκολο αν όχι αδύνατο να γίνει σε χρήματα στα πλαίσια των γνωστών μεθόδων λήψης απόφασης όπως είναι η ανάλυση κόστους-οφέλους και οι αναλυτικές μέθοδοι. Η έλλειψη πρακτικών προδιαγραφών για τη διενέργεια της παραπάνω αποτίμησης καθιστά δύσκολο τον έλεγχο και το σχεδιασμό συμβατών με το περιβάλλον δασοτεχνικών έργων. Ενώ πριν μερικά χρόνια η συλλογή των στοιχείων που χρειαζόταν για την χωροθέτηση και την κατασκευή των έργων γινόταν με επίγειες μετρήσεις τώρα με την αλματώδη ανάπτυξη της τεχνολογίας μπορούν πολλά από αυτά τα στοιχεία να συλλεχθούν με άλλες ψηφιακές μεθόδους και να επεξεργασθούν πολύ πιο γρήγορα με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Τα στοιχεία αυτά και ο συνδυασμός τους είναι σύνθετα, πολύπλοκα και απαιτούν την χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.), για να αποτιμηθούν και να συνεκτιμηθούν για την εύρεση της καλύτερης οικονομικοτεχνικής λύσης συμπεριλαμβανομένου και του περιβαλλοντικού κόστους. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη ενός δασικού δρόμου ως προς τον τρόπο χάραξης, κατασκευής και συντήρησής του. Ο δασικός δρόμος αξιολογήθηκε με ειδικά κριτήρια και βρέθηκε ο συντελεστής συμβατότητας ως προς το περιβάλλον, δηλαδή κατά πόσο προσαρμόζεται στο περιβάλλον με τη χρήση συγχρόνων μέσων και μεθόδων ώστε αυτός να έχει τις λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Λέξεις κλειδιά: Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, περιβαλλοντικά κριτήρια, φυσικό περιβάλλον.

Εισαγωγή

Η προσπέλαση και διάνοιξη ενός δάσους με δίκτυο δασικών δρόμων θεωρείται μέχρι σήμερα ως το ευστοχότερο και αποτελεσματικότερο σύστημα μεταφοράς, γιατί ανταποκρίνεται πληρέστερα στις συνθήκες που επικρατούν στα ελληνικά δάση καθώς και στις ανάγκες και τους στόχους μιας σύγχρονης δασοπονίας πολλαπλών σκοπών. Οι δασόδρομοι είναι βασικό στοιχείο για τη συγκομιδή ξύλου, την προστασία και διαχείρισή του, καθώς επίσης και για την καλύτερη μετακίνηση στο δάσος για χρήση και επιτόπου κατανάλωση των εκτός του ξύλου δασικών αγαθών όπως αναμυχή, απόλαυση του τοπίου κ.ά. Πέραν αυτών, το δίκτυο δασοδρόμων, σε πολλές περιπτώσεις, αποτελεί σοβαρό τμήμα του ορεινού οδικού δικτύου της χώρας. Η κατασκευή τους στην Ελλάδα άρχισε το 1937. 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. Η δασική όμως υπηρεσία δε διαθέτει προδιαγραφές ελέγχου των έργων διάνοιξης έτσι ώστε με ασφάλεια να οδηγηθεί στην επιβολή μέτρων και στην έγκριση ή απόρριψη των μελετών.

Οι δασικοί δρόμοι είναι χαμηλού κόστους και αυτό προϋποθέτει πολύ καλή προσαρμογή στο ανάγλυφο του εδάφους.

Η κατασκευή των δασικών δρόμων εκτός των θετικών επιδράσεων εντός του δασικού οικοσυστήματος είναι αιτία πρόκλησης και αρνητικών επιδράσεων. Οι αρνητικές επιδράσεις δεν αφορούν μόνο τις αβιοτικές παραμέτρους, αλλά και τις βιοτικές (Δρόσος κ.ά. 2007). Οι επιδράσεις αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την αλλαγή ή τη διατάραξη διαφόρων σταθμικών παραμέτρων (όπως είναι η θερμοκρασία, ο φωτισμός, ο άνεμος, οι υδάτινοι πόροι, το έδαφος, η πανίδα, η χλωρίδα κ.ά.) και ως εκ τούτου την επιβάρυνση του οικολογικού τοπίου.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις διακρίνονται σε:

- α.** Προσωρινές ή παραμένουσες.
- β.** Τυχαίες ή αναμενόμενες.
- γ.** Αναστρέψιμες ή μη.
- δ.** Ταχείας ή βραδείας εξέλιξης.

Οι επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον παρουσιάζονται στο έδαφος, στο ανάγλυφο, στο νερό, στην ατμόσφαιρα, στη βιόσφαιρα και στο μικροκλίμα.

Οι επιπτώσεις στο κοινωνικό περιβάλλον παρατηρούνται στην υγεία και ασφάλεια των πολιτών, στην οικονομική ανάπτυξη, στην αξιοποίηση

του χώρου, στην πολιτιστική κληρονομιά και στην αισθητική του χώρου.

Με την εκτέλεση της κατασκευής των δασικών δρόμων διαπιστώνονται ευρύτερες επιπτώσεις στο κοινωνικό και φυσικό περιβάλλον, τόσο στη φάση κατασκευής, όσο και στη φάση λειτουργίας του.

Ο προσδιορισμός των επιπτώσεων προκύπτει από την ανάλυση της σχέσης αιτίου – αποτελέσματος για κάθε περίπτωση, αφού πρώτα οριοθετηθεί η στενή και η ευρύτερη περιοχή του δασικού δρόμου.

Ο συντονισμός και η οργάνωση της ανάλυσης των επιπτώσεων των δασικών δρόμων στο φυσικό περιβάλλον προϋποθέτει γνώσεις δασολόγου μηχανικού–περιβαλλοντολόγου, κοινωνική ευαισθησία και ικανότητες καλλιέργειας ανθρωπίνων σχέσεων.

Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει:

- τη γνώση σχετικών διαταγμάτων και αποφάσεων,
- την κατανόηση της ανάγκης κατασκευής του έργου και
- την ύπαρξη δυνατοτήτων για την πολύπλευρη αντιμετώπιση των επιπτώσεων.

Στο δεύτερο στάδιο διαμορφώνεται ένας κατάλογος περιβαλλοντικών επιπτώσεων της άμεσης και εγγύτερης περιοχής του έργου από στοιχεία τοπικά, γειτονικών περιοχών του ίδιου έργου, από σχετικές οδηγίες, δημοσιεύσεις, μεθοδολογίες ανάλυσης επιπτώσεων κ.τ.λ., εφόσον υπάρχουν.

Στο τρίτο στάδιο, που είναι και το βασικότερο, προβλέπονται οι μελλοντικές επιπτώσεις του έργου στο περιβάλλον και εκτιμούνται.

Στο τέταρτο στάδιο με βάση τα αποτελέσματα του τρίτου σταδίου γίνεται ιεράρχηση και επιλογή των εναλλακτικών λύσεων.

Στο πέμπτο στάδιο προετοιμάζεται η έκθεση με βάση νομοθετικούς και τεχνικούς κανονισμούς.

Η κατασκευή ενός δασικού δρόμου δεν πρέπει από οικονομική άποψη να θεωρείται εκ προοιμίου αρνητική, καθόσον είναι μεν πηγή περιβαλλοντικής επιβάρυνσης – τροχαία ατυχήματα, θόρυβος, ατμοσφαιρική ρύπανση - επιτρέπει όμως την ταχύτερη μεταφορά ατόμων και αγαθών, αλλά και την παροχή κοινωνικών υπηρεσιών, όπως πυρόσβεση, παροχή ιατρικής βοήθειας, αναψυχής κ.ά.

Η οικονομική αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι δύσκολη γιατί δεν μπορούν να αποτιμηθούν οικονομικά με ακρίβεια 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 λειτουργί-

ας (Τσώχος, 1997).

Σε περιοχές που έχουμε κριτήρια οικονομικά, ποσοτικά και ποιοτικά (περιβαλλοντικά), μπορούμε να εφαρμόσουμε την ανάλυση αξίας-οφέλους (Δούκας, 2004).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη ενός δασικού δρόμου ως προς τον τρόπο χάραξης, κατασκευής και συντήρησής του. Ο δασικός δρόμος αξιολογήθηκε με ειδικά κριτήρια και βρέθηκε ο συντελεστής συμβατότητας ως προς το περιβάλλον, δηλαδή κατά πόσο προσαρμόζεται στο περιβάλλον.

Υλικά και Μέθοδος

Περιοχή έρευνας

Ο υπό έρευνα δρόμος «Γσομίρι-Παράγκες» βρίσκεται στο Δημόσιο Δάσος Προκοπίου-Δραζίου του Δασαρχείου Λίμνης, στο μέσο του βόρειου μισού της νήσου Εύβοιας. Απλώνεται στις ΒΑ πλαγιές του όρους Καντήλι καθώς και στις προς τη θάλασσα ΝΔ απότομες πλαγιές του ίδιου όρους και στις ΒΔ-Β ακραίες απολήξεις του όρους Δίρφος (Πυξάρι). Καταλαμβάνει μέρος της λεκάνης απορροής του ποταμού Κηρέως, ο οποίος διασχίζει το δάσος με κατεύθυνση από ΝΑ προς ΒΔ-Β και το διαχωρίζει σε δυο τμήματα. Βρίσκεται ΝΑ της Λίμνης όπου είναι και η έδρα του Δασαρχείου σε οδική απόσταση από το Προκόπι 35 Km και ΒΔ-Β της Χαλκίδας, σε απόσταση 50 Km.

Περιλαμβάνεται μεταξύ των συντεταγμένων:

Γεωγραφικό πλάτος Βόρειο 38° 47' 00'' έως 38° 40' 00'' και

Γεωγραφικό μήκος Ανατολικό 23° 25' 00'' έως 23° 33' 00''.

Η έκταση του ανέρχεται σε 5.736,17 Ha και κατανέμεται κατά μορφές εδαφοπονικής εκμετάλλευσης ως εξής:

1.	Δασοσκεπής έκταση	3.966,65	Ha	69,15%
2.	Μερικώς δασοσκεπής έκταση	368,55	Ha	6,45%
3.	Θαμνώδες – Αείφυλλα Πλατύφυλλα	329,86	Ha	5,75%
4.	Γεωργικές καλλιέργειες	536,51	Ha	9,30%
5.	Γυμνή – Χορτολιβαδική έκταση	115,86	Ha	2,05%
6.	Άγονη έκταση – Οικισμοί	249,11	Ha	4,34%
7.	Χώροι Μεταλλείων	169,63	Ha	2,96%

Λόγω του έντονου ανάγλυφου της περιοχής με πολλές ράχες και χαραδρώσεις, απαντώνται όλες οι εκθέσεις. Οι κλίσεις του εδάφους είναι διάφορες από ήπιες, μέτριες έως ισχυρές ενώ στο τμήμα Δυτικά της κορυφής Κα-

ντήλι είναι απόκρημνες. Το υπερθαλάσσιο ύψος αρχίζει από τα 0 m στη θάλασσα και φθάνει στα 1.225 m στην κορυφή Κούρβηλο του όρους Καντήλι. Το χαμηλότερο υψόμετρο στην κοίτη του ποταμού Κηρέως είναι 19 m στο βορειότερο άκρο του δάσους.

Οι βασικές κατηγορίες πετρωμάτων, που απαντώνται είναι τρεις: α) Ασβεστόλιθοι, β) Πυριγενή πετρώματα (οφιόλιθοι, περιδοτίτες) και γ) Τεταρογενείς-πρόσφατες αποθέσεις. Σε όλη την έκταση επικρατούν κυρίως οι Ασβεστόλιθοι.

Το κλίμα της περιοχής που μελετάμε είναι μεσογειακού τύπου και ο βιοκλιματικός χαρακτήρας είναι έντονος μέσο-μεσογειακός, με αριθμό βιολογικά ξηρών ημερών κατά τη θερμή περίοδο μεταξύ 75 και 100.

Μεθοδολογία

Ακολούθησαν 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. Την ποιότητα τόπου. Πολύ καλή (πρώτη και δεύτερη ποιότητα τόπου), μέτρια (τρίτη και τέταρτη ποιότητα τόπου) και κακή (πέμπτη και έκτη ποιότητα τόπου).

7. Την παραγωγικότητα των δασών:

Κατηγορία I (παραγωγικότητα πάνω από 3 m³/έτος/ha),

Κατηγορία II (παραγωγικότητα από 1-3 m³/έτος/ha) και

Κατηγορία III (παραγωγικότητα μικρότερη από $1 \text{ m}^3/\text{έτος/ha}$).

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.

Τα κριτήρια της έντασης χωρίστηκαν 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, ψηφιακός δασοπονικός χάρτης του συμπλέγματος και γεωλογικός χάρτης.

Αποτελέσματα

Από τη μελέτη του δασικού δρόμου και τη βαθμολογία της απορροφητικότητας και της έντασης του οικοσυστήματος προέκυψαν οι πίνακες I και II.

Η απορροφητικότητα, η ένταση και ο συντελεστής συμβατότητας του δασικού δρόμου που ερευνήθηκε παρουσιάζονται στον πίνακα III της τελικής αξιολόγησης.

Από τα αποτελέσματα βλέπουμε ότι ο δρόμος για τον οποίο έγινε η μελέτη κρίνεται αποδεκτός αφού έχει συντελεστή συμβατότητας 57,18 % ή 0,572.

Πίνακας I. Βαθμολόγηση των κριτηρίων της απορροφητικότητας.

Table I. Grading the absorbency criteria.

ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ				
a/a	Κριτήρια	Βαθμολογία	Βαρύτητα	Σύνολο
1	2	3	4	5=3*4
Κατάσταση εδάφους				
1.	Δάσος	95	3	285
2.	Μεικτό	100	3	300
3.	Διφυής	100	3	300
4.	Υποκηπευτό-ομήλικο	75	3	225
5.	Μέσο ύψος	75	3	225
6.	Ποιότητα τόπου	75	3	225
7.	Παραγωγικότητα	100	3	300
8.	Κλίση εδάφους	35	2	70
9.	Έκθεση	75	2	150
10.	Ανάγλυφο	90	2	180
11.	Απόσταση από:			
11.1.	Τουριστικό θέρετρο	100	1	100
11.2.	Εθνικό οδικό δίκτυο	90	1	90
11.3.	Σιδηροδρομική γραμμή	100	1	100
11.4.	Αρχαιολογικό χώρο	100	1	100
11.5.	Μεγάλη πόλη	100	1	100
11.6.	Χωριό	60	1	60
11.7.	Μονοπάτι	100	1	100

11.8.	Λίμνη φυσική ή τεχνητή	100	1	100
11.9.	Ποτάμι	80	1	80
Σύνολο			36	3090
Μέση Τιμή				85,83

Συζήτηση

Η κατασκευή του δρόμου κρίνεται αποδεκτή χωρίς όρους καθώς ο συντελεστής συμβατότητας είναι υψηλός (πάνω από 60 %). Με βάση τις μετρήσεις που έγιναν υπολογίστηκε ότι ο συντελεστής αυτός είναι 70,97 % και αυτό οφείλεται:

1. Στην απορροφητικότητα του συστήματος δηλαδή κατά πόσο η επίπτωση της επίδρασης θα απορροφηθεί με τον καιρό από το περιβάλλον, αλλά και ο αριθμός των δεκτών της επίπτωσης.

Πίνακας II. *Βαθμολόγηση των κριτηρίων της έντασης.*

Table II. *Grading the intensity criteria.*

		ΕΝΤΑΣΗ			
a/a	Κριτήρια	Βαθμολογία	Βαρύτητα	Σύνολο	
1	2	3	4	5=3*4	
Χάραξη					
1.	Ισοφαρισμός γαιών				
1.1.	Καμπύλη συναρμογής	100	2,2	220	
1.2.	Χάραξη ερυθράς	80	2	160	
1.3.	Κατά πλάτος τομή	80	2,2	176	
2.	Πλάτος καταστρώματος	40	2,19	87,6	
3.	Κατά μήκος κλίση	100	2,5	250	
4.	Απόσταση ελιγμών	100	2,31	231	
5.	Θέση δασικού δρόμου				
5.1.	Από ρέμα	80	1,92	153,6	
5.2.	Από όρια δάσους	100	1,85	185	
5.3.	Από επικίνδυνες θέσεις	100	2,31	231	
6.	Θέα από το δασικό δρόμο				
6.1.	Μορφολογικοί σχηματισμοί	80	1,75	140	
6.2.	Βλάστηση	100	1,89	189	
6.3.	Προβολή του χώρου	80	1,76	140,8	
6.4.	Συμβατές κατασκευές	*	1,54	*	
6.5.	Υδάτινες επιφάνειες	*	1,65	*	
7.	Προσαρμογή δρόμου	100	1,68	168	
Κατασκευή					
8.	Μέθοδος κατασκευής				

8.1.	Μηχάνημα κατασκευής	100	2	200
8.2.	Υλικά κατασκευής	100	2	200
8.3.	Αναχλόαση πρανών	100	1,29	129
8.4.	Αποστράγγιση	100	2,11	211
Σύνολο			37,15	3072
Μέση τιμή				82,69

* Δεν υπάρχουν στην περιοχή.

Πίνακας III. Πίνακας Τελικής Αξιολόγησης.

Table III. Table of final Assessment.

Δασικός δρόμος	Απορροφητικότητα Ποσοστό (%)	Ένταση Ποσοστό (%)	Συντελεστής Συμβατότητας Ποσοστό (%)
«ΤΣΟΜΙΡΙ-ΠΑΡΑΓΚΕΣ»	85,83	82,69	70,97

Υπολογίστηκε ότι η μέση απορροφητικότητα ήταν 85,83 % και επηρεάστηκε σημαντικά από τα παρακάτω κριτήρια:

α) Η περιοχή καλύπτεται από πυκνό δάσος.

β) Τα δασοπονικά είδη που συνθέτουν την κάλυψη της περιοχής είναι κωνοφόρα και πλατύφυλλα.

γ) Η διαχειριστική μορφή του δάσους είναι διφυής, που αποτελεί μια ενδιάμεση ή σύνθετη μορφή. Σ' αυτήν η αναγέννηση γίνεται τόσο με πρεμνοβλαστήματα όσο και με σπόρους.

δ) Το δάσος ανήκει στην I κατηγορία παραγωγικότητας. Παράγει πάνω από 3 m³ ανά έτος και εκτάριο (3 m³/έτος/ha). Είναι δάσος πολύξυλο κυρίως με κωνοφόρα δέντρα.

ε) Το ανάγλυφο του εδάφους είναι ήπιο.

στ) Η επίπτωση λόγω απόστασης του δρόμου από σιδηροδρομική γραμμή, τουριστικό θέρετρο, αρχαιολογικό χώρο, μεγάλη πόλη, ευρωπαϊκό μονοπάτι, φυσική ή τεχνητή λίμνη ή ποταμό είναι μηδαμινή.

2. Στα κριτήρια της έντασης το ποσοστό της οποίας υπολογίστηκε ότι είναι 82,69% καθώς:

α) Η ακτίνα καμπυλότητας είναι 15-25 m.

β) Η κατά μήκος κλίση είναι 3 % - 12 %. Κλίση κατάλληλη ώστε να γίνεται εύκολα η μετακίνηση του αυτοκινήτου.

γ) Η απόσταση μεταξύ των ελιγμών είναι μεγαλύτερη από 500 m. Κατά τη χάραξη του δασικού δρόμου θα πρέπει να προσεχθεί ο σχεδιασμός των ελιγμών γιατί είναι μια δύσκολη κατασκευή και μπορεί να προκαλέσει προβλήματα διαβίωσης καθώς και αισθητικά προβλήματα.

δ) Ο δρόμος δε βρίσκεται κοντά στα όρια του δάσους.

ε) Τα εδάφη της περιοχής είναι σταθερά και δεν μπορεί να γίνει ολίσθηση, κατολίσθηση ή αστοχία στην κατασκευή πρανών.

στ) Το οπτικό πεδίο από το δασικό δρόμο αποτελείται κυρίως από μορφές βλάστησης που δίνουν έστω και περιορισμένη ποικιλία.

ζ) Ο δασικός δρόμος αποκρύπτεται από τον παρατηρητή καθώς ακολουθεί τη μορφολογία του εδάφους και δε δημιουργεί μεγάλα εκχώματα.

η) Στην κατασκευή του δασικού δρόμου χρησιμοποιήθηκαν υλικά και μέθοδοι οι οποίες ήταν φιλικές στο περιβάλλον έτσι ώστε η παρέμβασή μας να μην γίνεται έντονα αισθητή.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα προτείνονται:

1. Η διάνοιξη του δάσους με δρόμους και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον πρέπει να μελετώνται με συνδυασμό μεθόδων, τόσο της επίγειας ή κλασικής τοπογραφίας όσο και της φωτογραμμετρίας, καθώς και των σύγχρονων Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και δορυφορικών εικόνων (όπου υπάρχει ευκρίνεια) για την εξαγωγή αντικειμενικών συμπερασμάτων.

2. Θα πρέπει οι ειδικές τεχνικές προδιαγραφές από το Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Διεύθυνση Δασών για την σύνταξη Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για την αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος από την κατασκευή των δρόμων, να λαμβάνονται υπόψη πριν την κατασκευή στο στάδιο της μελέτης ή στη βελτίωση, μετά την κατασκευή σε ήδη υπάρχοντες δρόμους.

3. Βελτίωση των υπάρχοντων δρόμων κατά θέσεις για την αποκατάσταση της συμβατότητας με το δασικό οικοσύστημα.

4. Μέχρι σήμερα έχει επιτευχθεί η διάνοιξη στις χαμηλές περιοχές και συνεχίζεται σε ευαίσθητες ορεινές περιοχές. Καλόν είναι να διεξάγεται έτσι ώστε να συμβάλλει στην **δασοπονία πολλαπλών σκοπών** λόγω των συγχρόνων απαιτήσεων των πολιτών.

5. Οι δυνατότητες που προσφέρουν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές μπορούν να βοηθήσουν στην κατεύθυνση της εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και του ελέγχου της συμβατότητας με το περιβάλλον ενός έργου πριν εκτελεστεί, από την οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Βιβλιογραφία

- Becker, G. 1995. Walderschliessung aufdem Prüfstand. *AFZ* V. 9: 482-483.
 Doukas, K. and A. Akca. 1999. Umweltvertraeglichkeitspruefung dei der Waldershliessung in Griechenland. *Allgemeine Forst und Forst und*

Jagdzeitung. 170. Heft 3: 47-53.

- Δούκας, Α.-Κ. Γ. 2004. *Δασικές κατασκευές και Φυσικό περιβάλλον*. Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 247.
- Δρόσος, Β.Κ., Κ.Α. Παπασταύρου και Χ. Σταματίου. 2007. Περιβαλλοντικός χωροταξικός σχεδιασμός και ανάπτυξη ορεινής δασικής περιοχής. *Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του ΔΠΘ*. Σελ.: 387 – 412.
- 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.
- Τσώχος, Γ. 1997. *Περιβαλλοντική κατασκευή δρόμων*. Εκδόσεις Υπηρεσία δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου, Θεσσαλονίκη. Σελ. 18.

Impacts evaluation of constructed forest roads in the natural environment

V. C. Drosos, V. J. Giannoulas and A.-K. G. Doukas

Abstract

The opening up of forest region became up a few years ago with pure financial and technical criteria. In the past few year (afterwards 1980) they began to be included also the environmental criteria which aim at as much as possible more I drank intervention at the works of opening up of forest roads. For this aim they began to be drawn up environmental impact assessments with empiric as vaguely way that aim at as to moderate the requirements in the environment mainly from work of provincial road construction financed from the European Union. The impacts assessment is difficult if no impossible it becomes in money in the frames of known methods of decision-making as are the analysis of cost-profit and the analytic methods. The lack of practical specifications for the realisation of the above assessment seated difficult the control and the planning of forest technical works compatible with the environment. While a few years ago the collection of data that needed for the arrangement and the construction of works became with field measurements now with the swift growth of technology many from these data can collect with other digital methods and they process is much

faster with the help of computers. These data and their combination are complex, complicated and they require the use of Geographic Information Systems (G.I.S.), in order to they are valued and they are appraised for the finding of better economical-technical solution of included also environmental cost. Aim of present paper is the study of a forest road as for the way of mapping out, construction and its maintenance. The forest road was evaluated with special criteria and was found the compatibility factor as for the environment, that is to say how much it is adapted in the environment with the use of modern means and methods in order to have the minimum impacts in the environment.

Keywords: Geographic information systems, environmental impacts assessment, environmental criteria, natural environment.

Αποτύπωση μονοπατιών περιαστικού δάσους με τη χρήση του συστήματος GPS

**B. Κ. Δρόσος*, Σ.– Α. Γ. Λιάμπας, Χ. Κ. Σταματίου,
Ρ. Γιοβαννόπουλος και Δ. Ε. Φαρμάκης**

***Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας
και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, 68200, Ορεστιάδα.
E-mail: vdrosos@fmenr.duth.gr**

Περίληψη

Το περιβάλλον όπου διαβιεί ο σημερινός άνθρωπος, χαρακτηρίζεται από την απουσία φυσικών στοιχείων. Οι έντονες οικιστικές πιέσεις που δέχονται τα αστικά κέντρα τις τελευταίες δεκαετίες στη χώρα μας, είτε λόγω του μεγάλου αριθμού οικονομικών προσφύγων, είτε λόγω της στρεβλής οικονομικής ανάπτυξης που συντηρεί ένα έντονο κύμα αστυφιλίας, ανέδειξαν το μεπτόν σε κυρίαρχο στοιχείο των πόλεων με αποτέλεσμα να εξοβελιστεί το φυσικό περιβάλλον από τις πόλεις, διαταράσσοντας την αρμονική σχέση φύσης - ανθρώπου. Η χρήση του GPS, σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, σε σχέση με το κόστος του, μας οδήγησε πιο συγκεκριμένα στην έρευνα για την αξιοπιστία του μέσα στο ελληνικό δάσος και στην εξέταση της καταλληλότητάς του για την αποτύπωση δασικού μονοπατιού. Ο τύπος του GPS που είναι υπό έρευνα είναι το φορητό GPSmap 76CSx Garmin. Ο στόχος της παρούσης έρευνας είναι ο έλεγχος ακρίβειας της αποτύπωσης δασικού μονοπατιού στο περιαστικό δάσος με ένα σύγχρονο τοπογραφικό όργανο (GPS). Για την στατιστική ανάλυση οι τιμές του γεωδαιτικού σταθμού λήφθηκαν ως αληθινές. Τελικά η ακρίβεια των μετρήσεων, στην προαστιακή δασική περιοχή, με το GPS υπολογίστηκε, τα κατάλληλα αποτελέσματα εξήχθηκαν και οι σχετικές προτάσεις για την εφαρμογή του στα δάση υποδείχθηκαν. Από την επεξεργασία των στοιχείων προέκυψαν, ότι όταν το δάσος δεν είναι κλειστό ή η εκλεκτική διαθεσιμότητα είναι ανενεργή, η ακρίβεια μετρήσεων με το GPS κρίνεται ικανοποιητική.

Λέξεις κλειδιά: ακρίβεια, αποτύπωση, γεωδαιτικός σταθμός, GPS, περιαστικό μονοπάτι.

Εισαγωγή

Είναι σ' όλους γνωστό, ότι: η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, η αλόγιστη και η επαναλαμβανόμενη με έντονο ρυθμό επέμβαση του ανθρώ-

που στη φύση, ο προσδιορισμός νέων οικονομικών αξιών και η αδιάκοπη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος και τη διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας των δασικών οικοσυστημάτων, με δυσάρεστες συνέπειες ακόμα και για την ίδια την επιβίωση του ανθρώπου.

Η δραματική αυτή καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος άρχισε: με τη βιομηχανική επανάσταση, στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, την αστικοποίηση του πληθυσμού, την επέκταση των πόλεων με τη γρήγορη δημιουργία νέων οικισμών, βιομηχανικών περιοχών και την επέκταση και δημιουργία νέων συγκοινωνιακών δικτύων.

Το περιβάλλον όπου διαβίει ο σημερινός άνθρωπος, χαρακτηρίζεται από την απουσία φυσικών στοιχείων. Οι έντονες οικιστικές πιέσεις που δέχονται τα αστικά κέντρα τις τελευταίες δεκαετίες στη χώρα μας, είτε λόγω του μεγάλου αριθμού οικονομικών προσφύγων, είτε λόγω της στρεβλής οικονομικής ανάπτυξης που συντηρεί ένα έντονο κύμα αστυφιλίας, ανέδειξαν το μπετόν σε κυρίαρχο στοιχείο των πόλεων με αποτέλεσμα να εξοβελιστεί το φυσικό περιβάλλον από τις πόλεις, διαταράσσοντας την αρμονική σχέση φύσης – ανθρώπου (Δούκας, 2004).

Αυτή η απουσία του πρασίνου από το ανθρωπογενές περιβάλλον έχει αρνητικά αποτελέσματα σ' όλες τις εκφάνσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας. Θεωρείται σήμερα, με βάση πλήθος ερευνητικών δεδομένων, ότι βιώματα και εμπειρίες περιβάλλοντος κατά την προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία, επηρεάζουν σημαντικά τη μελλοντική συμπεριφορά του ατόμου σαν ενήλικα. Θεωρείται λοιπόν, ότι η απόκτηση ποικίλων και κυρίως ευχάριστων προσωπικών εμπειριών άμεσης επαφής με τη βλάστηση, οδηγεί σε αγάπη της φύσης και συμβάλλει θετικά στη διαμόρφωση περιβαλλοντικού ήθους. Δηλαδή στην ανάπτυξη της ικανότητας του ανθρώπου, να αναγνωρίζει την ανάγκη της αρμονικής συνύπαρξης με το φυσικό περιβάλλον καθώς και την ανάγκη για σεβασμό της κάθε μορφής ζωής στον πλανήτη (Δρόσος κ.ά., 2007).

Η παρουσία του αστικού πρασίνου επηρεάζει των άνθρωπο ψυχολογικά, πνευματικά, πολιτισμικά και εργασιακά. Πηγή, αιτία και πρόξενος της σημερινής κατάστασης και του αδιεξόδου που δημιουργήθηκε είναι η έλλειψη οικιστικής πολιτικής και σωστού πολεοδομικού σχεδίου.

Παρά τις συνεχείς διαταράξεις της αμφιμονοσήμαντης σχέσης «Δάσος – Άνθρωπος», ο δεύτερος πάντα ένοιωθε την ανάγκη να επιστρέψει έστω και για λίγο στο φυσικό περιβάλλον απ' όπου ξεκίνησε, και να βιώσει κάποιες απ' τις μοναδικές απολαύσεις, που συνέχεια και αφιλοκερδώς, απλό-

χερα του προσέφερε. Προς την κατεύθυνση της ικανοποίησης των περιβαλλοντικών του αναζητήσεων, τα περιαστικά δάση δείχνουν να αποτελούν μια ιδανική διέξοδο, αφού είναι προσβάσιμα στο μεγαλύτερο μέρος του αστικού πληθυσμού. Από τα παραπάνω καθίσταται προφανές, ότι η προσφορά της φύσης στον άνθρωπο εμφανίζει σήμερα μια συνεχή τάση μετακίνησης από τον τομέα της εκμετάλλευσης, κατά την παραγωγική διαδικασία, σ' αυτόν της παροχής ποιοτικών υπηρεσιών με ευρύτατο πλέον φάσμα αποδεκτών.

Τα δάση και οι δασικές εκτάσεις προσφέρονται ιδιαίτερα για την ικανοποίηση των αναγκών αναψυχής του σύγχρονου ανθρώπου. Η αναψυχή, που γίνεται μέσα στα δάση, ονομάζεται δασική αναψυχή, αποτελεί τμήμα της υπαίθριας αναψυχής και μπορεί να οριστεί σαν μια δραστηριότητα του ελεύθερου χρόνου, που γίνεται σε ένα δασικό περιβάλλον εθελοντικά και αβίαστα με σκοπό την ευχαρίστηση (Gregory, 1972). Εκείνο που προέχει είναι η εμπειρία που αποκτά το άτομο από τη δασική αναψυχή (Παπασταύρου και Μακρής, 1985).

Στην πλειοψηφία τους τα περιαστικά δάση διαχειρίζονται με βασικό στόχο την παροχή ποιοτικών αγαθών και υπηρεσιών στον άνθρωπο. Τέτοια αγαθά είναι το οξυγόνο, η προστασία από πλημμυρικά νερά, η μείωση της εδαφολογικής διάβρωσης, η ρύθμιση του μικροκλίματος της περιοχής, η συγκράτηση των ρύπων της ατμόσφαιρας, η αισθητική βελτίωση του τοπίου και η παροχή δυνατοτήτων αναψυχής.

Η συμβολή των περιαστικών δασών στην προσφορά αναψυχικών υπηρεσιών είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς γειτνιάζουν ή βρίσκονται σε μικρή απόσταση από τα αστικά κέντρα, δεχόμενα έτσι μεγάλο όγκο επισκεπτών για δασική αναψυχή. Εκεί μπορεί κανείς να απολαύσει την ομορφιά και τη γαλήνη του τοπίου, να νιώσει ψυχική ανάταση και να ασκηθεί ξεκουράζοντας σώμα και νου. Η αποτύπωση των περιαστικών δασών με όλα τα αντικείμενα που υπάρχουν μέσα σ' αυτά μπορεί να επιτευχθεί στις μέρες μας με τη βοήθεια του GPS.

Το GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM), είναι μια συσκευή που έχει ως λειτουργία να εντοπίζει το σημείο (γεωγραφικό στίγμα), όπου κι αν βρισκόμαστε πάνω στη Γη με μεγάλη ακρίβεια (έως και 5 μέτρα, ενώ για τους στρατιωτικούς και τους τοπογράφους, η απόκλισή του δεν υπερβαίνει τα μερικά εκατοστά). Σωστά υποστηρίζουν πολλοί ότι GPS είναι το πιο επαναστατικό όργανο προσανατολισμού που δημιουργήθηκε ποτέ, μετά την πυξίδα. Η λειτουργία του, βασίζεται σε σήματα που εκπέμπονται από ένα δίκτυο δορυφόρων, που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη Γη. Η μετάδοση πληροφοριών από κάθε δορυφόρο, για την ακριβή ώρα και θέση του, επι-

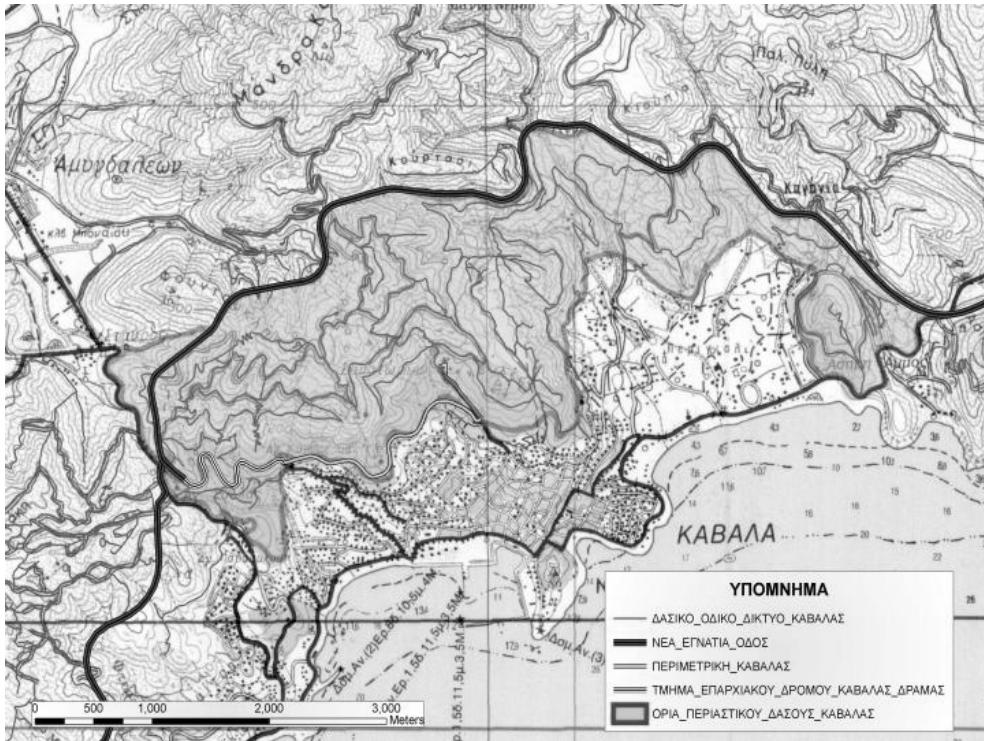
τρέπει σε έναν κατάλληλο δέκτη (συσκευή GPS) να υπολογίσει με τριγωνισμό τη δική του θέση, η οποία εμφανίζεται στην οθόνη του εκφρασμένη σε συντεταγμένες ενός συγκεκριμένου γεωδαιτικού συστήματος αναφοράς (Δρόσος, 2005). Μετά τη λήξη της επιλεκτικής διαθεσιμότητας βελτιώθηκε η ακρίβεια των μικρού κόστους G.P.S. (Γιαννίου, 2000, Resnik, 2002). Τα μικρά GPS είναι πιο εργονομικά στη δασική πράξη, συνδυάζονται και με πυξίδα και με αλτίμετρο και έτσι έχουν μια σίγουρη βασική ακρίβεια, όταν οι μετρήσεις γίνονται σε ανοικτό ουρανό και από εκεί οι διευθύνσεις μετρούνται με την πυξίδα σε σημεία κάτω από φύλλωμα (Gzaja et al., 2003, NWF, 2002). Η σύγχρονη τεχνολογία της πληροφορικής δίνει νέες δυνατότητες, γιατί συνδυάζει το γραφείο όπου επεξεργάζονται τα στοιχεία με τις υπαίθριες εργασίες, με τη βοήθεια ψηφιακών χαρτών και αμφίδρομης επικοινωνίας με υπολογιστές χειρός και G.P.S. (GPS GmbH, 2003, Heiderbauer, 2003).

Ο στόχος της παρούσης έρευνας είναι η αποτύπωση δασικού μονοπατιού σε περιασιακό δάσος και ο έλεγχος ακρίβειάς της με ένα σύγχρονο τοπογραφικό όργανο (GPS).

Μεθοδολογία

Περιοχή έρευνας

Στην πόλη της Καβάλας, το περιασιακό δάσος που περιβάλλει τον αστικό ιστό από τη βόρεια πλευρά του και εκτείνεται από την περιοχή του Αγίου Σίλα, μέχρι την περιοχή της Άσπρης Άμμου, μπορεί να αποτελέσει έναν άριστο προορισμό, ως προς τον τομέα των αναψυχικών αναγκών. Με τη μεγάλη δασική πυρκαγιά το καλοκαίρι του 1985 καταστράφηκε σχεδόν στο σύνολό του. Η Δασική Υπηρεσία με συνεχή και μεγάλα, ως προς τα οικονομικά μεγέθη έργα αναδασώσεων, αλλά και με την εθελοντική προσφορά, αποκατέστησε στο σύνολό της, την τεράστια αυτή οικολογική καταστροφή. Από τα στοιχεία ερευνητικής εργασίας, που πραγματοποιήθηκε από ομάδα σπουδαστών του Τμήματος Αρχιτεκτονικής Τοπίου ΤΕΙ Δράμας, για το περιασιακό δάσος Καβάλας διαπιστώθηκε ότι: το 75% των κατοίκων το επισκέπτεται συχνά. Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη επισκεψιμότητα είναι του Αγίου Σίλα και του Αγίου Παντελεήμονα. Οι δραστηριότητες των επισκεπτών, που προτιμούνται περισσότερο, είναι η πεζοπορία και η άθληση. Ενώ ο χρόνος που διαθέτουν οι επισκέπτες ανέρχεται σε δύο ώρες περίπου. Η περιοχή μελέτης αποτελεί το κεντρικό τμήμα του περιασιακού δάσους (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Περιοχή έρευνας.
Figure 1. Research area.

Από γεωλογικής άποψης τα πετρώματα που επικρατούν είναι οι γρανίτες και κατά δεύτερο λόγο τα κρυσταλλοσχιστώδη. Το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται από έντονο έως πολύ έντονο. Διάσπαρτες είναι επίσης πολλές απόκρημνες θέσεις, αλλά και βραχώδεις εξάρσεις. Ο προσανατολισμός είναι νοτιοανατολικός – νοτιοδυτικός, γεγονός που εξασφαλίζει προσήλιες θέσεις και προστασία, από τους ψυχρούς βόρειους άνεμους. Η περιοχή διαθέτει ένα αρκετά ανεπτυγμένο δασικό οδικό δίκτυο, που εξασφαλίζει την άμεση πρόσβαση, ακόμα και στα πιο απομακρυσμένα του σημεία.

Υλικά και Μέθοδος

Για την έρευνα και την επίτευξη των ερευνητικών στόχων που τέθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν:

Ψηφιακός χάρτης της περιοχής έρευνας (google earth). Η τελευταία διαχειριστική μελέτη του δάσους από την οποία αξιοποιήθηκαν στοιχεία ό-

πως τα υπάρχοντα δασοπονικά είδη κ.ά.

Επίσης για την εργασία χρησιμοποιήθηκαν όλες οι διαθέσιμες βιβλιογραφικές πηγές και συγκεντρώθηκαν στοιχεία από μετρήσεις πεδίου. Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των διαφόρων σημείων του μονοπατιού, οριζοντιογραφικά και υψομετρικά, ήταν ο γεωδαιτικός σταθμός Leica TC805/L. Για τη στατιστική ανάλυση οι τιμές του γεωδαιτικού σταθμού πάρθηκαν σαν αληθείς τιμές. Η αποτύπωση των ίδιων σημείων έγινε και με G.P.S. το GPSmap 76CSx της Garmin.

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

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

όπου:

μ_a = μέσο αριθμητικό σφάλμα.

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

(σφαλμάτων).

v_j = είναι μία από τις συντεταγμένες E, N και H 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:

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

όπου:

μ_t = μέσο τετραγωνικό σφάλμα.

$(v_j - vm_j)^2 = (E_t - E_G)^2$.

E_t = η αληθής συντεταγμένη από το γεωδαιτικό σταθμό.

E_G = η συντεταγμένη που μετρήθηκε με G.P.S.

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 $(L + \mu_M)$, $(L - \mu_M)$,

όπου: L = ο μέσος όρος της αληθούς τιμής X .

Αποτελέσματα

Από την έρευνα και μελέτη των στοιχείων κατά την απόδοση της περιοχής έρευνας, με G.P.S. και με γεωδαιτικό σταθμό, προέκυψαν, με βάση τη θεωρία των σφαλμάτων, τα στοιχεία που περιέχονται στον πίνακα I. Στο σχήμα 2 φαίνονται το υπάρχον μονοπάτι (με συνεχή γραμμή) και οι προτεινόμενες διαδρομές μονοπατιών (με τελείες και διακεκομμένη γραμμή) στο περιαστικό δάσος Καβάλας. Δύο από το δασαρχείο Καβάλας και δύο από τους συγγραφείς.

Πίνακας I. Ακρίβεια έρευνας.

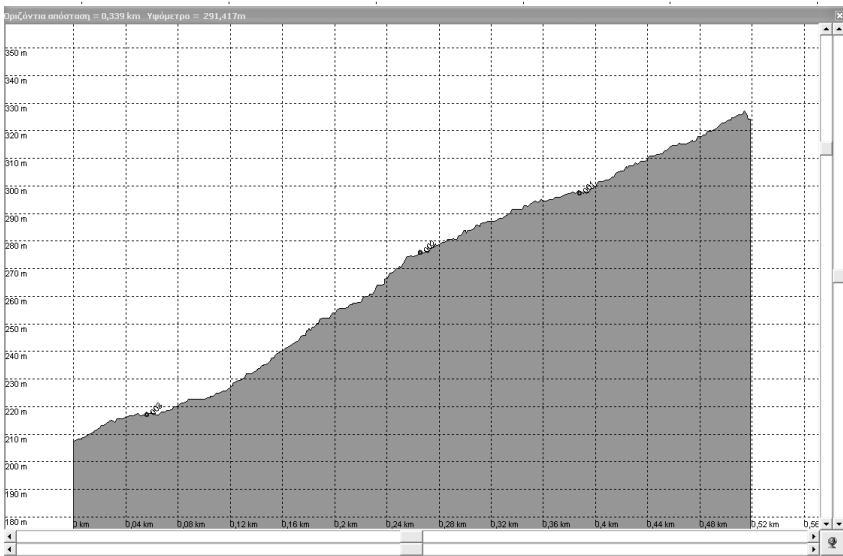
Table I. Research accuracy.

Μέθοδος αποτύπωσης της περιοχής έρευνας	Μέσο αριθμητικό σφάλμα μ_a m			Μέσο τετραγωνικό σφάλμα μ_τ m			Μέσο τετραγωνικό σφάλμα του μέσου ορού μ_M m		
	E	N	H	E	N	H	E	N	H
G.P.S.	1,718	4,121	4,986	1,345	6,670	6,923	0,456	1,034	1,134

Στο σχήμα 3 φαίνεται η κατά μήκος τομή του μονοπατιού που αποτυπώθηκε καθώς και οι 3 (τρεις) θέσεις στις οποίες προτείνονται δασικές κατασκευές για δασική αναψυχή.



Σχήμα 2. Αποτύπωση μονοπατιών.
Figure 2. Paths' surveying.



Σχήμα 3. Κατά μήκος τομή μονοπατιού.
Figure 3. Longitudinal profile of the path.

Συζήτηση

Με βάση την έρευνα και την επεξεργασία και αξιολόγηση των στοιχείων που προέρχονται από την αλληλεπίδραση της βλάστησης, την τοπογραφική διαμόρφωση, την προσπελασιμότητα, την ποικιλία και εναλλαγή του τοπίου, τα κριτήρια που πρέπει να διέπουν και να καθορίζουν τα έργα στην περιοχή έρευνας είναι τα εξής:

- Η αποφυγή παρεμβάσεων μη φιλικών, προς το οικοσύστημα της περιοχής, που δεν ταιριάζουν αισθητικά με τη φυσιογνωμία του τοπίου της.

- Η δυνατότητα επιλογής και χρήσης περισσοτέρων της μιας διαδρομής στην περιοχή.

- Η διαφοροποίηση και ποικιλία των τοπίων κατά μήκος κάθε διαδρομής.

- Η ανάδειξη όλων των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών, που μπορεί κανείς να θαυμάσει.

Στις κατάλληλες θέσεις που θα δημιουργηθούν θα φυτευτούν θαμνώδη και δενδρώδη φυτά από τη χλωρίδα της περιοχής, προσαρμοσμένα στις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος με παραλλαγές και αντιθέσεις στη μορφή, στο μέγεθος και στο χρώμα των φύλλων και λουλουδιών δημιουργώντας έτσι ένα δασικό περιβάλλον που θα εξασφαλίζει ευχάριστη παραμονή των επισκεπτών μέσα στο χώρο. Η απλότητα, η στερεότητα και η αντοχή των υλικών στο χρόνο, καθώς και η ευχέρεια, για την οικονομική συντήρηση των κατασκευών θα πρέπει να διέπουν τις δασικές κατασκευές.

Η διαδρομή που αποτυπώθηκε έχει μήκος 519 μέτρα. Η αφετηρία του βρίσκεται σε υψόμετρο 208 μέτρων και το σημείο τελικού προορισμού είναι η δασική θέση Σταυρός με υψόμετρο 328 μέτρα (Σχήμα 3). Η υψομετρική διαφορά αφετηρίας και τέλους διαδρομής είναι 120 μέτρα, με αποτέλεσμα οι κατά μήκος κλίσεις να είναι ισχυρές και το μονοπάτι να χαρακτηρίζεται ορειβατικό. Διέρχεται πάνω από απόκρημνες θέσεις, αλλά και κοντά από εντυπωσιακούς γεωλογικούς σχηματισμούς, που διαθέτουν μοναδική θέα. Στο τελικό σημείο δεσπόζει η παρουσία ενός μεγάλου φωτιζόμενου Σταυρού, που τη νύχτα απλώνει κατανυκτικά το φως του πάνω από την πόλη. Από τη συγκεκριμένη θέση, μπορεί κανείς να απολαύσει την πανοραμική θέα, προς την πόλη της Καβάλας, αλλά και το νησί της Θάσου.

Αν και το κόστος του έργου μπορεί να υπολογιστεί, οι ωφέλειες που θα προκύψουν είναι και πολλές καθώς δεν πρόκειται απλώς για τη δημιουργία ενός χώρου αναψυχής αλλά για υπόδειγμα απόκτησης περιβαλλοντικής συ-

νείδησης, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να εκτιμηθούν σε χρηματικές μονάδες.

Όσον αφορά την ακρίβεια, οι ακρίβειες που επιτυγχάνονται με το γεωδαιτικό σταθμό είναι πολύ καλές και ασύγκριτα μεγαλύτερες από οποιοδήποτε άλλο όργανο.

Η υψομέτρηση με G.P.S. παρουσιάζει μεγάλη ανακρίβεια (Πίνακας Ι) λόγω και της θέσης του δέκτη (Υψομετρικού σημείου) σε σχέση με τους δορυφόρους που όπως είναι φυσικό βλέπουν από πάνω και όχι κάτω από το δέκτη.

Με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα προτείνονται:

- Όταν αποτυπώνουμε αγρούς, δάσος ή δασικές εκτάσεις σε μικρή κλίμακα, καλό θα ήταν να υπάρχει μία συνεργασία μεταξύ G.P.S. και γεωδαιτικού σταθμού, με απώτερο σκοπό το καλύτερο οικονομικοτεχνικό αποτέλεσμα. Πρώτον έχουμε πιο σύντομη αποτύπωση της περιοχής γιατί υπάρχει αλληλοσυμπλήρωση και αλληλοβοήθεια μεταξύ των οργάνων άρα οικονομία χρόνου και εξόδων και δεύτερον μετά τα στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ένταξη σε γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), ως ψηφιακό αρχείο.

- Είναι γνωστό ότι η εφαρμογή του palmtop (Υπολογιστής παλάμης) με G.P.S. χειρός παρουσιάζει ιδιαιτερότητες στο δάσος και σε δασικές εκτάσεις, ενώ συγχρόνως η ανάγκη εφαρμογής σε τέτοιες εκτενείς εκτάσεις είναι πολύ αναγκαία. Απαιτείται ένα λογισμικό για P/C παλάμης, έτσι ώστε να μετατραπεί σε ένα ευπροσάρμοστο εργαλείο συλλογής δεδομένων, που απλοποιεί την απόκτηση, την οργάνωση και την επέκταση των εφαρμογών των υπηρεσιών αξιοποίησης της γεωγραφικής (οριζοντιογραφικής και υψομετρικής) θέσης. Η ευκολία κινητικότητας, η φιλική προς το χρήστη λειτουργία, η δυνατότητα χειρισμού υψηλού όγκου πληροφοριών και η δυνατότητα αναθεώρησης και ενημέρωσης στοιχείων οπουδήποτε και οποτεδήποτε, είναι απαραίτητα αποτελούν τα μεγάλα πλεονεκτήματά του.

- Η ανάπτυξη του λογισμικού τους, με την παράλληλη δυνατότητα ένδειξης των συντεταγμένων κατευθείαν σε ΕΓΣΑ '87, η αγορά τους σε προσιτές τιμές, θα επιφέρει ως αποτέλεσμα την αύξηση των εφαρμογών τους από τους γεωτεχνικούς.

- Η συνεχώς βελτιούμενη ακρίβεια των μετρήσεων σε συνδυασμό με κατάλληλα συστήματα λογισμικού ανάλυσης των παρατηρήσεων και με δυνατότητα μέτρησης χωρίς αμοιβαία ορατότητα των σημείων, με οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες, ημέρα και νύχτα, αποτελούν ένα εξαιρετικό εργαλείο για μια σειρά από γεωδυναμικές, γεωδαιτικές και τοπογραφικές εφαρ-

μογές:

- Η σχετικά μικρή ακρίβεια (1 έως 7 μέτρα) στο υψόμετρο (Πίνακας Ι) σε συνδυασμό με την προσιτή τιμή τους (περίπου 900 €), δεν είναι αποτρεπτική για τις περισσότερες εφαρμογές.

Αναφέρονται ενδεικτικά, μερικά πιθανά σενάρια υλοποίησης της συγκεκριμένης εφαρμογής στην πράξη, όπως η πλοήγηση δηλαδή η χρήση της εφαρμογής από έναν φυσιολάτρη που του αρέσει να πραγματοποιεί περιπάτους στην ύπαιθρο μέχρι την πλοήγηση πυροσβεστικών οχημάτων, ακόμη η χαρτογράφηση δασικών ή επαρχιακών δρόμων, ο έλεγχος των κτηματογραφήσεων του κτηματολογίου και των θεματικών χαρτών, η ενημέρωση βάσης δεδομένων. Οι γεωτεχνικές εφαρμογές αυτές από τις κατά τόπους υπηρεσίες έχουν ένα πεδίο σε έκταση όσο το 75 % της χώρας.

Βιβλιογραφία

- Γιαννίου, Μ. 2000. Τερματισμός της Επιλεκτικής Διαθεσιμότητας στο G.P.S. *ATM* 147: 46-55.
- Δούκας, Α.-Κ. Γ. 2004. *Δασικές κατασκευές και Φυσικό περιβάλλον*. Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 247.
- Δρόσος, Β.Κ. 2005. G.P.S. χειρός στις αποτυπώσεις δασικών και αγροτοδασικών περιοχών. Πρακτικά: *Νέες τεχνολογίες στην Τοπογραφία – Κτηματολόγιο*: 93 – 119.
- Δρόσος, Β.Κ., Δ.Ε. Φαρμάκης και Ρ.Αθ. Γιοβαννόπουλος. 2007. Ανάπλαση και Αξιοποίηση του Χώρου του Πρώην Στρατοπέδου Σταθάτου Νέας Ορεστιάδας. Πρακτικά: *Landscape Architecture and New Technologies*: 221 – 232.
- GPS GmbH. 2003. GPS-Handy für Wasser und Berge. *AVN* 8-9: 322.
- Gregory, G.R. 1972. *Forest Resource Economics*. The Roland Press Company, New York.
- Gzaja, Jens., Munchen & Marco Heurich. 2003. GPS für Waldinventur im Nationalpark Bayerischer Wald. *Forstzeitung* 10: 31-32.
- Heiderbauer, M. 2003. Aktuelle Forstdaten mit IT. *Frostzeitung* 4: 12.
- NWF NordWest-Funk GmbH. 2002. GPS mit Kompass und Höhenmesser. *AVN* 8-9: 320.
- Παπασταύρου, Α.Κ. και Κ.Ι. Μακρής. 1985. *Δασική Πολιτική (τεύχος Α')*. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου, Θεσσαλονίκη. Σελ. 47.
- Resnik, B. 2002. Praktische Untersuchungen zur Genauigkeit von

Surveying of suburban forest paths with the use of GPS system

**V. C. Drosos, S.– A. G. Liampas, Ch. C. Stamatiou,
R. Giannopoulos and D. E. Farmakis**

Abstract

The environment where the today's man lives is characterized by the absence of natural elements. The intense built-up pressures that accept the urban centres the last decades in our country, or because the big number of economic refugees, or because the perverse economic growth that maintains a intense wave of urbanism, revealed the concrete in sovereign element of cities so that the natural environment is eliminated from the cities, disturbing the harmonious relation between nature and man. The usage of G.P.S., in a wide range of applications, in relation with its cost, led us more concretely to the investigation of its reliability within the Greek forest and to the examination of its suitability for the forest path survey. The type of G.P.S. which is under investigation is the handheld and portable GPSmap 76CSx of Garmin. The aim of the present paper is the accuracy control of the forest path survey in suburban forest with a contemporary topographic instrument (G.P.S.). For the statistic analysis the values of the total station were taken as true. Finally the measurements accuracy, in the suburban forest area, with G.P.S. was calculated, the appropriate results were drawn and the relative suggestions for its forest application are indicated. From the computer data processing were resulted, that when the forest is not crown closed or the selective availability is out of service, the measurements accuracy with G.P.S. is judged as satisfactory.

Keywords: accuracy, G.P.S., suburban path, surveying, total station.

Γαλλικό κτηματολόγιο - ένα δυναμικό και αενάως εξελισσόμενο κτηματολόγιο

B. K. Δρόσος

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας
και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, 68200, Ορεστιάδα.
E-mail: vdrosos@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Το κτηματολόγιο απασχόλησε όλα τα κράτη του κόσμου σαν θεσμός οικονομικής και δημοσιονομικής πολιτικής. Δεν νοείται οικονομική ανάπτυξη μίας χώρας χωρίς χωροταξικό σχεδιασμό, κατανομή των μορφών χρήσεων της γης, διερεύνηση των δυνατοτήτων ανάπτυξης και αξιοποίησης των φυσικών πόρων και χωρίς, τέλος, τον έλεγχο των περιπτώσεων καταπάτησης δημοσίων εκτάσεων. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η παρουσίαση της ιστορικής εξέλιξης του θεσμού του κτηματολογίου στη Γαλλία και των βασικών αρχών που το διέπουν και να καταδειχθεί η συμβολή του ως ένας παράγοντας προόδου και ευημερίας. Η εφαρμογή του κτηματολογίου σε μία χώρα προσφέρει σημαντικά και άμεσα αποτελέσματα τόσο σε οικονομικά όσο και σε κοινωνικοπολιτικά ζητήματα. Επίσης αποτελεί ένα απαραίτητο εργαλείο για ορισμένα μέτρα και πολιτικές, συμβάλλει ουσιαστικά στην υποστήριξη άλλων και μακροπρόθεσμα βοηθά στην επίτευξη σημαντικών στόχων μίας κοινωνίας. Το κτηματολόγιο της Γαλλίας διαθέτει όλα τα πιο πάνω συστατικά τα οποία επεξεργάζεται και λειτουργεί καλά με σύγχρονα μέσα. Μέσα από τη μακρόχρονη λειτουργία του κατάφερε, προωθώντας νέες νομοθεσίες και προσαρμοζόμενο στις απαιτήσεις των καιρών αλλά και στις ανάγκες των πολιτών, να καλύψει ένα ευρύ φάσμα δημιουργικών δραστηριοτήτων και να καταστεί μία *δυναμική* υπηρεσία. Με το ρόλο που διαδραματίζει στα διάφορα κυβερνητικά έργα ανάπτυξης αλλά και με την ασφάλεια που προσφέρει σχετικά με την προστασία και περιφρούρηση των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας, δίκαια θεωρείται ως ένας από τους πιο βασικούς συντελεστές της προόδου και ευημερίας της χώρας και ως ήπια αποδοτική δημόσια επένδυση.

Λέξεις κλειδιά: Γαλλικό κτηματολόγιο, βασικές αρχές, πρόοδος, ευημερία.

Εισαγωγή

Ορισμοί

Το κτηματολόγιο απασχόλησε όλα τα κράτη του κόσμου ως θεσμός οι-

κοινωνικής και δημοσιονομικής πολιτικής. Δε νοείται οικονομική ανάπτυξη μίας χώρας χωρίς χωροταξικό σχεδιασμό, κατανομή των μορφών χρήσεων της γης, διερεύνηση των δυνατοτήτων ανάπτυξης και αξιοποίησης των φυσικών πόρων και χωρίς, τέλος, τον έλεγχο των περιπτώσεων καταπάτησης δημοσίων εκτάσεων.

Για την έννοια του κτηματολογίου έχουν δοθεί κατά καιρούς και από διάφορους πολλοί ορισμοί. Παρακάτω δίνονται μερικοί από αυτούς:

Οι Dowson και Sheppard (1952) σημειώνουν ότι ο διακριτός χαρακτήρας κάθε κτηματολογίου μπορεί να εκφρασθεί ως η σύζευξη μεταξύ:

- μίας τεχνικής καταγραφής της κατάτμησης της γης μέσα σε οποιαδήποτε δοσμένη περιοχή, που συνήθως αναπαρίσταται σε χάρτες κατάλληλης κλίμακας και

- μίας επίσης τεκμηριωμένης καταγραφής, είτε φορολογικής φύσης είτε ιδιοκτησιακής ή συνδυασμού και των δύο.

Σύμφωνα με τον Henssen (1995) κτηματολόγιο είναι:

Μια συστηματική δημόσια απογραφή των στοιχείων, τα οποία αφορούν τις ιδιοκτησίες μέσα σε κάποια χώρα η περιοχή, βασισμένη σε αποτύπωση των ορίων τους. Οι εξωτερικές γραμμές των ιδιοκτησιών και οι κτηματολογικοί αριθμοί εμφανίζονται σε χάρτες μεγάλης κλίμακας, οι οποίοι σε συνδυασμό με περιγραφικές καταγραφές, αποδίδουν για κάθε διακριτή ιδιοκτησία τη μορφή, το μέγεθος, την αξία και τα νομικά δικαιώματα τα οποία ασκούνται σε κάθε γεωτεμάχιο. Το κτηματολόγιο απαντά στα ερωτήματα που βρίσκεται ένα γεωτεμάχιο και πόσο είναι.

Σύμφωνα με τους Dale και John McLaughlin (1986) κτηματολόγιο είναι:

Μία καταγραφή δικαιωμάτων που ασκούνται στη γη, που περιλαμβάνει τόσο τη φύση, όσο και την έκταση αυτών των δικαιωμάτων. Έτσι το κτηματολόγιο περιλαμβάνει δύο βασικά στοιχεία: τον αδιαμφισβήτητο προσδιορισμό κάθε γεωτεμαχίου και τη σχετική καταγραφή των πληροφοριών για κάθε γεωτεμάχιο.

Η διεθνής ομοσπονδία των τοπογράφων (Federation Internationale des Geometres ~ FIG) (www.fig.org) έδωσε ένα πιο ολοκληρωμένο ορισμό (Greenway, 2000):

Το κτηματολόγιο είναι ένα ενήμερο σύστημα πληροφοριών γης βασισμένο στα γεωτεμάχια, που περιέχει μια καταγραφή των δικαιωμάτων στη γη (π.χ. δικαιώματα, περιορισμοί). Συνήθως περιλαμβάνει μια γεωμετρική περιγραφή των γεωτεμαχίων συνδεδεμένη με άλλες καταγραφές, οι οποίες περιγράφουν τη φύση, τον έλεγχο των δικαιωμάτων, και συχνά την αξία του

γεωτεμαχίου και τις κατασκευές του.

Σύμφωνα με τα πορίσματα μιας ομάδας εργασίας της επιτροπής 7 FIG, η οποία συστάθηκε για να μελετήσει τις τάσεις και τις προοπτικές του Κτηματολογίου και μια πρόβλεψη για τη μορφή που θα έχει το Κτηματολόγιο το 2014 έχει δοθεί ο παρακάτω ορισμός για το Κτηματολόγιο 2014:

Το Κτηματολόγιο είναι μια μεθοδική δημόσια απογραφή των δεδομένων, που αφορούν όλα τα νομικά προσδιορισμένα αντικείμενα γης (legal land objects) σε κάποια χώρα ή περιοχή, η οποία βασίζεται σε μια αποτύπωση των ορίων τους. Αυτά καθορίζονται είτε με βάση το ιδιωτικό είτε το δημόσιο δίκαιο. Οι εξωτερικές γραμμές των ιδιοκτησιών, ο κωδικός αριθμός προσδιορισμού τους ταυτόχρονα με περιγραφικά δεδομένα, πρέπει να αποδίδουν για κάθε ξεχωριστό αντικείμενο τη φύση, το μέγεθος, την αξία και τα νομικά δικαιώματα ή τους περιορισμούς, οι οποίοι αφορούν το συγκεκριμένο αντικείμενο. Επιπλέον της περιγραφικής πληροφορίας που καθορίζει τα αντικείμενα, το Κτηματολόγιο 2014 περιέχει τις επίσημες εγγραφές των δικαιωμάτων, που ασκούνται στα αντικείμενα. Το Κτηματολόγιο 2014 μπορεί να δίνει απαντήσεις στις ερωτήσεις πού και πόσο, πώς και ποιος (Hawerk, 1995, Kaufmann and Steudler, 1998).

Ιστορική αναδρομή

Ο θεσμός του Κτηματολογίου δεν είναι σημερινή υπόθεση αλλά άρχισε να εφαρμόζεται στον πλανήτη μας πριν από 4.500 χρόνια περίπου με τα μέσα και τις μεθόδους που υπήρχαν κάθε φορά σε συνδυασμό πάντα με την κυρίαρχη πολιτική της αντίστοιχης περιόδου (Δρόσος, 2000).

Με αναλυτική αποτύπωση των εκμεταλλεύσεων γης σε όλη την επικράτεια ο Λουδοβίκος ο ΣΤ΄ φρόντισε για την πρώτη μέτρηση και εκτίμηση της γης της Γαλλίας το 1115 μ.Χ.

Η ιστορία των εγγραφών γης της Γαλλίας μας οδηγεί πίσω στα Ρωμαϊκά χρόνια, όμως άξιο μνημόνευσης είναι ότι οι Γάλλοι από το 1741, επί Καρόλου του Η΄, επιχείρησαν τον καταρτισμό κτηματολογίου, μόλις για το 1/4 της χώρας.

Ορισμένες περιοχές της Νότιας Γαλλίας είχαν ένα τύπο εγγραφών για φορολογικούς σκοπούς πριν το τέλος του 17ου αιώνα. Πολλές προσπάθειες έγιναν το 17^ο και 18^ο αιώνα για τη σύνταξη ενός Εθνικού Κτηματολογίου ως μέρος στερέωσης της μοναρχικής εξουσίας, αλλά δεν είχαν μόνιμα αποτελέσματα.

Ο Φρανσουά - Νοέλ «Γράκχος» Μπαμπέφ (Francois - Noel "Grac-

chus" Babeuf, Σαιν Κουεντίν 23 Νοεμβρίου 1760 – Παρίσι 27 Μαΐου 1797). Γάλλος επαναστάτης, αρχικά Ιακωβίνος και μετά ουτοπιστής – σοσιαλιστής, θεμελιωτής του επαναστατικού Σοσιαλισμού του 19ου αιώνα, ιδρυτής μέσα σε αυτόν της συγκεκριμένης ιδεολογικής τάσης του «Μπαμπεφισμού» ("Babouvisme"), πού διεκδίκησε την κατάργηση της ατομικής ιδιοκτησίας και την πλήρη πολιτική και οικονομική ισότητα όλων των πολιτών, γι' αυτό και ο ίδιος αποκλήθηκε μετά θάνατον «Προμηθέας του Προλεταριάτου» (Advielle, 1995, Βαχ, 1911, Fournière, 1904, Ρασσιάς, 2007).

Το 1784 μετακόμισε οικογενειακώς στο Ροϊ (Roie), όπου βρήκε μία πολύ καλή και οικονομικά αποδοτική εργασία, ως κλητήρας του κτηματολογίου, μέχρι το 1789 που ξέσπασε η Γαλλική Επανάσταση. Το 1787 συνέγραψε το πρώτο κείμενό του με τίτλο «Διαρκές Κτηματολόγιο», που το εξέδωσε, καθώς και την μπροσούρα "La nouvelle distinction des ordres par M. de Mirabeau", το 1790 στο Παρίσι με τον τίτλο "Cadastre perpetuel, dedie a l'assemblee nationale, l'an 1789 et le premier de la liberte francaise", μέσα στην ταραγμένη ατμόσφαιρα της Γαλλικής Επανάστασης, όπου είχε παρακολουθήσει από κοντά την κατάληψη και κατεδάφιση της Βαστίλης και την δράση των «Αβράκωτων» ή «Σανκιλότ».

Τον Μάρτιο του 1791 πάντως, διορίστηκε εντεταλμένος για την καταγραφή της εθνικής περιουσίας ("biens nationaux") στο Ροϊ, αλλά μετά από μερικούς μήνες διώχθηκε και από εκεί επειδή προπαγάνδιζε την ανάγκη διανομής των αμφίβολης ιδιοκτησίας χωραφιών και γενικά απέκτησε πάμπολλους εχθρούς λόγω της αδιαλλαξίας του σε ζητήματα κοινωνικής δικαιοσύνης (Advielle, 1995, Βαχ, 1911, Fournière, 1904, Ρασσιάς, 2007).

Το 1791 η Γαλλική Εθνοσυνέλευση ψήφισε ένα νόμο για τη σύνταξη του Κτηματολογίου βασισμένου σε Κτηματολογικές αποτυπώσεις. Ο νόμος προέβλεπε ότι η αποτύπωση θα βασισθεί σε τριγωνισμό και ότι θα προσδιορισθεί το όριο κάθε κοινότητας και γεωτεμαχίου. Τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα και η χρήση κάθε γεωτεμαχίου θα εξακριβωνόταν επίσης. Οι κτηματολογικοί χάρτες οι οποίοι ονομάστηκαν parcellaires, σχεδιάστηκαν γενικά σε κλίμακα 1:2000. Χάρτες οδηγίοι σε κλίμακα 1:10000 δημοσιεύθηκαν για κάθε κοινότητα. Οι εξωτερικές γραμμές των λεπτομερέστερων χαρτών περιλήφθησαν στον χάρτη οδηγό. Η Γαλλία έγινε έτσι ο κύριος εκφραστής των κτηματολογικών αποτυπώσεων σ' αυτή τη χρονική περίοδο. Ο πρώτος διευθυντής του γραφείου του Κτηματολογίου ήταν ο Βαρόνος Gaspard – Marie RICHE (1755 – 1839), προϊστάμενος μηχανικός των γεφυρών και των οδοστρωμάτων. Η επανάσταση του 1789 εξέδωσε το διάταγμα της 23/9/1792, όπου ρύθμιζε τον τρόπο της εκτέλεσης του Γαλλικού Κτηματο-

λογίου. Ξεκίνησε τότε η δημιουργία ενός εθνικού συστήματος εγγραφών γης, για την προστασία της κτηματικής πίστης και έτσι θεσμοποιήθηκε ότι στο μέλλον όλα τα συμβόλαια αγοραπωλησιών και οι υποθήκες θα έπρεπε να εγγράφονται σε ένα δημόσιο μητρώο (αρχείο). Τότε για πρώτη φορά θεσπίστηκε εργασία επιστημονική και καταρτισμός κτηματικού χάρτη της χώρας, βασιζόμενος σε τριγωνομετρικό δίκτυο.

Η οργάνωση όμως ενός Εθνικού Κτηματολογίου δεν είχε αρχίσει σοβαρά ώσπου ο Ναπολέων, το 1807, διόρισε μια επιτροπή της οποίας Πρόεδρος ήταν ο μαθηματικός *DELAMBRE*, ο οποίος αναλαμβάνει με μία επιτροπή 10 μελών να βάλει εμπρός το έργο του τμηματικού κτηματολογίου. Η επιτροπή κατάρτισε ένα σχέδιο που εγκρίθηκε από το Ναπολέοντα στις 27 Ιανουαρίου 1808 και άρχισε τις εργασίες της στην ύπαιθρο αργότερα τον ίδιο χρόνο.

Όσον αφορά πιο συγκεκριμένα το κτηματολόγιο, ο Βαρόνος Gaspard – Marie RICHE έχει ευρείες φιλοδοξίες και πρότεινε ένα πρόγραμμα 8 σημείων πολύ νεωτεριστικό για την εποχή. Ακόμα δημιουργεί στα 1795 το σχολείο των γεωγράφων του κτηματολογίου, το οποίο έχει σαν σκοπό να διαμορφώσει μηχανικούς που θα πληρώνονται από το Κράτος, οι οποίοι θα έχουν ως αποστολή να εργαστούν στο Κτηματολόγιο. Κατά τη διάρκεια των οικονομικών μεταρρυθμίσεων του καταλόγου των ετών 1797 και 1798, το τεχνικό μέρος του κτηματολογίου έχει περάσει σχεδόν στην απραξία. Στα 1801, το γραφείο του κτηματολογίου καταστέλλεται. Τα σχολεία της γεωγραφίας του κτηματολογίου κλείνουν επίσης στα 1801 στο όφελος της υποθέσης του πολέμου.

Το έργο του γραφείου του κτηματολογίου πέρα από τα τριγωνομετρικά σημεία, δεν έχει να επιδείξει τίποτε άλλο και δεν είχε επεκταθεί πέρα από τα όρια του ποταμού Σηκουάνα. Φαίνεται επίσης ότι το τέλος του γραφείου του κτηματολογίου σημείωσε ένα σοβαρό πλήγμα στην σταδιοδρομία του Βαρόνου Gaspard – Marie RICHE.

«Τα ημίμετρα κάνουν πάντα να χάνονται χρόνος και χρήμα. Το μόνο μέσο για να βγούμε από την αμηχανία είναι να προβούμε αμέσως στη γενική απαρίθμηση των γαιών, μέσα σε όλη την έκταση της αυτοκρατορίας, με τη χωρομέτρηση και την αξιολόγηση μίας νέας χάραξης της ιδιοκτησίας. Ένα καλό τμηματικό κτηματολόγιο θα είναι η συμπλήρωση του κώδικά μου, όσον αφορά την κατοχή της ιδιοκτησίας. Τα πλάνα είναι αρκετά ακριβή και αρκετά αναπτυγμένα για να εξυπηρετήσουν και να καθορίσουν τα όρια της ιδιοκτησίας και να αποτρέψουν τις δίκες». Με αυτές τις δηλώσεις τον Ιούλιο 1807 ο αυτοκράτορας Ναπολέων δηλώνει στον Υπουργό του Mollien,

την πρόθεσή του αλλά και τη θέλησή του για τη δημιουργία ενός τμηματικού κτηματολογίου. Ο αυτοκράτορας τοποθετεί αμέσως τον πήχη πολύ ψηλά: το κτηματολόγιο πρέπει να είναι η συμπλήρωση του αστικού κώδικα και πρέπει να αποτελέσει την εγγύηση της ατομικής ιδιοκτησίας. Αυτό το κτηματολόγιο ονομάζεται τμηματικό, ή Ναπολεόντιο (Napoléonien), ή παλαιό κτηματολόγιο. Μέσα σε αυτό το τμηματικό κτηματολόγιο, δε γίνεται διάκριση πια ανάμεσα στα εδάφη, μόνο σύμφωνα με τη φύση της καλλιέργειάς τους, αλλά λαμβάνει υπόψη το πρόσωπο των ιδιοκτητών μέσα στην τμηματική μέτρηση. Στα 1809, η Γαλλία διαιρείται στα δώδεκα κτηματολογικά τμήματα που διευθύνονται καθένα από έναν γενικό επιθεωρητή του κτηματολογίου (Υπουργική οδηγία / 28 Φεβρουαρίου 1809). Το Μάιο του 1810, ο Υπουργός των Οικονομικών Gaudin προβαίνει στην απογραφή όλων των κειμένων σχετικά με την κτηματολογική επερώτηση από τους δώδεκα γενικούς επιθεωρητές του, και θα οδηγήσει στη σύνταξη ενός γνήσιου κτηματολογικού κώδικα στα 1811 με τίτλο: «Συστηματική σύννοψη των νόμων, διαταγμάτων, κανονισμών, οδηγιών και των αποφάσεων» και ήταν το πρώτο Γαλλικό Εγχειρίδιο Κτηματολογικής πρακτικής.

Οι νόμοι της 15-9-1807, της 3 Ιουλίου 1821 και τέλος της 15 Μαρτίου 1827 ρύθμισαν τελικά τις διάφορες εργασίες του κτηματολογίου και άρχισε ο κτηματικός χάρτης να παριστάνει το καθένα από το νόμο καθορισμένα εδαφικά στοιχεία (parcelle). Η κλίμακα ήταν συνήθως 1: 5000, ειδικά σε λεπτομέρειες 1: 2500 ή 1: 2250 και η κλίμακα των γενικών χαρτών 1: 10000 ή 1: 20000.

Το Γαλλικό Εθνικό Κτηματολόγιο συμπληρώθηκε το 1850 και η δαπάνη του υπολογίστηκε στα 160 εκατ. χρυσά φράγκα (1807-1850), αλλά το κατόρθωμα αυτό άρχισε να φθείρεται από την έλλειψη μηχανισμού τήρησης των κτηματικών χαρτών. Δηλαδή δεν είχε ληφθεί πρόνοια για την μεταφορά των τυχόν αλλαγών στους κτηματικούς χάρτες αν και οι αλλαγές αυτές σημειώνονταν κάθε χρόνο με την αναθεώρηση των καταλόγων των ιδιοκτητών και των γεωτεμαχίων.

Το αποτέλεσμα της παράλειψης αυτής δεν ήταν άμεσα αισθητό με τις λίγες αλλαγές που σημειώνονταν στα όρια των ιδιοκτησιών. Ο ερχομός όμως του σιδηρόδρομου προκάλεσε γρήγορες και θεμελιώδεις αλλαγές στην αγροτική ζωή μεταβάλλοντας τις ιδιοκτησίες από εκεί που περνούσε και έτσι έγινε η κτηματολογική αναθεώρηση κατεπείγουσα ανάγκη.

Έτσι λόγω της παραπάνω άδηλης ανάγκης καταλήγουμε σε έναν νόμο το 1850 που έδινε αρμοδιότητα στις κατά τόπους κοινότητες να ανανεώσουν τις κτηματικές εγγραφές, όμως το κόστος της ανανέωσης θα βάρυνε

αυτές και κάτω από το δυσβάστακτο αυτό φορτίο ο νόμος κατέστη ανενεργός.

Τόσο από την αποτυχία τήρησης του Ναπολεόντειου Κτηματολογίου όσο και η αποτυχία του νόμου του 1850 εξήχθηκαν δύο πολύ χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για το Γαλλικό Κτηματολόγιο όσο και για το Κτηματολόγιο σε όλο τον κόσμο γενικά.

α) Ότι πρέπει να υπάρχει ως αναγκαία και ικανή προϋπόθεση μηχανισμός τήρησης των κτηματολογικών εγγραφών με την αρχή της σύνταξης του κτηματολογίου.

β) Εφόσον αυτός ο μηχανισμός τήρησης κτηματολογικών εγγραφών δεν υπάρχει από την αρχή τότε το κόστος διόρθωσης των τυχόν λαθών θα πρέπει να επιβαρύνει την κεντρική εξουσία και όχι τις κοινότητες.

Απόπειρες που έγιναν στη δεκαετία του 1870 για αναθεώρηση των κτηματολογικών εγγραφών απέβησαν άκαρπες για τους παρακάτω λόγους:

α) Η δαπάνη αναθεώρησης το 1876 υπολογίσθηκε στα 250 εκατ. φράγκα.

β) Η τήρηση του κτηματολογικού χάρτη σε ενημερότητα υπολογιζόταν ότι θα επιβάρυνε τον προϋπολογισμό με 10 εκατ. φράγκα ετησίως.

Για μία εικοσαετία υπήρξε μεγάλη αύξηση των δικαστικών διενέξεων, ειδικά στα όρια, που έδωσε ένα καίριο χτύπημα στην κτηματική πίστη. Αν και τα δικαστήρια εκεί που το επέτρεπαν οι συνθήκες θα μπορούσαν να στηριχθούν σε κτηματολογικές εγγραφές, δεν το έκαναν όμως ως επί το πλείστον και έτσι αυξανόταν συνεχώς η διαφορά μεταξύ των κτηματολογικών εγγραφών και της πραγματικής κατάστασης στο έδαφος, πράγμα που οδήγησε τα δικαστήρια στην άρνηση οποιασδήποτε νομικής σημασίας των κτηματολογικών εγγραφών.

Αυτή η πολύ δυσάρεστη κατάσταση οδήγησε τον Υπουργό Οικονομικών το 1891 στη σύσταση μίας πολυπληθούς επιτροπής αποτελούμενης από εβδομήντα έξι (76) πρόσωπα με την εντολή να μελετήσουν την όλη κατάσταση όπως διαμορφώθηκε από το 1850 που ολοκληρώθηκε το Εθνικό Κτηματολόγιο έως τότε και να υποβάλλουν προτάσεις για την κτηματολογική αναθεώρηση.

Επειδή η επιτροπή, λόγω του πλήθους της και του όγκου της δουλειάς που είχε να φέρει σε πέρας, καθυστέρησε να υποβάλλει πόρισμα και λόγω της αδήλωτης ανάγκης για την αναθεώρηση των κτηματολογικών εγγραφών, που σε ορισμένες κοινότητες ήταν ηλικίας άνω των 100 ετών, το γαλλικό κοινοβούλιο ψήφισε νέο νόμο περί κτηματολογίου το 1898, με κύριο αντικείμενο να καταστήσει τις κοινότητες ικανές να ανανεώσουν τις κτημα-

τολογικές εγγραφές. Ο νόμος αυτός δεν ακύρωνε το νόμο του 1850 για το κτηματολόγιο αλλά άλλαζε τον τρόπο επιβάρυνσης του οικονομικού κόστους της αναθεώρησης ως εξής:

20% θα συνεισέφεραν οι κοινότητες και

80% το αναλάμβαναν εξίσου η Κεντρική Κυβέρνηση και η Νομαρχία στην οποία υπάγονταν η Κοινότητα.

Παρά τον ενθουσιασμό με τον οποίο είχε ψηφισθεί ο Ν. του 1895 απέτυχε για τρεις λόγους:

- Η αναθεώρηση δεν ήταν αναγκαστική.

- Ο νόμος είχε πεδίο εφαρμογής στις κοινότητες όπου οι εγγραφές ήταν ηλικίας τριάντα ετών και πάνω και

- Η εξουσιοδότηση της Πολιτείας για αναθεώρηση ήταν μικρή σε έκταση.

Η επιτροπή που συστήθηκε το 1891 ύστερα από εμπειριστατωμένη έρευνα και παρατήρηση εμφάνισε μία μάζα από στατιστικές. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας βρέθηκε ότι το 1899 υπήρχαν περίπου 62 εκατομμύρια ιδιοκτησίες και με βάση την οριοσήμανση που υπήρχε είχαμε την παρακάτω κατάσταση:

25% περικλειόταν από φυσικά όρια, όπως τοίχοι, φράχτες κ.ά.

31% ήταν οριοσημασμένες με ορόσημα (πολλά εκ των οποίων είχαν καταστραφεί).

44% χωρίς οριοσήμανση.

Η επιτροπή υπόβαλε το πόρισμά της στις 16 Μαρτίου 1905 με την ομόφωνη σύσταση για εκσυγχρονισμό του Γαλλικού Κτηματολογίου και την στήριξή του στα μητρώα τίτλων, αλλά η δαπάνη, που προϋπολογίσθηκε στα 300 εκατ. φράγκα απεθάρρυνε τη Γαλλική κυβέρνηση από το εγχείρημα αυτό.

Μετά το 2ο παγκόσμιο πόλεμο, οι οικονομολόγοι χρειάζονταν αξιόπιστες πληροφορίες για τις υπάρχουσες χρήσεις γης, γι' αυτό το πόρισμα της επιτροπής που αναφέρεται παραπάνω (1891-1905) έγινε αντικείμενο πιο προσεκτικού ελέγχου και τέθηκε μερικώς σε εφαρμογή με το Διάταγμα της 30 Απριλίου του 1955. Έτσι έγινε το βήμα που διευκόλυνε τη μετατροπή του Γαλλικού κτηματολογικού συστήματος σε παρόμοιο σύστημα με το Γερμανικό. Το βήμα αυτό ήταν ότι για να αναγνωρισθεί ένα γεωτεμάχιο που είναι γραμμένο στα μητρώα συμβολαίων του Υποθηκοφυλακείου έπρεπε να αναφέρεται σε σχέση με το αναθεωρημένο Κτηματολόγιο (Simpson, 1988).

Η τωρινή οργάνωση του Γαλλικού κτηματολογίου

Η τωρινή διάρθρωση του Γαλλικού Κτηματολογίου οφείλει την ύπαρξή της στο νόμο της 17 Δεκεμβρίου 1941.

Τότε έγινε η ενοποίηση του μηχανισμού του κτηματολογίου σε ένα αυτόνομο τμήμα, υπό την εποπτεία του Γενικού Διευθυντή φορολογίας που είναι άμεσα υπόλογος και υπεύθυνος στον εκάστοτε Υπουργό Οικονομικών.

Από τις πέντε ξεχωριστές τεχνικές υπηρεσίες που έχει υπό την εποπτεία του ο Γενικός Διευθυντής η πιο σημαντική και άξια αναφοράς είναι η Υπηρεσία γης και ιδιοκτησιών, κάτω από την οποία είναι η Υποδιεύθυνση Κτηματολογίου και εγγραφών γης, που διοικείται από τον Βοηθό Γενικό Διευθυντή που είναι ο επικεφαλής του κτηματολογίου.

Ο Βοηθός Γενικός Διευθυντής έχει στην ευθύνη του πέντε ξεχωριστά υποτμήματα.

Τα τρία πρώτα παρέχουν τεχνική υποστήριξη στη σύνταξη του Εθνικού Κτηματολογίου.

Το τέταρτο παρέχει υποστήριξη στις παρακάτω δραστηριότητες:

- 1) Τη τεκμηρίωση και τις δημόσιες εγγραφές.
- 2) Την εκπαίδευση του κτηματολογικού επιτελείου και
- 3) Τη παραγωγή τοπογραφικών χαρτών.

Για λόγους ευκολίας στη συνεννόηση και εργονομίας για τον σκοπό του κτηματολογίου, κάθε γαλλική επαρχία διαιρείται σε ένα αριθμό - συνήθως τριών - κτηματικών περιοχών εκ των οποίων η κάθε μία περιλαμβάνει ένα ορισμένο αριθμό κοινοτήτων.

Για την εκπόνηση του κτηματολογίου στη Γαλλία καθώς και για την αναθεώρηση ή ανανέωσή του χρησιμοποιούνται τόσο ιδιώτες τοπογράφοι όσο και δημόσιοι υπάλληλοι τοπογράφοι, ιδέα και συνήθεια πολύ διαδεδομένη στην Ηπειρωτική Ευρώπη.

Σημαντικό μειονέκτημα θεωρείται επίσης η έλλειψη κτηματικών χαρτών απαραίτητο συμπλήρωμα των κτηματικών βιβλίων και πινάκων.

Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος έχει παρατηρηθεί ότι πραγματοποιείται μια στροφή μετατροπής του συστήματος μεταγραφών και υποθηκών σε σύστημα κτηματικών βιβλίων.

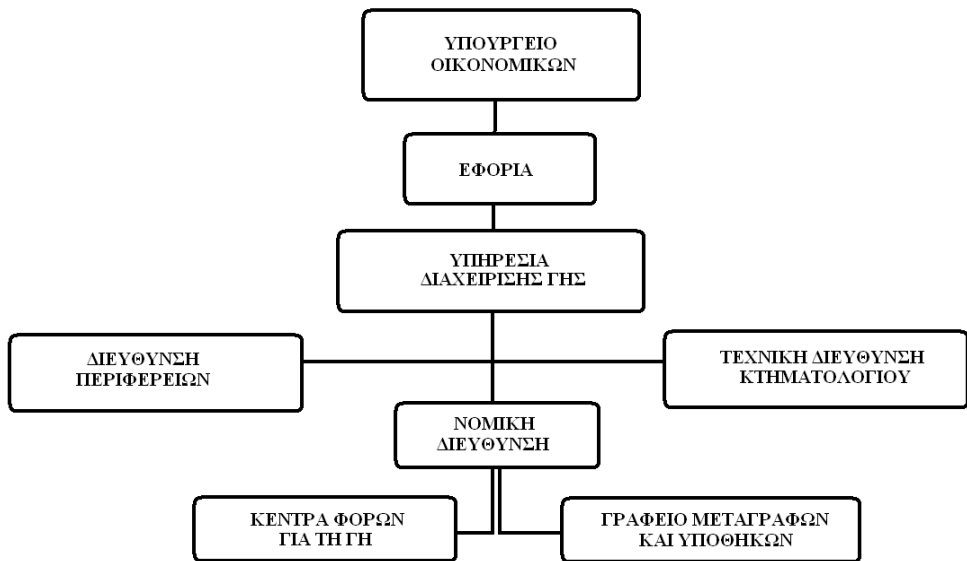
Το γαλλικό κτηματολόγιο σήμερα βρίσκεται σε κατάσταση επανάκαμψης. Αυτή την στιγμή είναι ένα μεγάλο έργο το οποίο όντας δεσμευμένο εδώ και μία δεκαετία προχωρώντας με γρήγορους ρυθμούς θα ολοκληρωθεί μέσα στα χρόνια που έρχονται. Η σχετική βραδύτητα, που παρουσιάζει αυ-

τή την στιγμή το έργο στην επεξεργασία στοιχείων εξηγείται εν μέρει από το εύρος και τη μάζα των δεδομένων που ψηφιοποιούνται.

Στο τέλος του 2003 το γαλλικό κτηματολόγιο ήταν συμβουλευτικό άμεσα από το διαδίκτυο. Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται η σημερινή δομή του Γαλλικού Κτηματολογίου.

Βασικές αρχές του Γαλλικού συστήματος

- Σ' όλη τη Γαλλία υπάρχουν πολλά γραφεία εγγραφών συμβολαίων, που ονομάζονται γραφεία υποθηκών και στα οποία με βάση την **Αρχή της χρονικής προτεραιότητας** εγγράφονται στο Βιβλίο Εγγραφών όλα τα συμβόλαια και κάθε υποθήκη για δανειοδότηση και σχετικές δικαιοπραξίες όπως κατάσχεση, διεκδίκηση κ.ά ανάλογα με το χρόνο υποβολής της σχετικής αίτησης.



Σχήμα 1. Σημερινή δομή του Γαλλικού Κτηματολογίου.

Figure 1. Today's structure of France Cadastre.

- Τα μητρώα των γραφείων υποθηκών δεν είναι ανοικτά σε επιθεώρηση από το κοινό, αλλά κάθε ενδιαφερόμενος έναντι κατάλληλου τιμήματος, μπορεί να αποκτήσει αντίγραφο οποιουδήποτε γραπτού ντοκουμέντου, βά-

ση της **Αρχής της Δημοσιότητας**.

- Ο συμβολαιογράφος είναι υπεύθυνος για τη μεταγραφή στα Βιβλία Μεταγραφών, **Αρχή της Μεταγραφής ή της διασφάλισης της δημόσιας πίστης**, κάθε μεταβολή - με δικαιοπραξία - του νομικού καθεστώτος κάποιου ακινήτου (σύσταση, μεταβίβαση, αλλοίωση και κατάργηση εμπράγματος δικαιώματος).

- Η **Αρχή της κτηματοκεντρικής οργάνωσης** των κτηματολογικών πληροφοριών.

- Η **Αρχή του ελέγχου της νομιμότητας** των τίτλων και λοιπών αναγκαίων στοιχείων για να γίνει αποδεκτή η αίτηση εγγραφής στα κτηματολογικά βιβλία.

- Η **Αρχή της μετατροπής σε πληροφοριακό σύστημα** γης με την προσθήκη επιπλέον πληροφοριών σε οποιονδήποτε χρόνο στο μέλλον.

Συμπεράσματα – Συζήτηση

Το Γαλλικό μοντέλο κτηματολογίου αποτέλεσε τη βάση για παρόμοιες προσπάθειες σε πολλά κράτη της Ευρώπης τον 19^ο αιώνα.

Μέχρι τώρα κάναμε μία αναδρομή στην ιστορία του Γαλλικού Κτηματολογίου και αναφερθήκαμε στην σημερινή του διάρθρωση. Όμως το κτηματολόγιο όπως έχουμε αναφέρει είναι ένα δυναμικό σύστημα με εσωτερική δυναμική που μεταβάλλονται τα διάφορα στοιχεία του στη διάρκεια του χρόνου γι' αυτό χρειάζεται αέναη ανανέωση και αναθεώρηση.

Βασικό στοιχείο που πρέπει πάντα να υπολογίζεται για την αναθεώρηση και ανανέωση του κτηματολογίου είναι τα έξοδα που χρειάζεται να καταβληθούν και από ποιόν. Πρέπει το εκτιμώμενο κόστος της αναθεώρησης να επιβαρύνει ολοκληρωτικά την Κεντρική Κυβέρνηση.

Θα πρέπει να δοθεί μεγάλο βάρος στα κίνητρα που θα δοθούν στον απλό κόσμο ώστε να συμβάλλει στην γρηγορότερη εκπλήρωση του έργου με τη δική του βοήθεια και συμβολή.

Η παραπάνω πορεία της αναθεώρησης του Κτηματολογίου υποβοηθείται σήμερα από μοντέρνες μεθόδους (χρήση αεροφωτογραφιών και δορυφορικών) που βοηθούν στην επανεγκατάσταση χαμένων ορόσημων. Φυσικά το οπλοστάσιο της τεχνικής βοήθειας που έχει σήμερα ο Κτηματολόγος δεν μπορεί να συγκριθεί ούτε στο παραμικρό με αυτό που είχε ο κτηματολόγος του περασμένου αιώνα.

Οι βασικές κλίμακες στον σχεδιασμό των κτηματικών χαρτών είναι οι εξής:

- 1) 1: 2000 και 1: 1000 για τις αστικές περιοχές.
- 2) 1: 500 για τις αστικές περιοχές αν υπάρχει έντονη κατάτμηση ιδιοκτησιών.
- 3) 1: 5000 για μεγάλες ιδιοκτησίες όπως συμβαίνει στις ορεινές περιοχές.

Τα συστατικά που πρέπει να περιέχει το ιδανικό κτηματολόγιο, είναι σε γενικές γραμμές τα παρακάτω:

1. Χωρομέτρηση / Χαρτογράφηση που περιλαμβάνει την τεχνική περιγραφή κάθε ιδιοκτησιακού δικαιώματος πάνω στη γη και που απεικονίζεται σε κτηματικούς χάρτες που καλύπτουν μία περιοχή ή όλη την επικράτεια μιας χώρας, έχοντας μοναδικό στοιχείο αναφοράς τον αριθμό για το κτηματοτεμάχιο, που αποτελεί τη μονάδα ή ελάχιστη μονάδα ιδιοκτησίας και που αναλαμβάνεται συστηματική ενημέρωσή τους από το κράτος.

2. Κτηματικά βιβλία όπως τα Μητρώα Εγγραφής και άλλα τα οποία καλύπτουν το ιδιοκτησιακό καθεστώς κάθε μονάδα ιδιοκτησίας και περιλαμβάνουν, εκτός της γεωμετρικής περιγραφής όπως αναφέρονται στα κτηματολογικά σχέδια, στοιχεία όπως, όνομα και διεύθυνση ιδιοκτήτη, την έκταση, περιοχή, επαρχία, πόλη, χωριό, ενορία, αγοραία αξία σε συγκεκριμένες ημερομηνίες, τοπωνύμιο, είδος κτήματος, τρόπος απόκτησης, δουλείες, προνόμια, δικαιώματα, περιορισμοί κ.ά.

3. Βιβλία Φόρων, καταγραφή και ομοιόμορφη εκτίμηση όλων των κτηματοτεμαχίων για δημοσιονομικούς και άλλους σκοπούς.

4. Περιβαλλοντικές πληροφορίες, όπως νομικά χαρακτηριστικά της μονάδας ιδιοκτησίας, χρήση της γης όπως πολεοδομικές ζώνες, όροι δέσμευσης και περιορισμοί, προστασία παραλίας, διατηρητέα, αρχαιολογικοί χώροι.

5. Εγγραφή επιβαρύνσεων – Υποθήκες, δικαστικές αποφάσεις, πτωχεύσεις, αναγκαστικές πωλήσεις κ.λπ.

Το κτηματολόγιο της Γαλλίας διαθέτει όλα τα πιο πάνω συστατικά τα οποία επεξεργάζεται και λειτουργεί με σύγχρονα μέσα. Μέσα από τη μακρόχρονη λειτουργία του κατάφερε, προωθώντας νέες νομοθεσίες και προσαρμοζόμενο στις απαιτήσεις των καιρών αλλά και στις ανάγκες των πολιτών, να καλύψει ένα ευρύ φάσμα δημιουργικών δραστηριοτήτων και να καταστεί μία **δυναμική** υπηρεσία. Με το ρόλο που διαδραματίζει στα διάφορα κυβερνητικά έργα ανάπτυξης αλλά και με την ασφάλεια που προσφέρει σχετικά με την προστασία και περιφρούρηση των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας, δίκαια θεωρείται ως ένας από τους πιο βασικούς συντελεστές της προόδου και ευημερίας της χώρας και ως ήπια αποδοτική δημόσια επένδυση.

Βιβλιογραφία

- Advielle, M. Victor. 1995. *Histoire de Gracchus Babeuf et du babouvisme d'après de nombreux documents*. Εκδόσεις Comite des Travaux, Paris.
- Bax, B. Ernest. 1911. *The Last Episode of the French Revolution Being a History of Gracchus Babeuf and the Conspiracy of the Equals*. Εκδόσεις Grant Richards Ltd, London.
- Fournière, Eugène. 1904. *Les théories socialistes au XIXe siècle de Babeuf a Proudhon*. Εκδόσεις F. Alcan. Bibliothèque de philosophie contemporaine, Paris.
- Dale, P.F. and J.D. McLaughlin. 1986. *Land Information Management*. Oxford University Press, New York. Pp. 7.
- Dowson, Sir E. and V.L.O. Sheppard. 1952. *Land Registration*. HMSO (Her Majesty's Stationery Office), Colonial Office Publication, London. No. 13. Pp. 6.
- Greenway, I. 2000. *Surveyors and standardization*, Proceedings of the FIG International Conference 2000, 21-26 May, Prague.
- Hawerk, W. 1995. *Groundnut and Cadastral Systems in Germany, Austria and Switzerland, Modern Cadastres and Cadastral Innovations*, Proceedings of the one day seminar held during the Annual Meeting of Commission 7, Cadastre and Rural Land Management, of the International federation of Surveyors (FIG), Delft, The Netherlands, May 1995, pp. 13-26.
- Henssen, J. 1995. *Basic principles of the main cadastral systems in the world - Modern Cadastres and Cadastral Innovations*. Proceedings of the one-day seminar held during the Annual Meeting of Commission 7. Cadastre and Rural Land Management, of the International Federation of Surveyors (FIG). Delft. The Netherlands. May 1995, pp. 5-12
- Kaufmann, J. and D. Steudler 1998. *Cadastre 2014, a vision for a future cadastral system*, Working Group 1, FIG Commission 7.
- Ρασσιάς, Βλάσης. 2007. *Λαιμητόμος Αρετή*. Εκδόσεις Ανοιχτή Πόλη, Αθήνα.
- Simpson, R. 1988. Το Γαλλικό Κτηματολόγιο. *Δασικά χρονικά. Τεύχος Μάιος-Ιούνιος*.

France Cadastre - a dynamic and perpetually developed Cadastre

V. C. Drosos

Abstract

The Cadastre has preoccupies all the countries of the world as an institution of economical and financial policy. Economical evolution could not be conceived without land-planning, distribution of land's forms of usage, exploration of the evaluation and exploitation possibilities of the natural sources and examination and finally without controlling the cases of trespassing of public property. Aim of this work is the presentation of historical development of institution of cadastre in France and fundamental principles that its condition and is shown its contribution as a basic factor of progress and prosperity. The running of cadastre in a country offers important and direct results so much in economically as in socio-political questions. In addition, it constitutes an essential tool measures and policies; it contributes substantially in the support of others and in the end helps in the achievement of important objectives of society. The Cadastre of France has all the above components which process and running smoothly with modern means. Through its long running was promoting new legislation and adapted to the requirements of the times and the needs of citizens, in order to cover a wide range of creative activities and become a dynamic service. The role that plays in various government development works and the safety offered in relation with the protection and safeguarding of property rights, rightly consider as one of the key factors of progress and prosperity of the country and as a mild-effective public investment.

Keywords: France Cadastre, fundamental principles, progress, prosperity.

Βασικές αρχές αντιδιαβρωτικής προστασίας και σταθεροποίησης πρανών έργων οδοποιίας με την χρήση γεωφασμάτων

A. Δ. Καμπούρης

**Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων. E-mail: akambour@otenet.gr**

Περίληψη

Η κατασκευή τεχνικών έργων οδοποιίας, έχει συχνά σαν αποτέλεσμα τη διατάραξη των φυσικών εδαφών, προκαλώντας έντονα διαβρωτικά φαινόμενα και συνθήκες αστάθειας. Η χρήση φυσικών ή συνθετικών γεωφασμάτων, αποτελεί μια σημαντική τεχνική ελέγχου των διαβρωτικών φαινομένων και σταθεροποίησης των πρανών, μέχρι την επίτευξη επαρκούς εγκατάστασης φυσικής βλάστησης. Στην παρούσα εργασία γίνεται αναλυτική περιγραφή των εφαρμογών και των δυνατοτήτων των γεωφασμάτων στον έλεγχο της υδραυλικής διάβρωσης και στην σταθεροποίηση των πρανών, ενώ παρουσιάζεται και μία μέθοδος υπολογισμού τοίχων αντιστήριξης από γεωφάσματα, κατασκευές οι οποίες είναι περιβαλλοντικά φιλικές και το κόστος κατασκευής τους μικρότερο των συμβατικών μεθόδων αντιστήριξης.

Λέξεις Κλειδιά: γεωφάσματα, διάβρωση, τοίχοι αντιστήριξης, σταθεροποίηση πρανών οδοποιίας.

Εισαγωγή

Η σημασία της βλάστησης στον έλεγχο της υδραυλικής διάβρωσης και στην σταθεροποίηση των φυσικών και τεχνητών πρανών, με την εφαρμογή των αρχών της φυτομηχανικής, είναι γνωστή εδώ και αρκετές δεκαετίες, ενώ σήμερα η έρευνα στο θέμα αποκτά ολοένα και περισσότερο ενδιαφέρον. Παρόλα αυτά τα οφέλη που μπορούμε να αποκτήσουμε από την εφαρμογή των φυτοτεχνικών μεθόδων προστασίας των πρανών, τις περισσότερες φορές δεν είναι άμεσα αλλά γίνονται ορατά με τη διάρκεια του χρόνου. Μέχρι την επιτυχή εγκατάσταση φυτοκαλύμματος στην επιφάνεια των πρανών, τα τελευταία είναι επιδεκτικά στην εμφάνιση διαβρωτικών φαινομένων και στις συνέπειες τους. Έτσι, χωρίς άμεση, κατάλληλη και επαρκή προστασία, τα πρανή κινδυνεύουν από σοβαρά προβλήματα διάβρωσης και αστάθειας,

τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν και ακατάλληλες συνθήκες και ιδιαίτερες δυσκολίες στην μελλοντική εγκατάσταση των φυτών. Αποτυχία των φυτεύσεων στα πρανή από την υδραυλική διάβρωση και τον άνεμο οδηγούν σε συνεχείς συμπληρωματικές φυτεύσεις με συνέπεια την συνεχή αύξηση του κόστους αποκατάστασης των πρανών.

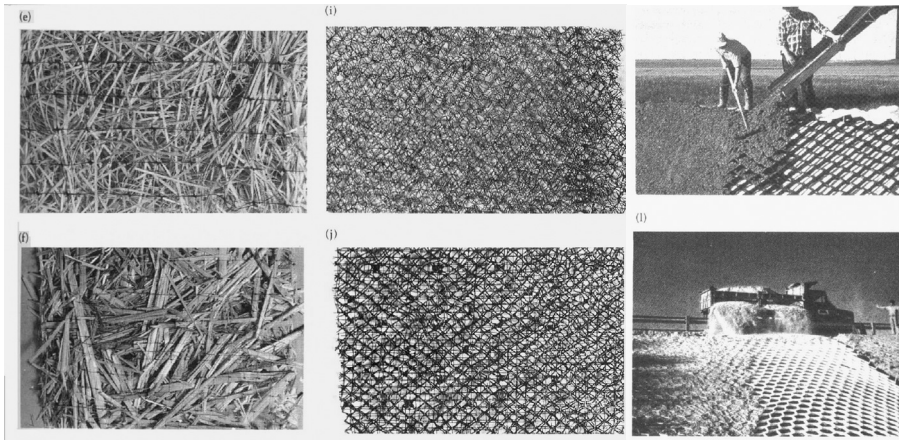
Τη λύση στα παραπάνω προβλήματα δίνει η εφαρμογή τεχνικών και τεχνολογιών "προσομοίωσης" της βλάστησης, όπως είναι η χρήση γεωφασμάτων (geotextiles) και γεωκυψελών (geocells). Η εφαρμογή τους για αντιδιαβρωτική προστασία και σταθεροποίηση των πρανών καθώς και τα οφέλη από την εγκατάστασή τους είναι άμεσα. Επιπλέον, η ταυτόχρονη εφαρμογή τους με παράλληλη διενέργεια φυτεύσεων, προσδίδει πολλαπλές δυνατότητες ελέγχου της υδραυλικής διάβρωσης. Εάν δε, χρησιμοποιηθούν γεωφάσματα μή αποικοδομήσιμα, τότε η προστασία έχει μεγάλη διάρκεια και θεωρείται μόνιμη.

Τύποι, ιδιότητες και λειτουργία των γεωφασμάτων

Τα γεωφάσματα αποτελούν διαπερατά υφάσματα τα οποία χρησιμοποιούνται σε σύνδεση με κάθε γεωτεχνικό υλικό ως ολοκληρωμένο σύστημα, σε ανθρωπογενείς επεμβάσεις και τεχνικά έργα (John, 1987). Τα γεωφάσματα έχουν τις εξής λειτουργίες και εφαρμογές: α) διαχωρισμό δύο διακριτών εδαφικών υλικών β) διύλιση, όπου λαμβάνει χώρα μεταφορά υγρών διαμέσου των γεωφασμάτων όχι όμως και στερεών υλικών γ) έλεγχος επιφανειακών διαβρωτικών φαινομένων δ) ενίσχυση και σταθεροποίηση πρανών ε) βελτίωση των συνθηκών των πρανών προκειμένου να υποβοηθηθεί η εγκατάσταση και ανάπτυξη της βλάστησης.

Οι περισσότεροι τύποι γεωφασμάτων είναι ειδικά σχεδιασμένοι για έλεγχο επιφανειακών διαβρωτικών φαινομένων με μορφή τρισδιάστατων αντιδιαβρωτικών πλεγμάτων (erosion meshes), "κουβέρτες" (blankets) και ινώδη καλύμματα (mats) ή κυψελοειδή δίκτυα γνωστά ως γεωκυψέλες (geocells) (εικ. 1). Επιπλέον, ορισμένοι από τους παραπάνω τύπους γεωφασμάτων χρησιμοποιούνται για την διαμόρφωση των κατάλληλων μικροκλιματικών και εδαφικών συνθηκών για την εγκατάσταση φυτοκαλύμματος και της ανάπτυξης των φυτών (Morgan & Rickson, 1995).

Τα γεωφάσματα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της διάβρωσης διακρίνονται τόσο ανάλογα με το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένα (φυσικά ή συνθετικά υλικά) και το οποίο επηρεάζει και την διάρκεια λειτουργίας τους, όσο και με τη μέθοδο τοποθέτησής τους (επιφανειακά ή υπε-



Εικόνα 1. Φυσικά και συνθετικά γεωυφάσματα και γεωκυψέλες.
Image 1. Natural and synthetic geotextiles and geocells.

δάφεια). Εάν η εγκαταστημένη βλάστηση δύναται να αντιμετωπίσει την υδραυλική διάβρωση τότε χρησιμοποιούνται προσωρινά γεωυφάσματα. Σε αντίθετη περίπτωση, κατά την οποία απαιτείται συνδυασμένη εφαρμογή βλάστησης και γεωυφασμάτων για τον περιορισμό της υδραυλικής διάβρωσης σε αποδεκτά όρια, η χρήση μόνιμων γεωυφασμάτων είναι η πιο κατάλληλη.

Τα **προσωρινά γεωυφάσματα**, συνήθως με την μορφή “κουβέρτας” και ινώδους καλύμματος κατασκευάζονται από πολλά υλικά όπως σκληρά υφάσματα (προϊόντα: Geojute, Soil Saver, Anti-wash, Bachbettgewebe), χαρτί, άχυρο, ξυλώδη υλικά και υπολείμματα (προϊόντα: Enviromat, Excelsior), υπολείμματα βαμβακοκαλλιιεργειών, καθώς και συνδυασμούς αυτών όπως σκληρά υφάσματα και άχυρο (Egomat), σκληρά υφάσματα, άχυρο και υπολείμματα βαμβακοκαλλιιεργειών (Covamat) τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με φωτοαποικοδομήσιμο πλέγμα πολυπροπυλενίου (John, 1987).

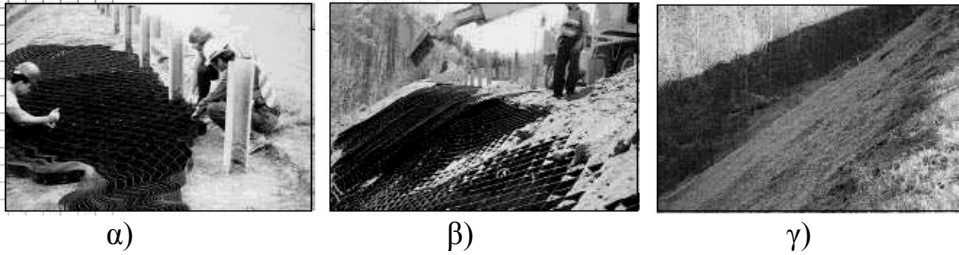
Τα **συνθετικά γεωυφάσματα** συνήθως δεν αποικοδομούνται και παρέχουν μόνιμη προστασία των πρανών έναντι της διάβρωσης. Για την προστασία τους από αποικοδόμηση συνήθως χρησιμοποιούνται ανθρακικά υλικά. Τα μόνιμα γεωυφάσματα συνήθως κατασκευάζονται από πολυαιθυλένιο και έχουν ποικίλες μορφές όπως τρισδιάστατα πλέγματα (Enkammat, Tensarmat) ή γεωκυψέλες (Geoweb, Armater). Τα γεωυφάσματα τρισδιάστατου πλέγματος είναι διαθέσιμα σε διαφορετικά πάχη α-

νάλογα με την χρήση για την οποία προορίζονται. Κατά την εγκατάστασή τους ξετυλίγονται από τα ανάντη προς τα κατόντη του πρανούς, αγκυρώνονται, διενεργείται σπορά και στη συνέχεια καλύπτονται από εδαφικό υλικό. Τα γεωφάσματα αυτού του τύπου μπορούν να διαμορφωθούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να συνδυάζονται με ήδη αναπτυγμένη βλάστηση, ή ασφαλικά υλικά και να εφαρμόζονται έτοιμα σε πρανή με πολύ έντονα διαβρωτικά φαινόμενα. Οι γεωκυψέλες μεταφέρονται στην περιοχή της τοποθέτησής τους σε κομμάτια τα οποία μεταφέρονται στο πρανές, συναρμολογούνται, αγκυρώνονται, καλύπτονται από εδαφικό υλικό και διενεργείται σπορά (εικ. 2). Στοιχεία για ορισμένα γεωφάσματα παραθέτονται στον παρακάτω πίνακα 1.

Πίνακας 1. Γεωφάσματα που χρησιμοποιούνται για έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους.

Table I. Geotextiles used for soil erosion control.

Προϊόν	Τύπος γεωφάσματος	Υλικό	Εφαρμογή
<u>ΠΡΟΣΩΡΙΝΑ ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΑ</u>			
Geojute/Soil saver/Anti-wash	``κουβέρτα``	Φυσικό	Επιφανειακή
Fine geojute	``κουβέρτα``	Φυσικό	Επιφανειακή
Enviro-mat/Excelsior	``κουβέρτα``	Φυσικο/συνθετικό	Επιφανειακή
Bachbettgewebe	``κουβέρτα``	Φυσικό	Επιφανειακή
Eromat	``κουβέρτα``	Φυσικο/συνθετικό	Επιφανειακή
Cocomat			
<u>ΜΟΝΙΜΑ ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΑ</u>			
Enkamat	3D-πλέγμα	Συνθετικό	Επιφανειακή (ΗΠΑ)
Tensarmat	3D-πλέγμα	Συνθετικό	Υπεδάφεια
Geoweb	Γεωκυψέλες	Συνθετικό	(Ευρώπη)
Armatex	Γεωκυψέλες	Συνθετικό	Υπεδάφεια
			Υπεδάφεια



Εικόνα 2. Εφαρμογή γεωκυβελών α) συναρμολόγηση β) κάλυψη με εδαφικό υλικό γ) σπορά.

Image 2. Use of geocells a) assembly b) overlay with soil c) seed.

Τα γεωφάσματα χρησιμοποιούνται στην σταθεροποίηση και προστασία από υδραυλική διάβρωση πρανών οδοποιίας, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν για προστασία από τοπική διάβρωση σε ακρόβαθρα γεφυρών και σε τάφρους. Γενικότερα, όσον αφορά στη προστασία από διάβρωση, τα γεωφάσματα προφυλάσσουν την επιφάνεια του εδάφους από την δράση του απορρέοντος νερού, του ανέμου όπως και από τη δράση της βροχής. Η λειτουργία τους βασίζεται συνήθως στη μείωση της ταχύτητας του νερού. Επίσης χρησιμοποιούνται για προστασία των μόλις φυτεμένων πρανών, τάφρων από διάβρωση. Ειδικότερα, προκειμένου τα γεωφάσματα να δράσουν προφυλάσσοντας την επιφάνεια του εδάφους τοποθετούνται στην επιφάνεια του εδάφους και σταθεροποιούνται αφού καλυφθούν με χάλικες, λιθοριπή ή κυβόλιθους. Η επιλογή του υλικού (τύπος, μέγεθος και βάρος), με το οποίο θα καλυφθούν, βασίζεται στην αναμενόμενη κινητική ενέργεια του απορρέοντος νερού. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται μια πιθανή μετακίνηση του υλικού αυτού λόγω της δράσης του νερού.

Ο ρόλος των γεωφασμάτων στην αντιμετώπιση της υδραυλικής διάβρωσης.

Η χρήση των γεωφασμάτων ως μέσο αντιδιαβρωτικής προστασίας, επιδρά σημαντικά στον έλεγχο του ρυθμού απόσπασης εδαφικού υλικού από την πρόσκρουση των σταγόνων της βροχής στο έδαφος. Συχνά, το στρώμα των γεωφασμάτων παρέχει υψηλό ποσοστό κάλυψης της εδαφικής επιφάνειας και μάλιστα μερικές έρευνες δείχνουν ότι η θετική επίδραση τους στη προστασία των πρανών αυξάνει για κλίσεις πρανών μεγαλύτερες των 45° (USACE, 1995).

Κάθε τύπος γεωφάσματος παρέχει διαφορετικό βαθμό αντιδιαβρωτικής προστασίας. Η απόδοσή τους εξαρτάται επίσης από τον τύπο του εδάφους (αργιλλοπηλώδες, αμμοπηλώδες), καθώς και από την ένταση της βροχοπτώσης (Rickson 1987, 1988). Συγκρινόμενα με τις μη προστατευμένες δοκιμαστικές επιφάνειες, τα γεωφάσματα μειώνουν την κηλιδωτή διάβρωση σε μεγαλύτερο βαθμό στα περισσότερα ευδιάβρωτα εδάφη, καθώς και ό-τι η επίδρασή τους είναι μεγαλύτερη και σημαντικότερη σε υψηλής έντασης βροχοπτώσεις σε σύγκριση με βροχοπτώσεις χαμηλής έντασης. Επίσης, πρέπει να επισημάνουμε ότι είναι μικρή η αποτελεσματικότητα των υπεδάφειων γεωφασμάτων στο να αποτρέψουν την απόσπαση εδαφικού υλικού από την δράση της κηλιδωτής διάβρωσης. Αυτό συμβαίνει, διότι η κάλυψη των γεωφασμάτων με έδαφος οδηγεί σε χαλάρωση των συσσωματωμάτων και της δομής του εδάφους. Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά που πρέπει να παρουσιάζει ένα γεωφάσμα προκειμένου να αποτρέψει την κηλιδωτή διάβρωση, είναι: α) υψηλό ποσοστό κάλυψης της εδαφικής επιφάνειας β) φυσικές ίνες για απορρόφηση του νερού και καλύτερη επαφή με το έδαφος γ) χοντρές και πυκνές ίνες για συγκράτηση των αποσπόμενων εδαφικών κόκκων δ) εργασίες τοποθέτησης χωρίς κάλυψη με εδαφικό υλικό.

Η επιδεκτικότητα του εδάφους στην εμφάνιση υδραυλικής διάβρωσης εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από το ποσοστό της οργανικής ουσίας σε αυτό, δεδομένου ότι η δημιουργία ανθεκτικών συσσωματωμάτων και σταθερής δομής του εδάφους αυξάνεται με την παρουσία οργανικής ύλης. Τα βιοαποικοδομήσιμα γεωφάσματα αποδίδουν στο έδαφος μικρή ποσότητα οργανικής ουσίας όταν αρχίσει η αποσύνθεσή τους, με δυσκολία όμως στον ποσοτικό προσδιορισμό της.

Τα γεωφάσματα μπορούν να συμβάλλουν στον έλεγχο των διαβρωτικών διεργασιών επιδρώντας στην ποσότητα της απορροής η οποία μπορεί να μεταφέρει αποσπόμενα από το έδαφος υλικά. Ειδικότερα, τα φυσικά γεωφάσματα έχουν μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού (Rickson, 1988), κατά συνέπεια οι φυσικές ίνες εμποδίζουν την διερχόμενη βροχοπτώση πριν αυτή συμβάλλει ή δημιουργήσει επιφανειακή απορροή. Το γεγονός αυτό αυξάνει το βάρος των γεωφασμάτων με το χρόνο περέχοντας τη δυνατότητα πολύ καλής επαφής με το έδαφος (Rickson, 1992). Το κοινό στρώμα εδάφους-γεωφάσματος μειώνει την ροή του νερού και περιορίζει την υδραυλική διάβρωση, καθώς και την υποσκαφή κάτωθεν του γεωφάσματος η οποία οδηγεί στην αποτυχία εφαρμογής του. Τα φυσικά γεωφάσματα έχουν καλύτερη ικανότητα προσαρμογής με την μικροτοπογραφία του πρα-νούς, κυρίως όταν αυτά είναι υγρά, συγκριτικά με τα μικρότερης υγρασίας

συνθετικά προϊόντα, αν και τα τελευταία καλύπτονται από εδαφικό υλικό, και η αύξηση του βάρους τους εξασφαλίζει την καλή επαφή μεταξύ του επιφανειακού εδαφικού στρώματος και του γεωφάσματος.

Τα επιφανειακά γεωφάσματα ελέγχουν την επιφανειακή απορροή, διότι το νερό κινείται διαμέσου των φυσικών ή συνθετικών ινών του, αυξάνοντας έτσι το χρόνο εμφάνισης της μέγιστης απορροής και δίνοντας έτσι το χρόνο στα όμβρια ύδατα να διηθηθούν στο έδαφος. Αντίστοιχα, και τα υπεδάφεια γεωφάσματα αυξάνουν τους ρυθμούς διήθησης του νερού στο έδαφος, περιορίζοντας έτσι την επιφανειακή απορροή. Γεωφάσματα από ίνες με τραχεία υφή, προσομοιώνουν τις επιδράσεις των στελεχών της φυσικής βλάστησης και ασκούν ελκτικές δυνάμεις στο νερό της ροής διαμέσου του γεωφάσματος. Επίσης, η τυχαία τραχύτητα που εμφανίζουν οι ίνες συμβάλλουν στη μείωση των ταχυτήτων απορροής και ως εκ τούτου μείωση της μεταφορικής ικανότητας και απόθεση των εδαφικών κόκκων ανάμεσα στις ίνες του γεωφάσματος (Rickson, 1992b). Οι ίνες του γεωφάσματος οι οποίες είναι προσανατολισμένες κάθετα προς την κατωφένια του πρανούς λειτουργούν ως κόσκινο, φιλτράροντας το εδαφικό υλικό που μεταφέρεται από την απορροή. Αντίστροφα, η εναπόθεση εδαφικού υλικού επηρεάζει τις τοπικές υδραυλικές βαθμίδες και τις ταχύτητες της απορροής οδηγώντας σε θετική ανάδραση της απόθεσης ιζημάτων, μείωση της υδραυλικής βαθμίδας, μείωση της ταχύτητας απορροής και απόθεση υλικού ανάμεσα στις ίνες με τελικό αποτέλεσμα τη συγκράτησή του (Rickson, 1990, 1992b).

Τοίχοι αντιστήριξης από γεωφάσματα

Για την σταθεροποίηση πρανών οδοποιίας τα γεωφάσματα χρησιμοποιούνται για την κατασκευή εν τρώπω τινά τοίχων αντιστήριξης. Η κατασκευή τέτοιων έργων μειώνει σημαντικά το κόστος σε σχέση με τους συμβατικούς τοίχους αντιστήριξης. Επειδή όμως η χρήση τέτοιων υλικών αποτελεί σχετικά καινούργια τεχνολογία, χρειάζονται επιπλέον δοκιμές του προϊόντος σε σχέση με το χρόνο και πιθανές μορφές αστοχίας που είναι πιθανό να συμβούν. Τυγχάνει ευρείας εφαρμογής σε περιπτώσεις επιχωμάτων οδοποιίας (προσωρινά ή μη) βοηθώντας στην αποφυγή των διαβρώσεων και των αβαθών ολισθήσεων.

Οι τοίχοι αντιστήριξης με τη χρήση γεωφασμάτων μπορούν να κατασκευαστούν τόσο κατακόρυφοι όσο και με κλίση όπως και σε πρανή με σημαντικό ύψος. Η κλίση που δίδεται εξαρτάται από κατασκευαστικούς παράγοντες (εσωτερική ευστάθεια), από την δυνατότητα εύκολης εφαρμογής ή

ακόμη και από αρχιτεκτονικούς σκοπούς. Χαρακτηρίζονται όμως μερικές φορές από μείωση των αντοχών τους σε σταθερή φόρτιση (κόπωση), σε ακραίες θερμοκρασίες του εδάφους. Επίσης, μερικοί τύποι γεωφασμάτων παρουσιάζουν ευπάθεια στην έκθεση σε UV ακτινοβολία όπως και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του εδάφους με αποτέλεσμα την γενικότερη υποβάθμισή τους. Για το λόγο αυτό, στο τέλος της κατασκευής σκόπιμη είναι η τοποθέτηση προστατευτικής επένδυσης στο μέτωπο της κατασκευής.

Το έδαφος που εσωκλείεται στο γεωφάσμα στους τοίχους αντιστήριξης πρέπει να χαρακτηρίζεται από μεγάλο συντελεστή διαπερατότητας και από την ελάχιστη δυνατή πλαστικότητα. Το μέγιστο ποσοστό λεπτόκοκκων που μπορούν να περιέχονται στο έδαφος και διέρχονται το κόσκινο Νο 200 είναι 12%, στοχεύοντας στην αποφυγή μείωσης της διαπερατότητας των γεωφασμάτων εξαιτίας πιθανής παγίδευσης του λεπτόκοκκου υλικού στους πόρους του υφάσματος, κατόπιν της δράσης του διηθούμενου νερού. Το έδαφος που συγκρατείται από τον τοίχο αντιστήριξης πρέπει να μην χαρακτηρίζεται από μικρές τιμές διαπερατότητας σε περίπτωση μόνιμου τοίχου αντιστήριξης. Σε περίπτωση που αυτό δεν μπορεί να επιτευχθεί κρίνεται σκόπιμη η χρησιμοποίηση γεωφάσματος για τον διαχωρισμό του λεπτόκοκκου από χονδρόκοκκο υλικό (USACE, 1995).

Για τον σχεδιασμό τοίχων αντιστήριξης από γεωφάσματα χρησιμοποιείται η μέθοδος που αναπτύχθηκε από την Δασική Υπηρεσία των Ηνωμένων Πολιτειών. Η μέθοδος αυτή λαμβάνει υπόψη ως βασικές παραμέτρους σχεδιασμού, την φόρτιση του εδάφους, την πίεση λόγω γραμμικής φόρτισης, την τάση του γεωφάσματος και την αντίσταση που εμφανίζει το γεωφάσμα στην προσπάθεια απομάκρυνσής του από το έδαφος (σχήμα 1).

Η φόρτιση του εδάφους σε κάθε σημείο από την κορυφή του τοίχου δίνεται από την εξίσωση

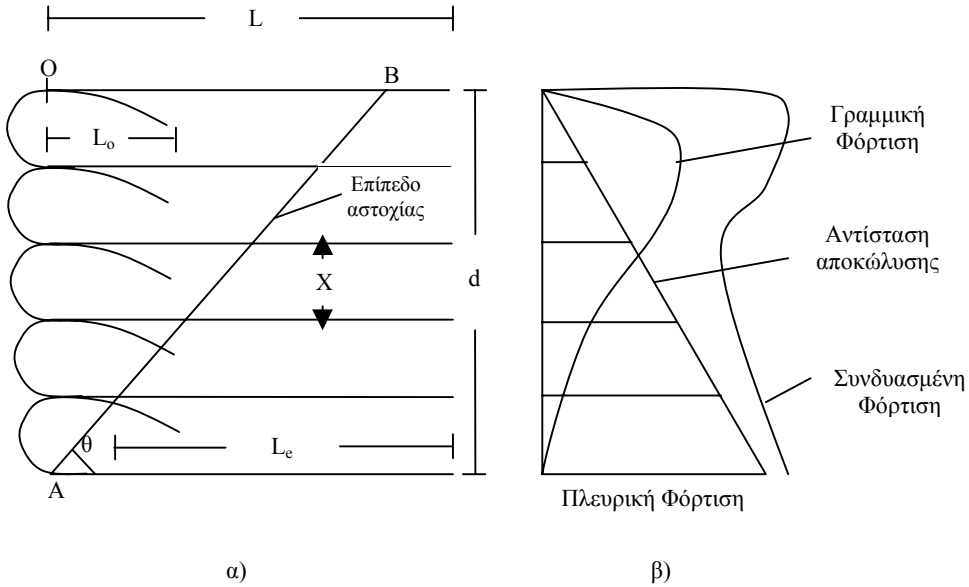
$$\sigma_{ho} = K_o \gamma d \quad [1]$$

Όπου: σ_{ho} : πλευρική φόρτιση που ασκεί το έδαφος στον τοίχο
 K_o : ο συντελεστής πίεσης σε συνθήκες ηρεμίας
 γ : το ειδικό βάρος του εδάφους
 d : Το βάθος κάτω από την κορυφή του τοίχου

Ο συντελεστής K_o δίνεται από τη σχέση:

$$K_o = 1 - \sin \phi \quad [2]$$

όπου φ : η γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους. Η επιφάνεια αστοχίας (σχήμα 1) είναι υπό γωνία $\theta=45+\varphi/2$.



Σχήμα 1. Γενική θεώρηση τοίχου αντιστήριξης από γεωύφασμα και διάγραμμα τάσεων.

Figure 1. General approach of geotextile retaining wall.

Η γραμμική φόρτιση δίνεται από τη σχέση

$$\sigma_{hl} = Px^2z / R^5 \quad [3]$$

Όπου:

P: το κάθετο φορτίο

x: οριζόντια απόσταση από το φορτίο και κάθετα στον τοίχο

z: κάθετη απόσταση από το φορτίο στο σημείο που μετράται η τάση

$$R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

y: οριζόντια απόσταση από το φορτίο και παράλληλα στον τοίχο

Η τάση σε κάθε στρώμα πλέγματος είναι ίση με την πλευρική τάση στο βάθος κάθε στρώματος με φορά προς την επιφάνεια την οποία καλείται το γεωύφασμα να υποστηρίξει. Για κάθετη απόσταση των γεωυφασμάτων X, κάθε τμήμα του γεωυφάσματος σε βάθος d καλείται να υποστηρίξει μια δύ-

ναμη $\sigma_h X$, όπου σ_h η μέση συνολική πλευρική φόρτιση πάνω στο κάθετο διάστημα X .

Για να επιτύχουμε σημαντική αντίσταση του γεωφάσματος σε προσπάθεια απομάκρυνσής του από το έδαφος θα πρέπει ένα σημαντικό μήκος αυτού να απλωθεί πίσω από την επιφάνεια αστοχίας. Έτσι (σχήμα 1α) μόνο το μήκος L_e του γεωφάσματος πίσω από την επιφάνεια αστοχίας AB πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την αντίσταση σε απομάκρυνση. Η αντίσταση αυτή υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$P_A = 2d\gamma \tan(2/3)\phi L_e \quad [4]$$

Όπου:

P_A : η αντίσταση του γεωφάσματος

d : το βάθος του στηριζόμενου εδάφους

γ : το ειδικό βάρος του στηριζόμενου εδάφους

ϕ : η γωνία εσωτερικής τριβής του στηριζόμενου εδάφους

L_e : μήκος στρώματος του γεωφάσματος πίσω από την επιφάνεια αστοχίας

Από την εξίσωση [4] προκύπτει ότι η αντίσταση απομάκρυνσης είναι προϊόν της πίεσης λόγω υπερφόρτισης ($d\gamma$) και του συντελεστή τριβής μεταξύ του στηριζόμενου εδάφους και του πλέγματος, η οποία είναι $\tan(2/3)\phi$. Όταν έχουμε διαφορετικά εδάφη άνωθεν και κάτωθεν του στρώματος του γεωφάσματος, η παραπάνω εξίσωση τροποποιείται για να υπολογίσει διαφορετικούς συντελεστές τριβής για κάθε έδαφος και έχει μορφή:

$$P_A = d\gamma[\tan(2/3)\phi_1 + \tan(2/3)\phi_2]L_e \quad [5]$$

Κατά τη διαδικασία σχεδιασμού, οι υπολογισμοί για τις διαστάσεις του γεωφάσματος όσον αφορά την επικάλυψη, το μήκος πίσω από την επιφάνεια αστοχίας και την κάθετη απόσταση μεταξύ των στρώσεων πρέπει να περιλαμβάνουν ένα συντελεστή ασφαλείας που κυμαίνεται μεταξύ 1,5 και 1,75 εξαρτώμενος από το επίπεδο εμπιστοσύνης των παραμέτρων αντοχής. Επίσης, όσον αφορά τις παραμέτρους γ και ϕ , μόνο εύκολα στραγγιζόμενα κοκκώδη υλικά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ως έδαφος της κατασκευής. Η γωνία τριβής ϕ , μπορεί να υπολογισθεί με τη χρήση της άμεσης διατμητικής αντοχής (ASTM D 3080) και λύνοντας ως προς τον παράγοντα L_e , δηλαδή του απαιτούμενου μήκους του γεωφάσματος. Έτσι, έχουμε

$$L_e = \frac{P_A(FS)}{[2d\gamma \tan(2/3)\phi]} \quad [6]$$

Όπου: P_A : η εφελκυστική αντοχή του γεωφάσματος
 FS : συντελεστής ασφαλείας (1,5-1,75)

Η επικάλυψη L_o (στρώση) θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη ώστε να μεταφέρει τις τάσεις του χαμηλότερου τμήματος του γεωφάσματος στο μεγαλύτερο άνωθεν επίπεδο. Η αντίσταση απομάκρυνσης του γεωφάσματος δίνεται από τη σχέση:

$$f = d_F \gamma \tan(2/3)\phi L_o \quad [7]$$

όπου d_F το βάθος επικάλυψης

Η τάση έλξης του γεωφάσματος [8], ο συντελεστής ασφαλείας [9] και το απαιτούμενο μήκος της επικάλυψης [10], δίνονται από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$T = \sigma_h \frac{X}{2} \quad [8]$$

$$FS = \frac{f}{T} = \frac{d_F \gamma \tan(2/3)\phi L_o}{\sigma_h \frac{X}{2}} \quad [9]$$

$$L_o = \frac{\sigma_h X (FS)}{2d_F \gamma \tan(2/3)\phi} \quad [10]$$

Από τη στιγμή που εξασφαλισθεί η εσωτερική ευστάθεια της κατασκευής θα πρέπει να ελεγχθεί η εξωτερική ευστάθεια απέναντι σε ανατροπή, σε ολίσθηση καθώς και στην ικανότητα θεμελίωσης της. Οι διαδικασίες σε αυτή την περίπτωση είναι οι ίδιες με αυτές που εφαρμόζονται σε συμβατικό τοίχο.

Συμπεράσματα

Από την παραπάνω μελέτη προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Τα γεωφάσματα ουσιαστικά προσομειώνουν τις ιδιότητες και λειτουργίες της βλάστησης. Προσφέρουν πολύ καλή και άμεση προστασία

έναντι των επιδράσεων της κηλιδωτής διάβρωσης, ενώ μειώνουν δραστικά την ταχύτητα απορροής. Οι ιδιότητες αυτές αφορούν κυρίως τη χρήση επιφανειακών και έμμεσα υπεδάφειων γεωφασμάτων.

- Τα υπεδάφεια γεωφάσματα προσφέρουν καλή στερέωση των επιφανειακών εδαφικών στρωμάτων και αυξάνουν την διείσδυση του νερού στο έδαφος, όμως δεν περιορίζουν την κηλιδωτή διάβρωση και την ταχύτητα της επιφανειακής απορροής. Για αυτό η χρήση τους θα πρέπει να συνδυάζεται με άμεση εγκατάσταση φυτοκαλύμματος.
- Η χρήση των γεωφασμάτων ως μέσο αντιστήριξης είναι μια μέθοδος η οποία παρουσιάζει καλά αποτελέσματα. Επιπλέον, η εφαρμογή της μεθόδου κοστίζει λιγότερο από την κατασκευή συμβατικών έργων αντιστήριξης.
- Πολλοί τύποι γεωφασμάτων παρουσιάζουν ευπάθεια στη έκθεση UV ακτινοβολίας όπως και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του εδάφους. Κατά συνέπεια, στην εφαρμογή τους είναι χρήσιμο να διενεργούνται φυτεύσεις και εδαφοκάλυψη, με στόχο των περιορισμό των θερμοκρασιακών μεταβολών του εδάφους και την αναχαίτηση της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Παρόλη την εκτεταμένη χρήση των γεωφασμάτων ως μέσο αντιδιαβρωτικής προστασίας και σταθεροποίησης των πρηνών οδοποιίας, είναι δύσκολο να ποσοτικοποιήσουμε τις θετικές ή αρνητικές επιδράσεις τους. Έτσι, η χρήση τους βασίζεται ακόμα σε σημαντικό βαθμό σε προηγούμενες εμπειρίες των μελετητών και κατασκευαστών. Κατά συνέπεια, κρίνεται απαραίτητη η συνέχιση της ήδη έντονης ερευνητικής δραστηριότητας, με βασικό στόχο τον ακριβή προσδιορισμό των επιδράσεων τους, και, κατά το δυνατό, την κωδικοποίηση των δυνατοτήτων εφαρμογής τους.

Βιβλιογραφία

- John, N.W.M. 1987. *Geotextiles*. Blackie and Son. Glasgow.
- Morgan, R.P.C. 1995. *Soil Erosion and Conservation*. Second Edition. Longman Group Limited. U.K.
- Rickson, R.J. 1990. *The role of simulated vegetation in soil erosion control*. In J.B. Thornes (ed.), *Vegetation and erosion*. Chichester, Wiley, pp. 99-111.
- Rickson, R.J. 1988. The use of geotextiles in soil erosion control: compari-

- son of performance on two soils. Proc. Con. Land Conservation for future generations, (S. Rimwanich, ed.), pp. 961-970. Department of Land Development, Bangkok.
- Rickson, R.J. 1990. The role of simulated vegetation in soil erosion control, Proc. Conf. Vegetation and Geomorphology: Processes and Environment (ed. J.B. Thornes), Wiley, Chichester, pp. 99-112.
- Rickson, R.J. 1992a. Control of sediment production using geotextiles: results of experimental testing using simulated rainfall and runoff. Proc. Int. Conf. XXIII IECA The Environment is our Future, Nevada, February 18–21, 1992, Reno, pp. 353.
- Rickson, R.J. 1992b. The application of geotextiles in the protection of grassed waterways. Proc. Conf. Erosion Conservation and Small-Scale Farming, Bern, 6th International Soil Conservation Conference of the International Soil Conservation Organisation (ISCO), Ethiopia and Kenya, 1989, November 6-18. pp. 415-421.
- U.S Corps of Engineers. 1995. *Engineering Use of Geotextiles*. Technical Manual. USCE Publications. U.S.A. pp. 98-125

Basic principles of erosion control and slope stabilization of road construction works using geotextiles and geocells

A. D. Kampouris

Abstract

The construction of technical works such as roads, often result in the derangement of soil which account for intense erosion as well as instability of the soil. The use of geotextiles is a technique for controlling erosion and stabilizing slopes, until the achievement of adequate vegetation. In this study there is a detailed outline of the implementation and the possibilities of this method that i mentioned before for controlling the hydraulic erosion and stabilizing slopes. Furthermore, there is a presentation of a method of estimating supporting walls made of geotextiles, which are environmentally friendly and their construction cost is not as high as that of the conventional supporting walls.

Keywords: geotextiles, hydraulic erosion, stability, retaining walls, artificial road slopes.

Υδρολογική διερεύνηση της υπολεκάνης του ποταμού Αώου

Φ. Π. Μάρης* και Σ. Αναστασιάδης

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

Περίληψη

Η λεκάνη του Αώου ποταμού ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα της Ηπείρου (05), στη βορειο-δυτική Ελλάδα. Ο Αώος ποταμός, πηγάζει από τις βόρειες πλαγιές της οροσειράς Πίνδου βόρεια του Μετσόβου. Το ελληνικό τμήμα της Λεκάνης Αώου αποτελείται από τις υπολεκάνες του Αώου και των δυο κύριων παραπόταμων Βοϊδομάτη, Σαρανταπόρου. Η επιλογή της περιοχής μελέτης βασίστηκε στην πληθώρα των αξιόπιστων πρωτογενών στοιχείων και στη σημαντικότητα της υπολεκάνης Αώου, αφού αποτελεί τη μοναδική περίπτωση στο Ελλαδικό χώρο ποταμού που εκβάλλει σε γειτονική χώρα. Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στο υπολογισμό μηνιαίων των υδατικών μοντέλων Thornthwaite & Mather και Thornthwaite τροποποιημένο κατά Dingman 2001, με απώτερο σκοπό τον υπολογισμό της μέση μηνιαίας απορροής, καθώς επίσης, τη συγκριτική ανάλυση των δυο μοντέλων και των τιμών πραγματικής εξατμισοδιαπνοής, όπως αυτή προκύπτει από τα υδατικά μοντέλα και τις εμπειρικές εξισώσεις κατά Turk, Coutage, OI'Dekor. Η μέση ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή για την περίοδο 1996 – 2006 εκτιμήθηκε με βάση τους τύπους του Turk, του Coutage, OI'Dekor και υπολογίστηκε σε 586,07 mm, 657,71 mm και 587,70 mm αντίστοιχα. Η μέση πραγματική εξατμισοδιαπνοή του μοντέλου Thornthwaite & Mather και Thornthwaite τροποποιημένο κατά Dingman 2001, είναι 611,84 mm και 557,62 mm, αντίστοιχα. Από τα αποτελέσματα της μέσης μηνιαίας απορροής, εκφρασμένη σε ισοδύναμο ύψος βροχής, που εξήχθησαν από τα μοντέλα υδατικού ισοζυγίου των Thornthwaite & Mather και Thornthwaite τροποποιημένο κατά Dingman 2001, προέκυψε ότι η μέση μηνιαία απορροή είναι 184,62 mm και 36,26 mm.

Λέξεις κλειδιά: υδατικό ισοζύγιο, μοντέλο Thornthwaite & Mather, Thornthwaite τροποποιημένο κατά Dingman 2001, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών.

Εισαγωγή

Η λεκάνη του Αώου ποταμού ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα της Ηπείρου (05), στην βορειο-δυτική Ελλάδα. Το κύριο χαρακτηριστικό του

διαμερίσματος είναι το υψηλό ύψος βροχοπτώσεων, όπου το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται περίπου στα 1500 mm. Επίσης, ο έντονος ορεινός χαρακτήρας φανερώνει την ιδιαίτερη γεωμορφολογία του διαμερίσματος δεδομένου οι ορεινές περιοχές αποτελούν το 70% της συνολικής έκτασης (25% με υψόμετρο άνω των 1000 m), ενώ οι πεδινές εκτάσεις μόνο το 15%.

Ο Αώος ποταμός, πηγάζει από τις βόρειες πλαγιές της οροσειράς της Πίνδου στα βόρεια του Μετσόβου. Αρχικά ρέει βόρεια, διατρέχει την ανατολική άκρη του Ζαγορίου, στη συνέχεια στρέφεται δυτικά και εισέρχεται στην ομώνυμη στενή και βαθιά κοιλάδα μεταξύ των Όρεων Σμόλικα (2617 m) και Τύμφης (2540 m). Δέχεται τα νερά του Βοϊδομάτη και κατόπιν βόρεια στρεφόμενος δέχεται τα νερά των μικρότερων παραποτάμων του, όπως Δρίνου κ.α.. Στα Ελληνο-αλβανικά σύνορα δέχεται τα νερά του Σαρανταπόρου και εισέρχεται στην Αλβανία (γνωστός ως Vjose) και εκβάλλει στην Αδριατική θάλασσα έχοντας διανύσει μια διαδρομή 260 χλμ, από τα οποία 70 χιλιόμετρα επί ελληνικού εδάφους.



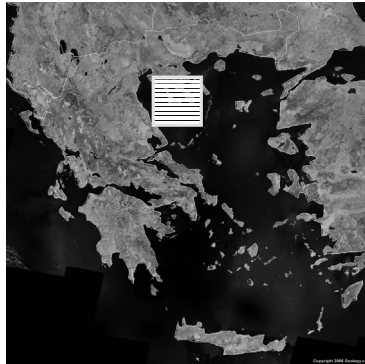
Εικόνα 1. Ποταμός Αώος (θέση Βίκος).
Picture 1. River Aous (location Vikos).



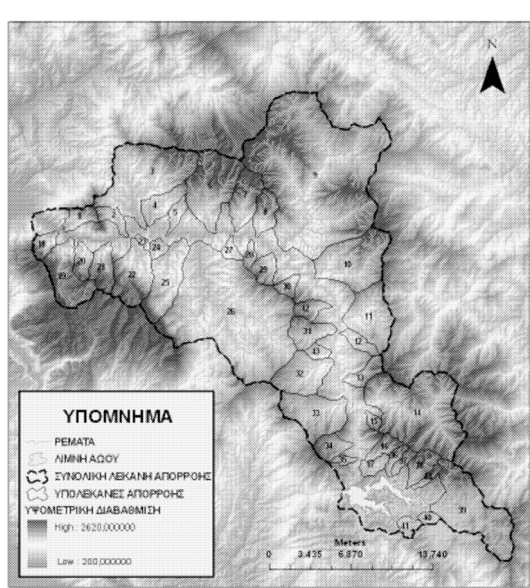
Εικόνα 2. Λίμνη Πηγών Αώου.
Picture 2. Lake of Aous sources.

Η υπολεκάνη του Αώου αποτελείται από 44 επιμέρους δευτερεύουσες υπολεκάνες, ενώ επτά (7) από αυτές ανήκουν στην υπολεκάνη του Φράγματος Πηγών Αώου. Ο χειμαρρικός τύπος που εξάγεται με βάση τα παραπάνω, αντιπροσωπεύει την ικανότητα ανάπτυξης «πλήρως», χειμαρρικών φαινομένων, τόσο ένταση όσο και έκταση, σε λεκάνες απορροής που είναι ολικώς ή μερικώς καλυμμένες από βλάστηση (Κωτούλας, 2001).

Με βάση τα κύρια χειμαρρικά όρια η υπολεκάνη του Αώου ανήκει στο φυσικό δασόριο. Ως εκ τούτου, η υπολεκάνη Αώου ανήκει στην χειμαρρική ζώνη II (μερικής επίδρασης του δάσους) δηλαδή σε υπερθαλάσσιο ύψος



Χάρτης 1. Η περιοχή έρευνας στην Ελλάδα.
Shape 1. Study area in Greece region.



Χάρτης 2. Υδρογραφικό δίκτυο υπολεκάνης Αώου.
Shape 2. Water network of sub-watershed Aós.

1000 m – 2000 m, όπου το δάσος προστατεύει μόνο εκτατικά και όχι έντονα χειμαρρικά φαινόμενα, τα όποια δεν προκαλούν όμως προβλήματα στην ομαλή διαίτα της κύριας κεντρικής κοίτης (Κωτούλας, 2001).

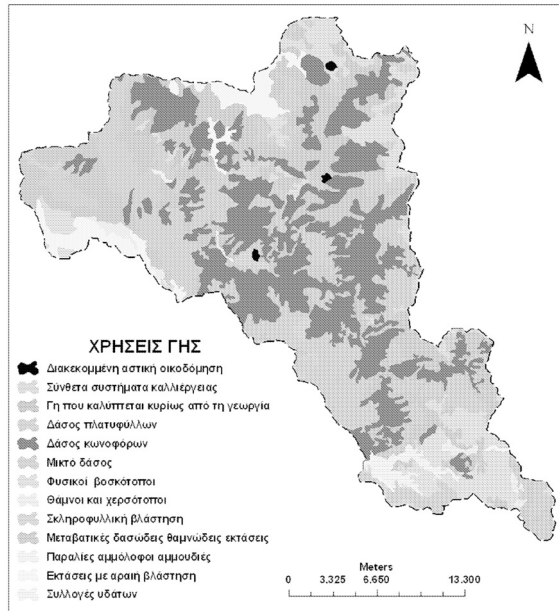
Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη την ιδιαίτερη μορφολογία του ανάγλυφου

της υπολεκάνης Αώου, ο χειμαρρικός τύπος χαρακτηρίζεται κανονικός ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες και την ένταση των χειμαρρικών φαινομένων (Κωτούλας, 2001).

Όσο αφορά την μορφομετρία των δευτερευουσών υπολεκανών Αώου, με βάση την έκταση των δευτερευουσών υπολεκανών χαρακτηρίζονται από πολύ μικρές έως μεγάλες. Η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου της υπολεκάνης Αώου παίρνει τιμές 1 έως 3, οπότε το δίκτυο χαρακτηρίζεται αδρομερές, ανθεκτικό σε διάβρωση από ύδατα, με διαπερατό γεωλογικό υλικό, με ικανοποιητική φυτοκάλυψη και υγρό κλίμα. Η στρογγυλομορφία των δευτερευουσών υπολεκανών εμφανίζει τιμές από 0,21 έως 2,26.

Τέλος, η μέση κλίση των δευτερευουσών υπολεκανών Αώου εμφανίζει τιμές από 7 % έως και 40 % ενώ η μέση κλίση των επιμέρους κεντρικών κοιτών εμφανίζει τιμές από 5 % έως 38 %.

Στην υπολεκάνη Αώου παρατηρείται ικανοποιητικό ποσοστό δασοκάλυψης, 38,28%. Λόγω όμως του έντονου ανάγλυφου, η περιοχή παρουσιάζει μεγάλο ποσοστό στις μεταβατικές δασώδεις / θαμνώδεις εκτάσεις, 30,14% (χάρτης 3).



Χάρτης 3. Χρήσεις γης υπολεκάνης Αώου.
Shape 3. Land use of sub-watershed Aous.

Αναλυτικότερα στην υπολεκάνη Αώου σύμφωνα με τις χρήσεις γης του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος Corine 2000:

- Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση, 0,10%
- Γή, κυρίως γεωργία με σημαντικές εκτάσεις βλάστησης, 0,72%
- Αγροτικές δασικές περιοχές, 0,13%
- Δάσος πλατύφυλλων, 8,71%
- Δάσος κωνοφόρων, 29,57%
- Μεικτό δάσος, 9,09%
- Φυσικοί βοσκότοποι, 17,13%
- Θάμνοι χερσότοποι, 1,14%
- Σκληροφυλλική βλάστηση, 0,81%
- Μεταβατικές δασώδεις/θαμνώδεις εκτάσεις, 30,14%
- Εκτάσεις με αραιή βλάστηση, 2,46%

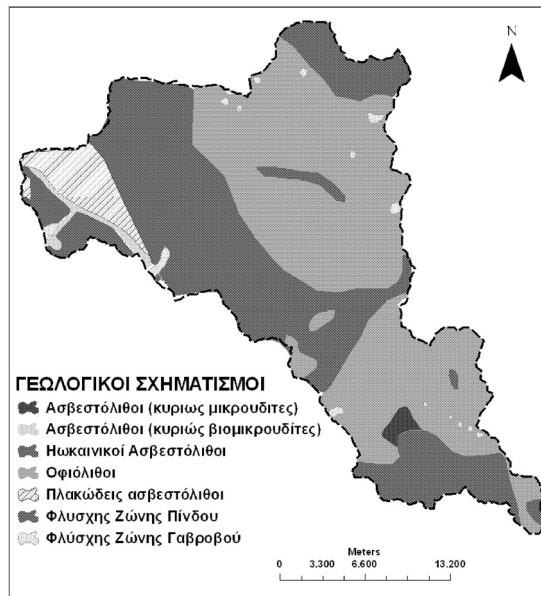
Η περιοχή μελέτης αναπτύσσεται κυρίως στις γεωτεκτονικές ζώνες Ωλονού – Πίνδου και εν μέρει στην ζώνη Γαβρόβου (ΥΠΑΝ, 2003). Η ζώνη Ωλονού-Πίνδου χαρακτηρίζεται ως βαθειά αύλακα από στρωματογραφική άποψη και αποτελείται από:

- κλαστικούς τριαδικούς σχηματισμούς.
- εναλλαγές ανθρακικών-πυριτικών σχηματισμών ανωτέρου τριαδικού-σενώνιου.
- μεταβατικά στρώματα μαιστριχτίου παλαιοκαίνου.
- φλύσχη ανωτέρου ηωκαίνου.

Η ζώνη Γαβρόβου στην περιοχή εμφανίζεται στρωματογραφικά με δύο ενότητες: των ανθρακικών σχηματισμών του ορεινού όγκου του Γαβρόβου και του φλύσχη στην ανατολική πλαγιά των βουνών του Βάλτου.

Το κλίμα στην περιοχή μελέτης έχει χαρακτηριστικά όμοια με το εσωτερικό της Ηπείρου, δηλαδή ηπειρωτικό, τραχύ και υγρό. Οι κλιματικές συνθήκες επηρεάζονται από το έντονο ανάγλυφο του εδάφους, με αποτέλεσμα στα ορεινά να επικρατούν κατά τη διάρκεια του χειμώνα χαμηλές θερμοκρασίες (ΥΠΑΝ, 2003). Η περιοχή ανήκει στον κλιματικό τύπο κατά Koppen, Cfa δηλαδή χαρακτηρίζεται από θερμό και υγρό καλοκαίρι με υψηλές θερμοκρασίες δρόσου ακόμη και μέσα στην ημέρα. Η βροχόπτωση είναι κατανομημένη σε όλο το έτος, ενώ η περισσότερη θερινή βροχή σημειώνεται τις απογευματινές ημέρες σαν καταιγίδα (Μπαλτάς, 2006).

Με βάση τα παραπάνω και δεδομένου ότι οι κλιματικοί δείκτες αποτελούν μαθηματικές εκφράσεις χρήσιμες για την ταξινόμηση των κλιματικών τύπων με βάση σαφή μαθηματικά όρια (Μπαλτάς, 2006), για την περιοχή



Χάρτης 4. Γεωλογία υπολεκάνης Αώου.

Shape 4. Geological structure of sub-watershed Aoos.

μελέτης προκύπτει:

- Δείκτης Ηπειρωτικότητας *Johansson*: 30,55 – 33,3
- Δείκτης Ωκεανικότητας *Kerner*: 9,21 – 12,12
- Δείκτης Ξηρότητας *De Martone*: 29,02 – 32,29

Για την εκτίμηση του μέσου ύψους βροχής και της μέσης θερμοκρασία αέρα χρησιμοποιήθηκαν 3 και 2 σταθμοί αντίστοιχα για την περίοδο 1996 – 2006 (Πίνακας I).

Πίνακας I. Μετεωρολογικοί σταθμοί στην περιοχή μελέτης.

Table I. Meteorological station in study area.

<i>α/α</i>	Σταθμός	Ύψος βροχής /Θερμοκρασία Αέρα	Υπηρεσία
1	Ιωάννινα	Θερμοκρασία αέρα	<i>E.M.Y.</i>
2	Βωβούσα	Ύψος Βροχής / Θερμοκρασία αέρα	<i>E.M.Y.</i>
3	Ελατοχώρι	Ύψος Βροχής	<i>Δ.Ε.Η</i>
4	Πάπιγκο	Ύψος Βροχής	<i>Δ.Ε.Η</i>

Ο έλεγχος ομοιογένειας έγινε με την μέθοδο διπλής αθροιστικής καμπύλης με σταθμό βάσης τον σταθμό Ελατοχώρι λόγω της επάρκειας των δεδομένων του. Από τα γραφήματα των διπλών αθροιστικών καμπύλων προέκυψαν προβλήματα στην ομοιογένεια του σταθμού Βοβούσα το έτος 1996. Η διόρθωση επιτυγχάνεται με τον πολλαπλασιασμό των αρχικών στοιχείων με το λόγο των κλίσεων των δυο τμημάτων της διπλής αθροιστικής καμπύλης δηλαδή για τον σταθμό Βοβούσα με 0,94 όπως προκύπτει από την γραμμική παλινδρόμηση των δυο τμημάτων.

Υπάρχει πληθώρα μεθόδων που έχουν αναπτυχτεί και χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης και θερμοκρασίας. Αυτές μπορούν να διαχωριστούν στις μεθόδους άμεσης ολοκλήρωσης και στις μεθόδους προσαρμογής επιφάνειας (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999). Οι μέθοδοι άμεσης ολοκλήρωσης υπολογίζουν την επιφανειακή βροχόπτωση απευθείας, από τις τιμές της σημειακής βροχόπτωσης. Στην παρούσα εργασία η μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι η μέθοδος των δυο αξόνων του Betglahmy (Nedavia Bethlahmy, 1976). Τα βάρη μέτρησης των σταθμών δίνονται στους πίνακες II & III.

Σύμφωνα με την μέθοδο η επιφανειακή ολοκλήρωση επιτυχαίνεται με τη χάραξη του μέγιστου άξονα στη λεκάνη απορροής και τη χάραξη της μεσοκάθετου του. Δηλαδή, το βάρος της μέτρησης i του σταθμού n υπολογίζεται από την σχέση:

$$i = \alpha_i / \sum_{i=1}^n$$

Όπου:

- α_i : η γωνία του σταθμού i με τον μέγιστο άξονα και την μεσοκάθετό του,
- $\sum_{i=1}^n$: το σύνολο των γωνιών των σταθμών n .

Πίνακας II. *Βάρη Μέτρησης των Σταθμών για τον υπολογισμό βροχόπτωσης.*

Table II. *Factor measurement of meteorological rain stations.*

Σταθμός	Πλευρά Α	Πλευρά Β	Πλευρά Γ	Acos	Degrees	Βάρος Μέτρησης
Πάπιγκο	31,81	22,96	15,96	0,50	28,45	0,20
Έλατο-χωρι	26,95	20,12	28,42	1,27	72,65	0,50
Βοβούσα	28,25	6,66	23,83	0,75	43,15	0,30

Πίνακας III. Βάρη Μέτρησης των Σταθμών για τον υπολογισμό θερμοκρασίας.
Table III. Factor measurement of meteorological temperature stations.

Σταθμός	Πλευρά Α	Πλευρά Β	Πλευρά Γ	Acos	Degrees	Βάρος Μέτρησης
Βωβούσα	28,25	6,66	23,83	0,75	43,15	0,53
Ιωάννινα	41,92	44,85	28,42	0,66	38,05	0,47

Μεθοδολογία

Μοντέλο υδατικού ισοζυγίου Thornthwaite & Mather

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.

Μοντέλο υδατικού ισοζυγίου Thornthwaite τροποποιημένο κατά Dingman 2001

Στο μοντέλο ως δεδομένα εισόδου χρησιμοποιούνται η μέση μηνιαία επιφανειακή βροχόπτωση (mm), η μέση μηνιαία επιφανειακή θερμοκρασία (C°) καθώς και το γεωγραφικό πλάτος (φ). Το γεωγραφικό πλάτος (φ) χρησιμοποιείται στον υπολογισμό της μέσης αστρονομικής διάρκειας μέρας κατά τον υπολογισμό της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής ($E_{δυν}$) κατά Thornthwaite.

Το μοντέλο διαχωρίζει τα κατακρημνίσματα σε βροχόπτωση και χιόνι ανάλογα με τη μέση μηνιαία επιφανειακή θερμοκρασία.

Από τη διεθνή βιβλιογραφία προκύπτει ότι:

- Αν $T < T_{snow}$ τότε όλη η συνολική κατακρήμιση είναι χιόνι.
- Αν $T > T_{rain}$ τότε όλη η συνολική κατακρήμιση είναι βροχή.
- Και για τιμές μεταξύ T_{snow} και T_{rain} η συνολική κατακρήμιση αποτελείται από βροχόπτωση κατά ένα ποσοστό και από χιόνι κατά ένα άλλο. (William & Tarboton 1999, Marsh 1990).

όπου: T_{rain} , T_{snow} είναι οι οριακές τιμές της θερμοκρασίας, που καθορίζουν το ποσοστό χιονόπτωσης ή βροχόπτωσης, που θα εισαχθούν στο υδατικό μοντέλο.

Ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται με την εισαγωγή του εμπειρικού παράγο-

να f (Daniel L. Peters 2006, Ward & Robinson 1990) ο οποίος ανάλογα με τη μέση επιφανειακή θερμοκρασία μεταβάλλει την τιμή του στο διάστημα $[0,1]$. Η μεταβολή της τιμής δίνεται από τους ακόλουθους τύπους:

$$f = \begin{cases} 0, T < 0^{\circ} C \\ \frac{1}{6} T, 0^{\circ} C < T < 6^{\circ} C \\ 1, T > 6^{\circ} C \end{cases}$$

όπου: Train-Tsnow, θεωρούμε $6^{\circ} C$ και $0^{\circ} C$ αντίστοιχα (Wolock & McCabe 1999, Dingman 2002). Για τον υπολογισμό του χιονιού στην είσοδο (input) του μοντέλου και την αναγωγή του σε ισοδύναμο βροχόπτωσης (mm) χρησιμοποιείται ο όρος Melt, που εκφράζει τη συνολική ποσότητα συσσωρευμένου χιονιού, ικανή για τη δημιουργία άμεσης απορροής (MELT). Με τη βοήθεια του Melt επιτυγχάνεται η συσχέτιση της ποσότητας χιονιού του τρέχοντος μήνα και του προηγούμενου μήνα αποθηκευμένου επιφανειακού χιονιού (Snow pack), που δύναται να μετασχηματιστεί σε άμεση απορροή, εκφρασμένο σε ύψος βροχής (mm).

Με βάση τα παραπάνω έχουμε:

- $RAIN = f * P$
- $SNOW = (1 - f) * P$
- $SnowPack = (1 - f)P^2 + (1 - f)Pack_{n-1}$
- $Melt = f * (Snow + Pack_{n-1})$

όπου :

- Snow: Ποσότητα χιονιού εκφρασμένο σε ύψος βροχής (mm)
- Snow Pack: Ποσότητα αποθηκευμένου συσσωρευμένου χιονιού, εκφρασμένο σε ύψος βροχής (mm).

Έτσι συνολικά το μοντέλο δέχεται ως στοιχεία εισόδου:

$$INPUT (W_m) = RAIN + \{SNOW + SNOW_{n-1}\} = RAIN + MELT$$

Ο υπολογισμός της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής γίνεται μέσω του Thornthwaite λόγω των μικρών απαιτήσεων σε δεδομένα εισόδου. Συγκεκριμένα απαιτεί τη μέση μηνιαία επιφανειακή θερμοκρασία αέρα και το γεωγραφικό πλάτος (φ) του σταθμού αναφοράς.

Για την υπολογιστική λειτουργία του μοντέλου, θεωρούνται γνωστά σε κάθε χρονική περίοδο τα συνολικά κατακρημνίσματα W_m και η δυνητική εξατμισοδιαπνοή E_{pn} , καθώς και η αποθήκευση της εδαφικής υγρασίας στο τέλος της προηγούμενης περιόδου S_{n-1} . Τα εξαγόμενα του μοντέλου είναι η πραγματική εξατμισοδιαπνοή E_n , η επιφανειακή απορροή Q_n καθώς και η αποθήκευση στο τέλος της τρέχουσας περιόδου S_n .

Σε περιόδους, που τα συνολικά κατακρημνίσματα είναι μεγαλύτερα από τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή ($W_m > E_{pn}$), η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ταυτίζεται με τη δυνητική. Το περίσσειμα ($W_m - E_{pn}$) αποθηκεύεται ως εδαφική υγρασία, εφόσον δεν έχει κορεστεί το έδαφος. Όταν κορεστεί το έδαφος, η ποσότητα η οποία δεν μπορεί πλέον να αποθηκευτεί, απορρέει επιφανειακά.

Σε περιόδους που η βροχόπτωση είναι μικρότερη από τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή ($W_m < E_{pn}$), η πραγματική εξατμισοδιαπνοή είναι μικρότερη από τη δυνητική. Συγκεκριμένα, θεωρείται, ότι κατ' αρχήν όλη η ποσότητα της βροχόπτωσης W_m εξατμίζεται και επίσης, εφόσον υπάρχει αποθηκευμένη εδαφική υγρασία, εξατμίζεται και ένα επιπλέον μέρος από αυτήν. Ο ρυθμός της επιπλέον εξατμισοδιαπνοής είναι ανάλογος της διαφοράς ($E_{pn} - W_m$) καθώς και της εδαφικής αποθήκευσης (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999).

Υπολογισμός παραμέτρων των μοντέλων

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 τη 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 ($^{\circ}C$),
- 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 (Turk, 1961):

$$E = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L_T^2}}}$$

$$\text{με } L_T = 300 + 25T + 0.05T^2$$

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 (Viessman et al. 1989):

$$E = P \left(1 - \frac{P}{l} \right) \quad \text{για } \frac{l}{8} \leq P \leq \frac{l}{2}$$

$$E = P \quad \text{για } P < \frac{l}{8}$$

$$E = 200 + 35T \quad \text{για } P > \frac{l}{2}$$

όπου:

- E : ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή (mm/έτος), P_n : ετήσιο ύψος βροχής (mm), T : μέση ετήσια θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$), l : συνάρτηση θερμοκρασίας ($l = 800 + 140T$).

Η εξίσωση της ετήσιας πραγματικής εξατμισοδιαπνοής σύμφωνα με τη μέθοδο του Ol'Dekor έχει ως εξής (Flokas, 1997):

$$E = P \left[1 - \exp\left(-\frac{PE}{P}\right) \right]$$

όπου:

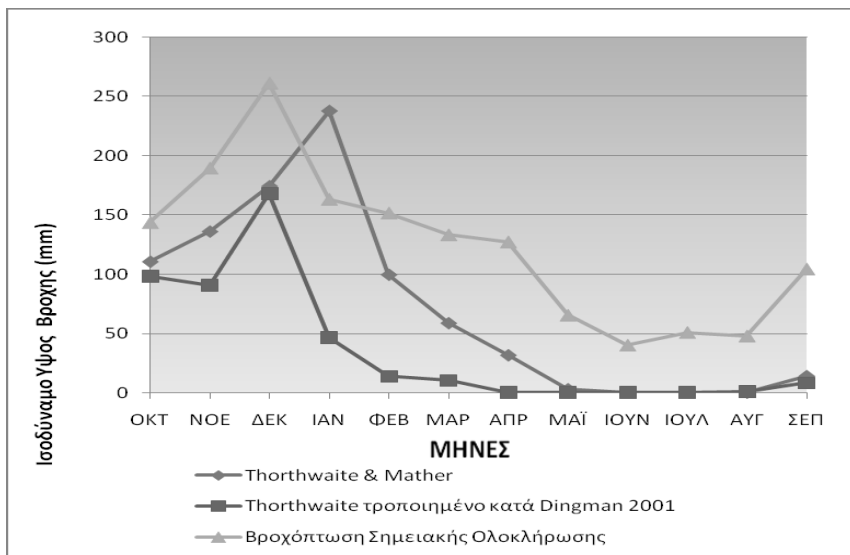
- E : ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή (mm/έτος),
- P_n : μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm),
- PE : ετήσια δυνητική εξατμισοδιαπνοή κατά Thornthwaite.

Αποτελέσματα

Για την εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν τα κλιματικά δεδομένα βροχόπτωσης και μέσης θερμοκρασίας αέρα, των σταθμών Ελατοχώρι, Βωβούσα, Πάπιγκο και Ιωάννινα για την περίοδο μελέτης 1996-2006. Στα στοιχεία αυτά έγιναν διορθώσεις και επεξεργασία ώστε να μπορέσουν να εισαχθούν στα υδατικά μοντέλα. Για τη χωρική ανάλυση των σημειακών παρατηρήσεων των σταθμών, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Betglahmy, η οποία παρά

την απλότητά της απέδωσε σε ικανοποιητικό βαθμό την κατανομή των κλιματικών δεδομένων στην περιοχή μελέτης. Η μέγιστη και ελάχιστη μηνιαία βροχόπτωση παρατηρείται κατά τους μήνες Νοέμβριο και Ιούνιο αντίστοιχα, ενώ η μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρείται κατά τους μήνες Ιούλιο και Οκτώβριο αντίστοιχα. Η μέση υπερετήσια βροχόπτωση της περιόδου είναι 1479,12 mm και η μέση υπερετήσια θερμοκρασία είναι 13,09 °C.

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 (Corine, 2000). Ο απορροϊκός συντελεστής με βάση τα εδαφολογικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής ανήκει στο υδρολογικό τύπο B με τύπο II υγρασίας κατάστασης εδάφους των πέντε προηγούμενων ημερών. Ο απορροϊκός συντελεστής C_n εκτιμήθηκε ίσος με 72 και η μέγιστη εδαφική χωρητικότητα με 98,77 (mm).



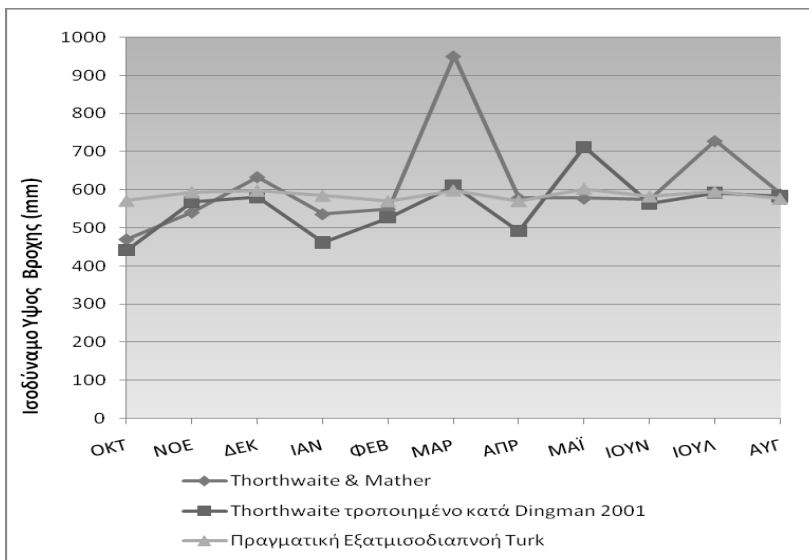
Σχήμα 1. Σύγκριση Εκτιμούμενης Απορροής των Υδατικών Ισοζυγίων.
Figure 1. Comparison of the water balance models.

Από τον υπολογισμό της ετήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής με τη μέθοδο των Thornthwaite προέκυψε ότι η μέση ετήσια δυνητική εξατμισοδιαπνοή για την περίοδο μελέτης είναι ίση με 754,07 mm.

Η μέση ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή για την περίοδο 1996 –

2006 εκτιμήθηκε με βάση τους τύπους του Turk, του Coutage και την Ol'Dekor και υπολογίστηκε σε 586,07 mm, 657,71 mm και 587,70 mm αντίστοιχα. Επειδή τα αποτελέσματα της μεθόδου του Turk κυμαίνονται μεταξύ των τιμών των αποτελεσμάτων των μεθόδων του Coutage και του Ol'Dekor, λαμβάνονται υπόψη για την σύγκριση με την ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή των μοντέλων Thorthwaite & Mather και Thorthwaite τροποποιημένο κατά Dingman 2001.

Η μέση πραγματική εξατμισοδιαπνοή του μοντέλου Thorthwaite & Mather και Thorthwaite τροποποιημένο κατά Dingman 2001, είναι 611,84 mm και 557,62 mm, αντίστοιχα. Τα δυο υδατικά μοντέλα παρουσιάζουν σχετική ομοιογένεια στα αποτελέσματα πραγματικής εξατμισοδιαπνοής στη μηνιαία κατανομή τους για την περίοδο μελέτης. Η μέση τιμή της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής των μοντέλων κυμαίνεται ανάμεσα στην μέγιστη και ελάχιστη μέση τιμή της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής της περιοχής σύμφωνα με τις εμπειρικές εξισώσεις των Turk, Coutage και Ol' Dekor.



Σχήμα 2. Σύγκριση Εκτιμώμενης Πραγματικής Εξατμισοδιαπνοής των Υδατικών Ισοζυγίων.

Figure 2. Comparison of evapotranspiration from the water balance models.

Από τα αποτελέσματα της μέσης μηνιαίας απορροής, που εξήχθησαν

από τα μοντέλα υδατικού ισοζυγίου των Thorthwaite & Mather και Thorthwaite τροποποιημένο κατά Dingman 2001, εκφρασμένη σε ισοδύναμο ύψος βροχής, προέκυψε ότι η μέση μηνιαία απορροή είναι 184,62 mm και 36,26 mm. Η διαφορά των 120 mm στην τιμή οφείλεται στην καλύτερη μηνιαία κατανομή των μετρούμενων ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων, σε βροχόπτωση και χιονόπτωση, του υδατικού μοντέλου Thorthwaite τροποποιημένου κατά Dingman 2001, με αποτέλεσμα να αποδίδει καλύτερα την μέση μηνιαία απορροή και μην υπερεκτιμά τις τιμές των σταθμών βάσης όπως το υδατικό μοντέλο Thorthwaite & Mather.

Συμπεράσματα

Υδρομορφολογικά, η υπολεκάνη του ποταμού Αώου παρουσιάζει ένα πλούσιο υδρογραφικό δίκτυο και κανονικό χειμαρρώδη τύπο χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα πλημμύρων κατά το μήκος της κεντρικής κοίτης των χειμαρρικών ρευμάτων, παρά το έντονα ορεινό ανάγλυφο.

Η υδρολογική διερεύνηση της υπολεκάνη Αώου, εκτίμησε τα υδατικά ισοζύγια κατά Thorthwaite & Mather και κατά Thorthwaite τροποποιημένο κατά Dingman 2001. Από τα αποτελέσματα της μέσης μηνιαίας απορροής, εκφρασμένη σε ισοδύναμο ύψος βροχής, που εξήχθησαν από τα μοντέλα υδατικού ισοζυγίου των Thorthwaite & Mather και Thorthwaite τροποποιημένο κατά Dingman 2001, προέκυψε ότι η μέση μηνιαία απορροή είναι 184,62 mm και 36,26 mm. Η διαφορά των περίπου 120 mm στην τιμή οφείλεται στην καλύτερη μηνιαία κατανομή των μετρούμενων ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων, σε βροχόπτωση και χιονόπτωση, από το υδατικό μοντέλο Thorthwaite τροποποιημένο κατά Dingman 2001, με αποτέλεσμα να αποδίδει καλύτερα τη μέση μηνιαία απορροής και να μην υπερεκτιμά τις τιμές των σταθμών βάσης όπως το υδατικό μοντέλο Thorthwaite & Mather.

Συνολικά, η περιοχή μελέτης δεν θα παρουσιάσει υδρολογικά προβλήματα τόσο σήμερα όσο και για τα επόμενα χρόνια, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης απορροής καλύπτεται από δάση και θαμνώδεις εκτάσεις, οι οποίες βρίσκονται κάτω από αυστηρό καθεστώς προστασίας.

Βιβλιογραφία

- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού. 1977. *Τοπογραφικοί Χάρτες κλίμακας 1:50.000* περιοχών έρευνας.
- Corine. 2000. *Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος. Χρήσεις γης 2000.*

- Daniel, L. Peters. 2006. *GeoG370 Hydrology*, University of Victoria, Department of Geography.
- Dingman, S.L. 1994. *Physical Hydrology*, Macmillan Publishing co, New York, USA.
- Dingman, S.L. 2001. *Physical Hydrology*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J.
- Dingman, S.L. 2002. *Chapter 5: Snow and Snowmelt. In: Physical Hydrology*, 2nd ed. Prentice Hall.
- Demiris, K. 1986. *Technical Geology*, Aristotle University Thessalonica, University Studio Press, Thessalonica.
- Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών. 1993. *Μελέτη – Πιλότος για τη διαχείριση των υδατικών πόρων του υδατικού διαμερίσματος Ηπείρου*», Τελική Έκθεση, Αθήνα.
- Φλόκας, Α. 1997. *Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας*, Θεσσαλονίκη.
- Καλινδέρης, Ι. 2006. *Η υδρονομία στην Ελλάδα στα πλαίσια της κοινοτικής οδηγίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την διαχείριση των υδατικών πόρων*, Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ.
- Κουτσογιάννης, Δ. και Θ. Ξανθόπουλος. 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.
- Κωτούλας, Δ. 2001. *Διευθετήσεις Χειμαρρικών Ρευμάτων Ι*, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Μπαλτάς, Ε. 2006. *Εφαρμοσμένη Μετεωρολογία*, Θεσσαλονίκη.
- Mimikou, M. 1982. *An investigation of suspended sediment curves in Western and Northern Greece*. Hydrological Sciences Journal.
- Marsh, P. 1990. *Snow hydrology. In: Northern Hydrology*, Canadian Perspectives, T.D. Prowse and C.S.L. Ommanney eds. NHRI Science Report No. 1, 37-61.
- Nedavia Bethlahmy, 1976. *The two – axis method: A new method to calculate average precipitation over a basin*. Hydrological Sciences Bulletin - Science Hydrologiques XXI, 3/1976.
- Σούλης, Ν. 1994. *Το Κλίμα της Ηπείρου*, Διδακτορική διατριβή, Ιωάννινα.
- SCS (Soil Conservation Service), 1972. *National Engineering Handbook*, Section of Hydrology, SCS, Washington D.C., U.S.A.
- Thorntwaite, C. and J. Mather. 1957. *Instruction and tables for computing*

- potential evapotranspiration and the water balance*, Publ. in climatology, Vol. X – No 3. New Jersey 1957.
- Turk, L. 1961. *Evaluation des besoins en eau d'irrigation, evapotranspiration potentielle, formule climatique simplifiée et mise en jour*, *Annuel Agronomie*. 12, pp. 13-49.
- Υπουργείο Ανάπτυξης (ΥΠ.ΑΝ), Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων. 2003. *Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας*, Παράρτημα 2: Ποιοτική κατάσταση των υδατικών πόρων, Αθήνα.
- Viessman, Jr.W., G.L. Levis and J.W. Knappt. 1989. *Introduction to Hydrology*.
- Ward, R.C. and M. Robinson. 1990. *Principles of Hydrology*.
- Williams, K.S. and D.G. Tarboton. 1999. *The ABCs of snowmelt: a topographically factorized energy component snowmelt model*.
- Wolock, D.M. and G.J. McCabe. 1999. *Effects of potential climatic change on annual runoff in the conterminous United States*, *Journal of the American Water Resources Association*.

Hydrologic investigation of the sub-watershed Aaos river

F. Maris and S. Anastasiadis

Abstract

The basin of the river Aaos belongs to the water department of Epirus (05), in north-western Greece. The Aaos river, stems from the northern slopes of the Pindos mountain, range north of Metsovo. The Greek part of the watershed Aaos consists of sub-basins of Aaos and two major sub-river Voidomatis, Sarantaporo. The choice of study was based on the wealth of reliable data and the primary importance of subwatershed Aaos, because it is the only case in Greece that ends in the neighbouring country, Albania.

This post-graduate work aims at calculating monthly water models Thornthwaite & Mather and Thornthwaite modified during Dingman 2001, with the ultimate purpose of calculating the average monthly drainage, and also the comparative analysis of two models and prices real evaporation, as is clear from water models and empirical equations Turk, Coutage, Ol'Dekop.

The average annual real evapotranspiration for the period 1996 - 2006 was estimated based on the types of Turk, the Coutage, Ol'Dekop and estimated at 586,07 mm, 657,71 mm and 587,70 mm respectively. The average actual evapo-

transpiration model Thornthwaite & Mather and Thornthwaite modified during Dingman 2001, is 611,84 mm and 557,62 mm, respectively.

The results of the average monthly effluent, expressed in equivalent rainfall, which were exported from the water balance models of Thornthwaite & Mather and Thornthwaite modified during Dingman 2001, showed that the average monthly run-off is 184,62 mm and 36,26 mm.

Keywords: Water budget, Thornthwaite & Mather model, Thornthwaite modified during Dingman 2001 watershed, geographical information systems.

Σύστημα ταξινόμησης των λεκανών απορροής και ποσοτικός προσδιορισμός των απαραίτητων βιολογικών και τεχνικών έργων για την αποκατάστασή τους μετά από πυρκαγιά

Φ. Π. Μάρης*, Ι. Α. Καλινδέρης και Γ. Ε. Μαλλίνη

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

Περίληψη

Ιδιαίτερα στις χώρες της Μεσογειακής λεκάνης το φαινόμενο της διάβρωσης αποτελεί σοβαρό κίνδυνο, οδηγώντας στην υποβάθμιση των εδαφών και επομένως στην ερημοποίηση. Τα φαινόμενα αλλά και οι επιπτώσεις της διάβρωσης αυξάνονται από την επίδραση παραγόντων όπως το κλίμα, ιδιαίτερα υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής, η τοπογραφία, οι ανθρώπινες παρεμβάσεις αλλά και από φυσικές ή μη, καταστροφές όπως οι δασικές πυρκαγιές. Οι τελευταίες αποτελούν ένα πολύ συχνό φαινόμενο στα μεσογειακά οικοσυστήματα και είναι υπεύθυνες για την καταστροφή και απομάκρυνση της υπέργειας βλάστησης η οποία λειτουργεί ανασταλτικά ως προς τη διάβρωση.

Η χώρα μας δεν αποτελεί εξαίρεση στο φαινόμενο αυτό δεδομένου ότι κατά τα τελευταία χρόνια σημειώνονται πολλές δασικές πυρκαγιές, που καταστρέφουν μεγάλες εκτάσεις υδρογεωνομικών, αισθητικών και άλλων χρήσεων δασών, με ανυπολόγιστες οικονομικές ζημιές, υποβαθμίζοντας συγχρόνως τις ποσοτικές και ποιοτικές παραμέτρους του υγιούς φυσικού περιβάλλοντος.

Η αντιμετώπιση της διάβρωσης και της υποβάθμισης των ορεινών λεκανών απορροής, μετά την πυρκαγιά, έγκειται στην άμεση λήψη μέτρων τα οποία στοχεύουν στη μείωση της ποσότητας και ταχύτητας του απορρέοντος ύδατος καθώς και στην ταχύτερη επανεγκατάσταση της βλάστησης. Τα έργα που εκτελούνται, για την προστασία του εδαφικού παράγοντα από διάβρωση και την κατά το δυνατό διευκόλυνση της επανόδου της φυσικής βλάστησης που καταστράφηκε, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Τα τεχνικά έργα και τα αγροτεχνικά και βιολογικά.

Επομένως, σημαντικό βήμα για τη διαχείριση των καμένων εκτάσεων είναι η επιλογή του είδους και της ποσότητας των έργων που θα εκτελεστούν καθώς και ο προγραμματισμός της εκτέλεσής αυτών, χωρικά και χρονικά.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ταξινόμηση των λεκανών απορροής σε μια περιοχή η οποία έχει υποστεί τις συνέπειες πυρκαγιάς σχετικά πρόσφατα, ανάλογα με τη διαβρωτικότητα που εμφανίζουν, με στόχο τη μοντελοποίηση του

είδους και της ποσότητας των έργων αποκατάστασης που απαιτούνται στις λεκάνες αυτές.

Σαν περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η Χερσόνησος της Κασσάνδρας όπου τον Αύγουστο του 2006 το δασικό οικοσύστημα της Κασσάνδρας υπέστη μία φοβερή καταστροφή, καθώς πάνω από 50000 στρέμματα κάηκαν.

Λέξεις Κλειδιά: Διαχείριση λεκανών απορροής, βιολογικά έργα, τεχνικά έργα.

Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν βασικό στοιχείο εξέλιξης των μεσογειακών οικοσυστημάτων, καθώς επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τη σύνθεση και τη δυναμική τους (Ντάφης, 1986). Το ιδιαίτερο καθεστώς που διαμορφώνεται και σχετίζεται με τις δασικές πυρκαγιές στις παραμεσογειακές χώρες, οφείλεται σε σημαντικό βαθμό στο κλίμα, το οποίο χαρακτηρίζεται από ξηρά καλοκαίρια με υψηλές θερμοκρασίες και ισχυρούς ανέμους και βροχοπτώσεις αυξημένης ραγδαιότητας κατά το φθινόπωρο και το χειμώνα, στην τοπογραφία, στη δομή και τη σύνθεση της βλάστησης καθώς και στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Παράλληλα με τις σημαντικές επιπτώσεις στη φυσική βλάστηση και στη βιοποικιλότητα, οι δασικές πυρκαγιές επηρεάζουν τη δομή καθώς και τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του επιφανειακού στρώματος του εδάφους μετατρέποντάς το σε υδρόφοβο και προκαλώντας με τον τρόπο αυτό αυξημένο κίνδυνο διάβρωσης (González et al. 2006, Kokaly et al. 2007).

Η διάβρωση του εδάφους η οποία αποτελεί και το σημαντικότερο παράγοντα υποβάθμισης των λεκανών απορροής προκαλεί σημαντικές περιβαλλοντικές αλλά και οικονομικές επιπτώσεις επηρεάζοντας τις γεωργικές δραστηριότητες αλλά και τις υποδομές (Pimentel et al. 1995, Vrieling et al. 2006). Σε περιοχές δε που έχουν επανειλημμένως πληγεί από πυρκαγιές, η απώλεια του εδάφους αποτρέπει την φυσική αναγέννηση, την οικολογική διαδοχή και την διήθηση του νερού αυξάνοντας την πλημμυρική επικινδυνότητα ιδιαίτερα των πεδινών περιοχών (Fox et al. 2006).

Η αποτροπή της διάβρωσης του εδάφους και επομένως της αυξημένης πλημμυρικής επικινδυνότητας στηρίζεται στη μελέτη και εκτέλεση διαφόρων επεμβάσεων οι οποίες διακρίνονται σε (Κωτούλας 2001, Καλινδέρης κ.α. 2007):

1. Ενεργές επεμβάσεις (υδρονομικά έργα διευθέτησης ορεινών λεκανών απορροής, αγροτεχνικά, βιολογικά και τεχνικά έργα),
2. Παθητικές επεμβάσεις (καθορισμός ζωνών επικινδυνότητας, συστήματα προειδοποίησης κ.λ.π.).

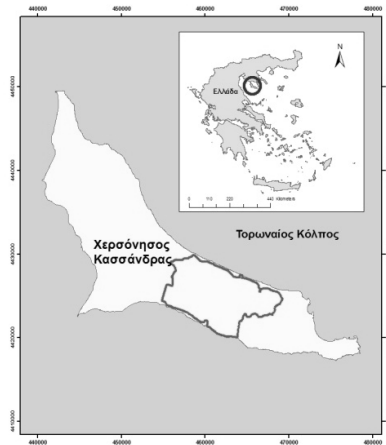
Επιπλέον το σύνολο των επεμβάσεων καθορίζουν το γενικό σύστημα διαχείρισης και επέμβασης των περιοχών αυτών. Σημαντικό παράγοντα κατά τον καθορισμό του συστήματος διαχείρισης και επέμβασης παίζει το είδος, το μέγεθος, η έκταση και η χωροθέτηση των έργων επέμβασης και κυρίως των ενεργών επεμβάσεων (Κωτούλας 2001, Kostadinov et al. 2008, Gavrilovic 2008).

Η αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών απαιτεί την χρήση ενός αποτελεσματικού σχεδίου διαχείρισης αυτών των εκτάσεων κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις της διάβρωσης του εδάφους με τον ταχύτερο αλλά και οικονομικότερο τρόπο.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι ο καθορισμός ενός συστήματος ταξινόμησης των ορεινών λεκανών απορροής για τον ποσοτικό προσδιορισμό των έργων που απαιτούνται για την προστασία του εδάφους από διαβρωτικά φαινόμενα.

Περιοχή έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της χερσονήσου της Κασσάνδρας Χαλκιδικής (Σχ. 1).



Σχήμα 1. Η περιοχή έρευνας.

Figure 1. The research area.

Όλη η περιοχή αποστραγγίζεται από 24 χειμαρρικά ρεύματα, με σχετι-

κά μικρές λεκάνες απορροής, των οποίων η έκταση κυμαίνεται από 0,65 km² έως 5,45 km². Υψομετρικά, ανήκουν στην κατηγορία των χειμαρρικών ρευμάτων των λοφωδών και ημιορεινών περιοχών ($H_{\max} < 1000$ m). Οι μέσες κλίσεις των λεκανών απορροής (J_m) είναι σημαντικές και κυμαίνονται από 22,96% έως και 37,18% (Καλινδέρης κ.α. 2007).

Από γεωλογική άποψη το μεγαλύτερο τμήμα της Κασσάνδρας αποτελείται από μάργες, ψαμμίτες, κροκαλλοπαγή και σε πολύ μικρότερο ποσοστό ασβεστολιθικά πετρώματα (Καλινδέρης κ.α. 2007). Τα εδάφη χαρακτηρίζονται ως λεπτόκοκκα, αμμώδη ως αμμοπηλώδη, «βαθιά» στα κατόντη του ανάγλυφου και «μετρίου βάθους ως αβαθή» στα ανάντη και τις κορυφογραμμές. Παρουσιάζουν μεγάλη διαπερατότητα με ακαθόριστους εδαφολογικούς ορίζοντες και με ΡΗ 6 – 7,5 και είναι ιδιαίτερα ευπαθή στη διάβρωση (Τσιτσώνη, 1991). Από χειμαρρικής άποψης το γεωλογικό υπόβαθρο κατατάσσεται στο Νεογενή χειμαρρικό σχηματισμό (S). Τα πετρώματα αυτού του σχηματισμού είναι ιδιαίτερα ευπαθή στη δράση των κατακρημνισμάτων, γεγονός που ευνοεί τη διάβρωση, ιδιαίτερα μετά την καταστροφή της δασικής βλάστησης. Τα στερεά υλικά που παράγονται είναι μέσων έως πολύ μικρού μεγέθους (Κωτούλας 2001, Στεφανίδης 1990).

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται σε 590,2mm με βροχερότερο μήνα το Δεκέμβριο (~ 92mm) και ξηρότερο τον Ιούλιο (20 mm). Κατά τη βροχερή περίοδο, που διαρκεί από τον Οκτώβριο έως τον Μάρτιο, η περιοχή δέχεται το 73,05% των συνολικών κατακρημνισμάτων.

Από άποψη βλάστησης η χερσόνησος της Κασσάνδρας ανήκει στη φυτοκοινωνιολογική ένωση της ευμεσογειακής ζώνης. Η δασική βλάστηση της περιοχής περιλαμβάνει ξηροθερμικά φρύγανα (θυμάρι, μέντα, ασφάκα), αριές, χαλέπιο πεύκη και κάποιες περιοχές με δρυ (*Q.conferta* και *Q.cerris*), (Mallinis et al. 2004).

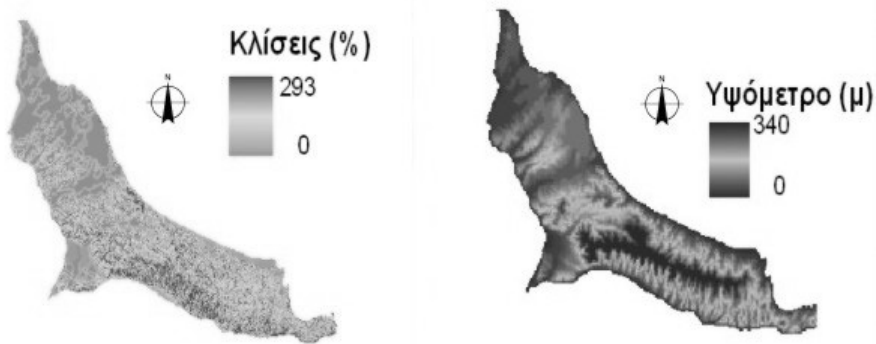
Υλικά και Μέθοδοι

Γενικά

Αρχικά ψηφιοποιήθηκαν οι λεκάνες απορροής της περιοχής έρευνας και υπολογίστηκαν τα μορφομετρικά γνωρίσματα των λεκανών απορροής.

Για τη δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου εδάφους της περιοχής έρευνας, ψηφιοποιήθηκαν οι χωροσταθμικές καμπύλες ισοδιάστασης 20 μέτρων από αντίστοιχους τοπογραφικούς χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ), κλίμακας 1:5000. Το τρισδιάστατο μοντέλο εδάφους (DTM), χωρικής διακριτικής ανάλυσης 20 μέτρων προέκυψε με τη μέθοδο

TIN. Το DTM χρησιμοποιήθηκε πέραν του υπολογισμού των κλίσεων της περιοχής και για την ορθοδιόρθωση των δορυφορικών εικόνων και τη γεωαναφορά τους στο σύστημα ΕΓΣΑ 87.



Σχήμα 2. Ψηφιακό μοντέλο εδάφους και χάρτης κλίσεων της περιοχής έρευνας.

Figure 2. The Digital Elevation Model and the slope map of the research area.

Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής έρευνας μελετήθηκε με βάση τους χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε. (1:500000 και 1:50000).

Τέλος εδαφολογικά στοιχεία καθώς και πληροφορίες για τη διάβρωση της περιοχής μελέτης ψηφιοποιήθηκαν από χάρτες γαιοικανότητας του Υπ. Γεωργίας κλίμακας 1:50000.

Ταξινόμηση της βλάστησης και των χρήσεων γης

Η ακριβής χαρτογράφηση της περιοχής που έχει πληγεί από πυρκαγιά είναι αναγκαία προϋπόθεση για την εκτίμηση του συντελεστή διάβρωσης Z και επομένως τον υπολογισμό της πιθανής διάβρωσης. Μια δορυφορική εικόνα LANDSAT TM με ημερομηνία λήψης τον Σεπτέμβριο του 2006, για τη χαρτογράφηση της έκτασης και της έντασης της πυρκαγιάς, ήταν τα δορυφορικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

Επιπρόσθετα, έγχρωμες ορθοφωτογραφίες κλίμακας 1:5000 οι οποίες δημιουργήθηκαν από Α/Φ μετά την πυρκαγιά καθώς και παγχρωματικές ορθοφωτογραφίες παλαιότερων ετών, χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο της ακρίβειας ταξινόμησης των δορυφορικών δεδομένων.

Ποσοτική ταξινόμηση της διάβρωσης

Ο καθορισμός του συστήματος επέμβασης για τη διευθέτηση των ορεινών λεκανών απορροής ιδιαίτερα μετά από περιστατικά όπως είναι οι δασικές πυρκαγιές, όπου ο προστατευτικός παράγοντας του εδάφους, που είναι η βλάστηση, έχει απομακρυνθεί, γίνεται κατόπιν προσδιορισμού του μεγέθους της δυνατής διάβρωσης, της υποβάθμισης, αλλά και του στερεοφορτίου που δύναται να εμφανιστεί (Κωτούλας, 2001).

Ο Gavrilović άρχισε να μελετά συστηματικά τη διαδικασία και την ένταση της διάβρωσης σε λεκάνες απορροής της πρώην Γιουγκοσλαβίας (Gavrilović 1972, Gavrilović et al. 2006). Η μεθοδολογία την οποία ανέπτυξε και η οποία εξελίχθηκε έκτοτε, στηρίζεται στην αξιολόγηση και στην ορθή εκτίμηση των παραμέτρων και των δεδομένων, στην γνώση των χαρακτηριστικών της λεκάνης καθώς και στην πλήρη κατανόηση του μηχανισμού της διάβρωσης (Petraš et al. 2007, Tazioli 2008).

Πολύ σημαντικό ρόλο στην χρήση της μεθόδου της πιθανής διάβρωσης παίζει ο συντελεστής διάβρωσης Z (Gavrilovic 1972, Gavrilovic 1988). Με βάση τις τιμές του συντελεστή αυτού, ο Gavrilović (1972) δημιούργησε μια ταξινόμηση του βαθμού διάβρωσης σε κλάσεις (πίνακας I).

Πίνακας I. Κατηγορίες διάβρωσης ανάλογα με την τιμή του συντελεστή διάβρωσης Z .

Table I. Erosion classes based on the values of the coefficient of erosion Z .

Κατηγορία Διάβρωσης	Είδος Διάβρωσης	Τιμές συντελεστή Z
I	Πολύ ισχυρή Διάβρωση	$Z > 1.0$
II	Ισχυρή διάβρωση	$0.71 < Z < 1.0$
III	Μέση διάβρωση	$0.41 < Z < 0.7$
IV	Ελαφρά διάβρωση	$0.20 < Z < 0.4$
V	Πολύ ελαφρά διάβρωση	$Z < 0.19$

Ταξινόμηση των χειμαρρικών ρευμάτων, συντελεστής υδρογραφικής τάξης H_k

Η ταξινόμηση των χειμαρρικών ρευμάτων αποτελεί σημαντικό παράγοντα, ιδιαίτερα, στους ειδικούς στις διευθετήσεις χειμαρρικών ρευμάτων, καθώς αποτελεί βασικό εργαλείο στον προγραμματισμό των έργων ελέγχου και διαχείρισης της χειμαρρικής δράσης.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου οι Gavrilovic (1972) και (Gavrilovic et al. 2008) χρησιμοποίησαν τα βασικά χαρακτηριστικά τα ο-

ποία είναι συνήθως διαθέσιμα για την ταξινόμηση των χειμαρρικών ρευμάτων σε κατηγορίες. Τέτοια χαρακτηριστικά σχετίζονται με τη μορφολογία και την υδρογραφία του χειμαρρικού ρεύματος, το κλίμα (βροχόπτωση και θερμοκρασία) και τη διάβρωση στην οποία υπόκειται η λεκάνη απορροής του χειμαρρικού ρεύματος (Gavrilovic 1972, Κωτούλας 2001, Gavrilovic et al. 2008).

Ο συντελεστής ο οποίος προέκυψε είναι ο συντελεστής υδρογραφικής τάξης (H_k) ο οποίος υπολογίζεται με βάση την εξίσωση:

$$H_k = F \cdot A \cdot K \cdot \frac{L_t + 1}{L - 1}$$

όπου: F: Το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (km^2)
 L: Το συνολικό μήκος του υδρογραφικού δικτύου (km)
 L_t : Το συνολικό μήκος των συμβαλλόντων (km)
 K: Συντελεστής κλίματος και τοπογραφίας ο οποίος υπολογίζεται με βάση τον παρακάτω τύπο:

$$K = T \cdot \sqrt{J_k}$$

όπου: J_k : Η μέση σταθμισμένη κλίση της κεντρικής κοίτης (%)
 T: ο συντελεστής θερμοκρασίας ο οποίος υπολογίζεται από τον τύπο:

$$T = \sqrt{\frac{t^0}{10} + 0,1}$$

όπου: t^0 : η μέση ετήσια θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$) στη λεκάνη απορροής
 A: Συντελεστής μορφής των λεκανών απορροής ο οποίος παρέχεται από τον τύπο:

$$A = \frac{P}{L \cdot (\pi + 2)}$$

όπου: P: η περίμετρος της λεκάνης απορροής (km)

Η τιμή του συντελεστή υδρογραφικής τάξης αποτελεί και τη βάση για την ταξινόμηση των χειμαρρικών ρευμάτων σε 6 τάξεις, σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Gavrilovic (1972) και οι οποίες παρουσιάζονται στον πίνακα II.

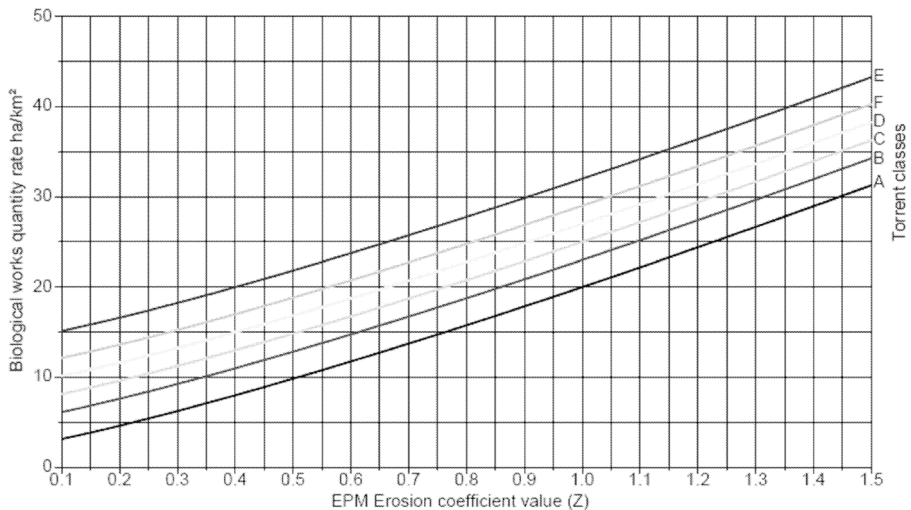
Πίνακας II. Ταξινόμηση των χειμαρρικών ρευμάτων σε τάξεις ανάλογα με την τιμή του συντελεστή υδρογραφικής τάξης H_k .

Table II. Torrent classification based on the values of the coefficient of hydrographic class H_k .

Τάξη χειμαρρικού ρεύματος	Περιγραφή	Τιμές συντελεστή H_k
A	Χειμαρροπόταμοι	$H_k > 20$
B	Μικροί Χειμαρροπόταμοι	$10 < H_k < 20$
C	Χειμαρρικά ρεύματα	$1.0 < H_k < 10$
D	Εφήμερα χειμαρρικά ρεύματα	$0.1 < H_k < 1.0$
E	Μικρά χειμαρρικά ρεύματα	$0.05 < H_k < 0.1$
F	Χαραδρώσεις	$H_k < 0.05$

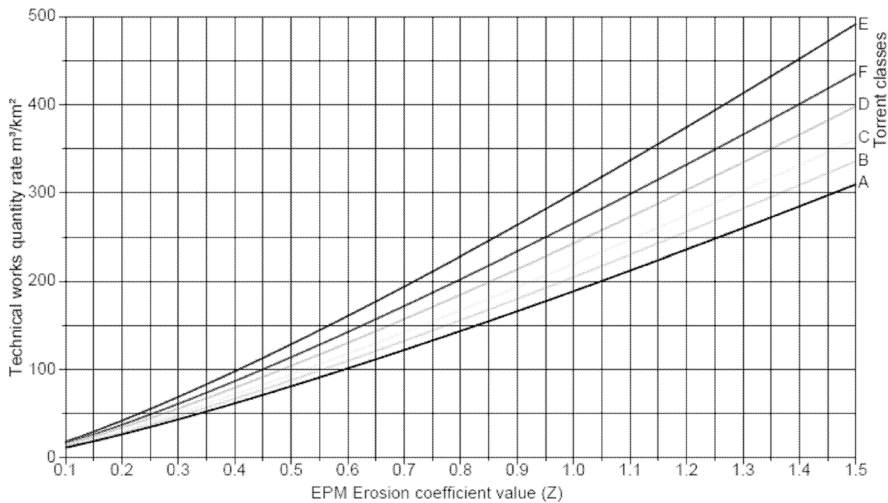
Ποσοτική εκτίμηση των επεμβάσεων στις λεκάνες απορροής

Σύμφωνα με τους Gavrilovic et al. (2008), η συσχέτιση των δύο συντελεστών (συντελεστή υδρογραφικής τάξης H_k και του συντελεστή διάβρωσης Z) αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των επεμβάσεων που στοχεύουν στην προστασία μιας περιοχής από φαινόμενα διάβρωσης.



Σχήμα 3. Συσχέτιση μεταξύ των συντελεστών Z , H_k και των βιολογικών έργων.

Figure 3. Correlation of the coefficient of erosion Z and coefficient of hydrographic class H_k for the estimation of the requisite volume of biological works.



Σχήμα 4. Συσχέτιση μεταξύ των συντελεστών z , H_k και των τεχνικών έργων.

Figure 4. Correlation of the coefficient of erosion Z and coefficient of hydrographic class H_k for the estimation of the requisite volume of technical works.

Συγκεκριμένα, ο ποσοτικός προσδιορισμός των έργων γίνεται με βάση δύο νομογραφήματα, τα οποία συσχετίζουν τον συντελεστή διάβρωσης (Z) και τον συντελεστή υδρογραφικής τάξης των χειμαρρικών ρευμάτων (H_k) με τις αντίστοιχες επεμβάσεις (βιολογικά και τεχνικά έργα) οι οποίες πρέπει να εκτελεστούν στην λεκάνη απορροής, προκειμένου να επιτευχθεί η προστασία του εδάφους από διαβρωτικά φαινόμενα.

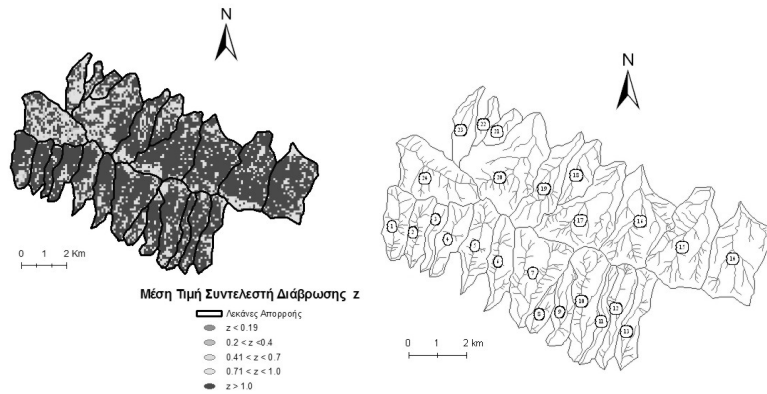
Αποτελέσματα

Προσδιορισμός του συντελεστή διάβρωσης Z και του συντελεστή υδρογραφικής τάξης H_k

Η ακρίβεια για τη χαρτογράφηση της καμένης περιοχής και των διαφορετικών επιπέδων καταστροφής της δασικής βλάστησης έφθασε το 83%.

Η εκδήλωση της πυρκαγιάς τον Αύγουστο του 2006, επηρέασε σε μεγάλο βαθμό το δυναμικό της διάβρωσης, ιδίως στα τμήματα της περιοχής έρευνας όπου παρατηρείται και το πιο έντονο ανάγλυφο. Η μέση τιμή του συντελεστή διάβρωσης Z αυξήθηκε σημαντικά με αποτέλεσμα οι περισσό-

τερες λεκάνες απορροής να υπόκεινται σε ισχυρή διάβρωση ($Z > 1.0$, κατηγορία διάβρωσης I, πολύ ισχυρή).



Σχήμα 5. Οι λεκάνες απορροής στην περιοχή έρευνας και οι μέσες τιμές του συντελεστή διάβρωσης Z .

Figure 5. The watersheds in the research area and the mean value of the coefficient of erosion Z .

Ο συντελεστής υδρογραφικής τάξης H_k δεν επηρεάστηκε από το περιστατικό της πυρκαγιάς. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς οι δύο συντελεστές παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα (πίνακας III).

Πίνακας III. Συντελεστής υδρογραφικής τάξης H_k και συντελεστής διάβρωσης z στις λεκάνες απορροής στην περιοχή έρευνας.

Table III. The mean values for the coefficient of hydrographic class H_k and the coefficient of erosion z in the watersheds of the research area.

Λεκάνη Απορροής	Εμβαδόν km ²	Περίμετρος km	Συντελεστής Υδρογραφικής Τάξης H_k	Συντελεστής Διάβρωσης Z	Χειμαρρική Τάξη
1	2,01	6,29	0,80	1,20	D
2	1,45	5,96	0,73	1,28	D
3	0,95	5,59	0,54	1,29	D
4	1,90	6,90	1,03	1,32	C
5	2,47	8,05	1,72	1,20	C
6	2,19	7,68	0,80	1,34	D
7	4,41	9,47	1,25	1,26	C
8	0,86	4,44	0,50	1,11	D

9	1,66	6,96	0,79	1,29	D
10	3,56	9,54	1,08	1,17	C
11	1,24	8,00	0,50	1,18	D
12	2,15	8,40	0,87	1,24	D
13	2,11	8,31	0,86	1,18	D
14	5,06	9,66	1,39	1,18	C
15	5,45	10,03	1,36	1,31	C
16	5,02	9,97	1,21	1,26	C
17	5,10	10,47	1,49	1,29	C
18	1,82	6,03	0,76	1,13	D
19	3,11	9,39	1,07	1,22	C
20	6,09	10,95	1,80	1,04	C
21	0,83	3,99	0,64	1,03	D
22	0,65	4,35	0,62	0,95	D
23	1,59	6,50	1,42	0,92	C
24	4,34	9,14	1,17	0,85	C

Συσχέτιση των συντελεστών διάβρωσης Z και υδρογραφικής τάξης H_k και ποσοτική εκτίμηση των απαιτούμενων επεμβάσεων

Από τη συσχέτιση των δύο συντελεστών (διάβρωσης και υδρογραφικής τάξης) και με την χρήση των δύο νομογραφημάτων του Gavrilovic εκτιμήθηκε η ποσότητα των έργων που απαιτούνται για την προστασία των εδαφών από διαβρωτικά φαινόμενα, γεγονός το οποίο συνεπάγεται και την προστασία των πεδινών περιοχών (οικισμών και έργων υποδομής) από πλημμυρικά φαινόμενα. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία η λεκάνη στην οποία απαιτούνται τα περισσότερα έργα είναι η λεκάνη 6 (βιολογικά έργα 34,5 ha/km², τεχνικά έργα 345m³/km²), ενώ η λεκάνη που απαιτεί τις πιο περιορισμένες επεμβάσεις είναι η λεκάνη 24 (βιολογικά έργα 22 ha/km², τεχνικά έργα 180m³/km²).

Πίνακας IV. Ποσοτικός προσδιορισμός των απαιτούμενων έργων σε κάθε λεκάνη απορροής.

Table IV. Estimated requisite volume of works in the watersheds.

Λεκάνη	Εμβαδόν km ²	Χειμαρρική Τά- ξη	Βιολογικά έργα ha/km ²	Τεχνικά έργα m ³ /km ²
1	201	D	32,00	300,20
2	1,45	D	33,00	328,00
3	0,95	D	33,50	330,00
4	1,90	C	31,00	305,00
5	2,47	C	29,50	275,00

6	2,19	D	34,50	345,00
7	4,41	C	30,50	290,00
8	0,86	D	29,00	250,00
9	1,66	D	33,50	330,00
10	3,56	C	27,50	265,00
11	1,24	D	31,00	295,00
12	2,15	D	32,50	320,00
13	2,11	D	31,00	295,00
14	5,06	C	28,00	275,00
15	5,45	C	31,50	310,00
16	5,02	C	30,50	290,00
17	5,10	C	31,20	300,00
18	1,82	D	30,00	285,00
19	3,11	C	29,80	280,00
20	6,09	C	25,00	220,00
21	0,83	D	27,00	245,00
22	0,65	D	26,00	230,00
23	1,59	C	24,00	200,00
24	4,34	C	22,00	180,00

Συμπεράσματα

Η χερσόνησος της Κασσάνδρας παρουσιάζει μια πολύ ανομοιογενή σύνθεση και δομή, όπως η πλειονότητα των μεσογειακών δασικών οικοσυστημάτων. Η πολύπλοκη δομή του τοπίου σε συνδυασμό με τις αυξημένες ανθρωπογενείς πιέσεις ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες, δημιουργεί μια ιδιαίτερα πολύπλοκη κατάσταση. Η καταστροφή της βλάστησης από πυρκαγιά το καλοκαίρι του 2006 προκάλεσε την εμφάνιση περαιτέρω προβλημάτων καθώς αυξήθηκε σε σημαντικό βαθμό η πλημμυρική επικινδυνότητα ιδιαίτερα στις πεδινές αστικές περιοχές, ενώ παράλληλα αυξήθηκαν και οι πιθανότητες διάβρωσης και υποβάθμισης του εδάφους στον ημιορεινό χώρο.

Σημαντικό βήμα για τη διαχείριση της πληγείσας περιοχής είναι η επιλογή του είδους και της ποσότητας των έργων που πρέπει να εκτελεστούν καθώς και ο προγραμματισμός της εκτέλεσης αυτών, χωρικά και χρονικά. Ο ποσοτικός προσδιορισμός των έργων έγινε με την χρήση μιας μεθοδολογίας που έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε χώρες της Βαλκανικής χερσονήσου με ιδιαίτερα ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η μεθοδολογία στηρίζεται στην εκτίμηση και αξιολόγηση του συντελεστή διάβρωσης του εδάφους μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς καθώς και σε μορφολογικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής.

Η εκτέλεση των απαραίτητων βιολογικών και τεχνικών έργων δύναται να αμβλύνει τη χειμαρρική δράση και επιπλέον να βελτιώσει σε σημαντικό βαθμό το βιολογικό προστατευτικό μανδύα που είναι η βλάστηση, αλλά δεν μπορεί να εξαλείψει το φαινόμενο της διάβρωσης (Gavrilovic and Stefanovic 1998, Κωτούλας 2001, Gavrilovic et al. 2008).

Ο συνδυασμός των παραπάνω έργων έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη προστασία του εδάφους γεγονός όμως που θα αξιολογηθεί σε βάθος κάποιου χρόνου, δεδομένου ότι τα μεν τεχνικά έργα δρουν άμεσα, τα βιολογικά έργα όμως απαιτούν κάποιο χρόνο για την ανάπτυξή τους και την πλήρη δράση τους.

Βιβλιογραφία

- Fox, D.M., W. Berolo, P. Carrega, F. Darboux. 2006. Mapping erosion risk and selecting sites for simple erosion control measures after a forest fire in Mediterranean France. *Earth Surface Processes and Landforms* 31 (5), pp. 606-621.
- Gavrilović, S. 1972. Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji (Engineering of torrents and erosion) (in Serbian). *Journal "Izgradnja"*, Special edition, Belgrade.
- Gavrilović, S. 1988. The use of an empirical method (Erosion Potential Method) for calculating sediment production and transportation in unstudied or torrential streams. *International Conference on River Regime*, White W.R. (Ed), Wiley, New York (Chichester, UK).
- Gavrilović, Z., M. Stefanovic, M. Milojevic and J. Cotric. 2006. "Erosion Potential Method" An Important Support for Integrated Water Resource Management. *Balwois Conference 2006*. Ohrid. Macedonia.
- Gavrilović, Z., M. Stefanovic, I. Milovanovic, J. Cotric and M. Milojevic. 2008. Torrent classification – base of rational management of erosive regions. *Proceedings of the XXIVth Conference of the Danubian countries*, Bled, Slovenia.
- Gonzalez, O., V. Andreu, E. Gimeno-Garcia and J.L. Rubio. 2006. Impact of forest fires on hydrological properties of a typical Mediterranean forest soil, Desertification in the Mediterranean Region: a Security Issue, 489–507, *NATO Security through Science Series Springer Netherlands Volume 3/2006*. ©2006 Springer.
- Kokaly, R.F., B.W. Rockwell, S.L. Haire and T.V.V. King. 2007.

Characterization of post-fire surface cover, soils, and burn severity at the Cerro Grande Fire, New Mexico, using hyperspectral and multispectral remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 106, 3, pp. 305-325

Kostadinov, S., N. Dragovic and M. Todosijevic. 2008. Soil erosion and the possibility of its control in the watershed of the water reservoir "Prvonek", 15th International Congress of the ISCO - Soil and Water Conservation, Climate Change and Environmental Sensitivity, Hungary.

Maidment, D.R. 1993. *Handbook of Hydrology*, McGraw – Hill, Inc.

Mallinis, G., N. Koutsias, A. Makras and M. Karteris. 2004. Forest parameters estimation in a European Mediterranean landscape using remotely sensed data. *Forest Science* 50 (4), pp. 450-460.

Ντάφης, Σπ. 1986. *Δασική Οικολογία*, Εκδόσεις Γιαχούλη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ. 214-218.

Petraš, J., D. Holjević and D. Kunstek. 2007. Implementation of GIS-technology in Gavrilović's method for estimation soil erosion production and sediment transport. *Proceedings of the International Conference on Erosion and Torrent Control as a Factor in Sustainable River Basin Management 25-28 September 2007, Belgrade – Serbia*.

Pimentel, D., C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McNair, S. Crist, L. Shpritz, L. Fitton, R. Saffouri and R. Blair. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits *Science*, 267 (5201), pp. 1117-1123.

Tazioli, A. 2008. Evaluation of erosion in equipped basins: preliminary results of a comparison between the Gavrilovic model and direct measurements of sediment transport. *Environmental Geology*, Springer Verlag, 10.1007/500254-007-1183-Y.

Vrieling, A., G. Sterk and O. Vigiak. 2006. Spatial evaluation of soil erosion risk in the West Usambara Mountains, Tanzania *Land Degradation and Development* 17 (3), pp. 301-319.

Καλινδέρης, Ι. 2001. Τα χειμαρρικά προβλήματα και οι δυνατότητες αντιμετώπισής τους στη περιοχή Κατερίνης Ολύμπου, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Θεσσαλονίκη.

Καλινδέρης, Ι., Π. Στεφανίδης, Κ. Γούλας και Φ. Τζιαφτάνη. 2007. Η πυρκαγιά στην Κασσάνδρα του Ν. Χαλκιδικής (21-8-2006). Αντιδια-

βρωτικά και αντιπλημμυρικά έργα για τη σταθεροποίηση των εδαφών και την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής, Πρακτικά 13ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Καστοριά 7 – 10 Οκτωβρίου 2007.

- Κωτούλας, Δ. 1975. Οι Χείμαρροι της περιοχής Βερμίου – Πιερίων, Ταξινομήση, χαρτογράφηση, Διευθέτηση, Θεσ/νίκη.
- Κωτούλας, Δ. 2001. Ορεινή Υδρονομική, Τα ρέοντα ύδατα, Τόμος Ι, Θεσ/νίκη.
- Στεφανίδης, Π. 1990. Μορφομετρική και Υδρογραφική Συγκρότηση των Χειμαρρικών τύπων στο χώρο της Β. Ελλάδας, Διδακτορική Διατριβή, Θεσ/νίκη.
- Τσιτσώνη, Θ. 1991. Ανάλυση δομής και συνθήκες φυσικής αναγέννησης μετά από πυρκαγιά στα δάση Χαλεπίου Πεύκης της Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Διδακτορική διατριβή. Επιστημονική Επετηρίδα του τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Παράρτημα Αριθμ. 17 του ΛΒ Τόμου, Θεσσαλονίκη, σελ. 144.

Classification system of watersheds and determination of the necessary biological and technical works for their restoration after an event of a forest fire

F. P. Maris, I. A. Kalinderis and G. E. Mallinis

Abstract

In Mediterranean countries soil erosion is recognized as a major land degradation and desertification process. The consequences of soil erosion become apparent and even enhanced under the effect of climate -especially in the context of climate change-, topography, human influences and disasters like forest fires. Forest fires which are common phenomenon in Mediterranean ecosystems are responsible among others for the destruction of the above- and under-ground vegetation that acts protectively against soil erosion.

Greece, as a country of the Mediterranean basin, does not constitute an exception to this phenomenon since the last few years there have been many forest fires that have destroyed large areas of economic, hydrological valuable, aesthetic and other type of forests, with serious economic impacts, reducing both quantitative and qualitative parameters of a healthy natural environment.

The treatment of erosion and degradation of soil on mountainous watersheds, after the event of a forest fire, lies in taking immediate measures aimed at

reducing the quantity and speed of the surface water flow and the rapid rehabilitation of vegetation. The projects carried out to protect the soil from eroding and facilitating the rehabilitation of natural vegetation, are divided into two categories. The technical and biological works. Therefore, an important step in the management of burned watersheds is the adoption of a system delineating the necessary type and quantity of works to be carried out.

The aim of this study is the classification of watersheds in a region which has suffered the consequences of fire recently, depending on the erosivity of the area aiming at the modeling of the type and quantity of rehabilitation works required in these basins.

The research area selected is the Kassandra Peninsula, where in August 2006 the forest ecosystem suffered a terrible disaster when more than 50.000 acres were burned.

Keywords: Mountainous watershed management, biological works, technical works.

Εκτίμηση της μέσης ετήσιας εδαφικής απώλειας και του μέσου ετήσιου στερεοφορτίου ως βάση για την ορθολογική διαχείριση των λεκανών απορροής

I. Α. Καλινδέρης και Φ. Π. Μάρης*

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

Περίληψη

Το ιδιαίτερο μεσογειακό κλίμα της χώρας μας, με το παρατεταμένο θερμό και ξηρό θέρος και με την ανισοκατανομή των κατακρημνισμάτων κατά τη διάρκεια του έτους, σε συνδυασμό με το ευαίσθητο χειμαρρικό περιβάλλον που διαμορφώνεται, ευνοεί σε μεγάλο βαθμό τη διαδικασία της διάβρωσης και της υποβάθμισης του εδάφους, ειδικά σε περιοχές όπου η προστατευτική δράση της βλάστησης είναι μειωμένη. Η προστασία του εδάφους από διάβρωση επομένως αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ορθολογική διαχείριση των ορεινών λεκανών απορροής καθώς και την διατήρηση της αειφορίας των ορεινών δασικών οικοσυστημάτων.

Επιπλέον, ο υπολογισμός της μέσης ετήσιας υποβάθμισης μιας λεκάνης απορροής είναι ένα μέγεθος πολύ ενδιαφέρον διότι αποτελεί δείκτη της χειμαρρικότητάς της.

Ωστόσο ο υπολογισμός αυτός αποτελεί πολλές φορές μια ιδιαίτερα δύσκολη και επίπονη διαδικασία λόγω του πλήθους των δεδομένων που απαιτούνται.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο προσδιορισμός του χειμαρρικού τύπου καθώς και η εκτίμηση της μέσης εδαφικής απώλειας και του μέσου ετήσιου στερεοφορτίου σε ομάδα χειμάρρων που εντοπίζεται στην ΒΑ πλευρά του Ολύμπου. Τα αποτελέσματα της ερευνητικής αυτής εργασίας, μπορούν να αξιοποιηθούν για τη λήψη αποφάσεων και μέτρων για την ορθολογική διαχείριση των λεκανών απορροής και τη διατήρηση της αειφορίας στο ευαίσθητο αυτό οικοσύστημα.

Λέξεις Κλειδιά: Διάβρωση, στερεοφορτίο, ορθολογική διαχείριση λεκανών απορροής.

Εισαγωγή και Θέση του Προβλήματος

Η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και επομένως από την υ-

ποβάθμιση αποτελεί σημαντικό παράγοντα τόσο για τη διατήρηση της αειφορίας σε ένα δασικό οικοσύστημα όσο και για την ορθολογική διαχείριση των λεκανών απορροής. Ιδιαίτερα στις παραμεσόγειες χώρες το φαινόμενο της διάβρωσης αποτελεί σοβαρό κίνδυνο, καθότι το φαινόμενο αυτό καθαυτό αλλά και οι επιπτώσεις του, αυξάνονται υπό την επίδραση παραγόντων όπως κλιματικές αλλαγές, η τοπογραφία, οι ανθρώπινες παρεμβάσεις αλλά και οι φυσικές και μη καταστροφές, όπως οι δασικές πυρκαγιές. Η διάβρωση του εδάφους από το νερό αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα υποβάθμισης των λεκανών απορροής (Eswaran et al. 2001). Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την απαγωγή, μεταφορά και απόθεση των απαγόμενων υλικών εκτός της λεκάνης (Meyer & Wischmeier, 1969). Αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής, είναι η υποβάθμιση της λεκάνης.

Ο υπολογισμός της μέσης ετήσιας υποβάθμισης, είναι ένα μέγεθος πολύ ενδιαφέρον για τη διευθέτηση των ορεινών χειμαρρικών ρευμάτων αλλά και την ορθολογική διαχείριση των λεκανών απορροής, διότι με τον τρόπο αυτό υπολογίζεται το μέσο ετήσιο στερεοφορτίο του χειμαρρικού ρεύματος, το οποίο αποτελεί και δείκτη της χειμαρρικότητας του (Gavrilović et al. 2006). Επιπλέον ο υπολογισμός του μέσου ετήσιου στερεοφορτίου επιτρέπει την εκτίμηση της μορφολογίας των κώνων πρόσχωσης και των δέλτα καθώς και τη μείωση της χωρητικότητας τεχνητών ή φυσικών λιμνών (Fanetti and Vezzoli 2007, Minčev and Blinkov 2007, Petraš et al. 2007, Kostadinov et al. 2008).

Ωστόσο, ο άμεσος υπολογισμός της υποβάθμισης και επομένως του στερεοφορτίου είναι μια διαδικασία δύσκολη λόγω του αυξημένου αριθμού των στοιχείων και των δεδομένων που απαιτούνται, όπως η μορφολογία, η χωρική ετερογένεια, λόγω της έλλειψης επαρκών στοιχείων (Jakeman et al. 1999, Wasson 2002) όπως επίσης και λόγω τυχόν έλλειψης εμπειρίας του ερευνητή που ασχολείται με το αντικείμενο (Gavrilović et al. 2006).

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, πολλά διαφορετικά εμπειρικά μοντέλα έχουν προταθεί για την εκτίμηση και τον υπολογισμό της μέσης ετήσιας διάβρωσης και υποβάθμισης των λεκανών απορροής όπως οι μέθοδοι του Fournier, του Corbel, του Gavrilović καθώς και οι αμερικάνικες USLE, MUSLE και RUSLE. Από τις προσδιοριστικές, σημαντικότερες είναι οι αμερικάνικες WEPP, CREAMS, ANSWER και ERIC καθώς και η ελβετική GHO (Κωτούλας, 2001).

Η επιλογή της κάθε μεθόδου σχετίζεται με την καταλληλότητα του κάθε μοντέλου σε σχέση με τις τοπικές συνθήκες (γεωμορφολογία, κλπ.), τις απαιτήσεις σε δεδομένα, την πολυπλοκότητα που το χαρακτηρίζει, την α-

κρίβεια και την εγκυρότητά του, τις προϋποθέσεις που απαιτεί και τέλος τους αντικειμενικούς στόχους του χρήστη (Meritt et al. 2003). Επιπλέον η χρήση μοντέλων σε περιοχές διαφορετικές από αυτές στις οποίες αναπτύχθηκαν δύναται να οδηγήσει σε σημαντικά λάθη, ενώ η χρήση τους απαιτεί διακρίβωση (Vrieling et al. 2006, Tazioli 2008).

Τα εμπειρικά μοντέλα είναι συνήθως απλούστερα. Βασίζονται στην ανάλυση παρατηρήσεων καθώς και στην χρήση δεδομένων γεωμορφολογικών και στοχεύουν στη μοντελοποίηση αυτών για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων (Wheater et al. 1993, Meritt et al. 2003). Ωστόσο, χρησιμοποιούνται συχνά στην πράξη παρέχοντας αρκετά καλά αποτελέσματα, έστω και μετά από δοκιμές και διακρίβωση.

Ο προσδιορισμός του χειμαρρικού τύπου, δηλαδή της δυνατής χειμαρρικότητας που εμφανίζεται στην ορεινή λεκάνη, σε συνδυασμό με την εκτίμηση της εδαφικής απώλειας των ορεινών λεκανών απορροής μπορεί να βοηθήσει σε σημαντικό βαθμό στην ορθολογική διαχείρισή τους, παρέχοντας τις απαραίτητες πληροφορίες στον διαχειριστή. Αυτός σε συνδυασμό με πολυκριτηριακή ανάλυση καθώς και νέες τεχνολογίες (π.χ. GIS), μπορεί με τρόπο οικονομικό, να βοηθήσει στην προστασία των οικονομικά αλλά και περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών από φαινόμενα όπως πλημμύρες, προσχώσεις καθώς και των επιπτώσεών τους (Gavrilović et al. 2006, Gavrilović et al. 2008).

Σκοπός της εργασίας είναι ο προσδιορισμός του χειμαρρικού τύπου και η εκτίμηση της εδαφικής απώλειας με την βοήθεια της μεθόδου της πιθανής διάβρωσης, με στόχο την ορθολογική διαχείριση των λεκανών απορροής.

Περιοχή έρευνας

Η περιοχή έρευνας εντοπίζεται στην ΒΑ πλευρά της Θεσσαλίας και στο ΝΔ άκρο της Κεντρικής Μακεδονίας, στα σύνορα των νομών Λάρισας και Πιερίας.

Πρόκειται για ομάδα χειμάρρων που διαυλακώνουν την ανατολική πλευρά του Ολύμπου και καταλήγουν σχεδόν άμεσα στο Αιγαίο Πέλαγος. Τα περισσότερα από τα ρεύματα αυτά παρουσιάζουν μεγάλες υψομετρικές διαφορές, με πολύ σύντομες διαδρομές και έντονες κλίσεις λεκάνης απορροής και κεντρικής κοίτης, γεγονός που συμβάλλει σημαντικά στην ανάπτυξη έντονων χειμαρρικών φαινομένων (Καλινδέρης, 2001).

Η περιοχή έρευνας παρουσιάζει ένα σημαντικό βαθμό δασικής κάλυψης (~ 70%), επομένως η προστασία του γεωυποθέματος από την δράση

των κατακρημνισμάτων είναι αυξημένη (Καλινδέρης, 2001).

Τα πετρώματα που απαντώνται στην περιοχή έρευνας είναι μεταμορφωσιγενή κρυσταλλοσχιτώδη, που αποτελούνται κυρίως από δολομιτικούς και ημικρυσταλλικούς ασβεστόλιθους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και γνεύσιους (Μουντράκης, 1985).

Οι διακυμάνσεις των μετεωρολογικών φαινομένων που εκδηλώνονται στην περιοχή είναι πολύ μεγάλες λόγω των μεγάλων υψομετρικών διαφορών που επικρατούν. Το κλίμα στα πεδινά και ημιορεινά είναι τυπικά μεσογειακό, δηλαδή θερμό και ξηρό το καλοκαίρι και ψυχρό και υγρό το χειμώνα (Καλινδέρης, 2001).

Για την ολοκλήρωση της μελέτης, τα μετεωρολογικά δεδομένα αντλήθηκαν από 8 σταθμούς που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή.

Μέθοδος έρευνας

Γενικά

Αρχικά καθορίστηκαν οι λεκάνες απορροής και χαρτογραφήθηκε το υδρογραφικό δίκτυο.

Για τα στοιχεία του ανάγλυφου συντάχθηκε χάρτης χωροσταθμικών καμπύλων.

Προσδιορίστηκαν τα γνωρίσματα των λεκανών απορροής τα οποία εκφράζουν τη μορφολογία τους (morphometric attributes) και τα οποία ασκούν αποφασιστική επίδραση στη διαμόρφωση της άμεσης απορροής μιας λεκάνης (Horton 1932, Gregory and Walling 1973, Maidment 1993).

Πίνακας I. Οι Μετεωρολογικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα.
Table I. The Meteorological stations that were used in the research.

A/A	Μετεωρολογικοί Σταθμοί	Στοιχεία Μέτρησης	Υπηρεσία	Υψόμετρο	Περίοδος Μετρήσεων
1	Αγ. Δημήτριος Πιερίας	BP, Θ	ΥΠΔΕ	814	1978-1995
2	Λόφος Πιερίας	BP	ΥΠΓΕ	250	1974-1994
3	Καπνικός Σταθμός Κατερίνης	BP	ΥΕΒ	33	1982-1990
4	Βροντού Πιερίας	BP, Θ	ΥΕΒ	182	1974-1994
5	Τρίλοφου Πιερίας	BP	ΥΕΒ	318	1974-1980
6	Κολινδρός Πιερίας	BP	ΥΕΒ	330	1967-1994
7	Φωτεινών	BP, Θ	ΥΕΒ	285	1978-1994
8	Μοσχοποτάμου Πιερίας	BP, Θ	ΥΕΒ	516	1968-1993

Παράλληλα προσδιορίστηκε ο χειμαρρικός τύπος των λεκανών απορροής, ο οποίος σχετίζεται με το είδος των χειμαρρικών φαινομένων τα οποία αναπτύσσονται στις ορεινές λεκάνες καθώς και της έντασης που παρουσιάζουν αυτά (Kotoulas 1972, Στεφανίδης 1990).

Οι χρήσεις γης και η βλάστηση προσδιορίστηκε με την βοήθεια του χάρτη βλάστησης της Ελλάδας, (Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος, 1:500000), καθώς και από τον χάρτη της Διευθύνσεως Δασών του Νομού Πιερίας και Λάρισας κλίμακας 1:200000. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν και δεδομένα από το Δασαρχείο Κατερίνης.

Από άποψη κλίματος λήφθηκαν υπόψη τα κλιματικά δεδομένα σταθμών στην περιοχή έρευνας.

Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής έρευνας μελετήθηκε με βάση τους χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε. (1:500000 και 1:50000) ενώ έγινε και ταξινόμηση του σε χειμαρρικούς πετρολογικούς σχηματισμούς (Kotoulas 1972, Στεφανίδης 1990).

Ο προσδιορισμός της γενικής διάβρωσης των λεκανών της περιοχής έρευνας έγινε με την χρήση της μεθόδου της πιθανής διάβρωσης ή μεθόδου Gavrilović (Gavrilović 1972, Gavrilović 1988, Gavrilovic et al. 2006, Petraš et al. 2007).

Χειμαρρικός Τύπος

Για το χειμαρρικό τύπο χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία του Κωτούλα (1972), σύμφωνα με την οποία το χειμαρρικό περιβάλλον των λεκανών απορροής προσδιορίζεται από τον συνδυασμό των τριών βασικών παραγόντων χειμαρρικότητας, του κλίματος, του αναγλύφου και του γεωλογικού υποθέματος.

Κάθε χειμαρρικό περιβάλλον (χωρίς την παρουσία βλάστησης) προκαλεί την ανάπτυξη συγκεκριμένων χειμαρρικών φαινομένων (σε είδος, μορφή ένταση και έκταση) και δημιουργεί ορισμένη χειμαρρικότητα (Κωτούλας 2001, Στεφανίδης 2006).

Για τον προσδιορισμό του χειμαρρικού τύπου ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία. Το γεωλογικό υπόθεμα ταξινομήθηκε σε χειμαρρικούς πετρολογικούς σχηματισμούς, ανάλογα με το είδος, την ένταση, έκταση και συνδυασμό των χειμαρρικών φαινομένων που αναπτύσσονται. Κατόπιν και λαμβάνοντας υπόψη το χειμαρρικό χωροδιάστημα στο οποίο ανήκουν οι λεκάνες προέκυψε ο χειμαρρικός τύπος.

Διάβρωση του εδάφους

Η γνώση του μεγέθους της διάβρωσης και της υποβάθμισης στις ορεινές λεκάνες απορροής είναι πολύ σημαντική γιατί βοηθάει στον καθορισμό του συστήματος επέμβασης για τη διευθέτησή τους (Κωτούλας, 2001).

Για την εκτίμηση της διάβρωσης του εδάφους, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Gavrilonić, ενώ για την εκτίμηση του στερεοφορτίου που μετακινείται εκτός της λεκάνης, χρησιμοποιήθηκε η τροποποιημένη κατά Zemljić (1971) μέθοδος Gavrilonić.

Ο Gavrilonić άρχισε να μελετά συστηματικά τη διαδικασία και την ένταση της διάβρωσης σε λεκάνες απορροής της πρώην Γιουγκοσλαβίας (Gavrilonić 1972, Gavrilonić et al. 2006).

Η μεθοδολογία την οποία ανέπτυξε και η οποία εξελίχθηκε έκτοτε, στηρίζεται στην αξιολόγηση και στην ορθή εκτίμηση των παραμέτρων και των δεδομένων, στην γνώση των χαρακτηριστικών της λεκάνης καθώς και στην πλήρη κατανόηση του μηχανισμού της διάβρωσης (Petraš et al. 2007).

Η μέθοδος της πιθανής διάβρωσης ή μέθοδος Gavrilonić βασίζεται στην έννοια του πραγματικού στερεοφορτίου το οποίο μεταφέρεται από το υδατόρευμα (G), το οποίο σχετίζεται με το συνολικό στερεοφορτίο το οποίο παράγεται κατά τη διαδικασία της γενικής διάβρωσης (W) και των υλικών που αποτίθενται εντός της λεκάνης (R, συντελεστής διακράτησης).

Η σχέση που συνδέει τα παραπάνω είναι η εξής:

$$G = W \cdot R$$

Η εκτίμηση της διάβρωσης γίνεται με τη χρήση της μεθόδου που ανέπτυξε ο Gavrilonić και η οποία είναι η εξής:

$$W = T \cdot h \cdot \pi \cdot \sqrt{Z^3} \cdot F \text{ (m}^3\text{/έτος)}$$

όπου T: συντελεστής θερμοκρασίας, ο οποίος παρέχεται από την σχέση:

$$T = \sqrt{\frac{t^0}{10} + 0,1}$$

όπου t^0 : η μέση ετήσια θερμοκρασία (°C) στη λεκάνη απορροής
 h: μέσο ετήσιο ύψος βροχής της λεκάνης (mm)
 π: ο αριθμός 3,14159...

F: η επιφάνεια της λεκάνης (km²)

Z: συντελεστής διάβρωσης ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση

$$Z = x \cdot y \cdot (\varphi + \sqrt{J})$$

όπου x: συντελεστής που εκφράζει τη μείωση της αντίστασης του γεωλογικού υποθέματος κατά της διάβρωσης ανάλογα με την κατάσταση και την καλλιέργεια του και με βάση την κατάσταση της βλάστησης. Δίνεται από πίνακα και κυμαίνεται μεταξύ 0,05 και 1,0.

y: συντελεστής της διαβρωσιμότητας του γεωλογικού υποθέματος ο οποίος εξαρτάται από την πετρολογική και την εδαφολογική σύσταση των λεκανών. Παρέχεται από πίνακα και κυμαίνεται μεταξύ 0,2 και 2.

φ: συντελεστής που εκφράζει το είδος και το βαθμό της διάβρωσης των λεκανών απορροής. Επίσης παρέχεται από πίνακα και κυμαίνεται μεταξύ 0,1 και 1.

J: μέση κλίση της λεκάνης απορροής.

Ο συντελεστής διακράτησης R όπως τροποποιήθηκε από τον Zemljič δίνεται από την παρακάτω εξίσωση (Zemljič, 1971):

$$R = \frac{\sqrt{O \cdot D} \cdot L}{F \cdot (L_t + 10)}$$

όπου:

O: είναι η περίμετρος της λεκάνης απορροής,

D: είναι η μέση υψομετρική διαφορά της λεκάνης (km),

L_t: είναι το μήκος της κεντρικής κοίτης (km),

L: είναι το συνολικό μήκος του υδρογραφικού δικτύου (km).

Πολύ σημαντικό ρόλο στη χρήση της μεθόδου της πιθανής διάβρωσης παίζει ο συντελεστής διάβρωσης Z (Gavrilović 1972, Gavrilović 1988). Με βάση τις τιμές του συντελεστή διάβρωσης ο Gavrilović (1972) δημιούργησε μια ταξινόμηση του βαθμού διάβρωσης σε κλάσεις (από πολύ ισχυρή, κατηγορία I, έως πολύ ελαφρά διάβρωση, κατηγορία V).

Η ταξινόμηση του Gavrilović ανάλογα με τις τιμές του συντελεστή Z, δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας II. Κατηγορίες διάβρωσης ανάλογα με την τιμή του συντελεστή διάβρωσης Z .

Table II. Erosion classes based on the values of the coefficient of erosion Z .

Κατηγορία Διάβρωσης	Είδος Διάβρωσης	Τιμές συντελεστή Z
I	Πολύ ισχυρή Διάβρωση	$Z > 1.0$
II	Ισχυρή διάβρωση	$0.71 < Z < 1.0$
III	Μέση διάβρωση	$0.41 < Z < 0.7$
IV	Ελαφρά διάβρωση	$0.20 < Z < 0.4$
V	Πολύ ελαφρά διάβρωση	$Z < 0.19$

Αποτελέσματα

Γενικά

Η περιοχή έρευνας περιλαμβάνει 19 χειμαρρικά ρεύματα και καλύπτει μια έκταση 842,26 km². Το μέγιστο υψόμετρο της περιοχής ανέρχεται σε 2917 m και το ελάχιστο σε 20 m. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η περιοχή του Ολύμπου, και ειδικότερα η ανατολική πλευρά, η οποία μελετάται στην συγκεκριμένη περίπτωση, παρουσιάζει έντονο ανάγλυφο με ιδιαίτερα μεγάλες κλίσεις.

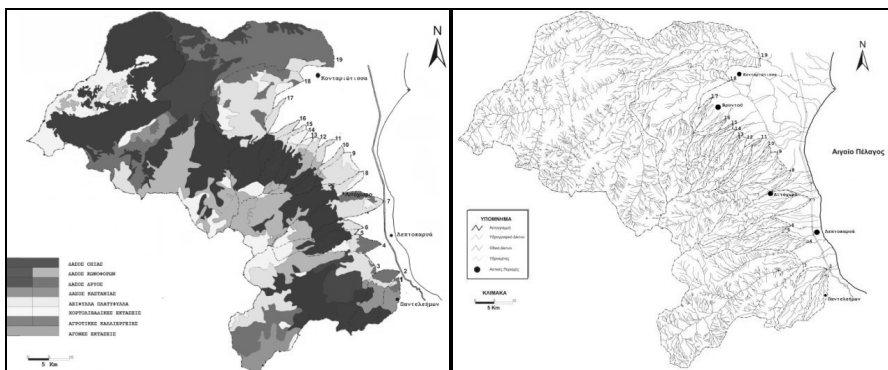
Τη μεγαλύτερη μέση κλίση λεκάνης εμφανίζει το ρεύμα Ενιππέας (κωδικός 8), με κλίση που υπερβαίνει κατά πολύ το 50% και αγγίζει το 62%. Είναι επίσης σημαντικό να αναφερθεί ότι μόλις δύο ρεύματα εμφανίζουν μέση κλίση λεκάνης κάτω από 30%, ενώ το ένα από τα δύο βρίσκεται κάτω από το 10%.

Αποτέλεσμα του έντονου ανάγλυφου και των μεγάλων κλίσεων στην περιοχή, είναι η ταχεία απορροή των υδάτων που κινούνται επιφανειακά, επομένως η αύξηση της ταχύτητάς τους και ακολούθως της συρτικής δύναμής τους, η εμφάνιση επιφανειακής διάβρωσης και κατά συνέπεια η εκδήλωση έντονων χειμαρρικών φαινομένων.

Πίνακας III. Μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά των χειμαρρικών ρευμάτων στην περιοχή έρευνας.

Table III. Morphometric and hydrographic attributes of torrents in the research area.

Χειμαρρικό ρεύμα	Εμβαδό	Περίμετρος	Υψομετρία				Μέση κλίση Κεντρ. Κοίτης	Μέση κλίση λεκάνης	Μήκος κεντρικής κοίτης	Μήκος Υδρογραφικού Δικτύου
			Ελάχιστο υψόμετρο	Μέγιστο υψόμετρο	Μέσο υψόμετρο	Μέγιστο χειμαρρικό υψόμετρο				
			A	P _b	H _{min}	H _{max}				
Km ²	km			m		%		km	km	
1	7,54	13,52	40	1150	567,3	1020	0,17	34	6,51	19,77
2	17,9	22,05	28	1452	765,2	1400	0,14	33	10,03	45,3
3	143,09	79,42	80	2618	1100,1	2200	0,04	40	21,25	400,12
4	7,96	14,4	60	1300	543,2	1100	0,1	31	6,72	25,66
5	15,81	24,08	200	2620	1397,3	2420	0,22	54	11,55	44,96
6	5,85	14,03	200	1420	796	1300	0,18	53	7,11	15,86
7	28,99	31,26	40	2676	1152	2340	0,17	41	15,51	74,12
8	52,28	41,85	60	2904	1583	2640	0,14	62	19,1	153,17
9	11,55	15,09	20	1000	374,2	800	0,14	23	6,24	29,72
10	6,97	18,37	40	1748	857,8	1400	0,09	47	9,03	18
11	4,79	16,58	40	1510	718,2	1300	0,1	33	7,84	13,74
12	10,34	19,43	115	2330	1008,5	1900	0,19	56	9,41	26,6
13	9,11	18,53	128	2475	1082,1	2200	0,25	61	9,17	29,1
14	4,29	10,57	140	1200	524,5	900	0,18	32	5,07	11,79
15	10,01	19,95	140	2115	1100,3	1840	0,19	59	9,85	30,15
16	7,58	17,27	150	1600	817,6	1360	0,17	38	8,27	20,21
17	3,09	10,16	110	385	252,6	360	0,06	6	4,62	8,13
18	83,97	48,53	70	2787	1000,5	1800	0,11	32	18,58	195,36
19	411,14	158,48	30	2904	1149,4	1800	0,04	40	43,91	1093,83



Σχήμα 1. Οι λεκάνες απορροής στην περιοχή έρευνας και η βλάστηση και οι χρήσεις γης.

Figure 1. The watersheds in the research area and the types of vegetation and land use

Χειμαρρικός Τύπος

Η ανάλυση των βασικών παραγόντων χειμαρρικότητας οδηγεί στον προσδιορισμό του χειμαρρικού περιβάλλοντος των ορεινών λεκανών απορροής της περιοχής μελέτης, και κατά συνέπεια στον χειμαρρικό τύπο.

Τα χειμαρρικά ρεύματα της περιοχής του Ολύμπου παρουσιάζουν έντονη χειμαρρικότητα. Τα μεγάλα υψόμετρα που επικρατούν στην περιοχή κατατάσσουν αυτά στους χειμάρρους των πολύ ορεινών περιοχών (Κωτούλας, 2001). Είναι χαρακτηριστικό ότι ο Όλυμπος είναι από τα λίγα βουνά στην Ελλάδα το οποίο περιλαμβάνει χειμάρρους που ανήκουν στο χειμαρρικό χωροδιάστημα III (ζώνη των αλπικών περιοχών).

Πίνακας IV. Χειμαρρικά ρεύματα και χειμαρρικοί τύποι.

Table IV. Watersheds and torrential types in the research area.

Χειμαρρικό Ρεύμα	Χειμαρρικός τύπος
1	G – II
2	G,K – II
3	G,K,S – III
4	K,S – II
5	K – III
6	K,S – II
7	K,S – III
8	K – III
9	S,K – I
10	K,S – II
11	K,S – II
12	K,S – II
13	K,S – III
14	S,K – I
15	K,S – II
16	K,S – II
17	S – I
18	S,K – II
19	G,S,K – II

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα IV, τα περισσότερα χειμαρρικά ρεύματα (11 από 19) ανήκουν στον ασβεστολιθικό πετρολογικό σχηματισμό (K), κάτι που σημαίνει ότι υπάρχει εμφάνιση έντονων αποσαθρώσεων καθώς και χαραδρωτικών διαβρώσεων, ενώ τα υλικά που παράγονται είναι κατά κανόνα ογκώδη. Τα τέσσερα ανήκουν κατά βάση στον σχιστολιθικό

πετρολογικό σχηματισμό (G). Τα χειμαρρικά ρεύματα αυτά παρουσιάζουν χαραδρωτική διάβρωση όπως επίσης φαραγγωτή και πραινική. Τα υπόλοιπα τέσσερα ανήκουν στον νεογενή (S) σχηματισμό, όπου επικρατούν οι χαραδρωτικές διαβρώσεις, οι πραινικές και οι αυλακωτές.

Γενική διάβρωση, μέθοδος πιθανής διάβρωσης

Σύμφωνα με την ταξινόμηση με βάση τον συντελεστή διάβρωσης (Z), τα περισσότερα χειμαρρικά ρεύματα (59%) στην περιοχή έρευνας ταξινομούνται στη κατηγορία V (πολύ ελαφρά διάβρωση), το 37% ταξινομούνται στην κατηγορία IV (ελαφρά διάβρωση) ενώ μόλις το 5% της περιοχής ταξινομείται στην κατηγορία III (μέση διάβρωση).

Το γεγονός αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στο αυξημένο ποσοστό βλάστησης (δασικής και θαμνώδης) η οποία προστατεύει σε σημαντικό βαθμό το έδαφος από την δράση των κατακρημνισμάτων, τα οποία αποτελούν και τον σημαντικότερο παράγοντα διάβρωσης.

Η μέση ετήσια εδαφική απώλεια δεν θεωρείται σημαντική. Οι λεκάνες απορροής στις οποίες παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες τιμές είναι οι λεκάνες της Ζηλιάνας (κωδικός 3) με 20307,75m³/έτος, η λεκάνη του Ενιππέα (κωδικός 8) με 12467,77 m³/έτος, η λεκάνη του Ξηρόλακκου (κωδικός 18) με 50693,95 m³/έτος και του Μαυρονερίου (κωδικός 19) με 155355,99 m³/έτος.

Η μέση ετήσια υποβάθμιση των ορεινών λεκανών βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα σε σχέση με τη μέση ετήσια υποβάθμιση του ελλαδικού χώρου η οποία ανέρχεται σε 0,65mm/έτος (Kotoulas 1972, Κωτούλας 1975, 2001).

Είναι πολύ σημαντικό να σημειωθεί ότι τα μικρά σε εμβαδόν ρεύματα παρουσιάζουν πολλές φορές μεγαλύτερες τιμές υποβάθμισης από τα μεγαλύτερα. Αυτό οφείλεται στους συντελεστές που χρησιμοποιούνται στον τύπο του Γανγίλονιτς και οι οποίοι δεν έχουν σχέση με το μέγεθος της λεκάνης, αλλά με την βλάστηση, την κατάσταση της φυτοκάλυψης, το γεωλογικό υπόθεμα καθώς και άλλους παράγοντες.

Όσον αφορά το μέσο ετήσιο στερεοφορτίο το οποίο μεταφέρεται εκτός της λεκάνης απορροής αυτό εκτιμήθηκε με βάση την τροποποιημένη κατά Zemljič μέθοδο του Γανγίλονιτς (Zemljič, 1971). Ο συντελεστής διακράτησης R, ο οποίος λαμβάνει υπόψη την πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου υπολογίζει το ποσοστό των υλικών τα οποία αποτίθενται εντός της λεκάνης με αποτέλεσμα να μη προσβάλλουν τις πεδινές περιοχές ή να προσχώνουν λίμνες κλπ. Η μεγαλύτερη τιμή του ανέρχεται σε 0,81 στην λεκάνη 3 (Ζη-

λιάνα) ενώ το μέσο ετήσιο στερεοφορτίο το οποίο μεταφέρεται εκτός της λεκάνης ανέρχεται σε 16356,07m³/έτος.

Πίνακας V. Τιμές του συντελεστή διάβρωσης Z και κατηγορίες διάβρωσης στα χειμαρρικά ρεύματα της περιοχής έρευνας.

Table V. Values of the coefficient of erosion Z and classes of erosion in the research area.

Χειμαρρικό ρεύμα	F km ²	Z	Κατηγορία Διάβρωσης
1	7,54	0,29	IV
2	17,90	0,16	V
3	143,09	0,14	V
4	7,96	0,17	V
5	15,81	0,20	IV
6	5,85	0,14	V
7	28,99	0,19	V
8	52,28	0,21	IV
9	11,55	0,28	IV
10	6,97	0,13	V
11	4,79	0,18	V
12	10,34	0,14	V
13	9,11	0,14	V
14	4,29	0,43	III
15	10,01	0,14	V
16	7,58	0,12	V
17	3,09	0,23	IV
18	83,97	0,38	IV
19	411,14	0,28	IV

Συζήτηση

Η διάβρωση αποτελεί το κύριο χειμαρρικό φαινόμενο το οποίο παρασύρει και μεταφέρει φερτά υλικά από τις ορεινές λεκάνες των χειμαρρικών ρευμάτων και αποθέτει εκτός αυτών (Κωτούλας, 2001).

Ως αποτέλεσμα του φαινομένου αυτού είναι η υποβάθμιση των ορεινών λεκανών. Η γνώση του μεγέθους της υποβάθμισης είναι πολύ σημαντική διότι με βάση αυτό το μέγεθος καθορίζεται το σύστημα επέμβασης για τη διευθέτηση των χειμαρρικών ρευμάτων, το οποίο θα οδηγήσει στην προστασία του υποβάθρου από το φαινόμενο αυτό, στην προστασία των πεδινών περιοχών από τις πλημμύρες και τις προσχώσεις και επομένως στην

ορθολογική διαχείριση των λεκανών απορροής.

Με την παρούσα μελέτη, έγινε μια προσπάθεια για τον προσδιορισμό του χειμαρρικού τύπου στην περιοχή έρευνας, της μέσης ετήσιας υποβάθμισης και του μέσου ετήσιου στερεοφορτίου που μεταφέρεται από τα χειμαρρικά ρεύματα εκτός των λεκανών απορροής, πλήττοντας τις πεδινές αστικές και αγροτικές περιοχές.

Πίνακας VI. Τιμές μέσης ετήσιας εδαφικής απόλειας, υποβάθμισης και στερεοφορτίου στις λεκάνες απορροής της περιοχής έρευνας.

Table VI. Values of the erosion, degradation and sediment transport in the watersheds in the research area.

Χειμαρρικό ρεύμα	F	W	W _{sp}	Υποβάθμιση	R	G
	km ²	m ³ /έτος	m ³ /έτος km ²	mm/km ²		m ³ /έτος
1	7,54	3287,03	435,95	0,44	0,42	1393,83
2	17,90	2948,06	164,7	0,16	0,51	1501,75
3	143,09	20307,75	141,92	0,14	0,81	16356,07
4	7,96	1551,45	194,91	0,19	0,51	789,02
5	15,81	3625,76	229,33	0,23	0,71	2569,07
6	5,85	777,13	132,84	0,13	0,46	356,08
7	28,99	6029,07	207,97	0,21	0,59	3562,66
8	52,28	12467,77	238,48	0,24	0,8	10021,47
9	11,55	4763,63	412,44	0,41	0,37	1744,97
10	6,97	868,89	124,66	0,12	0,53	457,03
11	4,79	945,42	197,37	0,20	0,54	509,74
12	10,34	1380,36	133,5	0,13	0,55	762,27
13	9,11	1257,91	138,08	0,14	0,7	881,32
14	4,29	3356,41	782,38	0,78	0,37	1233,97
15	10,01	1356,68	135,53	0,14	0,66	901,04
16	7,58	859,52	113,39	0,11	0,5	425,91
17	3,09	962,67	311,54	0,31	0,22	208,53
18	83,97	50693,95	603,72	0,60	0,55	27731,21
19	411,14	155355,99	377,87	0,38	0,66	102117,14

Η περιοχή έρευνας αποτελείται από 19 χειμαρρικά ρεύματα τα οποία ταξινομούνται σε χειμαρρικούς τύπους που αναπτύσσουν ποικίλα χειμαρρικά φαινόμενα σε είδος, ένταση και έκταση.

Η παρουσία της βλάστησης όμως αμβλύνει σε μεγάλο βαθμό την έντονη χειμαρρική δράση με αποτέλεσμα η υποβάθμιση στην οποία υπόκεινται οι λεκάνες της περιοχής έρευνας να μην είναι σημαντική. Σημειώνεται ότι σύμφωνα με τις μελέτες του Κωτούλα (Kotoulas 1972, Κωτούλας 1975) η

μέση ετήσια υποβάθμιση του ελλαδικού χώρου ανέρχεται σε 0,65mm/έτος ενώ στην περιοχή έρευνας η μεγαλύτερη τιμή είναι 0,60mm/έτος (χειμαρρικό ρεύμα κωδ. 18).

Η χρήση της μεθόδου της πιθανής διάβρωσης ή μέθοδος Gavrilović, έχει χρησιμοποιηθεί κατ' επανάληψη στις χώρες της Βαλκανικής Χερσονήσου καθώς και σε άλλες χώρες (Fanetti and Vezzoli, 2007) παρέχοντας καλά και αξιόπιστα αποτελέσματα τόσο για το ποσό του εδάφους που διαβρώνεται από τις ορεινές λεκάνες, όσο και για το ποσό του στερεοφορτίου το οποίο μεταφέρεται από την δράση των χειμάρρων.

Ωστόσο η χρήση του μοντέλου απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή από τον ερευνητή, καθώς συμπεριλαμβάνει την εκτίμηση συντελεστών που μπορούν εύκολα να οδηγήσουν σε σημαντικά λάθη. Η επιλογή επομένως οποιουδήποτε μοντέλου για τον προσδιορισμό ή την εκτίμηση της διάβρωσης μιας περιοχής εξαρτάται από το υπό εξέταση πρόβλημα καθώς και την εμπειρία και τις γνώσεις του ερευνητή (Minčev and Blinkov 2007, Gavrilovic et al. 2006, Vente and Poesen 2005).

Βιβλιογραφία

- Eswaran, H., R. Lal and P.F. Reich. 2001. Land degradation: An overview. *Response to Land Degradation*, pp. 20-35.
- Fanetti, D. and L. Vezzoli. 2007. Sediment input and evolution of lacustrine deltas: The Breggia and Greggio rivers case study (Lake Como, Italy) *Quaternary International* 173-174 (SUPPL.), pp. 113-124.
- Gavrilović, S. 1972. Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji (Engineering of torrents and erosion) (in Serbian). *Journal "Izgradnja"*, Special edition, Belgrade.
- Gavrilović, S. 1988. The use of an empirical method (Erosion Potential Method) for calculating sediment production and transportation in unstudied or torrential streams. *International Conference on River Regime*, pp. 411-422. White W.R. (Ed), Wiley, New York (Chichester, UK).
- Gavrilović, Z., M. Stefanovic, M. Milojevic and J. Cotric. 2006. "Erosion Potential Method" An Important Support for Integrated Water Resource Management. *Balwois Conference 2006*. Ohrid. Macedonia.
- Gavrilović, Z., M. Stefanovic, I. Milovanovic, J. Cotric and M. Milojevic. 2008. Torrent classification – base of rational management of

- erosive regions. Proceedings of the XXIVth Conference of the Danubian countries, Bled, Slovenia.
- Gregory, K.J. and D.E. Walling. 1973. Drainage basin form and process: A geomorphological approach. Arnold, London.
- Horton, R.E. 1932. Drainage basin characteristics. Amer. Geophys. Union Trans. pp. 350-361.
- Jakeman, A.J., T.R. Green, S.G. Beavis, L. Zhang, C.R. Dietrich and P.F. Crapper. 1999. Modeling upland and in stream erosion, sediment and phosphorus transport in a large catchment. Hydrological Processes. Special Issue: Process Interactions in the Environment. Volume 13 Issue 5, pp. 745 – 752
- Kostadinov, S., N. Dragovic and M. Todosijevic. 2008. Soil erosion and the possibility of its control in the watershed of the water reservoir "Prvonek", 15th International Congress of the ISCO - Soil and Water Conservation, Climate Change and Environmental Sensitivity, Hungary.
- Kotoulas, D. 1972. Die Wildbache Sueddeutschlands und Griechenlandes, Teil 1. Bericht nr. 25 der versuchsanst. f. Wasserbau d. T. U. Munchen.
- Maidment, D.R. 1993. Handbook of Hydrology, McGraw – Hill, Inc.
- Merritt, W.S., R.A. Letcher and A.J. Jakeman. 2003. A review of erosion and sediment transport models. *Environmental Modelling and Software*, 18 (8-9), pp. 761-799.
- Meyer, L.D. and W.H. Wischmeier. 1969. Mathematical simulation of the process of soil erosion by water. Transactions American Society Agricultural Engineers 12: 754-758, 762.
- Minčev, I. and I. Blinkov. 2007. GIS model for assessing water and sediment discharge based on the methodology of Gavrilović. Proceedings of the International Conference on Erosion and Torrent Control as a Factor in Sustainable River Basin Management 25-28 September 2007, Belgrade – Serbia.
- Petraš, J., D. Holjević and D. Kunstek. 2007. Implementation of GIS-technology in Gavrilović's method for estimation soil erosion production and sediment transport. Proceedings of the International Conference on Erosion and Torrent Control as a Factor in Sustainable River Basin Management 25-28 September 2007, Belgrade – Serbia.
- Tazioli, A. 2008. Evaluation of erosion in equipped basins: preliminary

- results of a comparison between the Gavrilovic model and direct measurements of sediment transport. *Environmental Geology*, Springer Verlag, 10.1007/500254-007-1183-Y.
- Vente, J.D. and J. Poesen. 2005. Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: Scale issues and semi-quantitative models. *Earth-Science Reviews*, Volume 71, Issues 1-2, June 2005, pp. 95-125.
- Vrieling, A., G. Sterk and O. Vigiak. 2006. Spatial evaluation of soil erosion risk in the West Usambara Mountains, Tanzania Land Degradation and Development 17 (3), pp. 301-319.
- Wasson, R.J. 2002. What approach to the modelling of catchment scale erosion and sediment transport should be adopted?. In *Modelling erosion, sediment transport and sediment yield*. Summer W. and Walling E.D. International hydrological programme, IHP-VI Technical Documents in Hydrology No. 60 UNESCO, Paris, 2002, pp.1-11.
- Wheater, H.S., A.J. Jakeman and K.J. Beven. 1993. Progress and directions in rainfall-runoff modeling. In: Jakeman A.J., Beck M.B., McAleer M.J. (Eds). *Modelling Change in Environmental Systems*. John Wiley and Sons, Chichester, pp. 101-132.
- Zemljic, M. 1971. Calcul du debit solide. Évaluation de la vegetación comme un facteurs antierosif (Calculation of sediment load. Evaluation of vegetation as anti-erosive factor). Paper presented at the international symposium interpraevent, Villach (Australia).
- Καλινδέρης, Ι. 2001. Τα χειμαρρικά προβλήματα και οι δυνατότητες αντιμετώπισής τους στη περιοχή Κατερίνης Ολύμπου, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- Κωτούλας, Δ. 1975. Οι Χείμαρροι της περιοχής Βερμίου – Πιερίων, Ταξινόμηση, χαρτογράφηση, Διευθέτηση, Θεσ/νίκη.
- Κωτούλας, Δ. 2001. Ορεινή Υδρονομική, Τα ρέοντα ύδατα, Τόμος Ι, Θεσ/νίκη.
- Μουντράκης, Δ. 1985. Γεωλογία της Ελλάδος, Θεσσαλονίκη.
- Στεφανίδης, Π. 2006. Ορεινή Υδρονομική Ι (Διευθετήσεις Ορεινών Υδάτων Ι) Μέρος Πρώτο, Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Θεσσαλονίκη.
- Στεφανίδης, Π. 1990. Μορφομετρική και Υδρογραφική Συγκρότηση των Χειμαρρικών τύπων στο χώρο της Β. Ελλάδας, Διδακτορική Διατριβή, Θεσ/νίκη.

Estimation of the mean annual erosion and mean annual sediment discharge for the rational management of watersheds

I. A. Kalinderis and F. P. Maris

Abstract

Mediterranean climate demonstrates certain particularities, with the long hot and dry summer and the uneven distribution of precipitation during the year. These particularities in combination with the torrential environment of our country favors the erosion and degradation process of soil, especially in places where vegetation has been removed.

Consequently protecting soil from eroding is a prerequisite for the rational management of mountainous watersheds and the maintenance of the sustainable development of mountainous forest ecosystems.

Moreover, the estimation of the mean annual degradation of a watershed constitutes a fundamental index of the torrential action of the watershed.

However this estimation is often a difficult task due to the lack of available data. The main objective of this paper is the estimation of the torrential types and the estimation of the mean annual erosion and degradation process of a number of watersheds located on the N-E slopes of mount Olympus.

The results of this paper will provide the necessary information for decision makers in order to succeed in the rational management of the watersheds and the sustainable development of the ecosystem.

Keywords: Erosion, discharge, rational watershed management of watersheds.

Εκτίμηση της μέσης ετήσιας εδαφικής απώλειας με την χρήση δύο εμπειρικών μεθόδων και την βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η περίπτωση της νήσου Σκοπέλου

**Κ. Α. Σαρβάνης, Α. Γ. Βασιλείου, Ι. Α. Καλινδέρης,
Λ. Σ. Ηλιάδης και Φ. Π. Μάρης***

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

Περίληψη

Η Σκόπελος είναι το δεύτερο σε μέγεθος νησί του συμπλέγματος των Σποράδων. Βρίσκεται ανάμεσα στη Σκιάθο και την Αλόνησο και έχει έκταση 96 km². Είναι ένα εύφορο νησί που χαρακτηρίζεται από την πυκνή βλάστηση. Τα χειμαρρική ρεύματα που εντοπίζονται στην περιοχή παρουσιάζουν έντονη χειμαρρική δράση. Σκοπός της έρευνας αυτής είναι η εκτίμηση της στερεοπαροχής των ορεινών λεκάνης απορροής και επομένως της διάβρωσης στην οποία υπόκεινται οι λεκάνες.

Το πρόβλημα προσεγγίζεται με την εφαρμογή δύο εμπειρικών μεθόδων σε περιβάλλον Γ.Σ.Π. Η πρώτη μέθοδος είναι η παγκόσμια εξίσωση απώλειας εδάφους (U.S.L.E) και η δεύτερη είναι η μέθοδος του Gavrilovic, όπως τροποποιήθηκε από τον Zemljic (1971).

Λέξεις Κλειδιά: Εδαφική απώλεια, USLE, Gavrilovic, στερεοαπορροή.

Εισαγωγή

Η ορθολογική χρήση και η προστασία των εδαφικών πόρων αποτελεί μείζον πρόβλημα για τον άνθρωπο στη σύγχρονη εποχή.

Η υποβάθμιση των εδαφικών πόρων η οποία σχετίζεται άμεσα με τη μείωση ή απώλεια της παραγωγικής διαδικασίας των δασικών ή αγροτικών εδαφών, είναι αποτέλεσμα της δράσης παραγόντων όπως οι κλιματικές μεταβολές και οι ανθρώπινες δραστηριότητες (Τσακίρης, 1995).

Η κύρια διαδικασία που είναι υπεύθυνη για την υποβάθμιση είναι η διάβρωση, δηλαδή η απομάκρυνση εδαφικού υλικού από περιοχές με ορεινό

ή ημιορεινό ανάγλυφο και την απόθεση του σε περιοχές πεδινές ή σε εκβολές υδατορευμάτων. Η διάβρωση οφείλεται στην δράση του βρόχινου νερού που μετασχηματίζεται σε απορροή ή στον αέρα ή στη συνδυασμένη δράση των δύο ή σε άλλα φυσικά στοιχεία (Τσακίρης 1995, Κωτούλας 2001).

Ιδιαίτερο πρόβλημα αποτελεί η επιταχυνόμενη διάβρωση, η οποία οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως οι δασικές πυρκαγιές, η υπερβόσκηση, οι υλοτομίες και άλλες επεμβάσεις του ανθρώπου οι οποίες εδάφους είναι μεγαλύτερες και γρηγορότερες.

Στη χώρα μας το φαινόμενο της επιταχυνόμενης διάβρωσης είναι ιδιαίτερα έντονο και οφείλεται σε παράγοντες όπως (Οικονόμου και Νάκος, 1990):

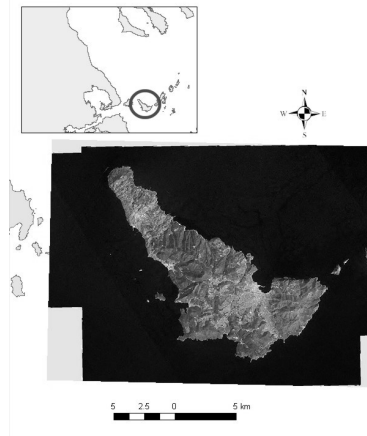
- Το έντονο ορεινό ανάγλυφο των δασικών εκτάσεων.
- Το μεσογειακού τύπου κλίμα με ξηρά και θερμά καλοκαίρια και ψυχρούς χειμώνες με αρκετά επεισόδια ραγδαίων βροχών.
- Ο σημαντικός αριθμός δασικών πυρκαγιών.
- Η μη ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων.
- Το μεγάλο ποσοστό αδιαπέραστων από το νερό γεωλογικών σχηματισμών.
- Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις όπως, η έντονη και ανεξέλεγκτη βόσκηση των ορεινών εδαφών, η εκχέρσωση και καλλιέργεια έντονα επικλινών εδαφών, η διατάραξη της προστατευτικής φυσικής φυτοκάλυψης.

Η διάβρωση των δασικών εδαφών αποτελεί σημαντικό πρόβλημα τόσο για τις ορεινές περιοχές αλλά επίσης για τις χαμηλότερες ή πεδινές περιοχές οι οποίες υφίστανται τις συνέπειες της μεταφοράς των υλικών μέσω των υδατορευμάτων και της απόθεσης αυτών στη θάλασσα ή σε φυσικούς ή τεχνητούς ταμιευτήρες.

Σκοπός της εργασίας είναι ο υπολογισμός της εδαφικής απώλειας στις λεκάνες απορροής της νήσου Σκοπέλου με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Περιοχή έρευνας

Η Σκόπελος είναι το δεύτερο σε μέγεθος νησί του νησιωτικού συμπλέγματος των Σποράδων. Βρίσκεται ανάμεσα στη Σκιάθο και την Αλόνησο και έχει έκταση 96 km². Χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα μορφολογικών στοιχείων, τα οποία μεταβάλλονται έντονα. Το ψηλότερο σημείο της Σκοπέλου είναι το όρος Δέλφι (662 m). Πρόκειται για ένα εύφορο νησί με πυκνή βλάστηση.



Σχήμα 1. Η περιοχή έρευνας.
Figure 1. The research area.

Οι Βόρειες Σποράδες αποτελούνται από μεταμορφωμένα και ιζηματογενή πετρώματα όλων των ειδών και κυρίως από μεσοζωϊκό ασβεστόλιθο. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα είναι κυρίως γνεύσιος, σχιστόλιθος και μάρμαρο. Τα ιζηματογενή είναι κυρίως δολομίτης, ασβεστόλιθος και φλύσχης (άργιλος και ψαμμίτης), καθώς και από νεογενείς θαλάσσιες αποθέσεις. Τυπικά εδάφη των Βορείων Σποράδων είναι τα λιθοσόλ, ρετζίνες, κοκκινόχρωμα (*Terra rossa*) και καστανόχρωμα (*Terra fusca*) μεσογειακά εδάφη (Hau and Hutter 1997, Δεμίρη 1983).

Όσον αφορά στις κλιματολογικές συνθήκες, ο τύπος του κλίματος είναι μεσογειακός με μέτριο και βροχερό χειμώνα, βροχερή άνοιξη, ξηρό-θερμό καλοκαίρι και δροσερό φθινόπωρο. Οι ελάχιστες θερμοκρασίες παρουσιάζονται τον Ιανουάριο και οι μέγιστες τον Ιούλιο, με μέση ετήσια θερμοκρασία $16,7^{\circ}\text{C}$. Η πιο βροχερή περίοδος είναι το διάστημα Σεπτεμβρίου – Φεβρουαρίου και ιδιαίτερα οι μήνες Σεπτέμβριος και Δεκέμβριος (Φλόκας, 1997).

Η χλωριδική σύνθεση της Σκοπέλου είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα και με μεγάλη ποικιλία, εξαιτίας των διαφορετικών μικροκλιματικών τύπων που δημιουργούνται.

Στην περιοχή απαντούν οι κύριοι τύποι Μεσογειακών Οικοσυστημάτων (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2002), όπως: Μεσογειακά Δάση Κωνοφόρων με αντιπροσωπευτικά τα είδη *Pinus halepensis* (χαλέπιος πεύκη) με ευρεία εξάπλωση, *P. pinea* (κουκουναριά) με περιορισμένη εξάπλωση και *Juniperus* sp. (κέδρος)

που απαντά κυρίως στα Γιούρα. Μακκί με σχίνους, πουρνάρια και άλλους δενδρώδεις θάμνους και φρύγανα, χαμηλοί θάμνοι, πόες, αγριολούλουδα.

Η δασική βλάστηση που περιλαμβάνει τα δάση κωνοφόρων και τα μακκί, καλύπτει τα 68,8% της συνολικής έκτασης των νησιών.

Υλικά και Μέθοδοι

Γενικά

Τα τοπογραφικά δεδομένα της περιοχής μελέτης προήλθαν από την ψηφιοποίηση των χαρτών 1:50000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού. Κατόπιν ψηφιοποιήθηκε το υδρογραφικό δίκτυο, και οριοθετήθηκαν οι λεκάνες απορροής. Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM) προήλθε από ισοϋψείς καμπύλες με ισοδιάσταση 5m οι οποίες προέκυψαν από την ψηφιοποίηση των ισοϋψών με ισοδιάσταση 20m και αναπαραγωγή στα 5m μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Με βάση την ισοδιάσταση των 5m δημιουργήθηκε το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους με διάσταση καννάβου 10m.

Στη συνέχεια με τη βοήθεια των εφαρμογών του ίδιου προγράμματος υπολογίστηκαν όλα τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής που επηρεάζουν τον τρόπο και τη διαδικασία κίνησης του απορρέοντος νερού.

Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής έρευνας μελετήθηκε με βάση τους χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε. (1:500000 και 1:50000).

Για την κάλυψη των χρήσεων γης χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων corine land cover του έτους 2000 (Corine, 2000).

Εκτίμηση της στερεοπαροχής με εμπειρικά (στοχαστικά) μοντέλα

Η ανάγκη της κατά το δυνατό ακριβούς προβλέψεως και εκτιμήσεως του όγκου των φερτών υλών σε υδρολογικές λεκάνες, οδήγησε στην ανάπτυξη διαφόρων μοντέλων διαβρώσεως, διαφορετικού βαθμού ακριβείας και πολυπλοκότητας. Η ανάγκη αυτή υπαγορεύτηκε τόσο εξαιτίας των σοβαρών συνεπειών της διαβρώσεως των εδαφών στα τεχνικά έργα, όσο και από την απαίτηση για τον εντοπισμό περιοχών για λήψη μέτρων αντιδιαβρωτικής προστασίας, ανάλογα με την επικινδυνότητα στη διάβρωση (Τσακίρης, 1995). Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, πολλά διαφορετικά εμπειρικά μοντέλα έχουν προταθεί για την εκτίμηση και τον υπολογισμό της μέσης ετήσιας διάβρωσης και υποβάθμισης των λεκανών απορροής (Κωτούλας, 2001). Η επιλογή της κάθε μεθόδου σχετίζεται με την καταλληλότητα του

κάθε μοντέλου σε σχέση με τις τοπικές συνθήκες (γεωμορφολογία, κλπ.), τις απαιτήσεις σε δεδομένα, την πολυπλοκότητα που το χαρακτηρίζει, την ακρίβεια και την εγκυρότητα του, τις προϋποθέσεις που απαιτεί και τέλος τους αντικειμενικούς στόχους του χρήστη (Meritt et al. 2003). Επιπλέον η χρήση μοντέλων σε περιοχές διαφορετικές από αυτές στις οποίες αναπτύχθηκαν δύναται να οδηγήσει σε σημαντικά λάθη, ενώ η χρήση τους απαιτεί επαλήθευση (Vrieling et al. 2006, Tazioli 2008).

Τα εμπειρικά μοντέλα είναι συνήθως απλούστερα. Βασίζονται στην ανάλυση παρατηρήσεων καθώς και στην χρήση δεδομένων γεωμορφολογικών και στοχεύουν στη μοντελοποίηση αυτών για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων (Wheater et al. 1993, Meritt et al. 2003).

Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας (Universal Soil Loss Equation, USLE)

Η Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας (Universal Soil Loss Equation – USLE) αναπτύχθηκε στις ΗΠΑ (Wischmeier and Smith 1965, 1978) ενώ από τότε έχουν γίνει αρκετές προσαρμογές και βελτιώσεις. Η εξίσωση αυτή αφορά στην επιφανειακή διάβρωση, συμπεριλαμβάνοντας και τη διάβρωση ρυακιών καθώς επίσης και τις τυχόν ανθρώπινες παρεμβάσεις που γίνονται στον έλεγχο της διάβρωσης.

Η διατύπωση της Παγκόσμιας Εξίσωσης Εδαφικής Απώλειας στην αρχική της μορφή είναι:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

όπου:

A: Η εδαφική απώλεια ανά μονάδα επιφάνειας (t/ha),

R: Ο συντελεστής διαβρωσιμότητας της βροχής (rainfall erosivity factor),

K: Ο συντελεστής διαβρωσιμότητας του εδάφους (soil erodibility factor),

LS: Ο τοπογραφικός συντελεστής (topographic factor),

C: Ο συντελεστής φυτοκάλυψης (cropping management factor) και

P: Ο συντελεστής διαχείρισης των εδαφών κατά της διάβρωσης (erosion control practice factor).

Στην τιμή της εδαφικής απώλειας (A) θα πρέπει να συνυπολογιστεί και η απώλεια η οποία οφείλεται σε αξονική διάβρωση. Ο Roehl (1962) εκτίμησε με βάση έρευνες σε 371 ερευνητικές επιφάνειες, ότι η αξονική διά-

βρωση προσαυξάνει την τιμή της εδαφικής απώλειας κατά 20%.

Για την αναγωγή του βάρους της μέσης ετήσιας παραγωγής φερτών υλών σε όγκο λήφθηκε υπόψη ο μέσος συντελεστής του ειδικού βάρους των αποθέσεων (Κωτούλας, 2001).

Παρακάτω αναλύονται οι συντελεστές της παγκόσμιας εξίσωσης εδαφικής απώλειας αναλυτικά.

Συντελεστής διαβρωτικότητας της βροχόπτωσης R

Ο συντελεστής αυτός είναι συνάρτηση της συνολικής κινητικής ενέργειας της βροχής, καθώς επίσης και της μέγιστης τιμής της έντασης βροχής διάρκειας τουλάχιστον 30 λεπτών. Υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$R = 5,9 \cdot 10^{-4} \cdot EI_{30}$$

όπου: $E = 3,79 \cdot \Sigma(3,14 + \ln(I_j)) \cdot I_j \cdot \Delta t_j$

- E: συνολική κινητική ενέργεια της βροχής ανά μονάδα επιφάνειας (J/m^2).
- I_{30} : μέγιστη ένταση βροχής διάρκειας 30 min, (mm/h).
- Δt_j : υποδιαίρεση χρόνου βροχής με αντίστοιχη ένταση / (h).

Οι δύο παραπάνω εξισώσεις αφορούν ένα μεμονωμένο επεισόδιο βροχής. Στην πράξη ενδιαφέρει η μέση ετήσια τιμή του R για μια χρονοσειρά N ετών, όπου χρειάζεται να υπολογιστούν οι επιμέρους ετήσιες τιμές του R και να προκύψει ο μέσος όρος αυτών, (πρέπει να ληφθούν υπόψη όλα τα επεισόδια βροχής διάρκειας 30 min κάθε έτους). Η παραπάνω διαδικασία είναι και χρονοβόρα και επίπονη, για αυτό το λόγο η τιμή του R τελικά προσδιορίζεται είτε από χάρτες (isoerodent maps), είτε από πίνακες.

Στην πράξη μπορούν ακόμη να χρησιμοποιηθούν απλές σχέσεις, που συσχετίζουν το μέσο ετήσιο ύψος βροχής P (mm), με την ετήσια τιμή του R, όπως αυτή του Kirkby (1980):

$$R = \alpha \cdot P$$

όπου: $\alpha = 0.1 \pm 0.05$ για εύκρατα κλίματα.

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε η σχέση των Schwertmann et al. (1990) η οποία έχει χρησιμοποιηθεί και για τις ελληνικές συνθήκες (Χρυσάνθου και Πυλιώτης, 1995):

$$R = 0.83 \cdot N - 17.7$$

όπου:

- R [MJ · mm/(ha·h)] ο συντελεστής διαβρωτικότητας της βροχόπτωσης, και
- N [mm] η μέση ετήσια βροχόπτωση.

Συντελεστής διαβρωσιμότητας εδάφους K

Εξαρτάται κυρίως από τη μηχανική σύσταση του εδάφους (ποσοστά σε άμμο, ιλύ και άργιλο). Όταν το ποσοστό ιλύος και λεπτής άμμου δεν υπερβαίνει το 70%, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εξίσωση:

$$K = 2,1 \cdot M^{1,14} \cdot 10^{-6} \cdot (12-a) + 0,0325 \cdot (b-2) + 0,025 \cdot (c-3)$$

όπου: $M = P_s \cdot (100 - P_c)$

- M: η παράμετρος μεγέθους κόκκων,
- P_s : ποσοστό ιλύος και πολύ λεπτής άμμου στο έδαφος (%), $(0.002 < c / < 0.1 \text{ mm}]$,
- P_c : ποσοστό αργίλου στο έδαφος (%), $[d < 0.002 \text{ mm}]$,
- a: ποσοστό οργανικού εδαφικού υλικού, (%),
- b: κωδικός εδαφικής δομής,
- c: κωδικός διαπερατότητας εδάφους.

Στη γενικότερη περίπτωση, ο συντελεστής K προσδιορίζεται από το νομογράφημα των Wischmeier and Smith (1978). Το νομογράφημα αυτό είναι απλό στη χρήση του, χρειάζεται δε η γνώση της ποσοστιαίας αναλογίας σε άμμο, ιλύ και άργιλο, ο τύπος της δομής (κοκκώδης, τεμαχισμένη, πλακώδης κλπ), καθώς και ο βαθμός διαπερατότητας (υψηλή, μέση, χαμηλή) του εδάφους.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή διαβρωσιμότητας K χρησιμοποιήθηκε γεωλογικός χάρτης (IGME), ενώ οι τιμές που αποδόθηκαν στους γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής έρευνας προέρχονται από την ελληνική αλλά και τη διεθνή βιβλιογραφία (Mitchell and Bubenzer 1980, Χρυσάνθου και Πυλιώτη 1995, Ζαρρής κ.α. 2001).

Συντελεστής ανάγλυφου LS

Προκύπτει από την παρακάτω εξίσωση:

$$LS = \left(\frac{x}{22.13}\right)^n (65.41 \sin^2 \theta + 4.56 \sin \theta + 0.065)$$

όπου:

- x: κεκλιμένο μήκος κλιτύος (m), δηλ. η απόσταση από το σημείο αφετηρίας της επιφανειακής ροής, μέχρι το σημείο συγκεντρώσεως της στο υδατόρευμα.
- θ: γωνία κλίσης εδάφους, ($\sin \theta = s / (104 + s^2)^{1/2}$), όπου s η κλίση, (%).
- Η τιμή του εκθέτη n, ανάλογα με την κλίση του εδάφους s υπολογίζεται από κατάλληλους πίνακες.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή LS έγινε χρήση του προγράμματος Arcmap 9.1 και του παρακάτω τύπου (Jianguo Ma, 2001).

$$LS = (\text{Flow Accumulation} \cdot \text{CellSize} / 22,13)^{0,4} \cdot (\text{Sin.Slope} / 0,0896)^{1,3}$$

Συντελεστής φυτοκάλυψης C

Οι τιμές του συντελεστή φυτοκάλυψης C υπολογίζονται από πίνακες που έχουν τιμές για αγρολιβαδικές και δασικές εκτάσεις αντίστοιχα. Ακόμα υπάρχουν πίνακες που δίνουν τις τιμές του C ανάλογα με τον τύπο και το ύψος της βλάστησης, το ποσοστό κάλυψης της εδαφικής επιφάνειας από χαμηλά φυτά χωρίς φύλλωμα, καθώς και το αντίστοιχο ποσοστό θαμνώδους και δενδρώδους βλάστησης σε κάθετη προβολή. Επίσης μπορούμε να βρούμε σε άλλους κατάλληλους πίνακες τιμές του C για δασώδεις εκτάσεις, ανάλογα με το συνολικό ποσοστό κάλυψης.

Σε περίπτωση καλλιεργούμενων εκτάσεων, η τιμή του C καθορίζεται από το είδος και το πρόγραμμα της καλλιέργειας και μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Στις Η.Π.Α. χρησιμοποιούνται πίνακες ανάλογα με τη γεωγραφική θέση της περιοχής και το κλίμα της, που μπορεί κανείς να προμηθευτεί εύκολα από την αρμόδια υπηρεσία, (NRCS, United States Department of Agriculture).

Για τον υπολογισμό του παράγοντα C έγινε χρήση του Corine 2000 και του προγράμματος Arcmap (Zarris et al. 2002).

Συντελεστής ελέγχου διάβρωσης P

Οι τιμές του συντελεστή ελέγχου διάβρωσης P, εξαρτώνται από τις ε-

φαρμοζόμενες πρακτικές ενίσχυσης του εδάφους έναντι της διάβρωσης. Συγκεκριμένα, ανάλογα με την κλίση της επιφάνειας του εδάφους και την εφαρμοζόμενη τεχνική ενίσχυσης. Ο συντελεστής P εισάγεται και αυτός μετά από τη μελέτη των κατάλληλων πινάκων.

Για εντελώς γυμνό και άγονο έδαφος, χωρίς καμία τεχνική ενίσχυσης έναντι της διάβρωσης, και οι δυο παραπάνω συντελεστές παίρνουν την τιμή 1 (Τσακίρης, 1995).

Ο παράγοντας P δόθηκε 1 για όλες τις λεκάνες απορροής μιας και δεν εντοπίστηκε κανένα έργο διευθέτησης σε αυτές.

Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η λεκάνη απορροής F5 διότι στη λεκάνη αυτή έχουν κατασκευαστεί πέντε (5) φράγματα στην κεντρική κοίτη και δέχθηκε την τιμή 0,6.

Η μέθοδος Gavrilović

Η μέθοδος Gavrilovic (Gavrilovic 1972, 1976, 1988) είναι ένα παραμετρικό διανεμημένο μοντέλο και χρησιμοποιήθηκε ευρέως για την ετήσια πρόβλεψη των ποσοστών εδαφολογικής διάβρωσης και της παραγωγής ιζημάτων σε μεγάλη κλίμακα λεκανών στη Σλοβενία και στην Κροατία τα τελευταία 35 χρόνια (Globevnik et al. 2003). Η μέθοδος Gavrilovic αναπτύχθηκε για την προστασία από τη διάβρωση, κυρίως στη δασική διαχείριση και τον έλεγχο των ρευμάτων. Η μέθοδος επίσης εφαρμόστηκε και σε λεκάνες απορροής στις Ιταλικές και Σουηδικές Άλπεις (Bazzoffi 1985, Pozzi et al. 1991, Fanetti and Vezzoli 2007).

Η βάση της μεθόδου Gavrilovic βασίζεται στο ότι τα φερτά υλικά που μεταφέρονται από το χειμαρρικό ρεύμα (G) συσχετίζονται με την ποσότητα των φερτών υλικών που παράγονται από την εδαφική διάβρωση W ($m^3/year$) και με την ποσότητα που κατακρατείται στον υδροκρίτη (R, συντελεστής κατακράτησης φερτών υλικών), και δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$G = W \cdot R$$

Ο υπολογισμός της ποσότητας φερτών υλικών W περιλαμβάνει εμπειρικούς συντελεστές (συντελεστής διαβρωσιμότητας, συντελεστής προστασίας εδάφους και συντελεστής διάβρωσης) και φυσικά χαρακτηριστικά (ετήσια βροχόπτωση, θερμοκρασία, μέση κλίση και εμβαδό λεκάνης). Οι λεκάνες με την ισχυρή στο χώρο μεταβλητότητα αυτών των παραμέτρων πρέπει να διαχωριστούν σε υπολεκάνες που παρουσιάζουν ομοιογενή χαρακτη-

ριστικά.

Η μέθοδος προσδιορίζει τη μέση ετήσια διάβρωση ή υποβάθμιση στις ορεινές λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων και έχει την ακόλουθη μορφή:

$$W = T \cdot h \cdot \pi \cdot F \cdot Z^{3/2} \text{ (m}^3\text{/έτος)}$$

όπου:

T: δείκτης θερμοκρασίας, ο οποίος παρέχεται από τη σχέση:

$$T = (t^0/10 + 0,1)^{1/2}$$

t°: μέση ετήσια θερμοκρασία στην ορεινή λεκάνη απορροής (°C)

h: μέσο ετήσιο ύψος βροχής της λεκάνης (mm)

F: επιφάνεια της λεκάνης (km²)

Z: δείκτης διάβρωσης, ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Z = X \cdot Y (\varphi + I^{1/2})$$

X: δείκτης που εκφράζει τη μείωση της αντίστασης του γεωλογικού υποθέματος κατά της διάβρωσης ανάλογα με την κατάσταση και την καλλιέργεια της επιφάνειας του, με βάση την παρουσία της βλάστησης.

Y: δείκτης διαβρωσιμότητας του γεωλογικού υποθέματος, ο οποίος εξαρτάται από την πετρολογική και εδαφολογική σύσταση των λεκανών.

φ: δείκτης, που εκφράζει το είδος και το βαθμό της διάβρωσης των λεκανών απορροής.

I: μέση κλίση της επιφάνειας της λεκάνης απορροής.

Ο συντελεστής κατακράτησης φερτών υλικών στη λεκάνη απορροής (R) αναθεωρήθηκε από τον Zemljic (1971), και υπολογίζεται χρησιμοποιώντας μορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής και δίνεται από τη σχέση:

$$R = \left(\frac{(O \times D)^{1/2} (L + L_1)}{F(L + 10)} \right)$$

όπου:

O: η περίμετρος της λεκάνης απορροής(km).

D: μέσο υψόμετρο λεκάνης απορροής (km).

L: μήκος κεντρικής κοίτης (km).

L_i : μήκος δευτερευουσών κοιτών (km).

Βαθμός εκφόρτισης φερτών υλικών

Ένα μέρος από τα φερτά υλικά που παράγονται στη συνολική λεκάνη λόγω γενικής διάβρωσης, παραμένει στο χώρο της με τη μορφή ενδιάμεσων αποθέσεων, χωρίς να μεταφέρεται εκτός της λεκάνης (Klaghofer et al. 1992, Κωτούλας 2001, Mutua and Klik 2006). Επομένως η γνώση του όγκου των υλικών τα οποία κατακρατούνται εντός της λεκάνης απορροής είναι σημαντική κατά τη μελέτη έργων διαχείρισης και προστασίας των πεδινών περιοχών από προσχώσεις.

Σε περιφερειακό επίπεδο, η πιο διαδεδομένη μέθοδος για την εκτίμηση του βαθμού εκφόρτισης των υλικών (SDR) είναι μέσω μιας συνάρτησης της μορφής:

$$SDR = \alpha \cdot F^\beta$$

Όπου F η έκταση της περιοχής έρευνας ενώ α και β είναι εμπειρικοί συντελεστές (Maner 1958, Roehl 1962, Mutua and Klik 2006). Επίσης άλλοι ερευνητές βασίστηκαν σε στοιχεία όπως η έκταση της λεκάνης απορροής (SDR Vs Area) ή σε στοιχεία όπως είναι το μήκος της κοίτης του ρεύματος (SDR Vs Distance), δημιουργώντας καμπύλες (Renfro, 1975).

Η NRCS (Natural Resources Conservation Service) (1979) βασιζόμενη σε δεδομένα από έρευνες στην περιοχή Blackland Prairie στο Texas (Renfro, 1975), ανέπτυξε ένα εκθετικό μοντέλο. Τέλος οι Williams and Berndt (1972) χρησιμοποίησαν την κλίση της κεντρικής κοίτης για την εκτίμηση του βαθμού εκφόρτισης των υλικών.

Ο βαθμός εκφόρτισης των φερτών υλών υπολογίστηκε με τη γενική προσεγγιστική σχέση (Williams and Berndt 1972, Κωτούλας 2001):

$$DR = 0,627 \cdot J_s^{0,403}$$

όπου J_s είναι η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης (%).

Αποτελέσματα

Η περιοχή έρευνας περιλαμβάνει 33 χειμαρρικά ρεύματα και καλύπτει μια έκταση 56,42 km². Το μέγιστο υψόμετρο της περιοχής ανέρχεται σε 680 m. Οι λεκάνες απορροής δεν εμφανίζουν ιδιαίτερα έντονες κλίσεις. Ωστόσο

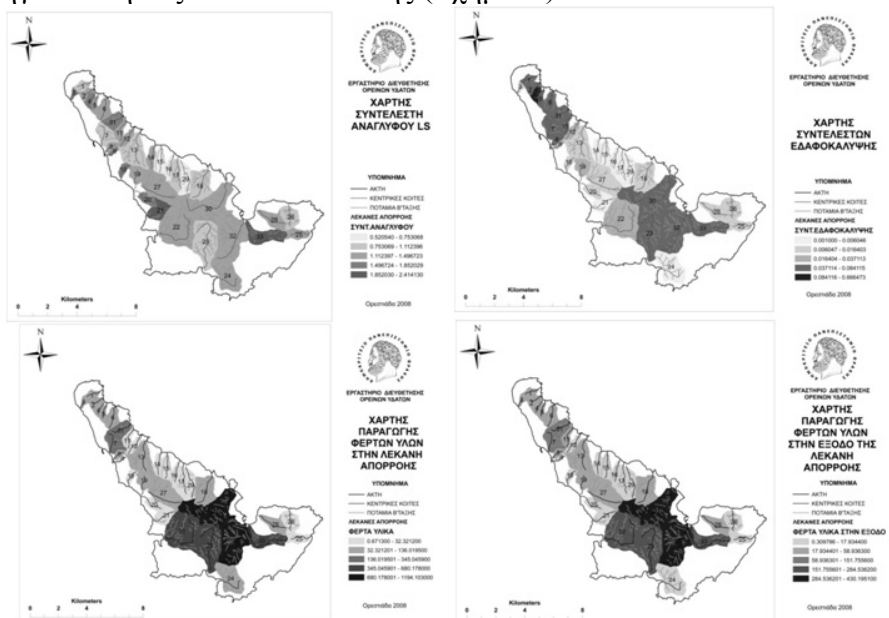
παρατηρείται έντονη χειμαρρική δράση.

Εδαφική Απώλεια

Στην παρούσα έρευνα το πρόβλημα της εδαφικής απώλειας προσεγγίστηκε με τη χρήση δύο εμπειρικών μεθόδων:

- Η πρώτη μέθοδος είναι η Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας (USLE).
- Η δεύτερη μέθοδος ήταν η τροποποιημένη κατά Ζεμλιζέ μέθοδος του Gavrilovic.

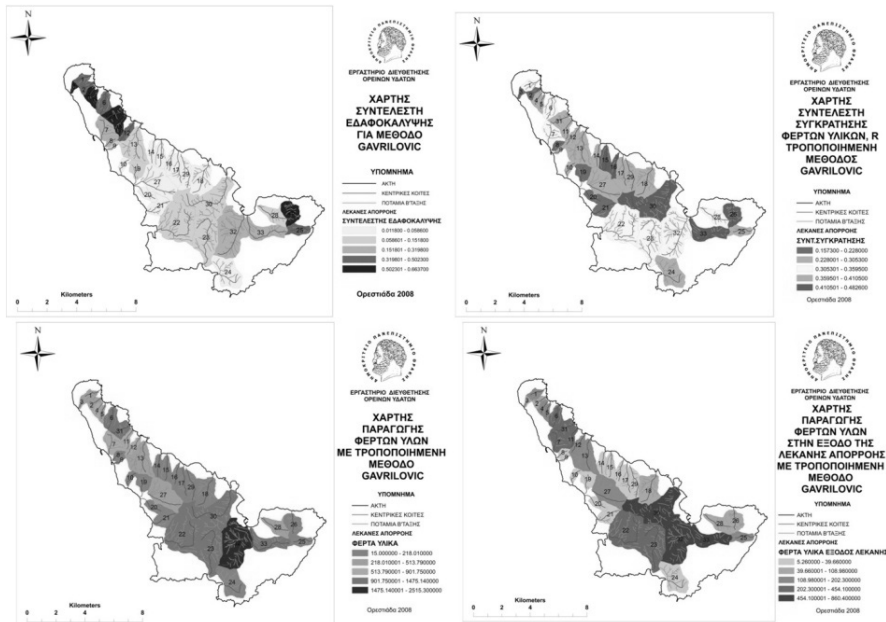
Με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών εκτιμήθηκαν οι παράγοντες που επηρεάζουν την εδαφική απώλεια, υπολογίστηκε η εδαφική απώλεια σε επίπεδο λεκάνης απορροής ενώ τέλος εκτιμήθηκε και η στερεοαπορροή, δηλαδή το καθαρό φορτίο φερτών υλικών τα οποία καταλήγουν στην έξοδο κάθε λεκάνης (Σχήμα II).



Σχήμα 2. Χάρτης Συντελεστή Αναγλύφου (LS), χάρτης συντελεστή εδαφοκάλυψης (C) και χάρτες εδαφικής απώλειας (A) και στερεοαπορροής (SY) με βάση την Παγκόσμια Εξίσωση Εδαφικής Απώλειας (USLE).

Figure 2. Slope length-gradient factor Map (LS), crop/vegetation and management factor (C) Map, Soil loss map and sediment yield map, using the Universal Soil Loss Equation.

Ομοίως εκτιμήθηκαν οι παράγοντες που υπεισέρχονται στην εξίσωση του Gavrilovic (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Χάρτης Συντελεστή διάβρωσης (z), χάρτης συντελεστή συγκράτησης υλικών (R) και χάρτες παραγωγής φερτών υλικών (W) και στέρεοαπορροής (G) με βάση την τροποποιημένη μέθοδο του Gavrilovic.

Figure 3. Coefficient of erosion (z) map, Retention coefficient map (R), Soil loss map and sediment yield map, using the Gavrilovic method.

Σύμφωνα με την τροποποιημένη μέθοδο του Gavrilovic η μεγαλύτερη εδαφική υποβάθμιση εμφανίζεται στην λεκάνη της Σκοπέλου (λεκάνη 32) με όγκο παραγόμενων υλικών που αγγίζει τα 4527,54 m³/y, ενώ από αυτά ο όγκος των υλικών που αποτίθεται εκτός της λεκάνης απορροής προσεγγίζει τα 1548,73 m³/y. Γενικότερα οι λεκάνες που παρουσιάζουν τα σημαντικότερα προβλήματα, σύμφωνα με την εξίσωση του Gavrilovic είναι οι λεκάνες 30, 32 και 33. Ομοίως, με βάση την παγκόσμια εξίσωση εδαφικής απώλειας, η λεκάνη που παράγει τα περισσότερα υλικά είναι η λεκάνη Σκοπέλου (λεκάνη 32) με υλικά στην έξοδο της λεκάνης που αγγίζουν τα 239 m³/y. Ομοίως, οι λεκάνες οι οποίες εμφανίζουν τα σημαντικότερα προβλήματα στην έξοδο τους είναι οι λεκάνες 30, 32 και 33 όπως ακριβώς και στην περίπτωση της μεθόδου Gavrilovic.

Πίνακας Ι. Εδαφική απώλεια και στερεοαπορροή στην έξοδο της λεκάνης με την χρήση των δύο εμπειρικών τύπων (Gavrilovic, USLE).

Table I. Soil loss and sediment yield at the lower part of the drainage basin, using the two empirical methods of Gavrilovic and USLE.

a/a	Όνομασία λεκάνης	Εμβαδόν λεκάνης απορροής Km ²	Gavrilovic				USLE			
			w m ³ /y	R	G m ³ /y	A t/ha/yr	A +20%	DR t/ha/y	SY m ³ /y	SY
1	Μαυραγάνη	0.61	860.11	0.31	268.08	0.81	0.97	0.39	0.38	13
2	Αγίου Γεωργίου	0.47	691.95	0.22	148.97	1.06	1.28	0.39	0.49	13
3	Μουρτιάς	0.24	493.85	0.21	101.42	1.81	2.17	0.44	0.96	13
4	Μωραϊτή	0.53	1088.08	0.24	264.37	1.30	1.56	0.42	0.65	19
5	Μύλου	0.39	813.12	0.30	241.18	1.10	1.33	0.43	0.57	12
6	Μ. Ταξιαρχών 1	1.18	2116.66	0.34	719.38	0.96	1.16	0.41	0.48	31
7	Αθεάτου	1.49	1504.48	0.33	491.29	1.55	1.86	0.41	0.75	62
8	Κλήματος 1	0.39	348.32	0.18	63.62	1.37	1.64	0.45	0.74	16
9	Κλήματος 2	0.21	66.47	0.41	27.21	0.93	1.12	0.46	0.51	6
10	Ακονών	0.48	84.41	0.27	22.55	0.33	0.40	0.44	0.17	4.6
11	Αγ. Αποστόλων	0.68	1623.15	0.31	495.55	1.22	1.46	0.44	0.64	24
12	Παναγιάς	0.66	1147.56	0.29	336.53	0.38	0.46	0.43	0.20	7.3
13	Βουρλιάς	2.91	924.82	0.39	361.11	0.20	0.24	0.44	0.10	17
14	Χλιάς	0.74	53.13	0.27	14.25	0.01	0.02	0.48	0.01	0.3
15	Στεφανίου	1.16	126.96	0.44	55.91	0.04	0.05	0.43	0.02	1.3
16	Δελφίου	0.63	26.99	0.48	13.03	0.01	0.01	0.46	0.00	0.2
17	Χειμαδιάς	1.36	59.95	0.40	23.89	0.01	0.01	0.47	0.01	0.5
18	Βαθειάς	2.71	227.89	0.41	93.56	0.19	0.23	0.43	0.10	15
19	Κτιτσαλαϊκών	1.06	392.42	0.18	71.39	1.03	1.24	0.45	0.55	33
20	Κουτούπα	0.76	60.22	0.16	9.47	0.27	0.32	0.43	0.14	5.8
21	Μηλιάς	1.39	61.43	0.23	14.01	0.04	0.05	0.47	0.02	1.7
22	Πανόρμου	5.49	1980.83	0.36	712.30	0.79	0.95	0.39	0.38	115
23	Πευκιάς	4.42	2404.33	0.34	817.39	1.01	1.21	0.37	0.45	109
24	Άγωντα	2.91	141.48	0.27	37.80	0.14	0.17	0.36	0.06	10
25	Μ. Ταξιαρχών 2	0.97	1269.64	0.29	364.15	0.28	0.33	0.46	0.15	8.2
26	Αγ. Τριάδος	1.54	315.19	0.45	140.95	0.17	0.20	0.47	0.10	8.2
27	Βαθυρέματος	3.49	734.26	0.38	280.01	0.23	0.27	0.46	0.13	25
28	Λιαπακικών	1.5	554.93	0.35	196.18	0.41	0.49	0.45	0.22	19
29	Καλογήρου	1.42	87.84	0.40	35.42	0.01	0.01	0.42	0.00	0.4
30	Κάβου Καλής	5.64	2494.56	0.42	1058.31	1.30	1.56	0.43	0.66	208
31	Κεραμωτού	1.11	2311.58	0.25	586.16	2.60	3.12	0.44	1.37	85
32	Σκοπέλου	5.56	4527.54	0.34	1548.73	1.79	2.15	0.36	0.77	239
33	Κόναρη	2.32	2655.26	0.42	1128.15	2.45	2.94	0.42	1.23	158

Συμπεράσματα

Η διάβρωση αποτελεί το κύριο χειμαρρικό φαινόμενο το οποίο παρασύρει και μεταφέρει φερτά υλικά από τις ορεινές λεκάνες των χειμαρρικών ρευμάτων και αποθέτει εκτός αυτών (Κωτούλας, 2001).

Ως αποτέλεσμα του φαινομένου αυτού είναι η υποβάθμιση των ορεινών λεκανών και ουσιαστικά η υποβάθμιση των εδαφικών πόρων. Αποτέλεσμα είναι η μείωση ή απώλεια της παραγωγικής στρώσης των δασικών ή αγροτικών εδαφών.

Επιπλέον η διάβρωση των δασικών εδαφών έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία προβλημάτων στους χώρους όπου παράγεται, το κύριο όμως πρόβλημα συνιστάται κατά τη μεταφορά των υλικών που παράγονται μέσω των υδατορευμάτων και την απόθεση των υλικών αυτών σε χαμηλότερες θέσεις όπως είναι η θάλασσα, οι φυσικοί και τεχνητοί ταμιευτήρες. Τα σημαντικότερα προβλήματα σχετίζονται με τη δημιουργία προβλημάτων στη λειτουργία τους και κατά συνέπεια στους σκοπούς που εξυπηρετούν.

Η γνώση του μεγέθους της υποβάθμισης είναι πολύ σημαντική διότι με βάση αυτό το μέγεθος καθορίζεται το σύστημα επέμβασης για τη διευθέτηση των χειμαρρικών ρευμάτων, το οποίο θα οδηγήσει στην προστασία του υποβάθρου από το φαινόμενο αυτό, στην προστασία των πεδινών περιοχών από τις πλημμύρες και τις προσχώσεις και επομένως στην ορθολογική διαχείριση των λεκανών απορροής.

Από τα αποτελέσματα γίνεται φανερό ότι η μέθοδος του Gavrilovic δίνει μεγαλύτερες τιμές διάβρωσης και στερεοαπορροής από ότι η USLE. Το γεγονός αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί, κυρίως επειδή η μέθοδος αυτή (USLE) δημιουργήθηκε με σκοπό τον υπολογισμό της διάβρωσης που προέρχεται κυρίως από την επιφανειακή διάβρωση κυρίως σε καλλιεργούμενες εκτάσεις με ήπιες κλίσεις λεκάνης (μικρότερες του 15%) (Wischmeier και Smith 1958, 1965, 1978).

Με την παρούσα μελέτη, έγινε μια προσπάθεια για τον προσδιορισμό του χειμαρρικού περιβάλλοντος στην περιοχή της Νήσου Σκοπέλου καθώς και της μέσης ετήσιας στερεοαπορροής που μεταφέρεται από τα χειμαρρικά ρεύματα εκτός των λεκανών απορροής, πλήττοντας τις πεδινές αστικές και αγροτικές περιοχές.

Η περιοχή έρευνας περιλαμβάνει 33 μικρά χειμαρρικά ρεύματα τα οποία παρουσιάζουν έντονη χειμαρρική δράση.

Το σύνολο της στερεοαπορροής που προκύπτει από τη χρήση των δύο εμπειρικών μοντέλων, επιβεβαιώνει την δράση αυτή.

Βιβλιογραφία

- Bazzoffi, P. 1985. Methods for Net Erosion Measurement in Watersheds as a Tool for the Validation of Models in Central Italy. Workshop on Soil Erosion and Hillslope Hydrology with Emphasis on Higher Magnitude Events. Leuven.
- Fanetti, D. and L. Vezzoli. 2007. Sediment Input and Evolution of Lacustrine Deltas: The Breggia and Greggio Rivers Case Study (Lake Como, Italy). Science Direct Quaternary International. No 173-174, pp. 113-124.
- Gavrilovic, S. 1972. Engineering of Torrents and Erosion. Izgradnja, Beograd.
- Gavrilovic, S. 1976. Torrents and Erosion. Στο Gradevinski Calendar. Beograd, Servia. pp. 159-311.
- Gavrilovic, S. 1988. The Use of an Empirical Method (Erosion Potential Method) for Calculating Sediment Production and Transportation in unstudied or Torrential Streams. Στο White, W.R. (Ed.), International Conference on River Regime. Wiley, New York (Chichester, UK), pp. 411-422.
- Gavrilovic, Z., M. Stefanovic, M. Milocevic and J. Cotric. 2006. Erosion Potential Method. An Important Support for Integrated Water Resource Management. Στο Balwois International Conference on Water Observation and Information System for Decision Support. Ohrid 23-26/5.
- Globevnik, L., D. Holjevic, G. Petkovsek and J. Rubinic. 2003. Applicability of the Gavrilovic Method in Erosion Calculation Using Spatial Data Manipulation Techniques. Στο De Boer, Erosion Prediction in Ungauged Basins: Integrating Methods and Techniques Vol. 279. IAHS Publications. (Edited by Froehlich, W., Mizuyama, T., Pietroniro, A.), pp. 224-233.
- Hau, G. and C.P. Hutter. 1997. 'Βόρειες Σποράδες. Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο'. Ταμείο Ευρωπαϊκής Φυσικής Κληρονομιάς. Euronature. σελ. 158, Εκδ. ROAD, Αθήνα.
- Jianguo, Ma. 2001. Combining the USLE and GIS/Arcview for soil erosion estimation in fall creek watershed in Ithaca, New York. Spatial Modeling and Analysis (training course note).
- Kirkby, M.J. 1980. Modeling Water Erosion Processes. Kirkby, M.J. and Morgan, R.P.C. (editors) Soil Erosion. pp. 183-216. Wiley

Chichester.

- Klaghofer, E., W. Summer and J.P. Villeneuve. 1992. Some remarks on the determination of the sediment delivery ratio. Proceedings of the Chengdu Symposium, Erosion, Debris Flows and Environment in Mountain Regions. IAHS Publ. No 209
- Maner, S.B. 1958. Factors influencing sediment delivery rates in the Red Hills physiographic area. Trans. AGU 39, 669-675.
- Merritt, W.S., R.A. Letcher and A.J. Jakeman. 2003. A review of erosion and sediment transport models. *Environmental Modelling and Software*, 18 (8-9), pp. 761-799.
- Mitchell, J.K. and G.D. Bubenzer. 1980. Soil Loss Estimation. Στο Kirkby, M.J. and Morgan R.P.C. eds. Soil Erosion. John Wiley and Sons Ltd., pp. 17-62.
- Mutua, B. and A. Klik. 2006. Estimating spatial sediment delivery ratio on a large rural catchment. *Journal of Spatial Hydrology*, Vol. 6, No.1 2006.
- Pozzi, R., G. Bollettinari and P. Miniutti. 1991. Valutazione Quantitativa Indiretta Dell'Erosione in Alcuni Bacini Indrografici Del Versante Orobico Valtellinese (Provincia di Sondrio) e Considerazioni Sull'evento Alluvionale del Luglio 1987. Στο Proceedings of the Symposium: Fenomeni di Erosione e Alluvionamento Degli Alvei Fluviali, Ancona, 14-15/10, pp. 5-19.
- Renfro, G.W. 1975. Use of erosion equations and sediment delivery ratios for predicting sediment yield. In Present and Prospective technology for Predicting Sediment Yields and Sources, Agricultural Resources Services, ARS-S-40, 33-45. US Dept. Agric., Washington, D.C.
- Roehl, J.E. 1962. Sediment source areas, delivery ratios and influencing morphological factors. In: Symposium of Bari, 202-213. IAHS Publ. no. 59.
- Schwertmann, U., W. Vogl and M. Kainz. 1990. Bodenerosion Durch Wasser. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- Tazioli, A. 2008. Evaluation of erosion in equipped basins: preliminary results of a comparison between the Gavrilovic model and direct measurements of sediment transport. *Environmental Geology*, Springer Verlag, 10.1007/500254-007-1183-Y.
- Vrieling, A., G. Sterk and O. Vigiak. 2006. Spatial evaluation of soil erosion risk in the West Usambara Mountains, Tanzania Land Degradation

- and Development 17 (3), pp. 301-319.
- Wheater, H.S., A.J. Jakeman and K.J. Beven. 1993. Progress and directions in rainfall-runoff modeling. In: Jakeman A.J., Beck M.B., McAleer M.J. (Eds). Modelling Change in Environmental Systems. John Wiley and Sons, Chichester, pp. 101-132.
- Williams, J.R. and A.D. Brendt. 1972. Sediment yield computed with the Universal Equation. Proceeding of the American Society of Civil Engineers, 98(HY12), pp. 2087-2098.
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1958. Rainfall energy and its relation to soil loss. Transactions of the American Geophysical Union, 39, pp. 285-291.
- Wischmeier, W.H. and D. Smith. 1965. Predicting Rainfall Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains. Agric. Handbook 282, U.S. Gov. Print. Office. Washington D.C..
- Wischmeier, W.H. and D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conversation Planning. Agriculture Handbook No 537 USDA Sci. and Edyc. Admin., Washington D.C.
- Zarris, D., E. Lykoudi and D. Koutsoyiannis. 2002. Sediment Yield Estimation from a Hydrographic survey: A Case Study for the Kremasta Reservoir Basin. Στο 5th International Conference "Water Resources Management in the Era of Transition". Athens 4-8/9, pp. 338-345.
- Zemljic, M. 1971. Calcul du Débit Solide, Evaluation de la Végétation Comme un des Facteurs Antiérosifs. Proceedings of the Symposium INTERPRAEVENT. Villach, pp. 359-371.
- Δεμίρη, Κ. 1983. Τεχνική Γεωλογία Μέρος Α Γεωλογικοί σχηματισμοί. Θεσσαλονίκη.
- Ζαρρής, Δ., Ε. Λυκούδη και Δ. Κουτσογιάννης. 2001. Διερεύνηση των αποθέσεων φερτών υλικών σε υδροηλεκτρικούς ταμιευτήρες. Αθήνα. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων. Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών. 1983. Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Κλίμακας 1:500000. Αθήνα.
- Κωτούλας, Δ. 2001. Ορεινή Υδρονομική Τόμος Ι: Τα Ρέοντα Ύδατα. Θεσσαλονίκη: Α.Π.Θ., Τμήμα Εκδόσεων, σελ 462.
- Οικονόμου, Α. και Γ. Νάκος. 1990. Διάβρωση Εδάφους και Ταξινόμηση Γαιών. Στο 3^ο Πανελλήνιο Εδαφολογικό Συνέδριο. Αθήνα.
- Τσακίρης, Γ. 1995. Υδατικοί Πόροι. Ι. Τεχνική Υδρολογία. Αθήνα.
- Φλόκας, Α. 1997. Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Θεσσα-

λονίκη.

Χρυσάνθου, Β. και Α. Πυλιώτης. 1995. Εκτίμηση της Εισροής Φερτών Υ-
λών σε Έναν Ταμιευτήρα υπό Κατασκευή, 6ο Πανελλήνιο Συνέ-
δριο ΕΥΕ, Θεσσαλονίκη.

**Assessment of the average annual soil loss by the use
of two empirical methods within a GIS environment.
The Island of Skopelos case study**

K. Sarvanis, A. Vasileiou, I. Kalinderis, L. Iliadis and F. Maris

Abstract

Skopelos is the second largest island in the complex of Sporades (North Greece). It lies between Skiathos island and Alonissos island and has an extent of 96 km². It is a rather fertile island, which is characterized by dense vegetation. The island of Skopelos is drained by 33 torrents that produce severe torrential action.

This research aims at the assessment of the soil loss, on the hilly and semi mountainous watersheds caused by the torrential action, and the sediment yield transported on the plain areas.

The subject is approached by the application of two empirical methods within a GIS environment. The first method is the universal soil loss equation (USLE) and the second is the method of Gavrilovic, as it was modified by Zemljic (1971).

Keywords: soil loss, USLE, Gavrilovic, sediment yield.

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ
ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Ελλάδα: Προβλήματα και προτάσεις βελτίωσης

Γ. Τσαντόπουλος*, Β. Ανδρέα, Κ. Τσιφοδήμου και Ε.Π. Τσαχαλίδης

***Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, 68200, Ορεστιάδα.
E-mail: tsantopo@fmenr.duth.gr**

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα αναφέρεται στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Π.Ε.) και στους εκπαιδευτικούς των Γυμνασίων και Λυκείων των νομών Σερρών, Δράμας και Καβάλας. Τα ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν με προσωπική συνέντευξη και στην έρευνα συμμετείχαν 1055 εκπαιδευτικοί από τους παραπάνω Νομούς.

Βασικός σκοπός της έρευνας αυτής είναι συγκέντρωση πληροφοριών, που έχουν σχέση με τους εκπαιδευτικούς των Γυμνασίων και Λυκείων και αφορούν την παρακολούθηση προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, τους τρόπους βελτίωσης γνώσεων για την διδασκαλία της Π.Ε., την αναγκαιότητα εισαγωγής αυτής στο επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα, τα προβλήματα που επιδρούν στην εφαρμογή της, και τέλος την επιθυμία των εκπαιδευτικών για την ενασχόληση με την Π.Ε.

Οι λόγοι που πραγματοποιήθηκε η έρευνα αυτή εστιάζονται στην έλλειψη πληροφοριών σχετικά με τους εκπαιδευτικούς και την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στους παραπάνω νομούς.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Ανατολική Μακεδονία, προβλήματα εκπαίδευσης.

Εισαγωγή

Η πρώτη προσπάθεια σύνδεσης μεταξύ της εκπαίδευσης και του περιβάλλοντος ξεκίνησε το 1964 από το δημοτικό σχολείο, όταν άρχισε από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο να σχεδιάζεται η Μελέτη Περιβάλλοντος. Η προσπάθεια αυτή δεν ολοκληρώθηκε ποτέ. Ο όρος της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.) στην Ελλάδα άρχισε να χρησιμοποιείται μετά το 1976 και συνδέεται με τις δραστηριότητες διεθνών οργανισμών που είχαν σκοπό τη διάδοση της. Η Γραμματεία του Εθνικού Συμβουλίου Χωροταξίας και Πε-

ριβάλλοντος του Υπουργείου Συντονισμού, στα πλαίσια συνεργασιών με διεθνείς φορείς ανέπτυξε μετά το 1974, έντονη δραστηριότητα για την διάδοση της Π.Ε. στην Ελλάδα. Τότε, σε συνεργασία με το Υπουργείο Παιδείας, δημιουργήθηκε μία δεκαπενταμελής ομάδα εργασίας, όπου συμμετείχαν και εκπαιδευτικοί. Η ομάδα αυτή μελέτησε τη διεθνή εμπειρία και πρακτική και πρότεινε μια στρατηγική για ένταξη της Π.Ε. στο Δημοτικό και στο Γυμνάσιο (Γιωτοπούλου κ.ά. 1977). Επιπλέον, με πρωτοβουλία του Υπουργείου Συντονισμού, η Ελλάδα εκπροσωπήθηκε στη διάσκεψη της Τυφλίδας με αντιπροσωπεία χωρίς τη συμμετοχή εκπαιδευτικών και χωρίς να παρουσιάσει συγκεκριμένες ελληνικές θέσεις. Παράλληλα το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, είχε αναπτύξει σχετικές δράσεις για την Π.Ε., αποστέλλοντας το 1977 εκπρόσωπο σε σχετικό σεμινάριο στο Bristol της Μ. Βρετανίας (Σπυρόπουλος, 1986). Επίσης οι δύο υπηρεσίες οργάνωσαν το 1980 στη Αθήνα το πρώτο Περιβαλλοντικό Σεμινάριο για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, μέσω του οποίου ήρθαν σε επαφή με την Π.Ε. οι πρώτοι Έλληνες εκπαιδευτικοί, ενώ αργότερα εστάλησαν ομάδες καθηγητών για πρακτική επιμόρφωση σε Γαλλικό κέντρο.

Μετά το 1980, σε πολλές περιοχές της χώρας άρχισαν να πληθαίνουν τα σεμινάρια και παράλληλα άρχισαν να αναπτύσσονται πολλές δραστηριότητες από το Υπουργείο Παιδείας και άλλους φορείς σχετικά με την Π.Ε. με αποτέλεσμα να γίνει αποδεκτή από τους εκπαιδευτικούς. Το πιο σημαντικό βήμα για την Π.Ε. ήταν ο Νόμος 1982/90, μέσω του οποίου νομιμοποιείται στην ουσία η Π.Ε., που γινόταν στα σχολεία χωρίς να διέπεται από κάποιο θεσμικό πλαίσιο. Άλλες δράσεις του Υπουργείου είναι ο ορισμός υπεύθυνων Π.Ε. σε κάθε Νομό της χώρας για την πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, καθώς και η δημιουργία περιβαλλοντικών κέντρων. Μετά από 15 περίπου χρόνια, που ξεκίνησε η Π.Ε. να αναπτύσσεται στην Ελλάδα, η σχέση της με το σχολικό πρόγραμμα παραμένει περιθωριακή, παρά το ενδιαφέρον του Υπουργείου, ενώ η υλοποίηση της γίνεται εν μέσω πολλών εμποδίων και προβλημάτων σε εθελοντική βάση από μερίδα εκπαιδευτικών με περιβαλλοντικές και εκπαιδευτικές ανησυχίες (Περδίκης 1994, Σιαμαντάς 1994, Παπαδημητρίου 1995, 1998). Στην Ελλάδα, οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές που συμμετέχουν σε προγράμματα Π.Ε. αποτελούν το 2,5-10% του συνόλου (Γεωργόπουλος 1988, Περδίκης 1994).

Στο δημοτικό σχολείο η Π.Ε. υλοποιείται μέσω προγραμμάτων που γίνονται εθελοντικά, ενώ στη δευτεροβάθμια, εκτός ωραρίου λειτουργίας του σχολείου. Μέσα στα πλαίσια της υποστήριξης που παρέχει το Υπουργείο δόθηκαν κάποια κίνητρα στους εκπαιδευτικούς, (π.χ. μικρή μείωση του ω-

ραρίου όσων εμπλέκονται στην Π.Ε.) χωρίς όμως να δημιουργηθεί και ο ανάλογος χρόνος μέσα στο ωρολόγιο πρόγραμμα του σχολείου. Στην ύλη πολλών μαθημάτων υπάρχουν αρκετά θέματα σχετικά με το περιβάλλον, αλλά αυτό δε σημαίνει ότι προωθείται και γίνεται ουσιαστική Π.Ε.

Κάτι ανάλογο συμβαίνει και με την Π.Ε. στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Για την εμπλοκή των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Π.Ε., τουλάχιστον στα πρώτα στάδια ανάπτυξης αυτής στη χώρα μας, κίνητρο ήταν οι εκπαιδευτικές κυρίως ανησυχίες των εκπαιδευτικών (Παπαδημητρίου, 1995).

Σε διεθνές επίπεδο, οι πιο σημαντικές έρευνες σχετικά με την εφαρμογή της Π.Ε. πραγματοποιήθηκαν από τους Hausbeck et al. (1992) στις ΗΠΑ, Szagun and Mesenholl (1993) στη Δ. Γερμανία, Zverev (1984) στην πρώην Σοβιετική Ένωση και Williams and McCrorie (1990) στην Ιρλανδία. Ακόμη οι Alvarez et al. (2002) στην Ισπανία, πραγματοποίησαν έρευνα σχετικά με το επίπεδο γνώσεων και τις στάσεις των μαθητών απέναντι σε περιβαλλοντικά θέματα. Με τη διερεύνηση των γνώσεων, στάσεων και συμπεριφορών των μαθητών σχετικά με το περιβάλλον, ασχολήθηκαν οι Hines et al. (1986) και Leeming et al. (1993 and 1997).

Στην Ελλάδα, ελάχιστοι ερευνητές ασχολήθηκαν με τα χαρακτηριστικά της Π.Ε. σε τοπικό επίπεδο. Ο Γούπος (2001), σε έρευνα που πραγματοποίησε με ερωτηματολόγια, ανέλυσε και αξιολόγησε τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί όλων των βαθμίδων κατά την εφαρμογή προγραμμάτων Π.Ε. και επιπλέον προσδιόρισε τη σχέση των δυσκολιών με τα κοινωνικοδημογραφικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών. Ο Ρακιντζής (1997) διερεύνησε τις γνώσεις και τις στάσεις των καθηγητών της Μέσης εκπαίδευσης, που υπηρετούν στα γυμνάσια του Νομού Ημαθίας. Η Ντούβλη (1997) μελέτησε τις γνώσεις στάσεις και απόψεις των μαθητών της Α΄ Λυκείου Θεσσαλονίκης. Ο Αϊβαζίδης (1998) ασχολήθηκε με τις στάσεις των φοιτητών του Α.Π.Θ. σχετικά με την Π.Ε. Ο Καλαϊτζίδης (1999) ασχολήθηκε με τη Σχολική Γεωγραφία και την Π.Ε. στα σχολεία. Ο Τσαχαλίδης κ.ά. (2002) και (2003) μελέτησαν τις γνώσεις και στάσεις των εκπαιδευτικών στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση σε νομούς της Αν. Μακεδονίας αντίστοιχα.

Την τελευταία δεκαετία η Π.Ε. καλείται να συμβάλει στη λεγόμενη αειφορική ανάπτυξη (sustainable development, development durable), δηλαδή μία ανάπτυξη που θα σέβεται το περιβάλλον. Ο ρόλος της εκπαίδευσης και ειδικότερα της Π.Ε. προς αυτή την κατεύθυνση θεωρείται κλειδί. Με βάση αυτή επιδιώκεται να βρεθούν τρόποι συνειδητοποίησης, ευαισθητο-

ποίησης, περιβαλλοντικές στάσεις, συμμετοχής και δράσης του νέου ανθρώπου υπέρ του κοινού στόχου, της αειφορίας, επιδρώντας θετικά στην επίλυση πολλών συσχετιζόμενων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Η νέα αυτή πρόκληση για την Π.Ε., προϋποθέτει νέα ώθηση και στρατηγική και νέο προσανατολισμό. Όταν παρέχεται περιβαλλοντική εκπαίδευση στα πρώτα έτη εκμάθησης, τότε οι μαθητές οδηγούνται αυτόματα σε μια ευνοϊκότερη στάση απέναντι στο περιβάλλον. Κατά συνέπεια, η Π.Ε. στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, εξασφαλίζει ένα σταδιακό σχηματισμό της στάσης των μαθητών απέναντι στο περιβάλλον (Charman and Sharma, 2006). Σε μια μελέτη που έγινε από την Laura Barraza (2004) έδειξε ότι το σχολείο είναι εκείνο το μέρος στο οποίο τα παιδιά συνηθέστερα εξέθεταν τις περιβαλλοντικές έννοιες. Ορισμένοι ερευνητές εκτιμούν ότι η γνώση, παρά τη σημασία της, δεν εγγυάται την υιοθέτηση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς ενός ατόμου, επειδή πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η πρόθεση του κάθε ανθρώπου να ενεργήσει. Στην πραγματικότητα, εφόσον το άτομο δεν έχει επιλέξει να αναμειχθεί άμεσα, τότε η συμπεριφορά του δεν αλλάζει (Hwang et al. 2000).

Προκειμένου να επιτευχθούν ο σκοπός και οι στόχοι της Π.Ε. και δια μέσου της αειφόρου ανάπτυξης, θα πρέπει το εκπαιδευτικό προσωπικό που θα ασχοληθεί με την εφαρμογή της να έχει το ανάλογο ειδικό επιστημονικό υπόβαθρο και να διαθέτει την ανάλογη υλικοτεχνική υποδομή, για να εμπειδώσουν οι διδασκόμενοι κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο την φιλοσοφία και το σκοπό της Π.Ε. Αυτές τις παραμέτρους διερευνά η παρούσα εργασία σε μία μεγάλη περιοχή της Ελλάδας.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η παρούσα εργασία επιχειρεί να δώσει απαντήσεις σε ερωτήματα που έχουν σχέση με την παρακολούθηση προγραμμάτων Π.Ε., τους τρόπους απόκτησης γνώσεων για διδασκαλία και βελτίωσης της Π.Ε., την εισαγωγή της Π.Ε. στο επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα, τα προβλήματα που επιδρούν στην εφαρμογή της Π.Ε., στην επιθυμία ενασχόλησης και στους λόγους που συμβάλλουν στη μη ενασχόληση των εκπαιδευτικών με την Π.Ε.

Μεθοδολογία

Η συγκέντρωση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε από ομάδα σπουδαστών του Τμήματος Δασοπονίας Δράμας, του Τ.Ε.Ι. Καβάλας, στο διάστημα Μαρτίου - Απριλίου του έτους 2002, στους νομούς Σερρών, Δράμας και Καβάλας, με τη συμπλήρωση ειδικά διαμορφωμένων ερωτηματολογίων.

Στην έρευνα συμμετείχαν 1055 εκπαιδευτικοί. Για την εκτίμηση του μεγέθους του δείγματος διενεργήθηκε προδειγματοληψία σε κάθε νομό χωριστά. Για την επιλογή του δείγματος χρησιμοποιήθηκε η απλή τυχαία δειγματοληψία (Μάτης 1988, Χαρίσης και Κιόχος 1997, Black and Champion 1976).

Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος μίας συνολικής έρευνας σχετικά με την Π.Ε. στους παραπάνω νομούς. Όλες οι αναλύσεις των στοιχείων γίνονται κατά νομό. Για την διερεύνηση των μεταβλητών που αφορούν, την παρακολούθηση προγραμμάτων Π.Ε., και τους τρόπους απόκτησης γνώσεων για διδασκαλία και βελτίωση της Π.Ε., χρησιμοποιήθηκε η περιγραφική στατιστική. Με βάση τις αξιολογημένες απαντήσεις των εκπαιδευτικών στα διάφορα θέματα που έχουν σχέση με τα προβλήματα που επιδρούν στην εφαρμογή της Π.Ε. και στους λόγους που συμβάλλουν στη μη ενασχόληση των εκπαιδευτικών με την Π.Ε., χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος του Friedman. Τέλος για τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών που αφορούν την επιθυμία ενασχόλησης με την Π.Ε. και το νομό, χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος ανεξαρτησίας του X^2 .

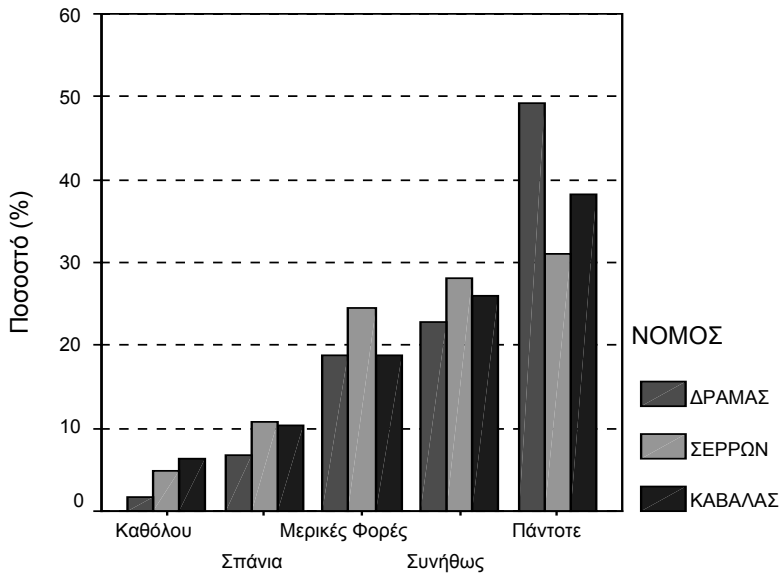
Αποτελέσματα

Παρακολούθηση προγραμμάτων Π.Ε. και βελτίωση των γνώσεων

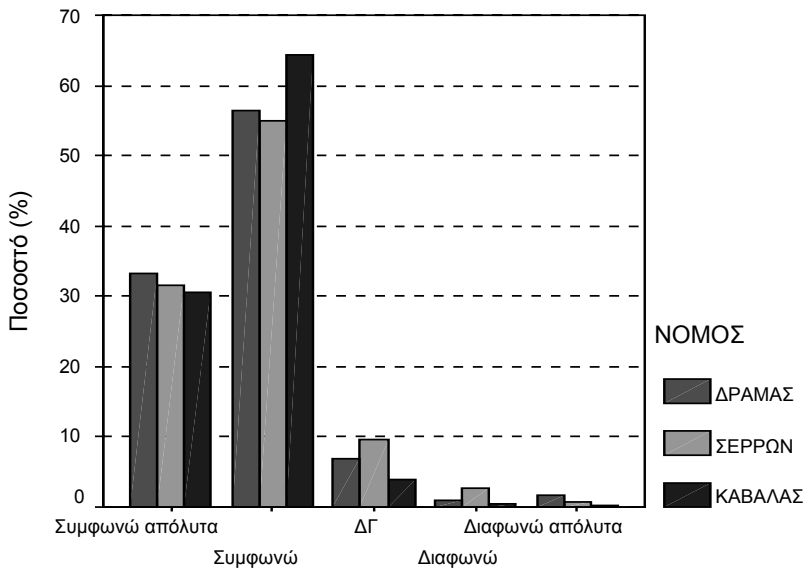
Με βάση τα στοιχεία του Σχήματος 1, διαπιστώνεται ότι η πλειονότητα των εκπαιδευτικών και στους τρεις νομούς, παρακολουθεί πάντοτε και συνήθως προγράμματα Π.Ε. Περισσότερο συστηματική παρακολούθηση μεταξύ των τριών νομών πραγματοποιούν οι εκπαιδευτικοί του νομού Δράμας, διότι το 50% περίπου από αυτούς παρακολουθεί σχετικά προγράμματα.

Όσον αφορά την απόκτηση γνώσεων, που θα συμβάλλουν στη σωστή διδασκαλία της Π.Ε., οι εκπαιδευτικοί και των τριών νομών συμφωνούν σε μεγάλο ποσοστό ότι αυτό επιτυγχάνεται με τη συμμετοχή σε σχετικά συνέδρια, σεμινάρια, προγράμματα κατάρτισης κ.ά. Επίσης, ένα σημαντικό ποσοστό συμφωνεί απόλυτα με την πρακτική αυτή (Σχήμα 2).

Οι παραπάνω διαπιστώσεις αποδεικνύουν το μεγάλο ενδιαφέρον που έχουν οι εκπαιδευτικοί της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και των τριών νομών για την ενημέρωσή τους για θέματα που αφορούν την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.



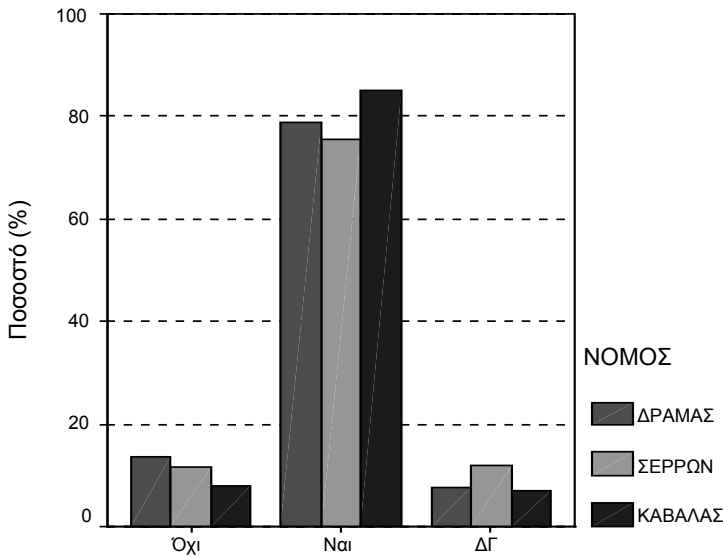
Σχήμα 1. Παρακολούθηση Προγραμμάτων Π.Ε.
Figure 1. Environmental education programs.



Σχήμα 2. Απόκτηση γνώσεων μέσα από συνέδρια.
Figure 2. Acquisition of knowledge through conferences.

Εισαγωγή της Π.Ε. στο επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα

Οι εκπαιδευτικοί και των τριών νομών, συμφωνούν σε πολύ μεγάλο ποσοστό για την εισαγωγή του μαθήματος της Π.Ε. στο επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Εισαγωγή της Π.Ε. στο αναλυτικό πρόγραμμα.

Figure 3. Introduction of environmental education in the official school schedule.

Τα προβλήματα που επιδρούν στην εφαρμογή της Π.Ε. διαφοροποιούνται μεταξύ των νομών. Στους νομούς Δράμας και Σερρών το κυριότερο πρόβλημα είναι η έλλειψη της κατάλληλης υλικοτεχνικής υποδομής και ακολουθεί το βαρύ ωρολόγιο πρόγραμμα. Στο νομό Καβάλας το κυριότερο πρόβλημα θεωρείται η έλλειψη γνώσεων (κατάρτιση) από μέρους των εκπαιδευτικών για την εφαρμογή προγραμμάτων σχετικά με Π.Ε. (Πίνακας I).

Όσο αφορά τους τρόπους βελτίωσης της εφαρμογής Π.Ε., και στους τρεις νομούς συμφωνούν πως το μάθημα θα πρέπει να διδάσκεται από ειδικούς και να αποτελεί ξεχωριστό μάθημα στο ωρολόγιο πρόγραμμα (Πίνακας II).

Πίνακας Ι. Προβλήματα που επιδρούν στην εφαρμογή της Π.Ε.**Table I. Problems that effect the implementation of environmental education.**

α/α	Προβλήματα που επιδρούν στην εφαρμογή της Π.Ε.	Νομός		
		Δράμα	Σέρρες	Καβάλα
1	Η μη υποχρεωτική διδασκαλία	4,70	4,92	5,07
2	Η έλλειψη γνώσεων (κατάρτιση) από μέρους των εκπαιδευτικών για την εφαρμογή προγραμμάτων σχετικά με Π.Ε.	4,98	5,24	5,79
3	Η έλλειψη χρόνου	4,90	5,08	5,21
4	Οικογενειακές υποχρεώσεις	4,96	4,82	4,40
5	Το βαρύ ωρολόγιο σχολικό πρόγραμμα	5,65	5,25	5,08
6	Η έλλειψη συγκεκριμένων στόχων	5,19	4,88	4,60
7	Η Γραφειοκρατική διαδικασία	4,23	4,76	4,68
8	Η έλλειψη της κατάλληλης υλικοτεχνικής υποδομής	5,83	5,39	4,99
9	Η διαφορετική αντίληψη μεταξύ καθηγητών ή υπευθύνων της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και των Διευθυντών	4,54	4,66	5,17
Test Friedman		X ² =105,471, B.E. =8 Asymp. Sig.= 0,000	X ² =32,844, B.E. =8 Asymp. Sig.= 0,000	X ² =96,643, B.E. =8 Asymp. Sig.= 0,000

Πίνακας ΙΙ. Τρόποι βελτίωσης της Π.Ε.**Table II. Ways to improve environmental education.**

α/α	Βελτίωση της Π.Ε.	Νομός		
		Δράμα	Σέρρες	Καβάλα
1	Να αποτελεί ξεχωριστό μάθημα	31,0	27,1	27,3
2	Να ενσωματωθεί σε σχετικά μαθήματα	16,3	11,5	16,0
3	Να διδάσκεται από ειδικούς (Μεταπτυχιακά κλπ)	49,0	58,2	45,7
4	Δεν γνωρίζω	3,7	3,2	11,0
	Σύνολο	100,0%	100,0%	100,0%

Ενασχόληση των εκπαιδευτικών με την Π.Ε.

Όσο αφορά την επιθυμία των εκπαιδευτικών για ενασχόληση με την Π.Ε. το μεγαλύτερο ποσοστό και στους τρεις νομούς είναι επιφυλακτικό (Πίνακας III).

Πίνακας III. Επιθυμία για ενασχόληση με τη Π.Ε.

Table III. *The educationalists wish to cope with environmental education.*

α/α	Νομός	Επιθυμία για ενασχόληση με τη Π.Ε.			Σύνολο
		Όχι	Ναι	Ίσως	
1	Δράμας	28,9	32,3	38,8	100,0
2	Σέρρες	27,2	30,4	42,4	100,0
3	Καβάλας	15,6	31,9	52,5	100,0

Pearson Chi-Square: 21,68, BE=4, Asymp. Sig 0,000

Ο κυριότερος λόγος και στους τρεις νομούς που αποτρέπει τους εκπαιδευτικούς για την ενασχόληση με την Π.Ε. είναι η έλλειψη χρόνου από τη μεριά του εκπαιδευτικού. Επίσης σημαντικοί λόγοι θεωρούνται η έλλειψη κατάλληλων γνώσεων και οι οικογενειακές υποχρεώσεις (Πίνακας IV).

Πίνακας IV. Λόγοι που συμβάλλουν στην μη ενασχόληση.

Table IV. *Reasons why educationalists don't cope with environmental education.*

α/α	Λόγος που συμβάλλουν στη μη ενασχόληση με Π.Ε.	Νομός		
		Δράμα	Σέρρες	Καβάλα
1	Έλλειψη οικονομικών κινήτρων	3,90	3,90	4,00
2	Έλλειψη χρόνου του εκπαιδευτικού	4,22	4,28	4,17
3	Έλλειψη κατάλληλων γνώσεων	4,13	4,27	4,05
4	Οικογενειακές υποχρεώσεις	4,12	4,05	3,98
5	Έλλειψη ενδιαφέροντος	4,04	3,89	3,95
6	Δεν είναι απαραίτητη η Π. Ε.	3,78	3,78	3,89
7	Άλλος λόγος	3,81	3,83	3,96
Test Friedman		$X^2 = 76,672$, B.E. = 6 Asymp. Sig. = 0,000	$X^2 = 143,523$, B.E. = 6 Asymp. Sig. = 0,000	$X^2 = 32,065$, B.E. = 6 Asymp. Sig. = 0,000

Συζήτηση

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται ότι σε γενικές γραμμές οι εκπαιδευτικοί συμφωνούν πως με την συμμετοχή τους σε συνέδρια, ημερίδες, σεμινάρια, καθώς και προγράμματα κατάρτισης για την απόκτηση γνώσεων θα τους βοηθήσει στη συνέχεια στη σωστή διδασκαλία της Π.Ε. Η γνώση και οι δεξιότητες που κατέχονται από τους εκπαιδευτικούς είναι ένας βασικός παράγοντας στον επηρεασμό και την ενθάρρυνση του ενδιαφέροντος των μαθητών. Στην Ελλάδα παρά το γεγονός ότι η περιβαλλοντική εκπαίδευση έχει θεσπιστεί στο ωρολόγιο πρόγραμμα συνήθως η εφαρμογή της στηρίζεται στην προθυμία των εκπαιδευτικών. Και αυτό είναι αποτέλεσμα των γραφειοκρατικών διαδικασιών, της έλλειψης γνώσεων των εκπαιδευτικών σχετικά με τα περιβαλλοντικά θέματα, της έλλειψης διδακτικού υλικού και της πίεσης του χρόνου (Kyridis and Mavrikaki, 2003).

Οι δάσκαλοι και οι καθηγητές πρέπει να λάβουν την κατάρτιση στις βασικές δεξιότητες και να ενημερώνουν συνεχώς τη γνώση τους. Επιπλέον, χρειάζεται να αναπτυχθούν περισσότερα προγράμματα Π.Ε. προς τους δασκάλους, τα οποία με τη σειρά τους θα εξασφαλίσουν μελλοντικές προσπάθειες από τους ίδιους τους μαθητές ώστε με αυτό τον τρόπο να επιτευχθεί η αποτελεσματική και ενσωματωμένη Π.Ε. που καθιστά τους ανθρώπους να είναι ενημερωμένοι και ενεργοί πολίτες στην κοινωνία συμμετέχοντας και στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων που τους αφορούν (Henegar, 2005). Το σύστημα της δια βίου μάθησης πρέπει επίσης να συμπεριλάβει τους δασκάλους. Ένα επιμορφωτικό πλήρους απασχόλησης πρόγραμμα ενός εξαμήνου, στις φυσικές επιστήμες, την τεχνολογία και το περιβάλλον για τους δασκάλους έχει δημιουργηθεί. Στόχος του είναι να εγγραφεί ένας μεγάλος αριθμός εκπαιδευτικών προσχολικού επιπέδου, πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αλλά και ανώτερων σπουδών.

Επίσης σύμφωνα βρίσκει τους εκπαιδευτικούς και των τριών νομών. Η εισαγωγή του μαθήματος της Π.Ε. στο επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Σε σχέση με την ενσωμάτωση της Π.Ε. στο σχολικό πρόγραμμα, η επικρατούσα άποψη είναι ότι πρέπει να διαπερνά όλα τα μαθήματα του προγράμματος, αλλά στην πράξη περιορίζεται κυρίως στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών. Ανεβαίνοντας τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, η Π.Ε. ξεκινάει από πιο παραδοσιακές προσεγγίσεις, όπως η *Μελέτη της Φύσης* στο δημοτικό, και προχωράει στη διαπραγμάτευση θεμάτων όπως ενέργεια, θάλασσα, νερό και χαρακτηρίζεται από τους εκπαιδευτικούς αντίστοιχα ως εκπαίδευση για το θαλάσσιο περιβάλλον/νερό,

κ.τ.λ., αυτό όμως που τελικά γίνεται εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα ενδιαφέροντα των ίδιων των εκπαιδευτικών (Παπαδημητρίου, 1998).

Πέρα όμως από τις δυσκολίες αυτές υπάρχουν και κάποια προβλήματα που εντοπίζονται στην όλη δομή, διάρθρωση, οργάνωση και λειτουργία του εκπαιδευτικού μας συστήματος, τα οποία εστιάζονται κυρίως:

- Στην άκαμπτη λειτουργία του ωρολογίου σχολικού προγράμματος.
- Στη δυσκολία συνεργασίας των εκπαιδευτικών του ίδιου σχολείου.
- Στην έλλειψη βιβλιοθηκών στα σχολεία του τόπου μας.
- Στη δυσπιστία και ανησυχία πολλών γονιών για την απόκλιση της τυπικής σχολικής λειτουργίας.
- Στην πίεση του χρόνου για την εξάντληση της «διδασκτέας ύλης».
- Στην έλλειψη ενημέρωσης των διευθυντών και των σχολικών συμβούλων για το θεσμό της Π.Ε.
- Στην αδυναμία εφαρμογής μιας παιδαγωγικής πρακτικής που θα κάνει τον αυριανό πολίτη να εργάζεται συλλογικά σε ομάδες εργασίες.

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας, προκύπτουν ορισμένα βασικά συμπεράσματα. Πραγματοποιήθηκε μια έρευνα σχετικά με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και τους εκπαιδευτικούς των Γυμνασίων και των Λυκείων σε τρεις νομούς. Συγκεκριμένα η έρευνα πραγματοποιήθηκε στους Νομούς Σερρών, Δράμας και Καβάλας και διεξήχθη με προσωπικές συνεντεύξεις στις οποίες συμμετείχαν 1055 εκπαιδευτικοί.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων αυτής της έρευνας αποτυπώθηκαν και προέκυψαν ορισμένα συμπεράσματα. Συγκεκριμένα, η συμμετοχή των εκπαιδευτικών σε προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης κρίνεται ικανοποιητική στους τρεις νομούς, με μεγαλύτερη τη συμμετοχή των εκπαιδευτικών στο Νομό Δράμας. Στη συνέχεια διαπιστώνεται ότι οι εκπαιδευτικοί πιστεύουν σε πολύ μεγάλο βαθμό ότι η συμμετοχή τους σε προγράμματα (συνέδρια, σεμινάρια κ.τ.λ.) συμβάλλει στην απόκτηση κατάλληλων γνώσεων.

Επιπλέον, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό, ότι το μάθημα της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης θα πρέπει να εισαχθεί στο επίσημο Πρόγραμμα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και να διδάσκεται από επιστήμονες με ειδικές γνώσεις. Όσο αφορά τα κυριότερα προβλήματα τα οποία θεωρούν οι εκπαιδευτικοί ότι επιδρούν στην εφαρμογή της Περι-

βαλλοντικής Εκπαίδευσης, είναι η έλλειψη της κατάλληλης υποδομής καθώς και η έλλειψη των κατάλληλων γνώσεων από μέρους των ιδίων. Τέλος, στην παρούσα μελέτη, διαπιστώνεται μεγάλη επιφυλακτικότητα από τους εκπαιδευτικούς, όσο αφορά την επιθυμία ενασχόλησής τους με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και ο κυριότερος λόγος είναι η έλλειψη χρόνου.

Βιβλιογραφία

- Alvarez, P., I. Emilia, F. Perales and J. Garcia. 2002. Analysis of a quasi-experimental design based on environmental problem solving for the initial training of future teachers of environmental education. *Journal of Environmental Education*, 33(2): 19-21.
- Αθανασάκης, Α. 1996. Μεθοδολογικές Αρχές, Προϋποθέσεις, και Δυσκολίες Εφαρμογής Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Αγωγής, Νέα Παιδεία, Τεύχος 79.
- Αϊβαζίδης, Κ. 1998. Διερεύνηση των γνώσεων και στάσεων – απόψεων των φοιτητών του Α.Π.Θ. Πτυχιακή εργασία. Βιολογικό Τμήμα Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Barraza, L. and A.D. Cuaron. 2004. How Values in Education Affect Children's Environmental Knowledge. *Journal of Biological Education*, 39: 18- 23.
- Black, J. and D.J. Champion. 1976. *Methods and Issues in Social Research*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Chapman, D. and K. Sharma, 2006. Environmental attitudes and behaviour of primary and secondary students in Asian cities: An overview strategy for implementing an eco-schools programme. Kluwer Academic Publishers, *The environmentalist*, 21: 265-272.
- Giolitto, P., L. Mathot, A. Pardo and G. Vergnes. 1997. Environmental Education in the European Union. European Communities / Union.
- Greek Ministry of National Education and Religious Affairs and Pedagogical Institute, 2002. Cross-disciplinary Curriculum Framework (in Greek), Greek Ministry of National Education and Religious Affairs and Pedagogical Institute, Athens.
- Γεωργόπουλος, Α. 1988. Η προβληματική της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, στο Οικολογία και Επιστήμες του περιβάλλοντος. Εκδόσεις Στοχαστής, Αθήνα.
- Γεωργόπουλος, Α. και Ε. Τσαλίκη, 1998. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Gutenberg, Αθήνα.

- Γούπος, Θ. 2001. Αξιολόγηση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί της προσχολικής, πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης οι οποίοι δραστηριοποιούνται ή θέλουν να δραστηριοποιηθούν με προγράμματα περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στο σχολείο. Για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση τ.21: 13-20.
- Hausbeck, K., L. Milbrath and S. Enright. 1992. Environmental knowledge, awareness and concern among 11th grade students: New York State. *Journal of Environmental Education*, 24(1): 27-34.
- Henegar, E. 2005. Environmental Education: A Look at its Purpose, Methods, and Effectiveness.
- Hines, J., M. Hungerford and N. Tomera. 1986. Analysis and synthesis of research on responsible environmental behaviour, a meta-analysis. *Journal of Environmental Education*, 18(2): 1-8.
- Hwang, Y.H., S.L. Kim and J.M. Jeng. 2000. Examining the causal relationships among selected antecedents of responsible environmental behaviour. *The Journal of Environmental Education*, 31(4): 19-24.
- Jurin, R.R., K.J. Danter and D.E. Roush. 2000. Environmental Communication Skills and Principles for Natural Resource Managers, Scientists and Engineers. Pearson Custom Publishing, Boston, MA.
- Kyridis, A. and E. Mavrikaki (Eds.). 2003. Environmental Education in the Greek Primary School – A Field Study (in Greek), Typothito – G. Dardanos, Athens.
- Καλαϊτζίδης, Δ. 1999. Σχολική Γεωγραφία και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Διδακτορική Διατριβή. ΠΤΔΕ-ΔΠΘ., Αλεξανδρούπολη.
- Leeming, F., W. Dwyer, B. Porter and M. Cobern. 1993. Outcome research in environmental education, a critical review. *Journal of Environmental Education*, 24(4): 8-21.
- Leeming, F., W. Dwyer, B. Porter, M. Cobern and D. Oliver. 1997. Effects of participation in class activities on childrens' environmental attitudes and knowledge. *Journal of Environmental Education*, 28(2): 33-42.
- Μάτης, Κ. 1988. Δασική Δειγματοληψία. Εκδόσεις Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- National American Association of Environmental Education, Theme 3- Professional Responsibilities of the Environmental Educators.
- Ντούβλη, Π. 1997. Καταγραφή γνώσεων απόψεων και στάσεων των μαθητών της Α' Λυκείου σε θέματα περιβάλλοντος. Μεταπτυχιακή εργασία. Τμήμα Βιολογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσ-

σαλονίκης. Θεσσαλονίκη.

- Okebukola, P. and M. Aho. Some Methods of Teaching Environmental Science Concepts, διαθέσιμο στο: http://www.dakar.unesco.org/breda_guide/New-4.htm.
- Παπαδημητρίου, Β. 1995. Περιβαλλοντικά κέντρα και περιβαλλοντική εκπαίδευση. Περιοδικό: Σύγχρονη Εκπαίδευση.
- Παπαδημητρίου, Β. 1998. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Σχολείο. Μια Διαχρονική Θεώρηση, Εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα.
- Περδίκης, Γ. 1994. Τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε Γυμνάσια και Λύκεια του Νομού Πιερίας, Κριτική παρουσίαση και μια ενδεικτική περίπτωση. Η λέσχη των εκπαιδευτικών, τ. 7.
- Ρακιντζή, Ι. 1997. Διερεύνηση των γνώσεων, στάσεων και απόψεων των καθηγητών της Μέσης Εκπαίδευσης σχετικά με το περιβάλλον. Μεταπτυχιακή εργασία. Τμήμα Βιολογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.
- Ράπτης, Ν. 2000. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Αγωγή. Το Θεωρητικό Πλαίσιο των Επιλογών. Εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα.
- Szagan, G. and E. Mesenholl. 1993. Environmental Ethick: An empirical study of West German adolescents. *The Journal of Environmental Education*, 25(1): 37-44.
- Τσαχαλίδης, Ε., Σ. Γαλατσίδας και Γ. Τσαντόπουλος. 2002. Τα ατομικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών στα Δημοτικά Σχολεία των Νομών της Ανατ. Μακεδονίας και σχέσεις τους με τις περιβαλλοντικές γνώσεις και στάσεις τους. Πρακτικά VI Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο. Ελληνική Γεωγραφική Εταιρεία. *Φυσική Γεωγραφία – Ανθρωπογεωγραφία - Γεωγραφική Εκπαίδευση*. Θεσσαλονίκη, 3-6 Οκτωβρίου, 2002. Θεσσαλονίκη.
- Τσαχαλίδης, Ε., Σ. Γαλατσίδας, Ο. Χριστοπούλου και Γ. Τσαντόπουλος. 2003. Διερεύνηση της παρεχόμενης περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα γυμνάσια και λύκεια της Ανατολικής Μακεδονίας. Πρακτικά IV Συνέδριο HELECO' 03. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος. *Τεχνολογία Περιβάλλοντος*. Αθήνα, 29/1 – 3/2/03, Αθήνα.
- Tsachalidis, E., S. Galatsidas, O. Christopoulou and G. Tsantopoulos. 2003. Research on the provided Environmental Education at the secondary schools of Eastern Macedonia. Proc. 4th Congress HELECO' 03. Technical Chamber of Greece. *Technology of Environment*. Athens 29 Jan.-3 Febr. 2003. Athens.
- Tsachalidis, E., S. Galatsidas and G. Tsantopoulos. 2002. Personal charac-

teristics of teachers at the primary schools of the prefectures of East Macedonia and relationships with environmental knowledge and attitudes. Proc. 6th Pan-hellenic Geographical Congress. Hellenic Geographical Society. *Natural Geography-Anthropogeography-Geographical Education*. Thessaloniki, 3-6 October, 2002. Thessaloniki.

- UNESCO-UNEP (IEEP), 1985. A Problem-Solving Approach to Environmental Education. UNESCO *Environmental Education*, Series No 15.
- Williams, M and R. McGrorie. 1990. The analysis of ecological attitudes in town and country. *Journal of environmental management*, 31: 157-162.
- Χαρίσης, Κ. και Π. Κιόχος. 1997. Θεωρία δειγματοληψίας και εφαρμογές. Εκδόσεις Interbooks. Αθήνα.
- Zverev, D. 1984. Youth and natural environment: A survey in the USSR. *Prospects*, 15(2): 261-268.

Secondary Education and Environmental Education in Greece: problems and improvement suggestions

G. Tsantopoulos, B. Andrea, K. Tsifodimou and E. Tsaxalidis

Abstract

The case study is referred on Environmental Education (E.E.) and the educationalists of Secondary Schools and High Schools of the Prefecture of Serres, Drama and Kavala. The questioners were filled through personal interviews and they took part 1055 educationalists from the Prefectures mentioned. The basic aim of this study is the collection of information connected with the secondary and high school educationalists, their attendance on environmental education programs, possible ways to improve their knowledge on teaching environmental education, the necessity of introducing environmental education as a school subject, the problems that arise from its implementation and finally the educationalists' wish to cope with environmental education.

The reasons why this survey was conducted are focused on the lack of information concerning the educationalists and the environmental education in the Prefectures mentioned.

Keywords: Environmental Education, Secondary Education, Eastern Macedonia, Educational Problems.

Η Χρήση της Φωτογραφίας στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Οι Διαταραχές των Λιβαδικών Οικοσυστημάτων

E. I. Μανωλάς* και A. B. Αϊναλής

***Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, 68200, Ορεστιάδα.
E-mail: emanolas@fmenr.duth.gr**

Περίληψη

Η πλήρης εμπλοκή των σπουδαστών στη μάθηση επιτυγχάνεται με τη χρήση μεθόδων ενεργητικής παρά παθητικής μάθησης. 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 και να καλλιεργήσει την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης. Για να ενθαρρύνει την επίτευξη των παραπάνω στόχων στην περιβαλλοντική εκπαίδευση, η εργασία αυτή προτείνει μια προσέγγιση ενεργητικής μάθησης κάνοντας χρήση φωτογραφιών. Μετά την παρουσίαση ενός συστήματος βασικών κανόνων για την αποτελεσματική χρήση της φωτογραφίας στη διδακτική / μαθησιακή διαδικασία, η εργασία αυτή επιχειρεί να εφαρμόσει αυτό το σύστημα κανόνων στην περίπτωση των διαταραχών των λιβαδικών οικοσυστημάτων κάνοντας χρήση φωτογραφιών που αναφέρονται σε διαφορετικά είδη διαταραχών λιβαδικών οικοσυστημάτων, και, συγκεκριμένα, στην εκτεταμένη εκχέρσωση λιβαδικών εκτάσεων, στην έντονη και αλόγιστη βόσκηση από τα κτηνοτροφικά ζώα και στις συχνές και καταστροφικές πυρκαγιές.

Λέξεις κλειδιά: φωτογραφία, περιβαλλοντική εκπαίδευση, διαταραχές λιβαδικών οικοσυστημάτων.

Εισαγωγή

Η ποικιλία τεχνοτροπιών μάθησης που χαρακτηρίζει τους σπουδαστές 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). 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 και να καλλιεργήσει την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης (Hartman 1995, Δερβίσης 1998).

Για να ενθαρρύνει την επίτευξη των παραπάνω στόχων στην περιβαλλοντική εκπαίδευση, η εργασία αυτή προτείνει μια προσέγγιση ενεργητικής μάθησης κάνοντας χρήση φωτογραφιών. Μετά την παρουσίαση ενός συστήματος βασικών κανόνων για την αποτελεσματική χρήση της φωτογραφίας στη διδακτική / μαθησιακή διαδικασία, η εργασία επιχειρεί να εφαρμόσει αυτό το σύστημα κανόνων σε φωτογραφίες που αναφέρονται σε διαφορετικά είδη διαταραχών λιβαδικών οικοσυστημάτων, και, συγκεκριμένα, στην εκτεταμένη εκχέρσωση λιβαδικών εκτάσεων, στην έντονη και αλόγιστη βόσκηση από τα κτηνοτροφικά ζώα και στις συχνές και καταστροφικές πυρκαγιές.

Η αξία της φωτογραφίας στη διδασκαλία και μάθηση

Οι φωτογραφίες έχουν πολλά πλεονεκτήματα. Τα κυριότερα απ' αυτά είναι τα εξής:

- Η φωτογραφία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσελκύσει, αλλά και να διατηρήσει την προσοχή, να διευκολύνει μειώνοντας το φόρτο της συνεχούς προφορικής πληροφόρησης στη μνήμη, να εξοικονομήσει χρόνο, να εικονογραφήσει σχέσεις, να ψυχαγωγήσει, να παγιώσει, να προκαλέσει, να αναπτύξει αναλυτικές δεξιότητες (Module 2: Helping People to Learn 1991).
- Η φωτογραφία μπορεί ακόμη να αξιοποιηθεί στη διδακτική πράξη για να φωτίσει, να εξηγήσει, να συγκινήσει ή να σοκάρει, αλλά και για να ευαισθητοποιήσει, ώστε να αναπτυχθεί ενσυναίσθηση στους σπουδαστές καθώς και ενθουσιασμός και ενδιαφέρον για ποικίλες όψεις και πτυχές της πραγματικότητας (Thuiller and Tulard, 1990).
- Η χρήση της φωτογραφίας είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιπτώσεις όπου το ακροατήριο στο οποίο απευθύνεται στερείται προσωπικής εμπειρίας για το υπό συζήτηση ζήτημα. Στις περιπτώσεις αυτές οι φωτογραφίες που επιλέγονται για χρήση απομακρύνουν τα εμπόδια για μάθηση, π.χ. στερεότυπα, και παρέχουν κάποια κοινή βάση πληροφόρησης, την οποία, όλοι οι συμμετέχοντες, και οι διδάσκοντες και οι διδασκόμενοι, μπορούν να χρησιμοποιήσουν ανά πάσα στιγμή (Goldsmid and Wilson, 1980).

Βασικοί κανόνες αξιοποίησης της φωτογραφίας στη διδασκαλία και μάθηση

Οι βασικοί κανόνες αξιοποίησης της φωτογραφίας 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 σπουδαστές 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 επιδεικνύονται πολλές φωτογραφίες. Μερικές καλά επιλεγμένες εικόνες είναι περισσότερο αποτελεσματικές απ' ό,τι ο βομβαρδισμός φωτογραφιών. Αρκεί μια φωτογραφία για κάθε ένα από τα κύρια σημεία που πρέπει να θιχθούν (Module 2: Helping People to Learn 1991).
- Κάθε φωτογραφία πρέπει να συνοδεύεται από λεκτική επεξήγηση του περιεχομένου της εικόνας. 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 την επίδειξη της εικόνας 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 σπουδαστές 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 αξιοποίηση της εμπειρίας που υπάρχει για να προχωρήσει το άτομο σε νέους ορίζοντες. Η εκπαίδευση έχει ως στόχο όχι μόνο να επεκτείνει τους γνω-

σιολογικούς ορίζοντες του σπουδαστή, αλλά και να τον βοηθήσει να αποκτήσει δεξιότητες συνεχούς αυτομόρφωσης (Θεοφιλίδης, 1988).

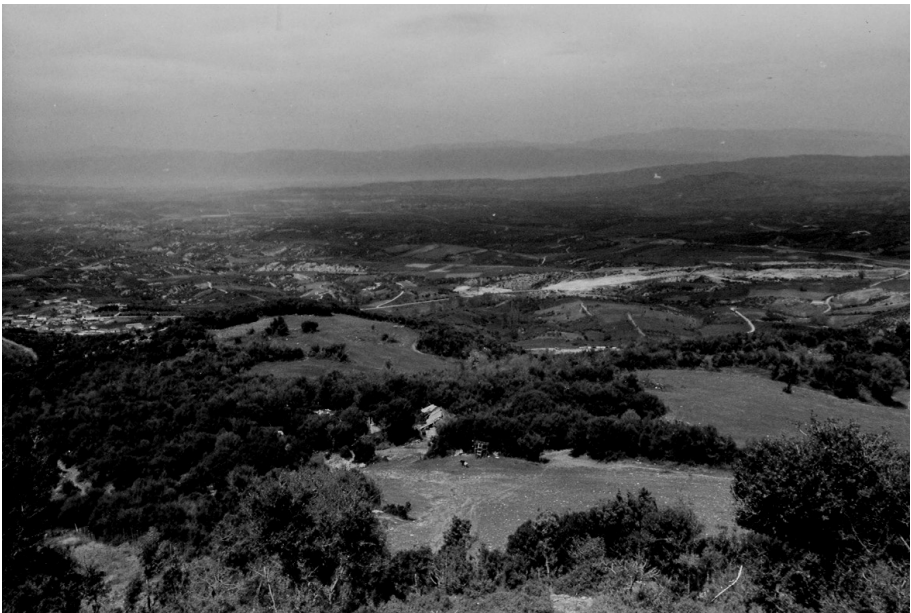
Μια εφαρμογή: Οι διαταραχές των λιβαδικών οικοσυστημάτων

Φωτογραφίες

1. Εκτεταμένη εκχέρσωση λιβαδικών εκτάσεων
2. Έντονη και αλόγιστη βόσκηση από τα κτηνοτροφικά ζώα
3. Συχνές και καταστροφικές πυρκαγιές

Στόχοι

1. Δημιουργία ενδιαφέροντος για τις διαταραχές των λιβαδικών οικοσυστημάτων
2. Εξέταση και ερμηνεία των φωτογραφιών
3. Δημιουργία ερεθισμάτων για σκέψη



Φωτογραφία 1. Εκτεταμένη εκχέρσωση λιβαδικών εκτάσεων (Προσωπικό αρχείο Α. Β. Αϊναλή 2000).

Photograph 1. Extensive clearance of rangeland areas (Personal Archive, A. V. Ainalis, 2000).

Τα λιβάδια δεν χρησιμοποιήθηκαν ορθολογικά από τον άνθρωπο. Οι αλόγιστες ανθρώπινες επεμβάσεις με την εκτεταμένη εκχέρσωση λιβαδικών εκτάσεων και τη μετατροπή τους σε γεωργικές καλλιέργειες μείωσε σημαντικά την επιφάνειά τους και διέσπασε τη συνέχεια και τη συνοχή τους. Η φωτογραφία αναφέρεται σε τοποθεσία της περιοχής Απολλωνίας – Μελισσουργού του Νομού Θεσσαλονίκης, νότια της λίμνης Βόλβης. Στη φωτογραφία διακρίνονται θαμνοσκεπείς εκτάσεις, όπου κυριαρχεί το πουρνάρι (*Quercus coccifera*), που προορίζονται για βόσκηση από μικρά κτηνοτροφικά ζώα (κυρίως γίδια). Οι εκτάσεις αυτές έχουν διασπαστεί από την εκχέρσωση και την αλλαγή χρήσης σε γεωργικές καλλιέργειες. Η σταυλική εγκατάσταση των ζώων (μαντρί) έχει περιοριστεί ανάμεσα στα πουρνάρια και δυσκολεύει αντίστοιχα τη διακίνηση των ζώων.



Φωτογραφία 2. Έντονη και αλόγιστη βόσκηση από τα κτηνοτροφικά ζώα (Προσωπικό αρχείο Α. Β. Αϊναλή 2005).

Photograph 2. Heavy and uncontrolled livestock grazing (Personal Archive, A. V. Ainalis, 2005).

Η έντονη και αλόγιστη βόσκηση από τα κτηνοτροφικά ζώα έχει υποβαθμίσει την παραγωγικότητα των λιβαδικών εκτάσεων και έχει μετατρέψει πολλά λιβάδια σε ερημοποιημένες περιοχές. Επιπλέον, η αλόγιστη κατά χώρο, χρόνο και ένταση χρήση οδηγεί στη διάβρωση του επιφα-

νειακού εδάφους. Οι επεμβάσεις αυτές σε συνδυασμό με τις συμβαίνουσες ξηρασίες βοήθησαν στην επέκταση των ερήμων της γης. Η φωτογραφία αναφέρεται σε τοποθεσία περιφερειακά της λίμνης Κάρλας του Δήμου Κάρλας του Νομού Μαγνησίας. Στη φωτογραφία διακρίνονται ποολίβαδα και θαμνολίβαδα, που προορίζονται για βόσκηση από κτηνοτροφικά ζώα. Οι εκτάσεις αυτές έχουν υποστεί υπερβόσκηση λόγω του μεγάλου αριθμού ζώων που βόσκει στην περιοχή. Η έντονη και αλόγιστη βόσκηση ευνοεί τη διάβρωση του εδάφους και την εμφάνιση του μητρικού πετρώματος.



Φωτογραφία 3. Συχνές και καταστροφικές πυρκαγιές (Προσωπικό αρχείο Α. Β. Αϊναλή 2007).

Photograph 3. Frequent and catastrophic fires (Personal Archive, A. V. Ainalis, 2007).

Οι συχνές και καταστροφικές πυρκαγιές έχουν ανατρέψει τη διαδοχή της βλάστησης και έχουν οδηγήσει στην υποβάθμιση του παραγωγικού δυναμικού των δασών και δασικών – λιβαδικών εκτάσεων της χώρας. Η αποτέφρωση της υπέργεια βλάστησης και η απογύμνωση του εδάφους οδηγεί στη διάβρωση με τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές. Για την αποκατάσταση της λιβαδικής βλάστησης απαιτούνται 1 – 10 έτη ανάλογα με τον τύπο της βλάστησης που επικρατεί σε κάθε περιοχή. Έτσι, το λιβαδικό οικοσύστημα υποβαθμίζεται. Η φωτογραφία αναφέρεται σε καμένες λιβαδικές εκτάσεις

της ορεινής Αρκαδίας στην Πελοπόννησο. Στη φωτογραφία διακρίνονται θαμνολίβαδα αείφυλλων πλατύφυλλων ειδών με άκαυτη περιοχή ανάμεσα στις καμένες. Οι καμένες εκτάσεις πρέπει να προστατευθούν από τη βόσκηση για ορισμένη χρονική περίοδο έτσι ώστε να αποκατασταθεί η βλάστηση και να αποφύγουμε την υποβάθμιση της περιοχής.

Ερωτήσεις για συζήτηση

Είναι δύσκολο να υπάρξει ποιοτική διδασκαλία χωρίς την υποβολή καλών ερωτήσεων. Το επίπεδο σκέψης στο οποίο κινούνται οι εκπαιδευόμενοι εξαρτάται από το επίπεδο των ερωτήσεων. Κάθε ερώτηση δραστηριοποιεί και μια νοητική λειτουργία. Η απλούστερη ταξινόμηση των νοητικών λειτουργιών είναι αυτή που αντιδιαστέλλει μεταξύ χαμηλών νοητικών λειτουργιών και ανώτερων. Στις χαμηλές νοητικές λειτουργίες συγκαταλέγεται η ανάμνηση ή ανάκληση και η κατανόηση βασικών εννοιών. Στις ανώτερες νοητικές λειτουργίες συγκαταλέγονται η αναλυτική και συνθετική σκέψη καθώς και η αξιολογική κρίση. Συνήθως, οι ερωτήσεις που στηρίζονται στις ανώτερες νοητικές λειτουργίες ονομάζονται και ερωτήσεις κρίσης. Οι ερωτήσεις κρίσης απαιτούν αφηρημένη σκέψη. Οι σπουδαστές πρέπει να προχωρήσουν πέρα από την απλή περιγραφή, πρέπει να κάνουν συσχετισμούς, να συγκρίνουν και να αντιπαραβάλλουν, να καταλήξουν σε συμπεράσματα, να αντιληφθούν αιτίες και αποτελέσματα. Οι ερωτήσεις κρίσης ζητούν από τους εκπαιδευόμενους να δημιουργήσουν την απάντηση (Θεοφιλίδης, 1988). Οι ερωτήσεις που ακολουθούν είναι ερωτήσεις κρίσης:

- Ποιο / ποια είναι το κύριο μήνυμα (-α) της κάθε φωτογραφίας; Ποια είναι τα δευτερεύοντα μηνύματα της κάθε φωτογραφίας;
- Τι ερωτήματα εγείρει η κάθε φωτογραφία; Που θα μπορούσατε να βρείτε απαντήσεις για τα ερωτήματα αυτά;
- Σε κλίμακα από το 1 (πολύ αναποτελεσματικό) έως το 5 (πολύ αποτελεσματικό) να βαθμολογήσετε την αποτελεσματικότητα της κάθε φωτογραφίας ως εργαλείο διδασκαλίας / μάθησης. Γιατί δώσατε τη συγκεκριμένη βαθμολογία;

Ερωτήσεις / δραστηριότητες προέκτασης

Οι ερωτήσεις / δραστηριότητες προέκτασης που ακολουθούν επίσης στηρίζονται στις ανώτερες νοητικές λειτουργίες. Η βασική διαφορά με τις ερωτήσεις συζήτησης που προηγήθηκαν είναι ότι οι ερωτήσεις αυτές προά-

γουν τη σύνδεση της γνώσης που αποκτήθηκε με νέα γνώση ούτως ώστε να προχωρήσουν οι σπουδαστές σε νέους ορίζοντες και να καλλιεργήσουν δεξιότητες συνεχούς αυτομόρφωσης:

- Να αναζητήσετε στο διαδίκτυο φωτογραφίες που να αναφέρονται στην ίδια διαταραχή ενός λιβαδικού οικοσυστήματος. Στη συνέχεια, από τις συγκεκριμένες φωτογραφίες να επιλέξετε μια που κατά τη γνώμη σας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ερώτηση στις εξετάσεις. Να συντάξετε ερώτηση(-εις) που θα συνοδεύουν τη συγκεκριμένη φωτογραφία. Να δικαιολογήσετε γιατί επιλέξατε τη συγκεκριμένη φωτογραφία και γιατί συντάξατε την ερώτηση (-εις) που συντάξατε.
- Να γράψετε ένα «άρθρο» για μια φωτογραφία. Να επιλέξετε μια φωτογραφία από το διαδίκτυο, ή άλλες πηγές όπως βιβλία, περιοδικά ή εφημερίδες για κάποιο συγκεκριμένο είδος διαταραχής ενός λιβαδικού οικοσυστήματος. Να κρατήσετε σημειώσεις για το περιεχόμενο της φωτογραφίας. Στη συνέχεια, να διαβάσετε το άρθρο που συνοδεύει τη φωτογραφία και να κάνετε σύγκριση και αντιπαραβολή με τη δική σας ερμηνεία για το τι απεικονίζεται στη φωτογραφία.
- Να επιλέξετε δύο διαφορετικές αφίσες για την ίδια διαταραχή ενός λιβαδικού οικοσυστήματος που να προέρχονται από καμπάνιες δύο διαφορετικών οργανώσεων που αγωνίζονται για την προστασία των λιβαδικών οικοσυστημάτων. Να εντοπίσετε τις διαφορές ανάμεσα στις δύο αφίσες και να αναλύσετε τους λόγους για τους οποίους οι αφίσες παρουσιάζονται με διαφορετικό τρόπο.

Επίλογος

Η πλήρης εμπλοκή των σπουδαστών στη μάθηση επιτυγχάνεται με τη χρήση μεθόδων ενεργητικής παρά παθητικής μάθησης. Η χρήση τεχνικών ενεργητικής μάθησης έχει πολλά πλεονεκτήματα: μπορεί να δημιουργήσει περισσότερα κίνητρα για μάθηση, να αυξήσει την περιέργεια, να διευκολύνει τη συγκράτηση πληροφορήσης, να βελτιώσει την επίδοση στο μάθημα και να καλλιεργήσει την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης. Για να ενθαρρύνει την επίτευξη των παραπάνω στόχων στην περιβαλλοντική εκπαίδευση, η εργασία αυτή πρότεινε μια προσέγγιση ενεργητικής μάθησης κάνοντας χρήση φωτογραφιών.

Παρά τα πλεονεκτήματά της η φωτογραφία από μόνη της ως μέσο διδασκαλίας και μάθησης δεν αρκεί. Κάθε φωτογραφία που χρησιμοποιείται

πρέπει να συνοδεύεται από συγκεκριμένους στόχους, πρέπει να χρησιμοποιείται μία φωτογραφία για κάθε ένα από τα κύρια σημεία που θίγονται, κάθε φωτογραφία πρέπει να ακολουθείται από λεκτική επεξήγηση του περιεχομένου της, η συζήτηση που έπεται πρέπει να υποστηρίζεται από ερωτήσεις που αξιοποιούν την οπτική πληροφόρηση που προσφέρουν οι εικόνες αυτές, ενώ με το πέρας της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής διαδικασίας είναι σημαντικό να προτείνονται ερωτήσεις / δραστηριότητες που συμβάλλουν στη σύνδεση της γνώσης που αποκτήθηκε με νέα γνώση και που αναπτύσσουν στο σπουδαστή δεξιότητες συνεχούς αυτομόρφωσης.

Στην εργασία αυτή οι παραπάνω καθοδηγητικές γραμμές εφαρμόστηκαν στην περίπτωση των διαταραχών των λιβαδικών οικοσυστημάτων κάνοντας χρήση φωτογραφιών που αναφέρονταν σε διαφορετικά είδη διαταραχών λιβαδικών οικοσυστημάτων, και, συγκεκριμένα, στην εκτεταμένη εκχέρσωση λιβαδικών εκτάσεων, στην έντονη και αλόγιστη βόσκηση από τα κτηνοτροφικά ζώα και στις συχνές και καταστροφικές πυρκαγιές.

Βιβλιογραφία

I. Ελληνόγλωσση

Δερβίσης, Σ.Ν. 1998. *Οι Μαθητές μιας Τάξης ως Κοινωνική Ομάδα και η Ομαδοκεντρική Διδασκαλία*. Α΄ Έκδοση. Gutenberg, Αθήνα.

Θεοφιλίδης, Χ. 1988. *Η Τέχνη των Ερωτήσεων*. Γ΄ Έκδοση. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

II. Μεταφράσεις

Thuiller, G. and J. Tulard. 1990. *Οι ιστορικές σχολές*. Εκδόσεις Καρδαμίτσα, Αθήνα.

III. Ξενόγλωσση

Drummond, T. 2002. A Brief Summary of the Best Practices in Teaching. Available <http://northoline.sccd.ctc.edu/ecepro/bstprac.html>.

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.

Goldsmid, C. and K. Wilson. 1980. *Passing on Sociology: The Teaching of a Discipline*. American Sociological Association / Teaching Resources Center, Washington, D. C., pp. 143-150.

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>.
- McKeachie, W. 2001. Active Learning. Available http://hydro4.sci.fau.edu/~rjordan/active_learning.htm.
- Module 2: Helping People to Learn*. 1991. Polytechnic of West London, Slough.

The Use of Photography in Environmental Education: The Disturbances of Rangeland Ecosystems

E. I. Manolas and A. V. Ainalis

Abstract

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 photographs in environmental education. Following presentation of a system of basic rules for effectively using photographs in the teaching / learning process, an effort is made to apply this system of rules to the disturbances of rangeland ecosystems using photographs depicting different types of disturbances of rangeland ecosystems and, in particular, extensive clearance of rangeland areas, heavy and uncontrolled livestock grazing and frequent and catastrophic fires.

Keywords: photography, environmental education, disturbances of rangeland ecosystems.

Αξιολόγηση προβλημάτων στον παραποτάμιο χώρο αναψυχής του Άρδα: Οι απόψεις μαθητών δημοτικών σχολείων

**Σ. Ταμπάκης*, Ε. Μανωλάς, Σ. Γκαϊντατζής
και Σ. Μαυρίδου-Μαυρουδή**

***Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, 68200, Ορεστιάδα.
E-mail: stampaki@fmenr.duth.gr**

Περίληψη

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η αξιολόγηση των προβλημάτων της παραπόταμιας ζώνης του ποταμού Άρδα ως χώρου αναψυχής από τη σκοπιά των μαθητών της Ε' και Στ' τάξης των δημοτικών σχολείων της γύρω περιοχής. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το Νοέμβριο του 2008 με την χρησιμοποίηση ερωτηματολογίων αυτοδιαχείρισης μέσα στις τάξεις των μαθητών. Τον υπό έρευνα πληθυσμό αποτέλεσαν 442 μαθητές. Οι μαθητές θεωρούν ότι υπάρχουν αρκετά προβλήματα στον παραποτάμιο χώρο του ποταμού Άρδα. Κατά σειρά προτεραιότητας τα σημαντικότερα προβλήματα είναι τα ενοχλητικά έντομα (κουνούπια, μέλισσες κ.λπ.), η έλλειψη παροχής πρώτων βοηθειών, η ρύπανση του νερού, οι ελλείψεις σε υποδομές όπως κιόσκια, πάγκοι, τουαλέτες κλπ. και η ανεξέλεγκτη κίνηση των οχημάτων. Μικρότερης σημασίας προβλήματα αποτελούν η ύπαρξη σκουπιδιών, ο μεγάλος αριθμός των επισκεπτών, η έλλειψη χώρου ενημέρωσης του κοινού, οι αντιπαθητικές μυρωδιές, η ηχορύπανση και η έλλειψη δέντρων για σκίαση. Η έρευνα έδειξε ότι οι μαθητές είναι ώριμοι για τέτοιου είδους αξιολογήσεις. Οι μαθητές ζητούν διαμόρφωση χώρων για αθλητικές δραστηριότητες που δεν περιορίζονται μόνο στις όχθες του ποταμού αλλά και μέσα στο ποτάμι. Μάλιστα κάποιοι ζητούν υποδομές που θα αναβαθμίσουν την αισθητική αξία της περιοχής π.χ. γέφυρα που θα ενώνει τις δύο όχθες, καθώς και υποδομές που θα βελτιώσουν την αίσθηση της ασφάλειας π.χ. κατασκευή φράκτη στην μεριά του ποταμού.

Λέξεις Κλειδιά: Μαθητές δημοτικών σχολείων, ποταμός Άρδας, αναψυχή, αξιολόγηση προβλημάτων.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια οι έλληνες εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας και

Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης πέτυχαν την θεσμοθέτηση και ανάπτυξη της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Εκατοντάδες δάσκαλοι και καθηγητές αφιερώθηκαν με ζήλο στην προώθηση του θεσμού ξεπερνώντας τα στενά όρια του σχολείου, οργανώνοντας συνέδρια και σεμινάρια, εκπαιδευτικές εκδρομές κ.λ.π. (Καϊλατζίδης και Ουζούνης, 1999). Τα αντικείμενα διάφορα. Εξέχουσα θέση κατέχουν οι υγρότοποι. Εκατοντάδες εκπαιδευτικά προγράμματα έχουν εκπονηθεί από τον ακριτικό Έβρο μέχρι το φοινικοδάσος Βάι. Γιατί όμως οι υγρότοποι αποτελούν ιδιαίτερα ελκυστικούς τόπους για άσκηση στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση; Η απάντηση βρίσκεται όχι μόνο στην επιστημονική τους αξία αλλά και στο ότι στους υγροτόπους, οι εικόνες, οι ήχοι και τα γεγονότα μεταβάλλονται ταχύτατα μέσα στην ίδια μέρα, στο ίδιο πρωινό: πέταγμα πουλιών, λαμπύρισμα νερού, βόσκηση ζώων, κελάρυσμα νερού. Το υγρό στοιχείο ασκεί ιδιαίτερη έλξη και γοητεία στα μικρότερα παιδιά (Μουσείο Γουλανδρή, 1995).

Ο ποταμός Άρδας με την τριγύρω παρυδάτια ζώνη του σ' όλο το πλάτος του αποτελεί τόπο εξαιρετικής φυσικής ομορφιάς. Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στο τμήμα που έχει διαμορφωθεί από το Δήμο της Νέας Βύσσας ως χώρος αναψυχής. Το χώρο αυτό επισκέπτονται οι μαθητές στην ημερήσια σχολική εκδρομή ή μαζί με τις οικογένειες τους στον ελεύθερο χρόνο τους. Επειδή στη διαχείριση μιας περιοχής αναψυχής ο τελικός στόχος είναι η απόλαυση των χρηστών (Douglass, 2000), η εξάλειψη των όποιων προβλημάτων υπάρχουν στο χώρο θα πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα γι' αυτούς που ενδιαφέρονται για την ανάπτυξή του. Σκοπό αυτής της εργασίας αποτελεί η αξιολόγηση αυτών των προβλημάτων από τη σκοπιά των μαθητών των δημοτικών σχολείων της γύρω περιοχής.

Αντίστοιχη έρευνα έχει πραγματοποιηθεί από τους Καρανικόλα και Ταμπάκη (2006) για τους ενήλικους επισκέπτες της περιοχής. Μάλιστα η σύγκριση των αποτελεσμάτων φανερώνει την διαφορετική προσέγγιση που υπάρχει. Η αλήθεια είναι ότι αρχικά θέλαμε να διερευνήσουμε αν οι μαθητές θα μπορούσαν να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο με αξιόπιστο τρόπο. Από την στιγμή που οι μαθητές ανταποκρίθηκαν θετικά σ' αυτό, μας δίνεται η δυνατότητα να προχωρήσουμε, στη συζήτηση των αποτελεσμάτων της έρευνας, σε προτάσεις περιβαλλοντικής εκπαίδευσης για το χώρο αναψυχής του ποταμού Άρδα.

Μέθοδος έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το Νοέμβριο του 2008 με την χρησιμο-

ποίηση ερωτηματολογίων αυτοδιαχείρισης. Σ' αυτήν πήρε μέρος το σύνολο των μαθητών της Ε' και ΣΤ' τάξης των δημοτικών σχολείων της εκπαιδευτικής περιφέρειας του 4^{ου} γραφείου πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης του Ν. Έβρου. Παρ' ότι η έρευνα αφορούσε την αξιολόγηση των προβλημάτων του χώρου αναψυχής του ποταμού Άρδα, αυτή διενεργήθηκε μέσα στις τάξεις των μαθητών. Ο λόγος που επιλέχθηκε αυτή η προσέγγιση είναι το γεγονός ότι θα ήταν δύσκολη η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου από τους μαθητές κατά την παραμονή τους στο χώρο, κατά την διάρκεια της ημερήσιας εκδρομής τους, αλλά και το γεγονός ότι η προσήλωσή τους σ' αυτό θα ήταν μεγαλύτερη στην τάξη τους.

Ερωτήθηκαν συνολικά 444 μαθητές, που ήταν παρόντες στην τάξη, από τους οποίους δύο δήλωσαν ότι δεν έχουν επισκεφτεί την περιοχή και γι' αυτό το λόγο δεν συμπεριελήφθησαν στην έρευνα. Έτσι τον υπό έρευνα πληθυσμό αποτέλεσαν 442 μαθητές, το 50,9% των οποίων φοιτούσαν στην Ε' και το 49,1% στην ΣΤ' δημοτικού. Από τους μαθητές αυτούς το 51,1% ήταν αγόρια και το 48,9% κορίτσια.

Το σύνολο των ερωτήσεων που αφορούν τα προβλήματα του χώρου αναψυχής αποτελεί μια πολυθεματική μεταβλητή στην οποία ελέγχεται η αξιοπιστία (reliability analysis). Η εκτίμηση της αξιοπιστίας οποιασδήποτε διαδικασίας μέτρησης συνίσταται στον προσδιορισμό του βαθμού διακύμανσης της βαθμολογίας των ατόμων, βαθμού που οφείλεται σε πραγματικές διαφορές (και σταθερά σφάλματα) και του βαθμού διακύμανσης που οφείλεται σε ασυνέπειες της μέτρησης (Σιάρδος 1999, Φίλιας κ.α. 2000).

Ειδικότερα χρησιμοποιείται ο συντελεστής άλφα (ή αξιοπιστίας α-Cronbach) για την εύρεση εσωτερικής αξιοπιστίας ενός ερωτηματολογίου (Φράγκος, 2004), δηλαδή αν τα στοιχεία έχουν τη τάση να καταμετρούν το ίδιο πράγμα (Howitt και Gramer, 2003). Εκφράζει το τετράγωνο της συσχέτισης μεταξύ της βαθμολογίας (παρατηρούμενης) που παίρνει κάποιο άτομο στη δεδομένη κλίμακα και της βαθμολογίας που θα είχε πάρει (πραγματικής) εάν είχε ερωτηθεί στο σύνολο των θεμάτων (Σιάρδος, 1999). Προϋπόθεση για την χρησιμοποίησή της είναι οι ερωτήσεις (μεταβλητές) να είναι ισοδύναμες (Φράγκος, 2004).

Συντελεστής άλφα 0,70 ή μεγαλύτερος θεωρείται ικανοποιητικός (Howitt και Gramer, 2003), μεγαλύτερος από 0,80 θεωρείται πολύ ικανοποιητικός, πολλές φορές μάλιστα στη πράξη γίνονται δεκτοί και συντελεστές αξιοπιστίας μικρότεροι, με τιμές μέχρι 0,60 (Σιάρδος, 1999).

Ο έλεγχος πρέπει να είναι αξιόπιστος προκειμένου να είναι χρήσιμος. Όμως, δεν είναι αρκετό να είναι αξιόπιστος, χρειάζεται να είναι και έγκυ-

ρος, πράγμα που γίνεται με την εφαρμογή της παραγοντικής ανάλυσης (Σιάρδος, 1999).

Η παραγοντική ανάλυση είναι μια στατιστική μέθοδος που έχει σκοπό να βρει την ύπαρξη παραγόντων κοινών ανάμεσα σε μια ομάδα μεταβλητών (Sharma 1996, Field 2005). Προσπαθεί περισσότερο να ερμηνεύσει τη δομή παρά τη μεταβλητότητα (Ντζούφρας και Καρλής, 2001). Αποσκοπεί στο να αναπαράγει στο μεγαλύτερο βαθμό τις συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών, χρησιμοποιώντας τον μικρότερο δυνατό αριθμό παραγόντων και να οδηγήσει σε λύση που να είναι «ιδιάζουσα» και εύκολα ερμηνεύσιμη (Σιάρδος, 1999).

Ειδικότερα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των κύριων συνιστωσών (principal components) η οποία βασίζεται στη φασματική ανάλυση του πίνακα διακύμανσης (συσχέτισης) (Ντζούφρας και Καρλής, 2001). Το κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε για τη σημαντικότητα των κυρίων συνιστωσών είναι αυτό που προτείνουν οι Guttman και Kaiser (Cattell 1978, Φράγκος 2004), σύμφωνα με το οποίο, το όριο για λήψη του ενδεδειγμένου αριθμού των κυρίων συνιστωσών καθορίζεται από τις τιμές των χαρακτηριστικών ριζών που είναι ίσες ή μεγαλύτερες της μονάδας.

Προσφύγαμε επίσης στην περιστροφή της μήτρας των κυρίων παραγόντων με τη μέθοδο της περιστροφής μέγιστης διακύμανσης του Kaiser (Harman, 1976). Με αυτή επιχειρείται η εμφάνιση στους κύριους παράγοντες φορτίων με υψηλές τιμές και φορτίων με τιμές μηδενικές ή σχεδόν μηδενικές, δηλαδή η μεγιστοποίηση της διακύμανσης σε κάθε παράγοντα (Σιάρδος, 1999).

Τέλος ψάχνουμε να βρούμε αν υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που να μπορούν να ερμηνεύσουν τις συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών των δεδομένων μας και να δώσουμε σ' αυτούς κάποια ερμηνεία (αν αυτό είναι δυνατόν) (Ντζούφρας και Καρλής, 2001). Σύμφωνα με το Φράγκο (2004) οι μεταβλητές που «ανήκουν» σε κάθε παράγοντα είναι εκείνες για τις οποίες το φορτίο στον πίνακα που εμφανίζονται οι επιβαρύνσεις των παραγόντων, μετά από περιστροφή, είναι μεγαλύτερο του 0,5 στον παράγοντα αυτό.

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε στις στατιστικές αναλύσεις ήταν το SPSS.

Αποτελέσματα

Η αξιολόγηση των μαθητών σχετικά με τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται στο παραποτάμιο χώρο του ποταμού Άρδα παρατίθενται στον Πί-

νακα I και αποδίδονται γραφικά για την καλύτερη κατανόηση τους στο Σχήμα 1. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η παραποτάμια περιοχή του ποταμού Άρδα την οποία οι μαθητές επισκέπτονται στην ημερήσια εκδρομή του σχολείου τους ή με τους γονείς τους παρουσιάζει για το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών σημαντικά προβλήματα.

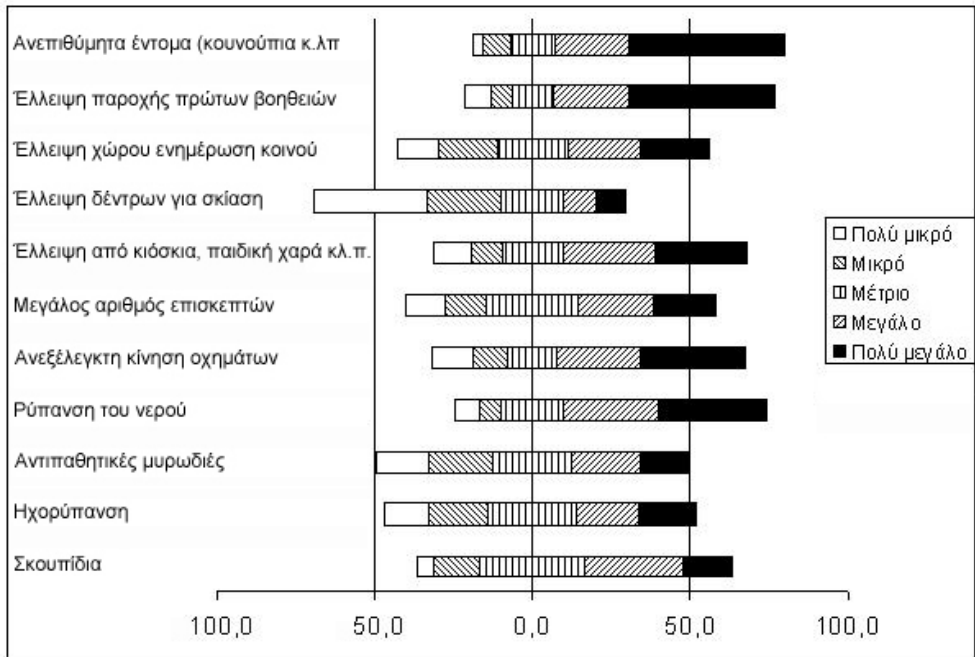
Πίνακας I. Αξιολόγηση των προβλημάτων στο χώρο αναψυχής του Άρδα.

Table I. Evaluation of problems in the recreation area of river Ardas.

Πρόβλημα	Πολύ μικρό		Μικρό		Μέτριο		Μεγάλο		Πολύ μεγάλο		Ελλειπείς τιμές	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Σκουπίδια	22	5,0	66	14,9	146	33,0	139	31,4	68	15,4	1	0,2
Ηχορύπανση	63	14,3	82	18,6	124	28,1	88	19,9	80	18,1	5	1,1
Αντιπαθητικές μυρωδιές	76	17,2	88	19,9	111	25,1	96	21,7	66	14,9	5	1,1
Ρύπανση του νερού	36	8,1	29	6,6	88	19,9	133	30,1	151	34,2	5	1,1
Ανεξέλεγκτη κίνηση οχημάτων	57	12,9	50	11,3	69	15,6	117	26,5	146	33,0	3	0,7
Μεγάλος αριθμός επισκεπτών	55	12,4	58	13,1	128	29,0	106	24,0	87	19,7	8	1,8
Έλλειψη από κιάσκια, παιδική χαρά κ.λπ.	53	12,0	44	10,0	85	19,2	130	29,4	129	29,2	1	0,2
Έλλειψη δέντρων για σκίαση	158	35,7	105	23,8	87	19,7	46	10,4	41	9,3	5	1,1
Έλλειψη χώρου ενημέρωσης κοινού	59	13,3	81	18,3	100	22,6	101	22,9	96	21,7	5	1,1
Έλλειψη παροχής πρώτων βοηθειών	39	8,8	29	6,6	57	12,9	107	24,2	205	46,4	5	1,1
Ανεπιθύμητα έντομα (κουνούπια κ.λπ.)	16	3,6	38	8,6	62	14,0	104	23,5	219	49,5	3	0,7
Κάτι άλλο	12	2,7	11	2,5	31	7,0	39	8,8	90	20,4	259	58,6

Το μεγαλύτερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν στο χώρο αναψυχής οι μαθητές είναι τα ενοχλητικά έντομα (κουνούπια, μέλισσες κ.λπ.). Το 49,5% των μαθητών το χαρακτηρίζουν πολύ μεγάλο ενώ το 23,5% μεγάλο. Τα έντομα, λοιπόν, και κυρίως τα κουνούπια είναι συνδεδεμένα με το νερό και επομένως με το παραποτάμιο χώρο του Άρδα και αποτελούν την κυριότερη όχληση για τους μαθητές. Σημαντικά προβλήματα θεωρούνται η έλλειψη παροχής πρώτων βοηθειών, αφού το 46,4% των μαθητών το χαρακτηρίζουν ως πολύ μεγάλο και το 24,2% ως μεγάλο πρόβλημα και η ρύπανση του νερού όπου το 34,2% των μαθητών το χαρακτηρίζουν πολύ μεγάλο και το 30,1% μεγάλο πρόβλημα. Για τη ρύπανση του νερού θα πρέπει να αναφέρουμε ότι οι μαθητές αναφέρονται κυρίως στην εικόνα που λαμβάνουν από

το ποτάμι (π.χ. αντικείμενα που το ποτάμι κατεβάζει) και λιγότερο στην ποιότητα των νερών την οποία δεν έχουν το επίπεδο των γνώσεων που χρειάζεται για να την κατανοήσουν. Ο Άρδας αντίθετα θεωρείται από τους επισκέπτες του σχετικά καθαρό ποτάμι (Καρανικόλα και Ταμπάκης, 2006).



Σχήμα 1. Απεικόνιση της αξιολόγησης των προβλημάτων στο χώρο αναψυχής του Άρδα.

Figure 1. Schematic representation regarding the evaluation of problems in the recreation area of river Ardas.

Στην αξιολόγηση των μαθητών ακολουθούν ως προβλήματα οι ελλείψεις σε υποδομές όπως κιόσκια, πάγκοι, τουαλέτες κλπ., όπου το 29,4% το αντιλαμβάνονται ως πολύ μεγάλο πρόβλημα, το 29,4% μεγάλο, ενώ μέτριο το 19,2% και η ανεξέλεγκτη κίνηση των οχημάτων, όπου το 33% το αντιλαμβάνονται ως πολύ μεγάλο πρόβλημα, το 26,5% μεγάλο, ενώ μέτριο το 15,6%. Τα παραπάνω περιγράφουν ένα χώρο ανεξέλεγκτο, χωρίς τις αναγκαίες υποδομές αναψυχής.

Μάλιστα αμέσως μικρότερο πρόβλημα για την περιοχή αποτελεί η ύπαρξη σκουπιδιών, όπου το 33% πιστεύουν ότι το συγκεκριμένο πρόβλημα

είναι μέτριο, το 31,4% θεωρεί το πρόβλημα μεγάλο και το 15,4% πολύ μεγάλο. Ακολουθεί ο μεγάλος αριθμός των επισκεπτών, όπου 29% το χαρακτηρίζουν μέτριο, το 24% μεγάλο και το 19,7% πολύ μεγάλο πρόβλημα και η έλλειψη χώρου ενημέρωσης του κοινού, όπου 22,6% το χαρακτηρίζουν μέτριο, το 22,9% μεγάλο και το 21,7% πολύ μεγάλο πρόβλημα.

Σκοπός των κέντρων πληροφόρησης είναι να εξηγήσουν στο κοινό τι υπηρεσίες προσφέρει ο συγκεκριμένος φυσικός πόρος και τι δραστηριότητες επιτρέπονται. Μπορεί επίσης να περιλαμβάνουν εκθέσεις και περιορισμένα εκπαιδευτικά προγράμματα για σχολεία και άλλες ομάδες με ειδικά ενδιαφέροντα (Ελευθεριάδης, 2003).

Μικρότερα προβλήματα για την περιοχή αποτελούν για τους μαθητές οι αντιπαθητικές μυρωδιές, όπου το 25,1% το αντιλαμβάνονται ως μέτριο, το 21,7% ως μεγάλο και το 19,9% ως μικρό πρόβλημα, καθώς και η ηχορύπανση, όπου το 28,1% το αντιλαμβάνονται ως μέτριο, το 19,9% ως μεγάλο και το 18,6% ως μικρό πρόβλημα. Ενώ την τελευταία θέση καταλαμβάνει η έλλειψη δέντρων για σκίαση, αφού το 35,7% των μαθητών το χαρακτηρίζουν ως πολύ μικρό, το 23,8% ως μικρό και το 19,7% ως μέτριο πρόβλημα.

Στην ανοιχτή ερώτηση αν αντιμετωπίζουν κάποιο άλλο πρόβλημα, το 58,6% δεν απάντησε. Οι μαθητές που απάντησαν αναφέρθηκαν στην ανάγκη για καλύτερη οργάνωση του χώρου και στην δημιουργία υποδομών, όπως γήπεδα ποδοσφαίρου (κανονικά και πέντε επί πέντε), γήπεδα μπάσκετ, μεγαλύτερη παιδική χαρά, ποδηλατόδρομο, υποδομές για δραστηριότητες στο ποτάμι, όπως βόλτα με κανό και βάρκα, κολυμβητήριο, γέφυρα που να ενώνει τις δύο όχθες του ποταμού, φράκτη στην μεριά του ποταμού, κιάσκια, παγκάκια και τραπέζια, καλύτερες τουαλέτες, κάδους απορριμμάτων κ.λπ. Μάλιστα κάποια παιδιά απάντησαν με μορφή επικριτικής ερώτησης για την μη ύπαρξη υποδομών.

Οι επισκέπτες απαιτούν τη δημιουργία κατάλληλων οργανωμένων και εξοπλισμένων χώρων (Χατζηστάθης και Ισπικουδής, 1995). Σε αντίστοιχη έρευνα των Καρανικόλα και Ταμπάκη (2006) για την αξιολόγηση των προβλημάτων από τους επισκέπτες στον ποταμό Άρδα βλέπουμε ότι μεγαλύτερα προβλήματα θεωρούνται τα ενοχλητικά έντομα, η έλλειψη παροχής πρώτων βοηθειών, η έλλειψη χώρου ενημέρωσης του κοινού και η έλλειψη των κατάλληλων υποδομών. Προβλήματα μικρότερης σημασίας για τους επισκέπτες θεωρούνται τα σκουπίδια, η ρύπανση του νερού του ποταμού, η ανεξέλεγκτη κίνηση των οχημάτων, η έλλειψη δέντρων για σκίαση καθώς και ο μεγάλος αριθμός επισκεπτών, η ηχορύπανση και οι αντιπαθητικές μυρωδιές. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι οι μαθητές είναι πολύ πιο

αυστηροί στην κρίση της περιοχής σε σχέση με αυτή των ενήλικων επισκεπτών. Ενδεχομένως αυτό να οφείλεται στο ότι οι επισκέπτες ερωτήθηκαν στο χώρο αναψυχής και επομένως απάντησαν ενώ ήταν θετικά συναισθηματικά φορτισμένοι, είτε ότι στις απαντήσεις τους υπήρχε κάποια σκοπιμότητα στην προσπάθεια τους να αναδείξουν την περιοχή, την οποία θεωρούν τόπο τους. Εδώ ταιριάζει η παροιμία «από τρελό και από μικρό μαθαίνεις την αλήθεια».

Ανάλυση αξιοπιστίας

Αναλύοντας τα αποτελέσματα της μεθόδου με τη βοήθεια της ανάλυσης αξιοπιστίας βλέπουμε ότι οι αριθμητικοί μέσοι κυμαίνονται από 2,31 στο πρόβλημα «έλλειψη δέντρων για σκίαση» έως 4,11 στο πρόβλημα «ανεπιθύμητα έντομα» (Πίνακας II). Τα περιγραφικά αυτά στατιστικά πρέπει να ελέγχονται, για να μην έχουμε, μεγάλες διακυμάνσεις και αρνητικούς συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών. Γι' αυτό χρειάζεται προσεκτική συλλογή των ερωτήσεων για αντιστροφή βαθμολογίας (Φράγκος, 2004).

Πίνακας II. Αριθμητικοί μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των θεμάτων της πολυθεματικής μεταβλητής.

Table II. Numerical averages and typical variations of the subjects of the multiple-theme variable.

Μεταβλητή	Μέσος όρος	Τυπικό σφάλμα
Σκουπίδια	3,3806	1,0626
Ηχορύπανση	3,1468	1,3083
Αντιπαθητικές μυρωδιές	2,9900	1,3174
Ρύπανση του νερού	3,7886	1,2079
Ανεξέλεγκτη κίνηση οχημάτων	3,6045	1,3640
Μεγάλος αριθμός επισκεπτών	3,2587	1,2781
Έλλειψη από κιόσκια, παιδική χαρά κλ.π.	3,5771	1,3270
Έλλειψη δέντρων για σκίαση	2,3184	1,2996
Έλλειψη χώρου ενημέρωσης κοινού	3,2562	1,3274
Έλλειψη παροχής πρώτων βοηθειών	3,9826	1,2543
Ανεπιθύμητα έντομα (κουνούπια κ.λπ.)	4,1119	1,1031

Από τη μήτρα συντελεστών συσχέτισης (Πίνακας III) φαίνεται ότι οι

μικρότερες συσχετίσεις υπάρχουν μεταξύ των προβλημάτων «έλλειψη δέντρων για σκίαση» και «έλλειψη παροχής πρώτων βοηθειών» ($r = -0,0211$), «έλλειψη δέντρων για σκίαση» και «έλλειψη χώρου ενημέρωσης κοινού» ($r = -0,0330$), ενώ η μεγαλύτερη υπάρχει μεταξύ των προβλημάτων «αντιπαθητικές μυρωδιές» και «ρύπανση του νερού» ($r = 0,4391$), «αντιπαθητικές μυρωδιές» και «ανεξέλεγκτη κίνηση οχημάτων» ($r = 0,4377$) και «έλλειψη χώρου ενημέρωσης κοινού» και «έλλειψη παροχής πρώτων βοηθειών» ($r = 0,4370$).

Σε ότι αφορά την κλίμακα (στο σύνολο των θεμάτων) ο συνολικός μέσος όρος είναι 37,42 και η τυπική απόκλιση 7,02, ενώ η κατά θέμα μέση τιμή είναι 3,40 με εύρος 1,79. Η μέση διακύμανση είναι 1,593 με ελάχιστη τιμή 1,13 και μέγιστη 1,86. Ο μέσος συντελεστής συσχέτισης είναι 0,18, ενώ οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης μεταξύ των θεμάτων κυμαίνεται από -0,19 έως 0,51, με σχέση μέγιστης προς ελάχιστη -2,66.

Πίνακας III. *Μήτρα συσχετίσεων των προβλημάτων της πολυθεματικής μεταβλητής (το σύνολο των μεταβλητών).*

Table III. *Correlation matrix of the problems of the multiple-theme variable (total of variables).*

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A1	1,0000										
A2	0,3562	1,0000									
A3	0,4285	0,5131	1,0000								
A4	0,3932	0,3306	0,4391	1,0000							
A5	0,2418	0,3848	0,4377	0,4198	1,0000						
A6	-0,0965	-0,1093	-0,1555	-0,1228	-0,1929	1,0000					
A7	0,3709	0,2355	0,3442	0,3004	0,3537	-0,1882	1,0000				
A8	0,1450	0,1397	0,0747	0,0811	0,3050	0,1319	0,2026	1,0000			
A9	0,2118	0,0659	0,1398	0,1490	0,1484	-0,0539	0,2471	-0,0330	1,0000		
A10	0,2557	0,2295	0,2565	0,2873	0,3691	-0,1667	0,3207	-0,0211	0,4370	1,0000	
A11	0,1784	0,2167	0,2667	0,2068	0,2466	-0,0825	0,1806	-0,1154	0,2784	0,3168	1,0000

A1 = Σκουπίδια, A2 = Ηχορύπανση, A3 = Αντιπαθητικές μυρωδιές, A4 = Ρύπανση του νερού, A5 = Ανεξέλεγκτη κίνηση οχημάτων, A6 = Μεγάλος αριθμός επισκεπτών, A7 = Έλλειψη από κιάσκια, πάγκους, παιδική χαρά, τουαλέτες κ.λπ., A8 = Έλλειψη δέντρων για σκίαση, A9 = Έλλειψη χώρου ενημέρωσης κοινού, A10 = Έλλειψη παροχής πρώτων βοηθειών, A11 = Ανεπιθύμητα έντομα (κουνούπια κ.λπ.)

Στον Πίνακα IV διαπιστώνουμε ότι η συσχέτιση του προβλήματος «μεγάλος αριθμός επισκεπτών» με το άθροισμα της βαθμολογίας των λοιπών θεμάτων είναι χαμηλή (αντίστοιχα $r = -0,1936$). Αντίθετα το πρόβλημα «αντιπαθητικές μυρωδιές» ($r = 0,5488$) έχει την υψηλότερη σχέση με το σύνολο των προβλημάτων και δηλώνει την υψηλή σχέση του προβλήματος με τα υπόλοιπα προβλήματα.

Πίνακας IV. Μέσοι όροι, διακυμάνσεις, συντελεστές άλφα, συντελεστές συσχέτισης με τα άλλα θέματα και πολλαπλού προσδιορισμού, στο επίπεδο της κλίμακας.

Table IV. Means, variances, and alpha coefficients, correlation coefficients with other subjects and multiple definition, on a scale level.

Μεταβλητή	Κλίμακα μ. όρου αν το στοιχείο διαγραφεί	Κλ. διακύμανσης αν το στοιχείο διαγραφεί	Συντελεστής συσχέτισης με τα άλλα θέματα	Συντελεστής πολλαπλού προσδιορισμού	Συντελεστής άλφα αν το στοιχείο διαγραφεί
Σκουπίδια	34,0348	41,4352	0,4957	0,3101	0,6713
Ηχορύπανση	34,2687	39,9227	0,4664	0,3306	0,6708
Αντιπαθητικές μυρωδιές	34,4254	38,6241	0,5488	0,4231	0,6567
Ρύπανση του νερού	33,6269	40,3143	0,4937	0,3106	0,6681
Ανεξέλεγκτη κίνηση οχημάτων	33,8109	38,9318	0,5025	0,3538	0,6639
Μεγάλος αριθμός επισκεπτών	34,1567	51,0652	-0,1836	0,0938	0,7652
Έλλειψη από κίσκια, παιδική χαρά κ.λ.π.	3,8383	39,7469	0,4684	0,2922	0,6702
Έλλειψη δέντρων για σκίαση	35,0970	45,2749	0,1362	0,1240	0,7223
Έλλειψη χώρου ενημέρωσης κοινού	34,1592	42,4085	0,2993	0,2397	0,6980
Έλλειψη παροχής πρώτων βοηθειών	33,4328	40,5603	0,4514	0,3351	0,6740
Ανεπιθύμητα έντομα (κουνούπια κ.λπ.)	33,3035	43,3590	0,3283	0,1893	0,6930

Αντίστοιχα από τους συντελεστές πολλαπλού προσδιορισμού R^2 των υποδειγμάτων παλινδρόμησης καθενός θέματος με τα λοιπά, διαπιστώνεται ότι το πρόβλημα «αντιπαθητικές μυρωδιές» εξηγείται από τα λοιπά κατά 42% ($R^2 = 0,4231$), ενώ το πρόβλημα «μεγάλος αριθμός επισκεπτών» ανεπαρκής (9%).

Η τιμή του συντελεστή αξιοπιστίας άλφα είναι 0,7012. Αυτό αν και αποτελεί ένδειξη ότι οι βαθμοί κλίμακας είναι λογικά συνεπείς, δηλαδή τα στοιχεία έχουν την τάση να μετρούν το ίδιο πράγμα, με τη διαγραφή του προβλήματος «μεγάλος αριθμός επισκεπτών» πετυχαίνουμε συντελεστή α-

ξιοπιστίας 0,7652, με τη διαγραφή του προβλήματος «έλλειψη δέντρων σκίασης» πετυχαίνουμε συντελεστή αξιοπιστίας 0,7223 και με την διαγραφή και των δύο προβλημάτων συντελεστή αξιοπιστίας 0,7912. Θεωρήθηκε, λοιπόν, σκόπιμο η διαγραφή των δύο αυτών προβλημάτων πριν την εφαρμογή της παραγοντικής ανάλυσης.

Παραγοντική Ανάλυση

Με την εφαρμογή της παραγοντικής ανάλυσης λαμβάνουμε τη μήτρα συντελεστών συσχέτισης (Πίνακας V), με τις εννέα μεταβλητές. Βλέπουμε, ότι σε όλες τις περιπτώσεις, πλην λίγων εξαιρέσεων, υψηλές τιμές στους συντελεστές απλής συσχέτισης. Υπάρχουν, λοιπόν, οι ενδείξεις πως οι συσχετίσεις ανάμεσα στις μεταβλητές είναι ικανοποιητικές.

Πίνακας V. *Μήτρα συσχετίσεων των προβλημάτων της πολυθεματικής μεταβλητής (μετά την απομάκρυνση των δύο μεταβλητών).*

Table V. *Correlation matrix of the problems of the multiple-theme variable (after the removal of two variables).*

	A1	A2	A3	A4	A5	A7	A9	A10	A11
A1	1,0000								
A2	0,3537	1,0000							
A3	0,4409	0,5063	1,0000						
A4	0,4102	0,3251	0,4508	1,0000					
A5	0,2503	0,3750	0,4468	0,4274	1,0000				
A7	0,3685	0,2266	0,3435	0,3001	0,3573	1,0000			
A9	0,2262	0,0637	0,1537	0,1618	0,1546	0,2530	1,0000		
A10	0,2547	0,2343	0,2629	0,2856	0,3676	0,3132	0,4274	1,0000	
A11	0,1999	0,2079	0,2854	0,2264	0,2621	0,1914	0,2867	0,3173	1,0000

A1 = Σκουπίδια, A2 = Ηχορύπανση, A3 = Αντιπαθητικές μυρωδιές, A4 = Ρύπανση του νερού, A5 = Ανεξέλεγκτη κίνηση οχημάτων, A7 = Έλλειψη από κιόσκια, πάγκους, παιδική χαρά, τουαλέτες κ.λπ., A9 = Έλλειψη χώρου ενημέρωσης κοινού, A10 = Έλλειψη παροχής πρώτων βοηθειών, A11 = Ανεπιθύμητα έντομα (κουνούπια κ.λπ.)

Ο δείκτης Keiser-Meyer-Olkin έχει τιμή 0,832. Προτείνεται ότι ο δείκτης KMO πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 0,80, εντούτοις τιμές μεγαλύτερες του 0,60 θεωρούνται ανεκτές (Sharma, 1996). Επίσης, όπως ήταν α-

ναμενόμενο, ο έλεγχος σφαιρικότητας του Bartlett απορρίπτει τη μηδενική υπόθεση πως ο πίνακας συσχέτισης είναι μοναδιαίος (τιμή της ελεγχουσυνάρτησης 849,47, βαθμοί ελευθερίας $p(p-1)/2=36$, $p=9$). Ομοίως, οι συντελεστές μερικής συσχέτισης ως εκτιμητές των συσχετίσεων των χαρακτηριστικών παραγόντων είναι χαμηλοί, όπως φαίνεται από το όχι ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό με υψηλές τιμές των αντιαπεικονισμένων συντελεστών της μήτρας συσχετίσεων. Τα παραπάνω φανερώνουν ότι τα δεδομένα μας είναι κατάλληλα για παραγοντική ανάλυση. Πριν όμως προχωρήσουμε στην εφαρμογή της διερευνούμε και αν όλες οι μεταβλητές είναι κατάλληλες για να χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο.

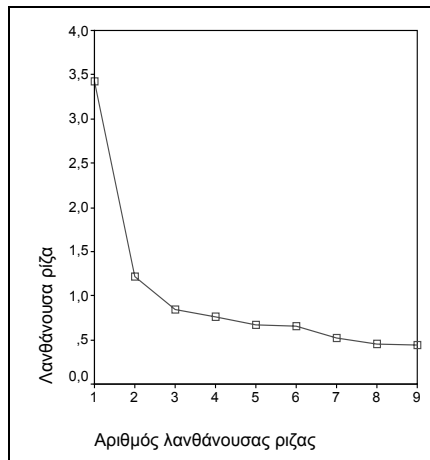
Τα μέτρα καταλληλότητας της δειγματοληψίας (MSA) για τις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται και που εμφανίζονται ως στοιχεία της μήτρας (διαγώνιο) των αντιαπεικονισμένων συντελεστών συσχέτισης, έχουν τιμές υψηλές μέχρι πολύ υψηλές, που υποστηρίζουν την άποψη ότι το υπόδειγμα της παραγοντικής ανάλυσης είναι αποδεκτό. Τέλος οι συντελεστές πολλαπλού προσδιορισμού R^2 κάθε μιας μεταβλητής με τις υπόλοιπες, έχουν σχετικά υψηλές τιμές, από 0,375 έως 0,695. Οι μεταβλητές που αφορούν τα πρόβλημα «έλλειψη κατάλληλων υποδομών» και «ανεπιθύμητα έντομα» φαίνεται να έχει τη μικρότερη σύνδεση με τις άλλες, όμως δεν θεωρήθηκε σκόπιμο η απομάκρυνση της από την ομάδα των μεταβλητών.

Πίνακας VI. Πληροφορίες για τους παράγοντες που εξήχθησαν.

Table VI. Information on the factors extracted.

Παράγοντες	Στατιστικά μέτρα εκκίνησης			Ανάλυση με την εφαρμογή των τριών κύριων συνιστωσών					
				πριν την περιστροφή			μετά την περιστροφή		
	Χαρακτηριστική ρίζα	Ποσοστό επί της διακύμανσης	Αθροιστικά ποσοστά	Χαρακτηριστική ρίζα	Ποσοστό επί της διακύμανσης	Αθροιστικά ποσοστά	Χαρακτηριστική ρίζα	Ποσοστό επί της διακύμανσης	Αθροιστικά ποσοστά
1	3,4272	38,0796	38,0796	3,4272	38,0796	38,0796	2,7517	30,5740	30,5740
2	1,2214	13,5713	51,6509	1,2214	13,5713	51,6509	1,8969	21,0769	51,6509
3	0,8491	9,4349	61,0858						
4	0,7629	8,4764	69,5622						
5	0,6680	7,4227	76,9849						
6	0,6591	7,3231	84,3079						
7	0,5203	5,7815	90,0895						
8	0,4549	5,0542	95,1436						
9	0,4371	4,8564	100,0000						

Στον Πίνακα VI βλέπουμε ότι οι παράγοντες που εξήχθησαν είναι δύο, έχουν χαρακτηριστική ρίζα μεγαλύτερη του 1 και στο Σχήμα 2 παρατηρείται ομαλή μεταβολή της κλίσης. Μάλιστα στη δεύτερη στήλη φαίνεται το ποσοστό της διακύμανσης που οφείλεται σε κάθε παράγοντα, ενώ η τρίτη στήλη δείχνει το ποσοστό της διακύμανσης που οφείλεται σε κάθε παράγοντα μετά από περιστροφή.



Σχήμα 2. Σχηματική απεικόνιση των χαρακτηριστικών ριζών (έλεγχος ομαλής μεταβολής κλίσης).

Figure 2. Schematic representation of typical roots (smooth incline change control).

Ο Πίνακας VII φανερώνει τα φορτία, τα οποία είναι οι μερικοί συντελεστές συσχέτισης των εννέα μεταβλητών με καθένα από τους δύο παράγοντες που έχουν προκύψει από την ανάλυση. Όσο μεγαλύτερο είναι το φορτίο μιας μεταβλητής σε ένα παράγοντα, τόσο περισσότερο ο παράγοντας αυτός ευθύνεται για τη συνολική διακύμανση των βαθμών στη μεταβλητή που θεωρούμε.

Οι μεταβλητές που «ανήκουν» σε κάθε παράγοντα είναι εκείνες για τις οποίες το φορτίο (στήλες 1, 2) είναι μεγαλύτερο (από την τιμή 0,5) στο παράγοντα αυτό. Στον πρώτο παράγοντα ανήκουν οι μεταβλητές «σκουπίδια», «ηχορύπανση», «αντιπαθητικές μυρωδιές» και «ανεξέλεγκτη κίνηση οχημάτων». Μπορούμε να τον ονομάσουμε παράγοντα που αναφέρεται στην έλλειψη οργάνωσης στο χώρο αναψυχής. Ενώ στο δεύτερο παράγοντα ανήκουν οι μεταβλητές «έλλειψη χώρου ενημέρωσης κοινού», «έλλειψη παρο-

χής πρώτων βοθηθιών» και «ανεπιθύμητα έντομα (κουνούπια)». Μπορούμε να τον ονομάσουμε παράγοντα που αναφέρεται στις ελλείψεις του χώρου αναψυχής. Μάλιστα τα έντομα (κουνούπια) σαν πρόβλημα ανήκει σ' αυτήν την ομάδα, ενδεχομένως δεν θα ήταν λάθος να το δούμε ως έλλειψη προστασίας από τα έντομα και να ονομάσουμε τον παράγοντα αυτό ως ελλείψεις σε υποδομές ασφάλειας.

Πίνακας VII. Πίνακας με τις επιβαρύνσεις των παραγόντων, πριν και μετά την περιστροφή.

Table VII. Table of factor burdens, before and after rotation.

Μεταβλητή	Επιβαρύνσεις των παραγόντων			
	πριν την περιστροφή		μετά την περιστροφή	
	1	2	1	2
Σκουπίδια	0,644	-0,150	0,620	0,231
Ηχορύπανση	0,612	-0,417	0,740	-0,009
Ανπιπαθητικές μυρωδιές	0,730	-0,329	0,793	0,132
Ρύπανση του νερού	0,670	-0,217	0,678	0,190
Ανεξέλεγκτη κίνηση οχημάτων	0,678	-0,131	0,638	0,266
Έλλειψη από κιάσκια, παιδική χαρά κ.π.	0,606	0,085	0,458	0,406
Έλλειψη χώρου ενημέρωσης κοινού	0,441	0,708	-0,024	0,834
Έλλειψη παροχής πρώτων βοθηθιών	0,610	0,476	0,245	0,734
Ανεπιθύμητα έντομα (κουνούπια κ.λπ.)	0,507	0,343	0,232	0,566

Η μεταβλητή έλλειψη από κιάσκια, πάγκους, παιδική χαρά, τουαλέτες κ.λπ. αν και έχει μεγάλο φορτίο και στους δύο παράγοντες, αυτό είναι κάτω από 0,5 και γι' αυτό θεωρούμε ότι δεν περιέχεται σε κάποιον από αυτούς. Δεν θα ήταν όμως λάθος να αναφέρουμε ότι οι υποδομές αυτές σχετίζονται και με την οργάνωση, αλλά και με την ασφάλεια του χώρου.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Οι μαθητές θεωρούν ότι υπάρχουν αρκετά προβλήματα στον παραποτάμιο χώρο του ποταμού Άρδα. Τα προβλήματα αυτά κατά σειρά σπουδαιότητας είναι τα ενοχλητικά έντομα (κουνούπια, μέλισσες κ.λπ.), η έλλειψη παροχής πρώτων βοθηθιών, η ρύπανση του νερού, οι ελλείψεις σε υποδομές όπως κιάσκια, πάγκοι, τουαλέτες κ.λπ. και η ανεξέλεγκτη κίνηση των οχημάτων. Μικρότερης σημασίας προβλήματα αποτελούν η ύπαρξη σκουπιδιών, ο μεγάλος αριθμός των επισκεπτών, η έλλειψη χώρου ενημέρωσης

του κοινού, οι αντιπαθητικές μυρωδιές, η ηχορύπανση και η έλλειψη δέντρων για σκίαση. Η αξιολόγηση των μαθητών φανερώνει ότι γι' αυτούς ο χώρος αναψυχής του Άρδα έχει πολλές ελλείψεις σε υποδομές, αλλά και στην οργάνωση του.

Αυτό γίνεται φανερό και από την ανοιχτή ερώτηση όπου οι μαθητές ζητούν διαμόρφωση χώρων για αθλητικές δραστηριότητες που δεν περιορίζονται μόνο στις όχθες του ποταμού αλλά και μέσα στο ποτάμι. Μάλιστα κάποιοι μαθητές ζητούν υποδομές που θα αναβαθμίσουν στην αισθητική αξία της περιοχής π.χ. γέφυρα που θα ενώνει τις δύο όχθες, καθώς και υποδομές που θα βελτιώσουν την αίσθηση της ασφάλειας π.χ. κατασκευή φράκτη στην μεριά του ποταμού.

Τα παιδιά φαίνεται πως είναι περισσότερο αυστηρά από τους επισκέπτες της περιοχής. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στο ότι οι απαντήσεις τους δεν περιείχαν κάποια μορφή σκοπιμότητας και το γεγονός ότι τα ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν στο σχολείο τους επομένως δεν βρίσκονταν κάτω από κάποιας μορφής συναισθηματική φόρτιση (χαρά, ευχαρίστηση κ.λπ.) που θα οδηγούσε στην θετικότερη αξιολόγηση της περιοχής.

Από τη χρησιμοποίηση της ανάλυσης αξιοπιστίας και της παραγοντικής ανάλυσης, μέσω της οποίας εξήχθησαν δύο παράγοντες δηλαδή, οι ελλείψεις σε οργάνωση και οι ελλείψεις σε υποδομές ασφάλειας του χώρου αναψυχής, γίνεται φανερό ότι οι μαθητές χαρακτηρίζονται από συνέπεια στην αξιολόγηση του χώρου. Αποτελεί ευχάριστη έκπληξη, παιδιά αυτής της ηλικίας να εμφανίζονται ώριμα και ικανά στην αξιολόγηση των υποδομών και της οργάνωσης μιας περιοχής.

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας μπορούν να φανούν χρήσιμα για άσκηση στη Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στους υγροτόπους και ειδικότερα στο ποτάμι του Άρδα. Η επιλογή θεμάτων που σχετίζονται με προβλήματα που οι μαθητές θεωρούν ως σημαντικότερα, θα κέντριζε περισσότερο το ενδιαφέρον τους και ενδεχομένως τη συμμετοχή τους. Θέματα θα μπορούσαν να αποτελέσουν: τα έντομα, οι πρώτες βοήθειες, η ρύπανση του νερού κ.λπ.

Εντούτοις θα αποτελούσε πρόκληση να ζητήσουμε από τους μαθητές να εκπονήσουν μελέτη για την οργάνωση του χώρου αναψυχής του Άρδα, δηλαδή να προτείνουν τις αναγκαίες υποδομές και να τις τοποθετήσουν στο χώρο (σε σχέδιο, κάτοψη και προοπτική) αιτιολογώντας το, γιατί αυτές τις συγκεκριμένες, καθώς και γιατί τις τοποθετούν στο συγκεκριμένο σημείο, τους κανόνες και τον τρόπο λειτουργίας του, τις ενέργειες που είναι αναγκαίες για την διατήρηση και την συντήρηση του και τέλος να παρουσιάσουν και να υποστηρίξουν τις ιδέες τους στους αρμόδιους. Τα παραπάνω

μπορούν να πραγματοποιηθούν και σε άλλους χώρους πιο προσβάσιμους για τα παιδιά, όπως η αυλή του σχολείου τους, το διπλανό πάρκο, τον προτεινόμενο ποδηλατόδρομο κ.λπ.

Βιβλιογραφία

- Cattell, R.B. 1978. *The Scientific Use of Factor Analysis in Behavioral and Life Sciences*. Plenum Press, New York.
- Douglass, R.W. 2000. *Forest Recreation*. Fifth Edition. Waveland Press, Inc.
- Ελευθεριάδης, Ν. 2003. *Δασική Αναψυχή και Περιήγηση (Τουρισμός)*, Διδακτικό Βοήθημα. Εκδόσεις Χάρις Ε.Π.Ε., Θεσσαλονίκη.
- Field, A. 2005. *Discovering Statistics Using SPSS*. Second edition. SAGE Publications.
- Harman, H.H. 1976. *Modern Factor Analysis*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Howitt, D. and D. Gramer. 2003. *Στατιστική με το SPSS 11 για Windows*. Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.
- Καλαϊτζίδης, Δ. και Κ. Ουζούνης. 1999. *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Θεωρία και Πράξη*. Ξάνθη.
- Καρανικόλα, Π. και Σ. Ταμπάκης. 2006. Αξιολόγηση προβλημάτων από τους επισκέπτες στον παραποτάμιο χώρο αναψυχής του Άρδα. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*. Σειρά VI – Τόμος 17 – Τεύχος 2, σελ. 17 -28.
- Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας. 1995. *Ελληνικοί Υγρότοποι*. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων. Εμπορική Τράπεζα της Ελλάδας, Αθήνα.
- Ντζούφρας, Ι. και Δ. Καρλής. 2001. *Στοιχεία Πολυμεταβλητής Ανάλυσης Δεδομένων. Σημειώσεις για το μάθημα Ανάλυση Δεδομένων Ι*. Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Sharma, S. 1996. *Applied Multivariate Techniques*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Σιάρδος, Γ.Κ. 1999. *Μέθοδοι Πολυμεταβλητής Στατιστικής Ανάλυσης. Μέρος Πρώτο «Διερεύνηση σχέσεων μεταξύ μεταβλητών»*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Σφακιανάκης, Μ. 2000. Εναλλακτικές Μορφές Τουρισμού. Εκδόσεις «Ελλην», Αθήνα.
- Φίλιας, Β., Π. Παππάς, Μ. Αντωνοπούλου, Ο. Ζαρνάρη, Ι. Μαγγανάρα, Μ.

- Μεϊμάρης, Η. Νικολακόπουλος, Ε. Παπαχρήστου, Ι. Περαντζάκη, Ε. Σαμψών και Ε. Ψυχογιός. 2000. *Εισαγωγή στη Μεθοδολογία και τις Τεχνικές των Κοινωνικών Ερευνών*. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.
- Φράγκος, Χ.Κ. 2004. *Μεθοδολογία Έρευνας Αγοράς και Ανάλυση Δεδομένων με χρήση του Στατιστικού Πακέτου SPSS FOR WINDOWS*. Εκδόσεις "Interbooks", Αθήνα.
- Χατζηστάθης, Α. και Ι. Ισπικούδης. 1995. *Προστασία της Φύσης και Αρχιτεκτονική του Τοπίου*. Β' Έκδοση. Εκδόσεις Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Assessing problems in the surrounding area of river Ardas: The views of elementary school pupils

S. Tampakis, E. Manolas, S. Gaintatzis and S. Mavridou-Mavroudi

Abstract

The aim of this paper is to assess problems of the surrounding area of river Ardas when used for recreation purposes. The paper concentrates on the views of elementary school pupils studying in schools located in the area around the river. The research was carried out in November 2008 through the use of a self-management questionnaire. The questionnaire was completed by 442 pupils. According to the pupils the most important problems in order of importance are: annoying insects such as mosquitoes or bees, absence of first aid, water pollution, absence of facilities such as kiosks, seats or toilets and uncontrolled movement of vehicles. According to the pupils less important problems are the following: existence of garbage, large number of visitors, absence of information points for the public, existence of various unwanted odors, sound pollution, and absence of trees for shade. The research showed that the pupils are mature enough for such assessments. In order to improve the area the pupils suggest the creation of areas for athletic activities both around and inside the river. Indeed, some pupils recommend constructions which will upgrade the aesthetic value of the area, e.g. a bridge which will unite the two banks as well as constructions which will reinforce safety, e.g. construction of fences.

Keywords: Elementary school pupils, river Ardas, recreation, assessment of problems.

Απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στη Βόρεια Ελλάδα

Δ. Δ. Ζωγράφου

**Εκπαιδευτικός, Παιδαγωγικό Τμήμα, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
E-mail: depzografou@windowslive.com**

Περίληψη

Η έρευνα αυτή αναφέρεται στους εκπαιδευτικούς που διδάσκουν Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Π.Ε.) στα Γυμνάσια και Λύκεια των νομών Σερρών, Δράμας και Καβάλας. Για τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της προσωπικής συνέντευξης. Η συλλογή των στοιχείων πραγματοποιήθηκε κατά το διάστημα Μαρτίου – Απριλίου του 2002, με τη συμπλήρωση ειδικά διαμορφωμένων ερωτηματολογίων (N=1055). Στους τρεις (3) νομούς δήλωσαν ότι ασχολούνται με τη διδασκαλία της Π.Ε, 148 εκπαιδευτικοί (14,0%). Βασικός σκοπός της έρευνας αυτής είναι η συγκέντρωση πληροφοριών σχετικά με τις απόψεις των εκπαιδευτικών για θέματα που αφορούν την διδασκαλία της Π.Ε, όπως: η διάρκεια του προγράμματος, τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή του θέματος, ποια προγράμματα επιλέγουν και ποιους τρόπους εφαρμόζουν για διδασκαλία (τρόποι υλοποίησης), τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν και τη συμβολή της Διοίκησης στην υλοποίηση των προγραμμάτων της Π.Ε. Επίσης, γίνεται και συγκριτική διερεύνηση των παραπάνω μεταβλητών μεταξύ των τριών νομών.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τρόποι διδασκαλίας, διάρκεια προγραμμάτων.

Εισαγωγή

Η διδασκαλία της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε) έχει καθιερωθεί στα σχολικά προγράμματα από το 1992. Η Π.Ε αναπτύσσεται μέσα στα πλαίσια του επίσημου εκπαιδευτικού συστήματος, από το νηπιαγωγείο έως την τριτοβάθμια εκπαίδευση, με κατάλληλα προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Κοινά γνωρίσματα του μαθητή είναι η ηλικία, το επίπεδο εκπαίδευσης και η υποχρεωτική παρακολούθηση. Στη διαδικασία αυτή ο μαθητής εντάσσεται χωρίς δική του πρωτοβουλία, διότι η Π.Ε. ενσωματώνεται στο γενικότερο εκπαιδευτικό πρόγραμμα που πρέπει υποχρεωτικά να παρα-

κολουθήσει. Η μορφή, το είδος και η ποιότητα της περιβαλλοντικής γνώσης που μεταδίδεται βρίσκεται αποκλειστικά κάτω από τον έλεγχο και την κρίση του διδάσκοντα ή του εκπαιδευτικού ιδρύματος ή γενικότερα του Υπουργείου Παιδείας. Η Π.Ε έχει καθορισμένους εκπαιδευτικούς στόχους και οι μαθητές καλούνται, μέσα από τις ήδη θεσμοθετημένες διαδικασίες και μέσα από το επίσημο εκπαιδευτικό σύστημα, να αφομοιώσουν τους συγκεκριμένους στόχους.

Η επιτυχία των στόχων της Π.Ε. εξαρτάται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από την ποιότητα του διδάσκοντα. Είναι το πρόσωπο που αναλαμβάνει να υλοποιήσει τη διαδικασία της Π.Ε, συνεπώς, ως περιβαλλοντικός εκπαιδευτής μπορεί να θεωρηθεί και ο δημοσιογράφος, ο ξεναγός ή ο ειδικός που ενημερώνει επισκέπτες σε μουσεία, πάρκα, περιοχές φυσικού κάλλους, καταφύγια άγριων ζώων κ.τ.λ. (Jurin et al. 2000).

Στις διασκέψεις για την Π.Ε., διατυπώθηκε η άποψη ότι είναι εξίσου σημαντικό να εκπαιδεύονται και οι διδάσκοντες. Η εκπαίδευση αυτή πρέπει να προσανατολίζεται στη πλήρη και σε βάθος κατανόηση από τους περιβαλλοντικούς εκπαιδευτές, των σκοπών, των στόχων, των χαρακτηριστικών και των μηνυμάτων της Π.Ε. Οι περιβαλλοντικοί εκπαιδευτές πρέπει να έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά (NAAEE, 1999): 1) να γνωρίζουν τι σημαίνει Π.Ε. (βασικά χαρακτηριστικά, στόχοι, εφαρμογή, εξέλιξη), 2) να έχουν το απαιτούμενο γνωστικό υπόβαθρο (περιβαλλοντικά συστήματα και διεργασίες) και να ενημερώνονται τακτικά σχετικά με τις εξελίξεις στον τομέα, 3) να χαρακτηρίζονται από υπευθυνότητα απέναντι στο καθήκον που αναλαμβάνουν, 4) να είναι ικανοί να αξιοποιούν πληροφορίες και τεχνολογία, έχοντας παράλληλα την δυνατότητα σχεδιασμού του προγράμματος εκπαίδευσης και 5) να μπορούν να διδάσκουν δεξιότητες και να παρέχουν τα απαραίτητα εφόδια για την λύση προβλημάτων, έχοντας την ικανότητα διεπιστημονικής διδασκαλίας.

Η σύνδεση περιβάλλοντος και εκπαίδευσης στο ελληνικό σχολείο γινόταν μέσω του μαθήματος της Πατριδογνωσίας, που καθιερώθηκε με Νόμο επίσημα για πρώτη φορά στα προγράμματα του δημοτικού σχολείου το 1913. Το μάθημα αυτό που διδάχθηκε επί 70 χρόνια, είχε ως αντικείμενο μελέτης *«το άμεσο γεωφυσικό και κοινωνικό περιβάλλον του παιδιού, την ιστορία, τα ήθη και τα έθιμα, τη φύση, τη θρησκευτική την εθνική και την οικονομική ζωή και το λαϊκό πολιτισμό»* (Χριστιάς, 1996). Στην πράξη όμως, το περιεχόμενο του μαθήματος ήταν περιγραφικό και στατικό και προωθούσε έναν στείρο εγκυκλοπαιδισμό και όχι τη δυνατότητα οργάνωσης της εμπειρίας του παιδιού σε σχήματα σκέψης (Παπαδημητρίου, 1998).

Στην Ελλάδα, οι εκπαιδευτικοί, που συμμετέχουν σε προγράμματα Π.Ε., αποτελούν το 2,5-10% του συνόλου των εκπαιδευτικών (Γεωργόπουλος 1988, Περδίκης 1994). Στο δημοτικό σχολείο η Π.Ε. υλοποιείται μέσω προγραμμάτων που γίνονται εθελοντικά, ενώ στη δευτεροβάθμια, εκτός ωραρίου λειτουργίας του σχολείου. Μέσα στα πλαίσια της υποστήριξης που παρέχει το Υπουργείο δόθηκαν κάποια κίνητρα στους εκπαιδευτικούς, (μείωση του ωραρίου), χωρίς όμως να δημιουργηθεί και ο ανάλογος χώρος μέσα στο ωρολόγιο πρόγραμμα του σχολείου. Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αποτελούσε τα πρώτα χρόνια κίνητρο για την εμπλοκή των εκπαιδευτικών στην Π.Ε. (Παπαδημητρίου, 1995).

Ο Αθανασάκης, (1996), αναφέρει ότι, η μέχρι τώρα σχεδίαση, οργάνωση και εφαρμογή εκπαιδευτικών-περιβαλλοντικών προγραμμάτων στον τόπο μας, αποκάλυψε ορισμένες δυσκολίες που αναδύονται από τη *μεθοδολογική ιδιαιτερότητα* της Περιβαλλοντικής Αγωγής, αλλά και από την όλη λειτουργία της στο σχολικό σύστημα. Αυτές οι δυσκολίες αφορούν: **α)** τη διάρθρωση του περιεχομένου του προγράμματος, που πρέπει να εξετάζει όλες τις μορφές και τις διαστάσεις, οι οποίες εμπλέκονται στη διερεύνηση του περιβαλλοντικού ζητήματος ή προβλήματος, **β)** τη διαμόρφωση ενός ευέλικτου, αλλά σαφούς μεθοδολογικού πλαισίου ανάπτυξης του, **γ)** τον καθορισμό της αξιολογικής διαδικασίας, λειτουργίας και πορείας του προγράμματος, **δ)** την παραγωγή, κατανομή και χρήση του εποπτικού και πειραματικού διδακτικού υλικού για τη διευκόλυνση μαθητών και δασκάλων, **ε)** την αναζήτηση οικονομικών πόρων που θα στηρίζουν μεθοδολογικά το πρόγραμμα, χωρίς να επηρεάζουν την ιδεολογική του προβληματική, **στ)** τον τρόπο συμμετοχής (συνεισφοράς) των κοινωνικών, οικονομικών, περιβαλλοντικών και πολιτισμικών φορέων (πηγών) πληροφόρησης, κατά την εφαρμογή του προγράμματος, **ζ)** τη στάση των διοικητικών και εκπαιδευτικών στελεχών της εκπαίδευσης απέναντι στις επιδιώξεις και μεθοδεύσεις των προγραμμάτων Π.Α.

Σε διεθνές επίπεδο, οι πιο σημαντικές έρευνες σχετικά με την εφαρμογή της ΠΕ πραγματοποιήθηκαν από τους Hausbeck et al. (1992) στις ΗΠΑ, Szagun and Mesenholl (1993) στη Δ. Γερμανία, Zverev (1984) στην πρώην Σοβιετική Ένωση και Williams and McCrorie (1990) στην Ιρλανδία. Ακόμη οι Alvarez et al. (2002) στην Ισπανία, πραγματοποίησαν έρευνα σχετικά με το επίπεδο γνώσεων και τις στάσεις των μαθητών απέναντι σε περιβαλλοντικά θέματα. Με τη διερεύνηση των γνώσεων, στάσεων και συμπεριφορών των μαθητών σχετικά με το περιβάλλον, ασχολήθηκαν οι Hines et al.

(1986), και Leeming et al. (1993 and 1997).

Στην Ελλάδα, ελάχιστοι ερευνητές ασχολήθηκαν με τα χαρακτηριστικά της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Ο Γούπος (2001), πραγματοποίησε έρευνα σε εκπαιδευτικούς όλων των βαθμίδων, προκειμένου να αξιολογήσει και να αναλύσει τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν κατά την εφαρμογή προγραμμάτων ΠΕ καθώς και να προσδιορίσει τη σχέση των δυσκολιών με κοινωνικοδημογραφικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών. Ο Ρακιντζής (1997) διερεύνησε τις γνώσεις και τις στάσεις των καθηγητών της Μέσης εκπαίδευσης, που υπηρετούν στα γυμνάσια του Νομού Ημαθίας. Η Ντούβλη (1997) μελέτησε τις γνώσεις στάσεις και απόψεις των μαθητών της Α΄ Λυκείου Θεσσαλονίκης. Ο Αίβαζίδης (1998) ασχολήθηκε με τις στάσεις των φοιτητών του Α.Π.Θ. σχετικά με την Π.Ε. Ο Καλαϊτζίδης (1999) ασχολήθηκε με τη Σχολική Γεωγραφία και την Π.Ε. στα Σχολεία. Ο Τσαχαλίδης κ.ά. (2002), Τσαχαλίδης κ.ά. (2003), Τσαχαλίδης κ.ά. (2006α), Τσαχαλίδης κ.ά. (2006β) και Tsachalidis et al. (2006γ), μελέτησαν τις γνώσεις και στάσεις των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Την τελευταία δεκαετία η Π.Ε. καλείται να συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος λαμβάνοντας υπόψη την οικονομική αρχή της αειφορικής ανάπτυξης (sustainable development), δηλαδή μία ανάπτυξη που θα σέβεται το περιβάλλον. Ο ρόλος της εκπαίδευσης και ειδικότερα της Π.Ε. προς αυτή την κατεύθυνση θεωρείται κλειδί. Με βάση αυτή επιδιώκεται να βρεθούν τρόποι συνειδητοποίησης, ευαισθητοποίησης, περιβαλλοντικές στάσεις συμμετοχής και δράσης νέων ανθρώπων υπέρ του κοινού στόχου, της αειφορίας, επιδρώντας θετικά στην επίλυση πολλών συσχετιζόμενων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Η νέα αυτή πρόκληση για την Π.Ε., προϋποθέτει νέα ώθηση και στρατηγική και νέο προσανατολισμό.

Για να έχουν επιτυχία οι στόχοι της Π.Ε. και δια μέσου αυτής η αειφόρος ανάπτυξη θα πρέπει το εκπαιδευτικό προσωπικό που θα ασχοληθεί με την εφαρμογή της να έχει το ανάλογο ειδικό επιστημονικό υπόβαθρο και να διαθέτει την ανάλογη υλικοτεχνική υποδομή, για να εμπεδώσουν οι διδασκόμενοι κατά τον καλλίτερο δυνατό τρόπο την φιλοσοφία και το σκοπό της Π.Ε.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η παρούσα εργασία ερευνά τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματική διδασκαλία της ΠΕ στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Ειδικότερα ερευνάται, η διάρκεια του προγράμματος, οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή του θέματος, το είδος του θέματος και οι τρόποι διδασκαλίας. Επίσης ερευνώνται τα προβλήματα της εφαρμο-

γής στην πράξη της ΠΕ και η συμβολή της Νομαρχιακής Εκπαιδευτικής Διοίκησης στην επιτυχή υλοποίηση της ΠΕ.

Μεθοδολογία

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στο προσωπικό της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που διδάσκουν ή έχουν διδάξει Π.Ε. στα πλαίσια του εκπαιδευτικού προγράμματος. Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της προσωπικής συνέντευξης Η συγκέντρωση των στοιχείων πραγματοποιήθηκε στο διάστημα Μαρτίου - Απριλίου του έτους 2002, στους νομούς Σερρών, Δράμας και Καβάλας, με τη συμπλήρωση κατάλληλα διαμορφωμένων ερωτηματολογίων. Για την εκτίμηση του μεγέθους του δείγματος πραγματοποιήθηκε προδειγματοληψία σε κάθε νομό. Στην έρευνα συμμετείχαν 1055 εκπαιδευτικοί, από τους οποίους με Π.Ε. ασχολούνται 148. Για την συγκέντρωση του δείγματος χρησιμοποιήθηκε η απλή τυχαία δειγματοληψία (Μάτης 1988, Χαρίσης και Κιόχος 1997, και Black and Champion 1976).

Οι ερωτήσεις ήταν όλες κλειστού τύπου. Οι αναλύσεις των στοιχείων έγιναν κατά νομό. Για την ανάλυση των μεταβλητών που αναφέρονται στην διάρκεια των προγραμμάτων, τα μέσα διδασκαλίας, τα θέματα διδασκαλίας και την συμβολή της Νομαρχιακής Εκπαιδευτικής Διοίκησης, χρησιμοποιήθηκε η περιγραφική στατιστική, ενώ για την ιεράρχηση της μεταβλητής που αναφέρεται στα προβλήματα εφαρμογής της ΠΕ, χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος του Friedman.

Αποτελέσματα

Σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή του θέματος, που θα διδάξει ο εκπαιδευτικός διαπιστώνεται ότι, σημαντικό ρόλο παίζει η επιθυμία των μαθητών και η επικαιρότητα. Ειδικότερα, οι εκπαιδευτικοί του νομού Καβάλας επιλέγουν το προς ανάπτυξη θέμα κυρίως με βάση την επιθυμία των μαθητών (27,6) και ακολουθεί το προσωπικό ενδιαφέρον (26,7) του διδάσκοντα. Στο νομό Σερρών σημαντικό ρόλο παίζει η επιθυμία των μαθητών (30,4) και ακολουθεί επικαιρότητα (23,7), ενώ στο νομό Δράμας το θέμα επιλέγεται κυρίως με βάση την επικαιρότητα (27,9) και ακολουθεί επιθυμία των μαθητών (26,2). Χαρακτηριστικό είναι ότι το εποπτικό υλικό και η βιβλιογραφία επηρεάζουν ελάχιστα την απόφαση του διδάσκοντα για την επιλογή του θέματος (πίνακας Ι).

Πίνακας I. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή του θέματος.
Table I. Factors affecting the selection of topics/ issues.

Επιλογή θέματος Π.Ε με βάση: (Selection of topics E.E, based on:)	Νομός (prefecture)		
	Δράμα (Drama)	Σέρρες (Serres)	Καβάλα (Kavala)
• η επικαιρότητα (timely issues)	27,9	23,7	17,1
• η επιθυμία των μαθητών (willingness of students)	26,2	30,4	27,6
• το προσωπικό ενδιαφέρον (personal interest)	11,5	19,1	26,7
• η δυνατότητα συνεργασίας με φορείς (ability to cooperate with relative cariers)	19,7	15,2	15,2
• η διαθέσιμη βιβλιογραφία (available reference)	8,2	5,8	10,5
• το διαθέσιμο εποπτικό υλικό (available audiovisual material)	6,5	5,8	2,9

Από τα στοιχεία του πίνακα II, διαπιστώνεται μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ των τριών νομών όσον αφορά τη διάρκεια του προγράμματος που επιλέγουν οι εκπαιδευτικοί για να διδάξουν Π.Ε. Οι εκπαιδευτικοί του νομού Δράμας κυρίως επιλέγουν τα ολιγοήμερα και λιγότερο τα μακροχρόνια προγράμματα. Στους άλλους δύο νομούς κυρίως προτιμούν τα μακροχρόνια και πολύ λίγο τα ολιγοήμερα και μονοήμερα προγράμματα. Επίσης διαπιστώνεται ότι και στους τρεις νομούς οι εκπαιδευτικοί έχουν μικρή προτίμηση των μονοήμερων προγραμμάτων.

Πίνακας II. Διάρκεια του προγράμματος.
Table II. Duration of project.

Διάρκεια προγράμματος (duration of project)	Νομός (prefecture)		
	Δράμα (Drama)	Σέρρες (Serres)	Καβάλα (Kavala)
• Μονοήμερο (one-day)	0,0	20,6	22,7
• Ολιγοήμερο (two-days)	56,5	30,9	20,5
• Μακροχρόνιο (long term)	43,5	48,5	56,8

Όσο αφορά τα θέματα που προτιμούν να διδάξουν οι εκπαιδευτικοί, διαπιστώνεται ότι όλα τα θέματα παρουσιάζουν περίπου το ίδιο ενδιαφέρον. Παρατηρείται μικρή διαφοροποίηση μεταξύ των θεμάτων, αλλά και μεταξύ των τριών νομών. Στους νομούς Δράμας και Καβάλας οι εκπαιδευτικοί προτιμούν κυρίως τα κοινωνικά (23,2) και (28,4) αντίστοιχα, ενώ στις Σέρρες προτιμούν τα θέματα που έχουν σχέση με τα φυτά (23,3). Τα υπόλοιπα θέματα, συμμετέχουν στην Περιβαλλοντική δραστηριότητα με μικρότερα ποσοστά (πίνακας III).

Πίνακας III. Θέματα για διδασκαλία Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.
Table III. Topics for teaching Environmental Education (E.E).

Θέμα διδασκαλίας Π,Ε (topic for teaching of E.E.)	Νομός (prefecture)		
	Δράμα (Drama)	Σέρρες (Serres)	Καβάλα (Kavala)
• Ζώων (animals)	19,6	19,9	14,9
• Φυτών (plants)	17,9	23,3	16,4
• Πολιτιστικά (cultural)	16,1	20,5	16,4
• Γεωμορφολογικά (geomorphology)	19,6	18,5	16,4
• Κοινωνικά (social)	23,2	15,8	28,4
• Άλλο (other)	3,6	2,0	7,5

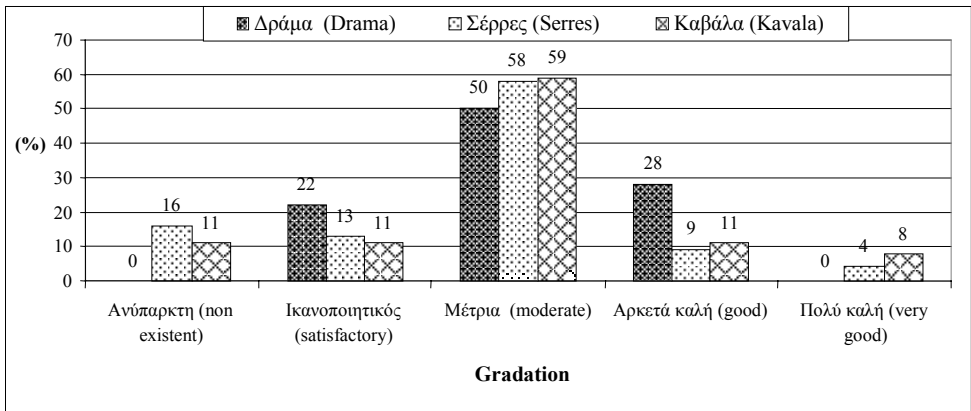
Η πλειονότητα των εκπαιδευτικών, (40,0 – 46,8%) και στους τρεις νομούς, προτιμούν για την ανάπτυξη του θέματος, την επίσκεψη στο πεδίο, διότι είναι περισσότερο βιωματική. Επίσης, στη Δράμα σε σχέση με τους άλλους δύο νομούς, χρησιμοποιούν σε μεγάλα ποσοστά και τα οπτικοακουστικά μέσα, ενώ στους άλλους δύο νομούς σε μεγάλο ποσοστό, προσκαλούν ειδικούς για να πραγματοποιήσουν διάφορες διαλέξεις στα πλαίσια του μαθήματος (πίνακας IV).

Πίνακας IV. Προσεγγίσεις διδασκαλίας Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.
Table IV. Teaching approach Environmental Education (E.E).

Προσεγγίσεις διδασκαλίας Π,Ε (teaching approach E.E.)	Νομός (prefecture)		
	Δράμα (Drama)	Σέρρες (Serres)	Καβάλα (Kavala)
• μέθοδος Project (project)	13,3	17,8	19,4
• χρήση οπτικοακουστικών μέσων (use audiovisual meanw)	28,9	20,2	6,4

• μελέτη (επίσκεψη) στο πεδίο (<i>study/visi in field</i>)	40,0	40,3	46,8
• ανάπτυξη θέματος από ειδικούς (<i>lectures from specialist</i>)	17,8	21,7	27,4

Η συμβολή της Νομαρχιακής Εκπαιδευτικής Διοίκησης στην επιτυχία της υλοποίησης της Π.Ε. στους τρεις (3) νομούς, διαπιστώνεται σε γενικές γραμμές ότι είναι μέτρια έως ικανοποιητική. Περισσότερο ικανοποιημένοι φαίνεται να είναι οι εκπαιδευτικοί του νομού Δράμας, αφού κανένας δεν θεωρεί τη συμβολή της Νομαρχιακής Διοίκησης ανύπαρκτη.



Σχήμα 1. Συμβολή της Νομαρχιακής υπηρεσίας εκπαίδευσης στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση.

Figure 1. Contribution of education prefecture department for Environmental Education.

Χαρακτηριστική επίσης, είναι η διαπίστωση ότι, το 16% και 11% των εκπαιδευτικών στους νομούς Σερρών και Καβάλας αντίστοιχα θεωρούν την συμβολή της Νομαρχιακής Διοίκησης στην Π.Ε. ανύπαρκτη και μέτρια σε μεγάλα ποσοστά 58% και 59% αντίστοιχα, (σχήμα, 1)

Όσο αφορά τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο εκπαιδευτικός Στο νομό Δράμας, με βάση το test Friedman (αξιολόγηση των απαντήσεων), διαπιστώνεται ότι, το κυριότερο πρόβλημα για την διδασκαλία της Π.Ε., θεωρείται η έλλειψη του κατάλληλου εποπτικού υλικού και ακολουθεί οι προσωπικές αδυναμίες (η έλλειψη χρόνου, ενημέρωση κλπ). Στο νομό Σερρών η αδιαφορία των μαθητών και ακολουθεί η συνεργασία με διάφορους φο-

ρείς και στο νομό Καβάλας οι προσωπικές αδυναμίες του διδάσκοντα και ακολουθεί η έλλειψη κατάλληλου εποπτικού υλικού (πίνακας V).

Πίνακας V. Προβλήματα εφαρμογής της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.
Table V. Problems for the application of Environmental Education (E.E.).

Προβλήματα (problems)	Ανά νομό (per prefecture)		
	Δράμα (Drama)	Σέρρες (Serres)	Καβάλα (Kavala)
• Έλλειψη κατάλληλου εποπτικού υλικού (lack of adequate audiovisual material)	4,69	4,38	4,76
• Συνεργασία με διάφορους φορείς (cooperation with various bodies)	4,48	4,65	4,15
• Προσωπικές αδυναμίες (χρόνος, γνώσεις). (personal weakness)	4,52	4,33	4,82
• Αδιαφορία μαθητών (indifference of students)	4,33	4,83	4,56
• Δυσκολίες σχεδιασμού θέματος (difficulties to project planning)	3,83	3,75	3,63
• Υπάρχοντες κίνδυνοι (existing risk)	3,06	3,39	3,39
• Άλλος λόγος (other)	3,08	2,67	2,70
	$X^2=20,624$, B.E.(D.F.) =6	$X^2=74,039$, B.E.(D.F.) =6	$X^2=51,698$, B.E.(D.F.)=6
	Asymp. Sig.= 0,002	Asymp. Sig.= 0,000	Asymp. Sig.= 0,000

Συζήτηση

Σύμφωνα με τον Ράπτη (2000), ένα σημαντικό κομμάτι της Π.Ε. είναι η θεματολογία της. Ως προς τη θεματολογία υπάρχουν διάφοροι προβληματισμοί και προσεγγίσεις, οι οποίες όμως μπορούν να καταχτούν σε δύο βασικές κατηγορίες. Τα θέματα της Π.Ε. μπορεί να αφορούν είτε το περιβάλλον γενικά είτε κάποιο περιβαλλοντικό ζήτημα. Στην πρώτη περίπτωση, στην ουσία δεν υπάρχουν όρια στη θεματολογία της αφού στην έννοια του περιβάλλοντος συμπεριλαμβάνονται θέματα που έχουν σχέση με την πολιτική, οικονομική, κοινωνική και πολιτισμική ζωή. Στη δεύτερη περίπτωση, αντικείμενο της Π.Ε. είναι οι πιέσεις που ασκεί η ανθρώπινη δραστηριότητα στο φυσικό περιβάλλον. Ο Παπαδημητρίου (1998) αναφέρει ότι η Π.Ε. πρέπει να διαπερνά όλα τα μαθήματα του προγράμματος. Στην πράξη περιορίζεται κυρίως στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών. Ανεβαίνοντας τις βαθμίδες

της εκπαίδευσης, η Π.Ε. ξεκινάει από πιο παραδοσιακές προσεγγίσεις, και προχωράει στη διαπραγμάτευση επίκαιρων θεμάτων. Αυτό όμως που τελικά γίνεται εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα ενδιαφέροντα των ίδιων των εκπαιδευτικών. Η παραπάνω αναφορά συμφωνεί εν μέρει με τα αποτελέσματα της παρούσης έρευνας διότι οι εκπαιδευτικοί υλοποιούν τη Π.Ε. με ένα ευρύ φάσμα θεμάτων που καλύπτει τη πλειονότητα των μαθημάτων του προγράμματος.

Όσο αφορά τους τρόπους διδασκαλίας και στους τρεις νομούς προτιμούν τη μελέτη στο πεδίο, που είναι περισσότερο βιωματική. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα, τα βασικότερα από τα οποία είναι οργανωτικά και έχουν σχέση με τον χρόνο που απαιτείται τόσο για την οργάνωση όσο και για τη διεξαγωγή μιας τέτοιας «εξόρμησης». Είναι φανερό ότι η μέθοδος αυτή μπορεί επιτελέσει έναν επιμέρους στόχο στην εφαρμογή κάποιας άλλης μεθόδου, όπως σε ένα project, για να έρθουν τα παιδιά σε επαφή με το αντικείμενο της μελέτης τους ή να συλλέξουν στοιχεία, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως μια αυτόνομη μέθοδος.

Όμως σύμφωνα με τους Γεωργόπουλο και Τσαλίκη, (1998), η μέθοδος του Project (διεκπεραίωση προγράμματος) εφαρμόζεται περισσότερο από κάθε άλλη στα πλαίσια της Π.Ε. και θεωρείται από τους περισσότερους ως η πλέον κατάλληλη. Ο λόγος που προτιμάται είναι ότι «η μέθοδος των βιωμάτων» όπως αλλιώς ονομάζεται, είναι η περισσότερο διεπιστημονική και ολιστική. Ακόμη, από πολλούς θεωρείται ότι το project μπορεί να αποτελεί ένα στάδιο στη μέθοδο επίλυσης προβλήματος (UNESCO-UNEP (IIEP) Environmental education Series, 1985).

Περιορισμένη είναι η χρήση της διάλεξης διότι περίπου ένας στους πέντε εκπαιδευτικούς την επιλέγει. Η διάλεξη αποτελεί μια παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως σε όλα σχεδόν τα επίπεδα της εκπαίδευσης. Πρόκειται για μία όσο γίνεται πιο ξεκάθαρη και ολοκληρωμένη παρουσίαση ενός πολύ καλά καθορισμένου θέματος (Giolitto et al. 1997). Η μέθοδος αυτή τείνει να είναι ένας από τους λιγότερα αποτελεσματικούς τρόπους μετάδοσης γνώσης γενικότερα, αλλά και ειδικότερα για την Π.Ε., αφού αναγνωρίζεται ότι ο άνθρωπος συγκρατεί μόνο το 10% από αυτά που ακούει (Γεωργόπουλος και Τσαλίκη, 1998). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να ευνοεί τον χαρισματικό μαθητή, δηλαδή αυτόν που έχει πιο ανεπτυγμένη την ικανότητα να συγκρατεί πράγματα τα οποία ακούει (Okebukola and Aho, 2000).

Επίσης περιορισμένη είναι και η χρήση των οπτικοαουστικών μέσων. Η χρήση οπτικοαουστικών μέσων είναι μία μέθοδος διδασκαλίας η οποία τα

τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί και εξαπλωθεί πολύ. Βασική αιτία αυτού του γεγονότος είναι τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει. Κατ' αρχήν, είναι πολύ πιο εύκολο να διατηρηθεί αμείωτο το ενδιαφέρον των εκπαιδευομένων. Οι εικόνες συνήθως δημιουργούν μεγαλύτερη εντύπωση και συνδέουν τα λεγόμενα των εκπαιδευτικών με τον πραγματικό κόσμο, ειδικά στην περίπτωση των ταινιών και των slides. Ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα με την χρήση του διαδικτύου (Internet) να επικαιροποιεί τα θέματα και με τη βοήθεια του Power-point να φέρνει τους εκπαιδευόμενους σε επαφή με περιβάλλοντα και καταστάσεις που είναι ξένα προς αυτούς. Όταν χρησιμοποιούνται τα μέσα αυτά, σε συνδυασμό με κάποια ευρύτερη μελέτη ενός θέματος, μπορούν να «σπρώξουν» τους εκπαιδευόμενους προς τη σωστή κατεύθυνση. Τέλος, μέσω των οπτικοακουστικών μέσων οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν τις ικανότητές τους για παρατήρηση.

Όσο αφορά τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο εκπαιδευτικός στην διδασκαλία της Π.Ε., διαπιστώνεται ότι, τα κυριότερα προβλήματα είναι, η αδιαφορία των μαθητών, η έλλειψη κατάλληλου εποπτικού υλικού καθώς και οι προσωπικές αδυναμίες του εκπαιδευτικού. Επίσης ο Αθανασάκης, (1996), αναφέρει ότι, η μέχρι τώρα σχεδίαση, οργάνωση και εφαρμογή εκπαιδευτικών-περιβαλλοντικών προγραμμάτων στον τόπο μας, αποκάλυψε ορισμένες δυσκολίες που αναδύονται από τη μεθοδολογική ιδιαιτερότητα της Περιβαλλοντικής Αγωγής, αλλά και από την όλη λειτουργία της στο σχολικό σύστημα.

Συμπεράσματα

Τα κυριότερα συμπεράσματα της έρευνας είναι:

1. Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί επιλέγουν κυρίως τα προγράμματα μακροχρόνιας διδασκαλίας.
2. Τα προς διδασκαλία θέματα καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα της κοινωνίας και τα επιλέγουν κυρίως με βάση την επιθυμία των μαθητών και την επικαιρότητα, ενώ η βιβλιογραφία και το διαθέσιμο εποπτικό υλικό δεν επηρεάζουν ουσιαστικά την απόφαση των εκπαιδευτικών για το θέμα που θα διδάξουν.
3. Για την ανάπτυξη του θέματος, θεωρούν ότι καλλίτερος τρόπος διδασκαλίας είναι η μελέτη στο πεδίο, όπου η διδασκαλία είναι περισσότερο βιωματική, διότι οι μαθητές έρχονται σε άμεση επαφή με την πράξη και το αντικείμενο.
4. Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί κατά την εφαρ-

μογή της Π.Ε. είναι κυρίως, η αδιαφορία των μαθητών, η έλλειψη κατάλληλου εποπτικού υλικού καθώς και οι προσωπικές αδυναμίες του εκπαιδευτικού (διαθέσιμος χρόνος, γνώσεις, σχετικές εμπειρίες, οικογενειακές υποχρεώσεις κ.ά).

5. Η συμβολή (βοήθεια) της Νομαρχιακής Εκπαιδευτικής Διοίκησης στην επιτυχία της Π.Ε., θεωρείται μέτρια. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε δύο νομούς ένα μικρό ποσοστό εκπαιδευτικών, θεωρούν ανύπαρκτη και μέτρια τη συμβολή της Νομαρχιακής Διοίκησης στην επιτυχία της Π.Ε.

Βιβλιογραφία

- Alvarez, P., I. Emilia, F. Perales and J. Garcia. 2002. Analysis of a quasi-experimental design based on environmental problem solving for the initial training of future teachers of environmental education. *Journal of Environmental Education*, 33(2): 19-21.
- Black, J. and D.J. Champion. 1976. *Methods and Issues in Social Research*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Giolitto, P., L. Mathot, A. Pardo and G.Vergnes. 1997. Environmental Education in the European Union. *European Communities / Union*.
- Hausbeck, K., L. Milbrath and S. Enright. 1992. Environmental knowledge, awareness and concern among 11th grade students: New York State. *Journal of Environmental Education*, 24(1): 27-34.
- Hines, J., M. Hungerford and N. Tomera. 1986. Analysis and synthesis of research on responsible environmental behaviour, a meta-analysis. *Journal of Environmental Education*, 18(2): 1-8.
- Jurin, R.R., K.J. Danter and D.E. Roush. 2000. *Environmental Communication Skills and Principles for Natural Resource Managers, Scientists and Engineers*.
- Leeming, F., W. Dwyer, B. Porter and M. Cobern. 1993. Outcome research in environmental education, a critical review. *Journal of Environmental Education*, 24(4): 8-21.
- Leeming, F., W. Dwyer, B. Porter, M. Cobern and D. Oliver. 1997. Effects of participation in class activitiw on childrens' environmental attitudes and knowledge. *Journal of Environmental Education*, 28(2): 33-42.
- National American Association of Environmental Education (NAAEE). 1999. *Theme 3-Professional Responsibilities of the Environmental Educators*.

- Okebukola, P. and M. Aho. 2005. Some Methods of Teaching Environmental Science Concepts, http://www.dakar.unesco.org/breda_guide/New-4.htm.
- Szagan, G. and E. Mesenholl. 1993. Environmental Ethick: An empirical study of West German adolescents. *The Journal of Environmental Education*, 25(1): 37-44.
- UNESCO-UNEP (IEEP) 1985. A Problem-Solving Approach to Environmental Education. UNESCO Environmental Education, Series No 15.
- Williams, M and R. McGrorie. 1990. The analysis of ecological attitudes in town and country. *Journal of environmental management*, 31: 157-162.
- Zverev, D. 1984. Youth and natural environment: A survey in the USSR. *Prospects*, 15(2): 261-268.
- Αθανασάκης, Α. 1996. Μεθοδολογικές Αρχές, Προϋποθέσεις, και δυσκολίες εφαρμογής Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Αγωγής. *Νέα Παιδεία*, No 79.
- Αϊβαζίδης, Κ. 1998. Διερεύνηση των γνώσεων και στάσεων – απόψεων των φοιτητών του Α.Π.Θ. Πτυχιακή εργασία. Βιολογικό Τμήμα Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Γεωργόπουλος, Α. 1988. Η προβληματική της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. *Οικολογία και Επιστήμες του περιβάλλοντος*. Εκδόσεις Στοχαστής, Αθήνα.
- Γεωργόπουλος, Α. και Ε. Τσαλίκη. 1998. *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*. Gutenberg, Αθήνα.
- Γούπος, Θ. 2001. Αξιολόγηση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί της προσχολικής, πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης οι οποίοι δραστηριοποιούνται ή θέλουν να δραστηριοποιηθούν με προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στο σχολείο. *Για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση* No 21: 13-20.
- Καλαϊτζίδης, Δ. 1999. Σχολική Γεωγραφία και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Διδακτορική Διατριβή. ΠΤΔΕ-ΔΠΘ., Αλεξανδρούπολη.
- Μάτης, Κ. 1988. Δασική Δειγματοληψία. Εκδόσεις Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- 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. 1995. Περιβαλλοντικά κέντρα και περιβαλλοντική εκπαίδευση. Περιοδικό: Σύγχρονη Εκπαίδευση.
- Παπαδημητρίου, Β. 1998. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Σχολείο: Μια Διαχρονική Θεώρηση, Εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα.
- Περδίκη, Γ. 1994. Τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε Γυμνάσια και Λύκεια του Νομού Πιερίας, Κριτική παρουσίαση και μια ενδεικτική περίπτωση. Η λέσχη των εκπαιδευτικών, τ. 7.
- Ρακιντζή, Ι. 1997. Διερεύνηση των γνώσεων, στάσεων και απόψεων των καθηγητών της Μέσης Εκπαίδευσης σχετικά με το περιβάλλον. Μεταπτυχιακή εργασία. Τμήμα Βιολογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.
- Ράπτης, Ν. 2000. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Αγωγή. Το Θεωρητικό Πλαίσιο των Επιλογών. Εκδόσεις Τυπωθήτω, Αθήνα.
- Τσαχαλίδης, Π.Ε., Σ. Γαλατσίδας και Γ.Ε. Τσαντόπουλος, 2002. Τα ατομικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών στα Δημοτικά Σχολεία των Νομών της Ανατ. Μακεδονίας και σχέσεις τους με τις περιβαλλοντικές γνώσεις και στάσεις τους.. Πρακτικά VI Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο. Ελληνική Γεωγραφική Εταιρεία. «Φυσική Γεωγραφία – Ανθρωπογεωγραφία - Γεωγραφική Εκπαίδευση». Θεσσαλονίκη, 3-6 Οκτωβρίου, 2002. Θεσσαλονίκη.
- Τσαχαλίδης, Ε.Π., Σ. Γαλατσίδας, Ο. Χριστοπούλου και Γ.Ε. Τσαντόπουλος. 2003. Διερεύνηση της παρεχόμενης περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα γυμνάσια και λύκεια της Ανατολικής Μακεδονίας.. Πρακτικά IV Συνέδριο HELECO' 03. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος. "Τεχνολογία Περιβάλλοντος". Αθήνα, 29/1 – 3/2/03, Αθήνα.
- Τσαχαλίδης, Ε., Γ. Τσαντόπουλος, Σ. Γαλατσίδας και Θ. Αμοιρίδου. 2006α. «Πρωτοβάθμια Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Ανατολική Μακεδονία: Εφαρμογές – προβλήματα». Πρακτικά, ΙΙ° 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. Γαλατσίδας και Θ. Αμοιρίδου. 2006β. «Διερεύνηση των Περιβαλλοντικών Γνώσεων και στάσεων του εκπαιδευτικού προσωπικού της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στο Νόμο Δράμας». Πρακτικά, ΙΙ° Πανελλήνιο Συνέδριο Εταιρείας Επιστημών Αγωγής Δράμας "Θεωρητικές και Ερευνητικές Προσεγγίσεις στην Εκπαίδευση". 4-6 Νοεμβρίου 2005. Δράμα, σελ. 844-853.
- Tsachalidis, E.P., S. Tampakis, G.E. Tsantopoulos, D.D. Zografou, A. Tsi-

kna and Z Arambatzi. 2006γ. Teachers and environmental education in Greece. Proceedings, 1st International Congress on “*Sustainable Management and Development of Mountainous and Island areas*“. Naxos, 29 September-1 October, 2006. Naxos Island. Greece. Volume 2: 163-171.

Χαρίσης, Κ. και Π. Κιόχος. 1997. Θεωρία δειγματοληψίας και εφαρμογές. Εκδόσεις Interbooks. Αθήνα.

Χριστιάς, Ι. 1998. Από την πατριδογνωσία στη μελέτη περιβάλλοντος. Η παιδαγωγική και τα προβλήματα του Δημοτικού Σχολείου. Τυπωθήτω, Αθήνα.

Opinions of teachers about environmental education in Northern Greece

D. D. Zografou, Teacher

Abstract

This paper refers to a research about Environmental education that was conducted for secondary education teachers in Gymnasiums and High Schools in the prefectures of Serres, Drama and Kavala between March and April 2002. It was used the method of personal interviews for the completion of specially designed questionnaires. Finally N=1055 completed questionnaires were collected. Only 148 teachers (14%) in the 3 prefectures answered that they occupy with environmental education. A basic aim of that research is to collect data on the opinions of teachers about teaching issues in Environmental education, such as: the project duration, factors affecting the selection of the thematic, what programs they select and the methods they use to accomplish them, the problems they face and the contribution of Educational prefecture Department in the realization of environmental education projects. Moreover, there is a comparison of the above variables between the 3 prefectures.

Keywords: Environmental education, Secondary education, teaching methods, programs duration.

Φύλο και τοπιακές προτιμήσεις παιδιών στο παιχνίδι: Ο ρόλος του φυτικού υλικού και του χωρικού σχεδιασμού στην περίπτωση μιας Παιδικής Χαράς

Ν. Δ. Χασάναγας*, Α. Παναγιωτάκης, Κ. Μαυριού,
Κ. Βεργίνη και Ε. Ευταξιάδου

*Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας,
Τμήμα Αρχιτεκτονικής Τοπίου Δράμας, Τ.Κ. 66100, Δράμα.
E-mail: nikolashasanagas@yahoo.com

Περίληψη

Στόχος της έρευνας αυτής είναι να αναλύσει τις σχέσεις που υφίστανται μεταξύ του φύλου και της προτίμησης που παρουσιάζουν παιδιά ηλικίας νηπιαγωγείου προς τα τοπιακά στοιχεία (φυτικά και δομημένα) μιας Παιδικής Χαράς. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η συστηματική παρατήρηση εξ αποστάσεως. Ελήφθησαν 283 φωτογραφίες (1 φωτογραφία ανά 30''). Με την πάροδο του χρόνου του διαλείμματος τα παιδιά γενικά τείνουν να προτιμούν να παίζουν σε χώρους με φυσικά στοιχεία, παρά τις αναστολές που εμφανίζουν τα αγόρια. Το τελικό αποτέλεσμα είναι να αυξάνεται η μικτή παρέα (αγοριών και κοριτσιών) στο φυσικό χώρο. Τα αγόρια προτιμούν το δομημένο περιβάλλον και απομακρύνονται από το φυτικό υλικό, ενώ στα κορίτσια εμφανίζεται η αντίθετη συμπεριφορά. Ο χώρος που επενδύεται από φυτικό υλικό έλκει τα μοναχικά κορίτσια, ενώ αποθαρρύνει τη δημιουργία παρεών αμιγούς φύλου. Η υψηλή βλάστηση (δέντρα) έλκει μοναχικά αγόρια. Τα μοναχικά κορίτσια επιθυμούν επίσης τον ανοιχτό χώρο με χλοοτάπητα που συγκεντρώνει μικτές παρέες και παρουσιάζουν έτσι μια προδιάθεση κοινωνικοποίησης. Τα δομημένα στοιχεία που χρησιμεύουν για κινητικό παιχνίδι (τσουλήθρα, κούνιες, μονόζυγο, τραμπάλα) δεν ευνοούν τη μικτοποίηση. Η αμμοδόχος και τα παγκάκια έλκουν παρέες αγοριών.
Λέξεις-κλειδιά: Φύλο, δομημένο και φυτικό περιβάλλον, κοινωνικοποίηση, απομόνωση.

Εισαγωγή

Στόχος της έρευνας αυτής είναι να αναλύσει τις σχέσεις που υφίστανται μεταξύ του φύλου και της προτίμησης που παρουσιάζουν παιδιά ηλικίας νηπιαγωγείου προς τα τοπιακά στοιχεία (φυτικά και δομημένα) μιας

Παιδικής Χαράς. Υπάρχουν ήδη υποθέσεις και αποτελέσματα εμπειρικής έρευνας (πχ Hasanagas κ.ά. 2007), έστω και από μεγαλύτερες ηλικίες, που υποστηρίζουν την υπόθεση ότι τα κορίτσια παρουσιάζουν επιρρέπεια προς το φυσικό περιβάλλον. Αυτό επαληθεύεται στην περίπτωση μας. Τα αγόρια απεναντίας φαίνονται να προτιμούν τα δομημένα στοιχεία της Παιδικής Χαράς. Μια ακόμη παράμετρος που εξετάζεται είναι η κατάσταση κοινωνικοποίησης των παιδιών (μεμονωμένα άτομα, αμιγείς παρέα κατά φύλο, μικτή παρέα) με την οποία εμφανίζονται στα διάφορα τοπικά στοιχεία προκειμένου να ληφθεί υπόψη ο παράγοντας αλληλεπίδρασης μεταξύ των παιδιών.

Η έρευνα αυτή κινείται στο πεδίο της Κοινωνιολογίας Τοπίου. Μπορεί να ενδιαφέρει άμεσα ερευνητές Δασικής Πολιτικής και Κοινωνιολογίας Περιβάλλοντος που ασχολούνται με την επίδραση του φυσικού μικρο-περιβάλλοντος στον κοινωνικό ιστό καθώς και Χωροτάκτες που ασχολούνται με το ρόλο φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος στον αστικό σχεδιασμό. Αποσκοπεί στο να παράσχει στην ακαδημαϊκή κοινότητα πληροφορίες για την κατανόηση της επίδρασης του τοπίου στις κοινωνικές σχέσεις. Προσδοκά επίσης να παράσχει στους ανθρώπους της πράξης (πχ Αρχιτέκτονες Τοπίου, Παιδαγωγούς) δεδομένα για πιο εύστοχο σχεδιασμό Παιδικών Χαρών ώστε να επιτυγχάνουν με καλύτερη προσέγγιση τα κοινωνικά και παιδαγωγικά αποτελέσματα που επιθυμούν.

Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Οι Reilly και Dorosty (2004) καθώς και οι Mauffette κ.ά. (1999) τόνισαν την ανάγκη για ζωνρά παιχνίδια στα παιδιά ηλικίας νηπιαγωγείου η οποία συχνά δεν ικανοποιείται από το υφιστάμενο χωρικό σχεδιασμό. Κατ' επέκταση, ένας κατάλληλος χωρικός σχεδιασμός ο οποίος θα πρέπει να λαμβάνει σοβαρά υπόψη φυσικό και δομημένο μικρο-περιβάλλον και να τα εναρμονίζει μέσα στον αστικό χώρο μπορεί να θεωρηθεί μάλλον αναγκαίοτητα παρά πολυτέλεια. Ωστόσο, δεν προέβησαν σε εμπειρική έρευνα που να υποδεικνύει συγκεκριμένα πρότυπα χωρικής διεύθεσης με βάση ποσοτικά στοιχεία και ούτε επικεντρώθηκαν στο ρόλο του φύλου.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε από τους Frost και Klein (1979) όπως και από τους Pellegrini και Smith (1998) στο ρόλο της ποικιλίας και της δυνατότητας διαφοροποίησης του παιχνιδιού ώστε να επιτυγχάνεται πολύπλευρη ανάπτυξη της προσωπικότητας (πχ φαντασία, σωματική άσκηση κλπ). Πράγματι, επαληθεύτηκε στην έρευνα αυτή ότι η ποικιλία φυτικών και δομημένων στοιχείων χρησιμοποιείται σε όλο της το φάσμα από τα παιδιά αλλά ε-

πίσης βρέθηκε επιπρόσθετα ότι στην προτίμηση των στοιχείων αυτών παίζει ρόλο και το φύλο των παιδιών. Επίσης, η προτίμηση αυτή αλλάζει με την πάροδο του χρόνου του διαλείμματος.

Πολλοί συγγραφείς όπως οι Herrington (1999), Herrington και Studtmann (1998), Kylin (2003), Moore (1986), Olds (2000) και Rivkin (1995) επεσήμαναν το ρόλο του υπαίθριου χώρου παιχνιδιού στην κοινωνική, γνωστική και συγκινησιακή ανάπτυξη των παιδιών καθώς και στην πρωτοβουλία πειραματισμού τους με αντικείμενα του περιβάλλοντος (έμβια και μη) (Moore και Young 1978, Dighe 1993). Η παρούσα εργασία δίνει βαρύτητα και στο ρόλο του φύλου.

Μέθοδος

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η συστηματική παρατήρηση εξ αποστάσεως. Σε τρεις διαφορετικές μέρες του Μαΐου του 2008 κατά τη διάρκεια διαλειμμάτων ελήφθησαν συνολικά 283 φωτογραφίες εξ αποστάσεως σε τακτά χρονικά διαστήματα (μια φωτογραφία ανά 30΄) υπό τις ίδιες καιρικές συνθήκες (κυρίως επικρατούσε ηλιοφάνεια με θερμοκρασία 30-35 °C) στην αυλή του 16^{ου} Νηπιαγωγείου Δράμας. Την πρώτη μέρα (19/5/08) ελήφθησαν 52 φωτογραφίες (διάρκεια διαλείμματος στην αυλή 26΄), τη δεύτερη μέρα (21/5/08) ελήφθησαν 119 φωτογραφίες (διάρκεια διαλείμματος στην αυλή 60΄), και την τρίτη μέρα (29/5/08) ελήφθησαν 112 φωτογραφίες (διάρκεια διαλείμματος στην αυλή 56΄). Η δειγματοληψία έγινε σε όχι συνεχόμενες μέρες αλλά με αρκετά μεγάλο διάστημα μεταξύ τους ώστε να μη γίνει αισθητή η συνεχής παρουσία των ερευνητών στα παιδιά και επηρεαστεί έτσι η συμπεριφορά τους. Για τον ίδιο λόγο οι ερευνητές ήταν σε τέτοια σημεία τοποθετημένοι ώστε να καλύπτουν με τις φωτογραφικές μηχανές όλη την αυλή χωρίς όμως να γίνονται αντιληπτοί από τα παιδιά. Επιπλέον, έπρεπε να επιλεγούν τέτοιες μέρες ώστε να μην υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ τους ως προς τις καιρικές συνθήκες.

Χρησιμοποιήθηκαν δυο φωτογραφικές μηχανές με ταυτόχρονη λήψη για την πλήρη κάλυψη του χώρου. Το δείγμα των 283 φωτογραφιών αναλύθηκε στατιστικά με τεστ Pearson σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (*) και 1% (**). Ενδεικτικά παρατίθενται τρεις από τις 283 φωτογραφίες (εικόνα 1) ώστε να αποκτήσει κανείς μια γενική εικόνα της συγκεκριμένης Παιδικής Χαράς.



Εικόνα 1. Τρεις από τις 283 φωτογραφίες.
Figure 1. Three of the 283 photos.

Τα δομημένα τοπιακά στοιχεία της αυλής ήταν: η τσουλήθρα, το μονόζυγο, οι κούνιες, η αμμοδόχος, το πεζούλι της αμμοδόχου, οι τραμπάλες της αμμοδόχου, τα παγκάκια. Τα φυσικά τοπιακά στοιχεία της αυλής ήταν: ο ελεύθερος χώρος πρασίνου, ο χώρος «κάτω από τα δέντρα» που καλύπτεται από την κατακόρυφη προβολή της κόμης και ο χώρος «πάνω στα δέντρα» (εσωτερικό της κόμης ή επί του κορμού εν ώρα αναρρίχησης). Τα δέντρα ήταν πλατύφυλλα.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Παρόλο που η έρευνα αποσκοπεί στην παραγωγή μόνο συσχετίσεων και όχι περιγραφικών στατιστικών στοιχείων, παρουσιάζουμε εδώ ορισμένα περιγραφικά στοιχεία για να υπάρξει μια σφαιρική εικόνα της κατάστασης στην αυλή του νηπιαγωγείου: η μεγαλύτερη παρέα αγοριών που παρατηρήθηκε σε στοιχεία δομημένου περιβάλλοντος ήταν 8 άτομα, το ίδιο νούμερο ισχύει και για τη μεγαλύτερη παρέα αγοριών που εμφανίστηκε σε φυτικά στοιχεία. Η μεγαλύτερη παρέα κοριτσιών σε δομημένο περιβάλλον ήταν 9 άτομα, ενώ στο φυσικό 6. Ο μέγιστος αριθμός μεμονωμένων αγοριών σε δομημένα στοιχεία ήταν 5 άτομα, ενώ σε φυσικό 7. Οι αντίστοιχοι αριθμοί μεμονωμένων κοριτσιών ήταν 5 και 8.

Παρατηρούμε στον Πίνακα Ι ότι με την πάροδο του χρόνου του διαλείμματος τα παιδιά γενικά -ανεξαρτήτως φύλου- τείνουν να προτιμούν να παίζουν σε χώρους με φυσικά στοιχεία, παρά τις αναστολές που εμφανίζουν τα αγόρια. Το τελικό αποτέλεσμα είναι να αυξάνεται η μικτή παρέα (αγοριών και κοριτσιών) στο φυσικό χώρο. Ο λόγος που ο χώρος φυτικού υλικού εμφανίζεται να ενθαρρύνει σε τόσο ισχυρό βαθμό τη δημιουργία μικτής

παρέας είναι πιθανώς ότι περιλαμβάνει και μια μεγάλη, επίπεδη έκταση χλοοτάπητα η οποία λόγω χωρικής ομοιογένειας δεν ευνοεί τα παιχνίδια φαντασίας και συνεπώς τα παιχνίδια αλληγορίας (πρβλ. Dudek, 2000) που διαχωρίζονται έντονα κατά φύλο. Επιπρόσθετα, προσφέρεται για ποικίλα ζωηρά και ελεύθερα παιχνίδια που κινούν το ενδιαφέρον και των δυο φύλων (σε πολλά παιδιά πχ αρέσει να παίζουν και να πέφτουν ή να κάθονται πάνω σε μαλακό χλοοτάπητα).

Πίνακας Ι. Γενική τάση τοπιακών προτιμήσεων κατά φύλο.

Table I. General tendency of landscape preferences depending on gender.

		<i>Πάροδος χρόνου διαλείμματος</i>	
Χώρος φυτικών στοιχείων	Πλήθος παιδιών	,528(**)	,000
	Πλήθος κοριτσιών	-,036	,546
	Πλήθος αγοριών	-,208(**)	,000
	Πλήθος μικτής παρέας	,539(**)	,000
Χώρος δομημένων στοιχείων	Πλήθος παιδιών	,081	,177
	Πλήθος κοριτσιών	-,151(*)	,011
	Πλήθος αγοριών	,246(**)	,000
	Πλήθος μικτής παρέας	,038	,526

Παρόλο που τελικά τα φυτικά στοιχεία παρουσιάζονται να ευνοούν ισχυρά τη συγκέντρωση μαθητών σε μικτές παρέες, κατά φύλο εμφανίζονται ήδη υποβόσκουσες διαφορετικές τάσεις: τα αγόρια προτιμούν το δομημένο περιβάλλον και απομακρύνονται από το φυτικό υλικό, ενώ στα κορίτσια εμφανίζεται η αντίθετη συμπεριφορά. Το δομημένο περιβάλλον προσφέρεται περισσότερο για τα ζωηρά περιπετειώδη και επιδεικτικά παιχνίδια των αγοριών καθώς προσφέρει μεγαλύτερη «ευκαιρία» ανάδει-

ξης (πχ αγόρια που κάθονται σε πεζούλι ή παγκάκι και παριστάνουν ήρωες ταινιών). Το φυτικό περιβάλλον προσφέρεται περισσότερο για παιχνίδια κοριτσιών που συχνά περιλαμβάνουν πιο «ήσυχες» αλληγορίες (πχ ένα ήσυχο σπίτι με νοικοκυριό), παιχνίδια με σχοινί ή για απλές συζητήσεις.

Πίνακας II. *Εξέλιξη τοπιακών προτιμήσεων κατά φύλο και βαθμό κοινωνικοποίησης.*

Table II. *Tendency of landscape preferences depending on gender and socialization degree.*

		Πάροδος χρόνου διαλείματος	
Χώρος φυτικών στοιχείων	Πλήθος παρέας	αγοριών	-,409(**)
			,000
		κοριτσιών	-,277(**)
			,000
	Πλήθος μεμονωμένων	αγοριών	,099
		κοριτσιών	,154(**)
Χώρος δομημένων στοιχείων	Πλήθος παρέας		,009
		αγοριών	,322(**)
			,000
		κοριτσιών	-,061
	Πλήθος μεμονωμένων		,310
		αγοριών	-,148(*)
			,012
		κοριτσιών	-,210(**)
	,000		

Εξετάζοντας στον Πίνακα II την τάση προτίμησης ανάλογα με την κατάσταση κοινωνικοποίησης που επιτυγχάνεται (μεμονωμένα άτομα ή παρέα), παρατηρούμε ότι ο χώρος που επενδύεται από φυτικό υλικό ευνοεί την απομόνωση των κοριτσιών λόγω της ησυχίας που διασφαλίζει, ενώ αποθαρρύνει τη δημιουργία παρεών αμιγούς φύλου (ενθαρρύνει μόνο μικτές παρέες όπως είδαμε στον Πίνακα I). Όπως φαίνεται στον Πίνακα II, το δομημένο περιβάλλον ενθαρρύνει ιδιαίτερα τη συγκέντρωση αμιγών παρεών αγοριών λόγω της μορφικής ετερογένειας που ευνοεί τα ομαδικά παιχνίδια

φαντασίας κι επίδειξης.

Ανάλυση προτίμησης φυτικών στοιχείων

Επικεντρώνοντας την εξέταση στο ρόλο συγκεκριμένων φυτικών στοιχείων (Πίνακας III), βλέπουμε ότι ο ανοιχτός χώρος με τη χαμηλή βλάστηση (χλοοτάπητα) αποθαρρύνει την ανάπτυξη αμιγών παρεών τόσο κοριτσιών όσο και αγοριών. Το «φράγμα του φύλου» φαίνεται να σπάει στον εκτεταμένο χλοοτάπητα. Για να σχηματιστούν αμιγείς παρέες κατά φύλο απαιτείται ιδιαίτερο περιβάλλον που ικανοποιεί τις διαφορετικές ανάγκες που έχουν τα φύλα στο παιχνίδι, και όχι μια μεγάλη επίπεδη έκταση «ανοιχτή» και λόγω του πλούσιου χλοοτάπητα ελκυστική σε πολλούς. Εκεί, έλκονται άτομα που επιθυμούν να σχηματίσουν μικτή παρέα ή άτομα που επιθυμούν να αναπτύξουν μοναχική χαλαρωτική δραστηριότητα και ενδεχομένως να προσεγγίσουν βαθμιαία κάποια παρέα. Είναι ένα πεδίο νέας πρόκλησης και αυτό λειτουργεί για ορισμένα παιδιά επίσης ελκυστικά (πρβλ. Moore κ.ά. 1992). Συγκεκριμένα, είναι το πεδίο της πρόκλησης της ένταξης σε μια μεγάλη μάζα.

Η υψηλή βλάστηση (δέντρα) έλκει μοναχικά αγόρια κάτω από τις κόμμες πλατυφύλλων χάρη στην εναλλαγή φωτός και σκιάς (πρβλ. Herrington και Lesmeister, 2006) αλλά και στο ότι αποτελεί ένα χώρο που δεν μπορεί να συγκεντρώσει μεγάλες και πολλές παρέες ταυτόχρονα. Τα μοναχικά κορίτσια επιθυμούν περισσότερο τον ανοιχτό χώρο που συγκεντρώνει παρέες. Εύλογα λοιπόν θα μπορούσε να υποθεθεί ότι παρουσιάζουν έτσι μια προδιάθεση κοινωνικοποίησης. Η αναρρίχηση στα δέντρα είναι μια δραστηριότητα που διενεργείται τόσο από αγόρια όσο και από κορίτσια αλλά εγκαταλείπεται με την πάροδο του διαλείμματος λόγω κόπωσης και λόγω ελκυστικότητας του παιχνιδιού στο χλοοτάπητα με τις μικτές παρέες.

Ανάλυση προτίμησης δομημένων στοιχείων

Τα δομημένα στοιχεία που χρησιμεύουν για κινητικό παιχνίδι δεν ευνοούν τη μικτοποίηση (Πίνακας IV). Η τσουλήθρα δεν χαρακτηρίζεται ως παιχνίδι «αγοριών» ή «κοριτσιών». Χρησιμοποιείται σε παρόμοιο βαθμό και απ' τα δυο φύλα αλλά όχι μικτά. Επίσης, εγκαταλείπεται και απ' τα δυο φύλα με την πάροδο του διαλείμματος και η πιο εύλογη εξήγηση γι' αυτό είναι η κόπωση που προκαλεί, η μονοτονία της απλής ολίσθησης που δεν απαιτεί καμιά προσπάθεια και η μειωμένη δυνατότητα για ανάπτυξη παρέας. Ίδιες ιδιότητες φαίνονται να χαρακτηρίζουν και τις κούνιες. Εκείνο το παιχνίδι που φαίνεται να έλκει κυρίως αγόρια με την πάροδο του διαλείμματος

Πίνακας III. Τάση τοπιακών προτιμήσεων ανά φυτικά στοιχεία.**Table III.** Tendency of landscape preferences depending on planting material.

		<i>Πάροδος χρόνου διαλείμματος</i>		
<i>Περιβάλλον χαμηλής βλάστησης (ανοιχτός χώρος με χλοοτάπητα)</i>	Πλήθος παρέας	αγοριών σε	-,410(**)	
			,000	
		κοριτσιών	-,308(**)	
			,000	
		αγοριών	,124(*)	
			,036	
	Πλήθος μεμονωμένων	κοριτσιών	,196(**)	
			,001	
	Πλήθος μικτής παρέας		,551(**)	
			,000	
	<i>Περιβάλλον υψηλής βλάστησης</i>	Κάτω από δέντρα (σκιά)	αγοριών	-,130(*)
				,029
κοριτσιών			,025	
			,678	
αγοριών			,166(**)	
			,005	
Πλήθος μεμονωμένων		κοριτσιών	-,055	
			,358	
Πλήθος μικτής παρέας			-,075	
			,206	
Πάνω στα δέντρα (σοματική άσκησι)		αγοριών	-,075	
			,209	
		κοριτσιών	-,079	
			,183	
		αγοριών	-,224(**)	
			,000	
Πλήθος μεμονωμένων		κοριτσιών	-,171(**)	
			,004	
Πλήθος μικτής παρέας		-,105		
		,077		

Πίνακας IV. Τάση τοπιακών προτιμήσεων ανά δομημένα στοιχεία κινητικών παιχνιδιών.

Table IV. Tendency of landscape preferences depending on built elements of kinetic games.

		Πάροδος χρόνου διαλείμματος
Υψηλά κινητικά παιχνίδια	Πλήθος αγοριών στην τσουλήθρα	,081
		,177
	Πλήθος κοριτσιών στην τσουλήθρα	,053
		,372
	Πλήθος μικτού συνόλου στην τσουλήθρα	-,173(**)
		,004
	Πλήθος αγοριών σε κούνιες	-,072
		,226
	Πλήθος κοριτσιών σε κούνιες	-,044
		,465
	Πλήθος μικτής παρέας σε κούνιες	-,183(**)
		,002
	Πλήθος αγοριών σε μονόζυγο	,151(*)
		,011
Πλήθος κοριτσιών σε μονόζυγο	-,092	
	,124	
Πλήθος μικτής παρέας σε μονόζυγο	-,150(*)	
	,012	
Χαμηλά κινητικά παιχνίδια	αγοριών σε τραμπάλες	,294(**)
	Πλήθος παρέας	,000
	κοριτσιών σε τραμπάλες	-,055
		,072
	αγοριών σε τραμπάλες	-,274(**)
	Πλήθος μεμονωμένων	,000
	κοριτσιών σε τραμπάλες	,107
		,358
Πλήθος μικτής παρέας σε τραμπάλες	-,030	
	,612	

είναι το μονόζυγο. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στη δυνατότητα που παρέχει για επίδειξη και δοκιμή δύναμης (πρβλ. Herrington και Lesmeister, 2006).

Η τραμπάλα δεν είναι μόνο ένα παιχνίδι στο οποίο μπορεί κανείς να δοκιμάσει τις δυνάμεις του αλλά και ένα δια-δραστικό παιχνίδι μεταξύ παιδιών. Χρειάζεται τουλάχιστον δυο άτομα για να λειτουργήσει. Σύντομα συγκροτούνται δυάδες ή και μεγαλύτερες παρέες πάνω στην ίδια τραμπάλα (πχ δυο άτομα σε κάθε άκρο της ίδιας τραμπάλας). Έτσι εξηγείται από το γεγονός ότι οι τραμπάλες καταλαμβάνονται από παρέες αγοριών με την πάροδο της ώρας.

Τα δομημένα στοιχεία που χρησιμεύουν για μη κινητικά παιχνίδια και γενικά πιο «ήρεμη» ψυχαγωγία, παρουσιάζουν πιο έντονη διαφοροποίηση όσον αφορά στις ομάδες χρηστών (Πίνακας V). Η αμμοδόχος έλκει παρέες αγοριών καθώς εξυπηρετεί άμεσα τη λειτουργία της αλληγορίας που παίζει βασικό ρόλο στο παιδικό παιχνίδι ηλικίας νηπιαγωγείου (πρβλ. Piaget, 1962). Τα μεμονωμένα κορίτσια απωθούνται ή ενσωματώνονται στις παρέες αγοριών. Οι αμιγείς παρέες αγοριών και κοριτσιών καθώς και τα μεμονωμένα κορίτσια αποχωρούν με την πάροδο του χρόνου από το πεζούλι της αμμοδόχου καθώς έλκονται από την αμμοδόχο ή άλλα στοιχεία. Γενικά το πεζούλι της αμμοδόχου φαίνεται να είναι στοιχείο αρκετά περιττό αφού δεν μπορεί να εξυπηρετήσει καμιά εξειδικευμένη λειτουργία παιχνιδιού και ούτε συγκρατεί χρήστες.

Με την πάροδο της ώρας του διαλείμματος, τα παγκάκια τείνουν να κυριαρχούνται από αμιγείς παρέες αγοριών και δεν προσφέρονται για απομόνωση ή μικτές παρέες. Τα παγκάκια χρησιμεύουν ως κερκίδα από την οποία μπορούν πολλά άτομα να παρακολουθήσουν ένα άλλο άτομο που μιλάει ή παριστάνει κάτι και αυτό είναι μια συνήθεια των αγοριών, καθώς αυτά έχουν πιο μειωμένο το φόβο δημόσιας έκθεσης απ' ό,τι τα κορίτσια (και αυτό είναι μάλλον μια κοινή εμπειρία παρά κάτι που χρειάζεται να υποστηριχθεί βιβλιογραφικά ή με ειδική εμπειρική έρευνα). Λόγω του βιομηχανικού τους σχήματος (τέλειες ευθείες και γωνίες), μπορούν επίσης να παρομοιαστούν ως «κρησφύγετο», «παλάτι», «διαστημόπλοιο» κλπ σε περιπετειώδη παιχνίδια αλληγορίας που emπίπτουν συνήθως στα ενδιαφέροντα των αγοριών.

Πίνακας V. Τάση τοπιακών προτιμήσεων ανά δομημένα στοιχεία μη κινητικών παιχνιδιών.

Table V. Tendency of landscape preferences depending on built elements of non-kinetic games.

		Πάροδος χρόνου διαλείμματος	
Χαμηλό επίπεδο κατασκευής (αμμοδόχος)	Πλήθος παρέας	αγοριών	,207(**)
		κοριτσιών	,000
	Πλήθος μεμονωμένων	αγοριών	,103
		κοριτσιών	,082
		αγοριών	,004
		κοριτσιών	,943
	Πλήθος μικτής παρέας		-,143(*)
			,016
			,325(**)
			,000
Μεσαίο επίπεδο κατασκευής (πεζούλι αμμοδόχου)	Πλήθος παρέας	αγοριών	-,159(**)
		κοριτσιών	,007
	Πλήθος μεμονωμένων	αγοριών	-,170(**)
		κοριτσιών	,004
		αγοριών	-,102
		κοριτσιών	,087
	Πλήθος μικτής παρέας σε πεζούλι αμμοδόχου		-,259(**)
			,000
			-,154(**)
			,009
Υψηλό επίπεδο κατασκευής (παγκάκια)	Πλήθος παρέας	αγοριών	,232(**)
		κοριτσιών	,000
	Πλήθος μεμονωμένων	αγοριών	-,056
		κοριτσιών	,344
		αγοριών	-,167(**)
		κοριτσιών	,005
	Πλήθος μικτής παρέας σε παγκάκια		-,177(**)
			,003
			,038
			,528

Συμπεράσματα, προτάσεις και περιορισμοί

Γενικά μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι τα φυτικά στοιχεία είναι για μοναχικά άτομα (κορίτσια και αγόρια), ενώ το δομημένο περιβάλλον ευνοεί κυρίως τις αμιγείς παρέες αγοριών. Ένας ανοιχτός χώρος με χλοοτάπητα ευνοεί την προσέγγιση των δυο φύλων. Δεν υπάρχει στοιχείο (φυτικό ή δομημένο) που να ευνοεί τη συγκρότηση αμιγών παρεών κοριτσιών. Με βάση τη διαπίστωση αυτή θα μπορούσε να διατυπωθεί η κριτική από οπαδούς του αρχιτεκτονικού Λειτουργισμού ότι οι παιδικές χαρές (ή τουλάχιστον η συγκεκριμένη που εξετάστηκε) «είναι σχεδιασμένη μόνο για αγόρια». Ωστόσο, καλό είναι να διατηρηθεί η επιφύλαξη ότι τα κορίτσια μπορεί να είναι εκ φύσεως πιο μοναχικά και πιο διστακτικά στο παιχνίδι καθώς φοβούνται τη δημόσια έκθεση περισσότερο από τα αγόρια ή να μην εμπνέονται για ομαδικό παιχνίδι από τον υπαίθριο χώρο. Με άλλα λόγια, ο Αρχιτέκτονας Τοπίου ίσως τελικά να μην μπορεί -και ίσως να μην είναι απαραίτητο - να υπερνικήσει την ιδιοσυγκρασία των κοριτσιών.

Ωστόσο, ορισμένες προτάσεις για τα νηπιαγωγεία που θα ήθελαν να ακολουθήσουν πολιτική τέτοια που να σπάει το «φράγμα του φύλου» και να ευνοεί τη γενική κοινωνικοποίηση μεταξύ ετέρων φύλων θα μπορούσαν να είναι οι εξής: α) αύξηση του ανοιχτού χώρου με χλοοτάπητα, β) μείωση της υψηλής βλάστησης, γ) περιορισμός των κινητικών παιχνιδιών και καθιστικών πάγκων στην αυλή που ενθαρρύνουν τη συγκέντρωση αγοριών. Τονίζεται εδώ ότι αν ληφθεί τέτοια απόφαση, καλό είναι να περιοριστεί σε σχετική «μείωση» και «αύξηση» και όχι απόλυτη επικράτηση ενός στοιχείου (πχ χλοοτάπητα) και εξαφάνιση άλλων (πχ μονόζυγου) διότι όλα παίζουν το ρόλο τους στην ανάπτυξη ικανοτήτων των παιδιών και στην καταπολέμηση της μονοτονίας.

Ορισμένοι περιορισμοί σε αυτή την έρευνα που αποτελούν ταυτόχρονα και ερωτήματα μελλοντικής έρευνας είναι οι εξής: α) θα πρέπει να διασταυρωθούν τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής με δεδομένα που θα προκύψουν από έρευνες σε αυλές άλλων νηπιαγωγείων ή και δημόσιες Παιδικές Χαρές γενικότερα για να εξακριβωθεί η γενικευσιμότητά τους, β) καλό θα είναι να πραγματοποιηθεί έρευνα σε νηπιαγωγεία που έχουν μόνο κορίτσια ή αγόρια (αν υπάρχουν τυχόν ακόμη τέτοια), ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο η αλληλεπίδραση επηρεάζει τις τοπιακές προτιμήσεις (κυρίως των κοριτσιών) ή αυτές είναι αποκλειστικά αποτέλεσμα ιδιοσυγκρασίας, γ) να εξετασθεί κατά πόσο παίζει ρόλο η κινητικότητα ατόμων μεταξύ αυλής και κτιρίου.

Αναγνώριση βοήθειας

Θερμές ευχαριστίες αξίζουν στη Διεύθυνση και το Προσωπικό του 16^{ου} Νηπιαγωγείου Δράμας για τη συνεργασία και τη γενικότερη συμπαράσταση σε αυτή την έρευνα.

Βιβλιογραφία

- Dighe, J. 1993. Children and the earth, *Young Children*, 48(3): 58 – 63.
- Dudek, M. 2000. *Kindergarten Architecture* (London: Spon Press).
- Frost, J.L. and B.L. Klein. 1979. *Children's Play and Playgrounds* (Boston, MA: Allyn & Bacon)
- Hasanagas, N.D., P. Birtsas and S. Kyprou. 2007. Perception of Environment by the students of Environment-related Schools, in: *Proceedings 2921-2926, CEMEPE/SECOTOX*. Skiathos, Greece
- Herrington, S. 1999. Playgrounds as community landscapes. *Built Environment: Playgrounds in the Built Environment*, 25(1): 25 – 34
- Herrington, S. and Ch. Lesmeister. 2006. The Design of Landscapes at Child-Care Centres: Seven Cs. *Landscape Research*, 31(1): 63–82
- Herrington, S. and M.K. Studtmann. 1998. From yard to garden: new directions in the design of children's outdoor play environments. *Landscape and Urban Planning*, 42: 191 – 205.
- Kylin, M. 2003. Children's dens. *Children, Youth, and Environments Journal*, 13(1): 1 – 25.
- Mauffette, A.G., L. Frechette and D. Robertson. 1999. *Revisiting Children's Outdoor Environments: A Focus on Design, Play, and Safety* (Hull, Quebec: Gauvin Presses).
- Moore, R.C. 1986. *Childhood's Domain: Play and Place in Child Development* (London; Dover, NH:Croom Helm).
- Moore, R.C., S.M. Goltsman and D.S. Iacofano. 1992. *Play for All Guidelines: Planning, Designing, and Management of Outdoor Play Settings for All Children* (2nd edn) (Berkeley, CA: MIG Communications).
- Moore, R.C. and D. Young. 1978. Childhood outdoors: towards a social ecology of the landscape, in: I. Altman & J.F. Wohlwill (Eds) *Children and the Environment*, pp 83 – 130 (New York: Plenum Press).
- Olds, A.R. 2000. *Child Care Design Guide* (New York: McGraw-Hill).

- Pellegrini, A.D. and P.K. Smith. 1998. The development of play during childhood: forms and possible functions. *Child Psychology & Psychiatry*, 3(2): 51 – 57.
- Piaget, J. 1962. *Play, Dreams and Imitation in Childhood* (New York: W.W. Norton).
- Reilly, J.J. and A.R. Dorosty. 2004. Epidemic of obesity in UK children. *The Lancet*, 354(9193), 1874.
- Rivkin, M.S. 1995. *The Great Outdoors Restoring Children's Right to Play Outside* (Washington, DC: National Association for the Education of Young Children).

Gender and landscape preferences of children in playing: The role of planting material and spatial planning in the case of a playground

**N. D. Hasanagas, A. Panagiotakis, K. Mavriou,
K. Vergini and E. Eftaxiadou**

Abstract

Aim of this research is to analyze relations between gender and landscape preference (planting or built places) of children within the playground of a kindergarten. Systematic observation was conducted. 283 pictures were made (1 photo per 30''). In progress of time the children tend in general to play in places with planting material, despite the negative tendency of the boys. Mixed groups increase at planted places. The boys prefer to play in the built environment and in general avoid playing at planted places, while girls present the opposite preferences. Planted environment attracts who want to be alone, while this environment discourages the creation of gender-specific groups (only boys or only girls). High planting material (trees) attracts boys who want to be alone. Girls who want to be alone desire also wide sod place which attracts mixed groups and present thereby a predisposition for socialization. The built elements which are used for kinetic games (slide, swing, horizontal bar, seesaw) do not encourage creation of mixed groups. The sand place and the seats attract boy groups.

Keywords: Gender, built and planted environment, socializing, isolation.

Promoting and disseminating programme achievements and results

A. Katrami, Ch. Bezirtzoglou* and E. Bezirtzoglou

*** Democritus University of Thrace, School of Agricultural Development,
Department of Food Science and Technology, 68200, Orestiada, Greece.
E-mail: empezirt@agro.duth.gr**

Summary

This paper elaborate on the needs, the best practices and the tools for promoting and disseminating research programme achievements and results. It advocates the preparation of a communication strategy that answers the four key questions (What to say, To whom to say it, When to say it and Which are the appropriate communication mediums) as well as presenting the best practices for such research programmes. Finally, it concludes saying that in addition to duty, self-fulfilment and contractual obligations, the impact of a well communicated successful programme is further funding for the research area in question.

Keywords: Research programme, Communication strategy, Best practices.

Promoting and disseminating programme achievements and results became an integrated element of each new programme, not only due to contractual legal requirements, but mainly because researchers became aware to the fact that a good communication strategy is a key element to the success of any programme.

Communication

Why do scientists need to communicate the results of their programmes? Because in today's world, communication is considered a strategic function for any individual/organisation that interacts with society. The communication identifies by branding, justifies their existence and allows them to achieve their goals by obtaining resources in order to grow further.

If we try to define a successful programme, we will find out that **success** is measured by two factors:

- The **quality** of the programme
- Its **visibility** in a wide public

Normally, the quality of the programme is based on scientific hard facts, corroborated by the programme achievements and results.

However, the visibility of a programme - how much has it been noticed - depends on a series of soft elements that eventually come down to answering the question *How well is the programme promoted?*

It is without say to highlight the fact that the impact of such success is usually linked to more funding in the research area of the programme.

Thus, in order to maximise the success of a programme a focused communication strategy needs to be developed (European Commission, 2006). To do this we must answer the following four questions:

1. **Which** is the appropriate communication medium?
2. To **whom** do I want to say it – who will benefit and why?
3. **What** do I want to say – what is my programme about?
4. **When** is the right time to say it?

The Communication Medium

The most widely used communication mediums (Science and Development network, 2008) in the area of promotion and dissemination of achievements and results are:

1. Press release
2. Visual identity
3. Web site
4. Book publications
5. Other Promotion/publicity material
 - Newsletters
 - Leaflets/Brochures
 - Science exhibitions
 - Posters in dedicated events
 - Demos/Videos of your results
 - CD-ROMs/DVDs with the programme results
 - Published articles (not only on specialised and/or scientific journals)

Press Release

A press release is a news item designed to communicate the key points of a story.

A press release is sent to journalists (from local, national and international media including specialised scientific journalists) to announce achievements and results. The aim of a press release is to inspire a news entry. To this extend, it should be (European Commission, 2008):

- concise, simple and short (usual length of one page)
- written in a journalistic language to be easily understandable by all non-expert in the specific research domain
- incorporate key elements that make your project interesting by focusing on:
 - the achievement of local companies/institutions in securing funding in a very competitive environment
 - the fact that groundbreaking research will be undertaken by local companies / institutions
- include background references (i.a. website links) for interested parties

It is advisable that all partners of a programme join to the communication efforts by targeting their local media (i.a. newspapers and magazines as well as radio and television channels). The use the public relations departments of the partners, as they are more experienced in whom to target and how to target them, is highly recommendable.

Visual identity

Every communication product is created by an intertwined mix of three main skills, notably Science, Technical and Graphical skills (Lindberg Christensen, 2007).

An attractive visual identity of your programme, which then can be used to all publicity material, is a condition *sine qua* for all successful programmes.

For most programme the one and unfortunately only element of a visual identity is the logo. The logo should be eye-catching, professional and smart. A cleverly designed logo stays in the mind of people, thus remembering your programme.

It is true that good science communication should be based on robust

scientific results, but a good visual identity increases the chances of noticing your programme achievements.

Web site

In the digital era, your web-site is one – some people would even say the first - of the key communication tools to the outside world (stempra, 2009).

Writing for the web is completely different to writing for book publications or scientific papers, because of the way that we use the web (users tend to scan the available information and pick up the parts that interest them).

A website should be simple (do not forget the need for maintenance), available in more than one language (remember the European dimension of your work) and up to date (it should be updated on a regular basis). The website should be written in a "jargon-free" plain language, avoiding over-used words (i.a. innovation), while all texts should be proof read by a native speaker.

The content should be to the point and not a "cut and paste" of parts from the programme application or the deliverables. The usage of highlighted keywords (embedded links), the organisation of content into meaningful categories and the division of material into easily readable blocks would make a website easier to scan.

The website should be kept alive for the longest possible period (not been unplugged as soon as the contractual obligations expire) and have a meaningful name, if possible in the.eu domain.

Finally the web administrators should make extra effort in order to optimise the site for search engines (i.a. usage of semantically correct title and meta description tags, utilisation of standard HTML text, avoidance of pages with frames and/or flash files)

Book Publications

*Verba Volant, Scripta manent*¹ said the Latin philosopher expressing the fact that books are the most influential means of knowledge dissemination.

Books constitute a special kind of publication, since people tend to keep books, as they are perceived to be reference material. Books make great gifts, being meaningful and creative. To this extend, books are considered to

¹ Words fly away, Scripts stay.

be an inexpensive way of promoting both programme stakeholders and their work at a world wide level in the medium to long term.

However, the decision to write a book must be well thought, since it involves an enormous investment of time and input co-ordination.

Reach your audience

Different audiences are best reached via different media and different kind of messages (Mast et al, 2005):

- Highly specialised audience (scientific community)
Easiest to reach
Message is based on hard facts (programme deliverables)
- Interested audience (administration and decision-makers)
Contractual obligation to be consulted
Message is based on estimated general societal gains (based both on hard facts and softer issues)
- Indifferent audience (general public)
The most difficult group to target
The message is exclusively based on soft issues and the opportunities for promotion are depending from journalists and the maturity of society in accepting innovative solutions.

All stakeholders, including the press, should be kept informed at different stages of the programme and not only at the beginning. Contact them when you have something new to say that they will be interested in knowing. Be proactive and keep the spotlights on your work.

Remind people about your programme when new developments are ready with book publications, audiovisual material and other promotional material.

An example of a European Information and Communication Platform is European Commission DG Regional Policy “Inform Network”². The network aims to serve as a meeting point for the communication officers, project managers and all those interested in providing information on cohesion policy, and in particular on the European Regional Development Fund and the Cohesion Fund interventions in the Member States.

² http://ec.europa.eu/regional_policy/country/commu/index_en.cfm

Complementary to this network, interested parties could find additional information concerning the Regional Development projects, notably "Success stories"³ and "Case studies"⁴.

Concentrate on content

When promoting your programme concentrate on wider societal messages and avoid technical jargon and process irrelevant to people outside the programme.

Try to take some distance from the research area before producing your communication messages. Even better ask another colleague, non-member of the team and if possible with marketing/communication skills, to draft the key messages, following of course a technical briefing by the scientific team. The non-technical person will more likely be able to answer the "Who (did the research), What (is the essence of the research), Where (is the location), When (it happens), Why (is it important news) and How (the research was done)?" aspects of the programme. In this way, your communication will be easily understandable by journalists and the wider public.

Without overestimated the importance of your programme achievements, your message should explain in plain language what are the unique programme achievements, which that will help improve the life of the general public and/or assist solving a real world problem (Research Councils UK, 2002).

Your message should be factually correct including also timing details on when the developments of the programme are likely to be deployed.

Your message should be available, if possible, in more than one language in order to be accessible by a wider public. All communication should be written or at least proof read by a native language speaker.

Metaphors are an essential element in science communication writing. The best ones describe concepts in the plain language the reader uses. However, when necessary, point out the analogy's limits to the reader in order to avoid incorrect extrapolations.

³ http://ec.europa.eu/regional_policy/projects/stories/index_en.cfm

⁴ http://ec.europa.eu/regional_policy/projects/practices/index_en.cfm

Timing

Wise choosing of the timing of your communication efforts will help keep your programme on the spotlight for longer periods (The Royal Society, 2006).

To this extend, press releases should be draft periodically during the life of the programme. The first one, announcing the launch of the programme, should be followed by others at key programme milestones.

Acknowledge that journalists work to incredibly tight deadlines. Give priority to a media interview, and to drop other commitments if necessary. Remember that you're not doing the journalist a favour; you are using the media as a tool to reach thousands of readers, listeners or viewers. See it as an opportunity, not an intrusion

Conclusion

We live in an era of unprecedented scientific progress. The growing impact of technology has brought science ever more into our daily lives. However, there is a general lack in the general public of science awareness coupled to a lack of a broader appreciation of scientific progress.

We have elaborated on the many reasons scientists communicate, such as:

- To validate their work within their scientific community
- To highlight a specific achievement or result
- To show up the work of a company/institution/group
- To acknowledge a sponsor
- To benefit the society as a whole
- To secure further resources

No matter how revolutionary a research programme may be, one cannot expect the outside world to learn about it unless there are significant communication efforts to explain what it is all about.

We have shown that the extra energy that is put in promoting and communicating programme achievements and results is not only worth the effort, but it is also easily implemented based on the exposed best practices.

Endnotes

The paper does not reflect the official position of the European Commission. Neither the European Commission nor the authors nor any other person acting on their behalf is responsible for the use which might be made of the information contained herein.

In memoriam to our father Venizelos-Eleftherios Bezirtzoglou.

Βιβλιογραφία

- European Commission, 2006, A Scientist's Survival Kit; Communicating Science, http://ec.europa.eu/research/science-society/pdf/communicating-science_en.pdf.
- European Commission, 2008, *FP7 projects: Communication Best Practices*, http://cordis.europa.eu/fp7/ict/participating/communication-best-practices_en.html.
- Katrami, A., 2008, Promoting results, ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/ict/docs/photonics/20080918-presentation-concertation-promoting-results_en.pdf.
- Lindberg Christensen, L. 2007. *The Hands-On Guide for Science Communicators*, Springer.
- Mast, C., S.Huck and A. Zerfass. 2005. Innovation Communication: Outline of the Concept and Empirical Findings from Germany, *Innovation Journalism* 2:7, www.innovationjournalism.org/archive/INJO-2-7.pdf.
- Research Councils UK. 2002. *Dialogue with the public: Practical guidelines*, www.rcuk.ac.uk/aboutrcuk/publications/policy/pubdia.htm.
- Science and Development Network, 2008. *Practical guides*, www.scidev.net/en/practical-guides.
- Social Issues Research Centre, 2006. *Guidelines for scientists on communicating with the Media*, www.sirc.org/messenger/.
- Stempra, 2009. The stempra guide to being a press officer, www.stempra.org.uk/guidelines.htm.
- The Royal Society, 2006. *Science and the public interest*, <http://royal-society.org/downloaddoc.asp?id=5559>.

**ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ -
ΙΑΤΡΙΚΗ - ΥΓΙΕΙΝΗ**

Κυριότερες μέθοδοι απομόνωσης και ταυτοποίησης μικροβιακών πληθυσμών από το έδαφος

Χ. Στεφανής*, Α. Αλεξόπουλος, Χ. Βοϊδάρου, Σ. Βαβίας,
Σ. Πλέσσας και Ε. Μπεζιρτζόγλου

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης,
Εργαστήριο Μικροβιολογίας-Βιοτεχνολογίας και Υγιεινής Τροφίμων.
E-mail: cstefan@agro.duth.gr

Περίληψη

Η βιολογική ποικιλότητα του εδάφους, δηλαδή η ποικιλία της ζωής σε όλες τις μορφές της, τα επίπεδα και τις αλληλεπιδράσεις της, αποτελεί την ουσία για πλήθος λειτουργιών που επηρεάζουν το έδαφος. Κυρίαρχο ρόλο παίζουν τα βακτήρια, αφού συμμετέχουν σε όλους τους βιοχημικούς κύκλους των στοιχείων (N, P, S, O₂, CO₂ κ.α.), στην ανακύκλωση τους, στην αποσύνθεση της οργανικής ουσίας, στην βιολογική καταπολέμηση εχθρών και παρασίτων των φυτών, στην γενετική μηχανική και στην φυσικοχημική κατάσταση των εδαφών και στην γονιμότητα τους.

Επιπλέον, η ανακάλυψη ότι οι μικροοργανισμοί του εδάφους ήταν το παθογόνο αίτιο πολλών ασθενειών του ανθρώπου, των ζώων και των φυτών, μεγιστοποίησε την ανάγκη των επιστημόνων για την απομόνωση και την αναγνώρισή τους. Η παρουσία μικροοργανισμών-δεικτών (microbial indicators) που προέρχονται κυρίως από τον γαστρεντερικό σωλήνα του ανθρώπου και άλλων θερμόαιμων θηλαστικών και καθιερώθηκαν για την προστασία της δημόσιας υγείας, προέκτειναν την ανάγκη για την μελέτη της μικροβιακής οικολογίας του εδάφους.

Λέξεις κλειδιά: έδαφος, απομόνωση μικροοργανισμών, μικροβιακή οικολογία.

Η μικροβιολογία εδάφους έχει σαν κύριο στόχο την μελέτη των μικροοργανισμών του εδάφους και τις λειτουργίες τους. Το έδαφος είναι ένα σύνθετο και ετερογενές περιβάλλον και η μικροβιακή βιοποικιλότητα του πολύπλοκη με 10⁹ βακτηριακά κύτταρα ανά γραμμάριο εδάφους (van Elsas and Rutgers, 2005). Αποτελεί την μεγαλύτερη δεξαμενή μικροβιακής βιοποικιλότητας στον πλανήτη, με πλήθος βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, σχηματίζοντας ένα συναρπαστικό οικοσύστημα.

Η γνώση μας για την ποικιλότητα των μικροοργανισμών του εδάφους

είναι περιορισμένη, επειδή δεν μπορούμε να τους απομονώσουμε όλους. Έχει εκτιμηθεί ότι σε 1 γραμμάριο εδάφους μπορεί να υπάρχουν μέχρι και 4000 διαφορετικά γονιδιακά DNA (Torsvik et al. 1990a, b). Ο Pace υπολόγισε ότι μόλις 5000 βακτηριακά είδη έχουν μελετηθεί (Pace 1997, 1999). Επίσης, μόλις το 1% των μικροοργανισμών του εδάφους μπορεί να καλλιεργηθεί με κλασικές εργαστηριακές τεχνικές και είναι άγνωστο αν αυτό το ποσοστό είναι αντιπροσωπευτικό των συνολικών μικροβιακών κοινοτήτων (Amann et al. 1995, Torsvik et al. 1998, Davis et al. 2005). Επιπλέον περιορισμούς προκαλεί και το μέγεθος των βακτηρίων (0,5-10 μ m) στην συνολική προσπάθεια για κατηγοριοποίηση και ταξινόμηση των οικογενειών και ομάδων τους.

Οι περιορισμοί για την μορφολογική, βιοχημική και γενετική ταυτοποίηση των βακτηρίων συνεχίζονται και με τον ρόλο του εδάφους στην λειτουργία τους. Η εδαφική ετερογένεια προσδιορίζεται από την δομή του εδάφους, τα δίκτυα και τις βαθμίδες των πόρων που σχηματίζονται, διαμορφώνοντας περίπλοκες διατάξεις με διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες. Αυτή ακριβώς η χωρική κατανομή είτε σε επίπεδο πόρων των συσσωματωμάτων του εδάφους είτε σε επίπεδο γεωγραφικής έκτασης, είναι που συντελεί στην δημιουργία απομονωμένων “χώρων” και κατ’ επέκταση μεγάλη μικροβιακή ποικιλότητα (Zhoy et al. 2002).

Η φυσική δομή του εδάφους ευθύνεται άμεσα και στην εξελικτική πορεία των ειδών μέσα στο χρόνο. Το μικροπεριβάλλον που δημιουργείται σε επίπεδο πόρων ευνοεί την απομόνωση, αλλά και την προσαρμογή των βακτηρίων σε ιδιαίτερες συνθήκες π.χ. χαμηλή υγρασία, θερμοκρασία, ενζυμικές διεργασίες κ.τ.λ. προάγοντας την οριζόντια μεταφορά γονιδίων (van Elsas and Balley, 2002). Η χωρική οργάνωση των μικροβίων και η διάταξη των πόρων αλληλεπιδρούν και αναδιαμορφώνουν την αρχιτεκτονική των πόρων. Η λειτουργία των μικροβίων και οι δραστηριότητές τους σε επίπεδο 3 διατάσεων στους πόρους προσπαθεί να ερμηνευτεί με την εισαγωγή στατιστικών, γεωστατιστικών και στοχαστικών μαθηματικών μοντέλων (Korte 1999, Klironomos et al. 1999, Wachinger et al. 2000, Schroder 2006).

Οι ίδιοι μικροοργανισμοί προσαρμόζονται σε διάφορες συνθήκες που δημιουργούνται εξαιτίας της σύνθεσης των συσσωματωμάτων του εδάφους, συνεργάζονται μεταξύ τους και παίζουν ρόλο στις φυσικοχημικές ιδιότητες του. Σε μερικές περιπτώσεις η χωρική ανάλυση απέδειξε ότι διαφορετικές λιπαντικές επεμβάσεις στο έδαφος είχαν σαν αποτέλεσμα το 80% των βακτηρίων να συγκεντρωθεί στους μικροπόρους του εδάφους σε σταθερά μικρο-συσσωματώματα μεγέθους 2-20 μ m (Ranjard and Richaume, 2001). Η

σχέση μεταξύ της δομής του εδάφους και της μικροβιακής βιοποικιλότητας έχει επιβεβαιωθεί και από άλλους ερευνητές (Sessitsch et al. 2001, Tiedje et al. 2001).

Η εδαφική ετερογένεια παίζει ρόλο στην σύνθεση των βακτηριακών κοινοτήτων διότι επηρεάζει την διαθεσιμότητα των οργανικών ουσιών και την θρεπτική κατάσταση του εδάφους. Μεγαλύτερη μικροβιακή ποικιλότητα υπάρχει σε εδάφη με υψηλό θρεπτικό φορτίο σε αντίθεση με ολιγοτροφικά εδάφη και σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις με χαμηλές εισροές θρεπτικών στοιχείων (De Fede et al. 2001, Grayston et al. 2001, McCaig et al. 2001). Επίσης οι εποχιακές μεταβολές που συνεισφέρουν στην αλλαγή της θρεπτικής κατάστασης του εδάφους, φαίνεται να επηρεάζουν περισσότερο την σύνθεση των μικροβιακών κοινοτήτων και λιγότερο την διαμόρφωση τους (Smit et al. 2001).

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται σύγχρονες τεχνικές για την παρακολούθηση της μικροβιακής εξέλιξης, την ταυτοποίηση και την κατάταξη των μικροοργανισμών του εδάφους, στην προσπάθεια μας να απαντήσουμε ποιοι είναι αυτοί που ζουν στο έδαφος. Ο ορισμός του είδους στα προκαρυωτικά (μονοκύτταροι οργανισμοί) αποδείχθηκε δύσκολος. Η κατάταξη βακτηρίων σε ένα είδος στηρίζεται σε κοινά βιοχημικά και κυρίως μοριακά χαρακτηριστικά στο επίπεδο της ανάλυσης της αλληλουχίας συγκεκριμένων γονιδίων (Catherine and Knight, 2008).

Η κατάταξη των προκαρυωτικών μικροοργανισμών στηρίζεται σε 2 κλάδους: 1) την φυλογενετική (phylogenetic) κατάταξη που ομαδοποιεί τα βακτήρια ανάλογα με βάση συσχετισμούς και αναλύσεις της εξέλιξης τους και 2) την φαινοτυπική (phenetic) η οποία στηρίζεται στην ύπαρξη κοινών βιοχημικών χαρακτηριστικών όπως η φύση του κυτταρικού τοιχώματος, η φυσιολογία τους κ.α. Η δυσκολία κατάταξης των βακτηρίων σε είδη επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι ο Hey το 2001 κατέγραψε 24 διαφορετικούς ορισμούς για το «είδος» (Hey, 2001).

Η εισαγωγή των μοριακών τεχνικών στην μικροβιακή ποικιλότητα και οικολογία βοήθησε στην κατάταξη νέων μικροοργανισμών δίνοντας μια καλύτερη εικόνα για την ποικιλότητα του εδάφους. Η συνολική γονιδιακή ποικιλότητα μιας μικροβιακής κοινότητας μας δίνει αρκετές πληροφορίες για την σύνθεση και τις λειτουργίες της (Dahllof 2002, Ranjard et al. 2000). Τέλος, ένα από τα πιο σημαντικά ευρήματα σε σχέση με το DNA προερχόμενο από το έδαφος ήταν ότι η μεγαλύτερη βιολογική ποικιλότητα ήταν έκδηλη σε επίπεδο γονιδίων και ιδιαίτερα μεταξύ των προκαρυωτικών (Torsvik et al. 1996).

Η μοριακή οικολογία στηρίζεται σε τεχνικές ανάλυσης νουκλεϊκών οξέων και στον ακριβή προσδιορισμό ιδιοτήτων του βακτηριακού γονιδιώματος όπως π.χ. η σύσταση, το μέγεθος των βάσεων και η ομολογία των νουκλεοτιδιακών αλληλουχιών και έφερε σημαντικές ανακαλύψεις στον χαρακτηρισμό των ειδών.

Τα βακτήρια του εδάφους διαβιούν κυρίως στο νερό που συγκρατείται μέσα στα συσσωματώματα, στην διαφανική επιφάνεια των πόρων που υπάρχουν μέσα τους και μεταξύ τους. Είναι δε, προσκολλημένα μέσω πολυσακχαριτών και μηχανικών-ηλεκτροστατικών δυνάμεων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ότι όλες οι μέθοδοι απομόνωσης και ταυτοποίησης να περικλείουν δύο κοινά στάδια: α) αραιώση του εδάφους με ένα ρυθμιστικό διάλυμα (Lindahl and Bakken, 1995) και β) διαχωρισμός των μικροβιακών κυττάρων από τα εδαφικά συσσωματώματα αναλόγως την διάμετρο, κυρίως μέσω ανάδευσης, φυγοκέντρωσης, υπέρηχων και συνδυασμούς τους.

Η διασπορά ή αραιώση του εδάφους σε ένα υδατικό διάλυμα είναι χρήσιμη για την ανάκτηση των μικροοργανισμών από το έδαφος και μπορεί να γίνει με φυσικές ή χημικές διεργασίες. Ο διαχωρισμός των κυττάρων με την χρήση υψηλών συχνοτήτων, παίζει ρόλο στην διάσπαση των συσσωματωμάτων όπου βρίσκονται τα βακτήρια. Υπάρχει ο κίνδυνος όμως της καταστροφής των κυττάρων και της λύσης τους (Kerper and Pratt, 1994). Επίσης, ο συνδυασμός ανάδευσης και ενδιάμεσα φυγοκέντρωσης, με επιπλέον χρήση χημικών διαλυμάτων αυξάνει την ανάκτηση των μικροοργανισμών από το έδαφος (Hopkins et al. 1991).

Οι κυριότεροι μέθοδοι για να απομονώσουμε και να ταυτοποιήσουμε τα βακτήρια του εδάφους περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω:

Μέθοδοι Μικροσκόπησης:

- Χρησιμοποιούνται φθορίζουσες χρωστικές για την μικροσκοπική καταμέτρηση των μικροοργανισμών βάσει του χρωματισμού τους σε μικροσκόπια φθορισμού (Kerper and Pratt, 1994).
- Μικροσκόπηση με την βοήθεια χρωστικών (Gram, Nielsen κ.α.). Το μικροβιακό κύτταρο χρωματίζεται ανάλογα με την χημική σύσταση και δομή του κυτταρικού του τοιχώματος και παρατηρείται σε φωτονικό μικροσκόπιο.
- Ηλεκτρονική Μικροσκόπηση: Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM) και το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης (TEM) μπορούν να διακρίνουν βακτήρια και ιούς. Το SEM χρησιμοποιείται για την ανίχνευση των βακτηριακών κυττάρων και το TEM για τους ιούς).

Βιοχημικές Μέθοδοι:

- Μέθοδος των τριβλίων. Θεωρείται κλασική μικροβιολογική τεχνική όπου με την βοήθεια θρεπτικών υποστρωμάτων και τις ξεχωριστές διατροφικές απαιτήσεις των μικροοργανισμών λαμβάνουμε πληροφορίες για την σύνθεση του μικροβιακού πληθυσμού (Tabacchioni et al. 2000).
- Σχηματισμός διατροφικού προφίλ μέσω συγκεκριμένων πηγών άνθρακα (Community Level Phylogenetic Profile-CLPP και Sole Carbon Source Utilization-SCSU). Η χρησιμοποίηση συγκεκριμένων πηγών C δίνει μια εκτίμηση για την φυλογενετική ποικιλότητα της μικροβιακής κοινότητας (Garland and Mills 1991, Campbell et al. 1997).
- Σύσταση των λιπαρών οξέων. Η σύσταση και η κατανομή των διάφορων τύπων λιπιδίων στα κύτταρα των μικροβίων αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό για την ταξινόμηση και κατάταξη τους (Kirk et al. 2004, Ibekwe and Kennedy 1998). Το κύριο συστατικό των μεμβρανών είναι τα πολικά λιπίδια. Τα πλέον κοινά πολικά λιπίδια είναι τα φωσφολιπίδια (Fatty acid methyl ester-FAME και Phospholipid fatty acid analyses-PLFA).

Μοριακές μέθοδοι:

Η μοριακή οικολογία μας δίνει την δυνατότητα της άμεσης ταυτοποίησης ενός μικροοργανισμού με βάση την δομή και άλλων χαρακτηριστικών των νουκλεϊκών οξέων σε μόρια DNA. Ένα πρότυπο μόριο νουκλεϊκού οξέος, αποτελεί ένα μονόκλωνο μόριο νουκλεϊκού οξέος, σχεδιασμένο να υβριδίζει με μια συμπληρωματική αλληλουχία (την αλληλουχία που κωδικοποιεί μια πρωτεΐνη ή ένα μόριο RNA), ώστε να ανιχνεύουμε αυτήν την αλληλουχία σε συγκεκριμένες συνθήκες.

- Επιτόπιος Υβριδισμός φθορισμού (Fluorescent In Situ Hybridization-FISH). Χρησιμοποιεί φθορίζουσες ουσίες-ιχνηθέτες με στόχο την αναγνώριση ή την επιβεβαίωση συγκεκριμένων αλληλουχιών νουκλεϊκών οξέων σε ολόκληρα κύτταρα. Για την αναγνώριση μικροοργανισμών του εδάφους ο στόχος είναι συνήθως ολιγονουκλεοτίδια του rRNA (Moter and Gobel 2000, Theron and Cloete 2000).
- Αναλογία βάσεων του DNA σε γουανίνη(G) και κυτοσίνη(C) (G+C % content). Διαφορές στην αναλογία των συγκεκριμένων βάσεων του DNA διαφοροποιεί και συγκεκριμένα βακτήρια του εδάφους (Nusslein and Tiedje, 1999). Ο γενικός κανόνας που ακολουθείται είναι πως βακτήρια που διαφέρουν μεταξύ τους σε ποσοστό των βάσεων G+C άνω του 5% δεν μπορούν να καταταχθούν στο ίδιο είδος, ενώ βακτήρια που

διαφέρουν σε ποσοστό G+C άνω του 10% δεν μπορούν να καταταχθούν στο ίδιο γένος (Tiedje et al. 1999).

- Αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR-techniques). Με την συγκεκριμένη τεχνική πετυχαίνουμε τον πολλαπλασιασμό συγκεκριμένων αλληλουχιών (γονιδίων) του DNA ή του RNA(16S rRNA) που αναλύονται με ηλεκτροφορητικό διαχωρισμό σε πηκτή ηλεκτροφόρησης.
- Για την ταυτοποίηση των βακτηρίων έχουν δημιουργηθεί εξειδικευμένες τεχνικές όπως: Denaturing Gradient Gel Electrophoresis-DGGE. Η τεχνική βασίζεται στο διαφορετικό σημείο τήξης μικρών κομματιών DNA (200-700pb) σε θερμοκρασία 50-65⁰C και προσθήκης χημικών ουσιών στην πηκτή αγαρόζης π.χ. ουρία 0-7M. Όσο πιο πολύ θερμαίνονται τα κομμάτια του DNA τόσο μειώνεται η ηλεκτροφορητική τους κινητικότητα (Miller et al. 1999).
- Temperature Gradient Gel Electrophoresis-TGGE. Παρόμοια τεχνική με την DGGE με την διαφορά ότι δεν χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες, αλλά διαφορετικά και αυξανόμενα επίπεδα θερμοκρασίας.
- Restriction Fragment Length Polymorfism-RFLP/Amplified ribosomal DNA restriction analysis-ARIDA. Η τεχνική βασίζεται στο ότι το DNA τεμαχίζεται σε κλάσματα μήκους 100bp-10kbp με ένζυμα περιορισμού. Τα ένζυμα περιορισμού αναγνωρίζουν συγκεκριμένες αλληλουχίες DNA και όσο μεγαλύτερη η αλληλουχία στόχος ενός ενζύμου τόσο λιγότερα κλάσματα δημιουργούνται (Liw et al. 1997, Obsorn et al. 2000).
- DNA microarrays. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει ταυτόχρονα, πολλαπλές μεταλλάξεις γονιδίων σε διαφορετικές συνθήκες ανάπτυξης και ταυτοποίησης βακτηρίων. Ο πίνακας με τις μικροσυστοιχίες μπορεί να περιέχει ένα συγκεκριμένο γονίδιο στόχο, όπως νιτρογενάση ή ένα πρότυπο, κλάσματα DNA υβριδισμένα <70% (Cho and Tiedje 2001, Dubois et al. 2004).

Παρόλη την πρόοδο της τεχνολογίας, οι μοριακές τεχνικές δεν έχουν αντικαταστήσει της κλασικές καλλιεργητικές τεχνικές, αλλά τις έχουν συμπληρώσει. Οι μεν πρώτες απαιτούν λιγότερη εμπειρία, έχουν ίσως χαμηλότερο κόστος, αλλά είναι χρονοβόρες και χαρακτηρίζονται από χαμηλότερη ειδικότητα και ευαισθησία. Οι μοριακές τεχνικές έχουν και αυτές κάποιους περιορισμούς. Η μεθοδολογία τους (λύση των κυττάρων, primers, απομάκρυνση χουμικών οξέων από περιβαλλοντικά δείγματα κ.α.), η έλλειψη γνώσης για την πλήρη ταξινομική κατάταξη όλων των βακτηρίων του εδάφους, μαζί με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την εδαφική ετερογένεια

δυσκολεύουν την ταυτοποίηση των μικροοργανισμών.

Βιβλιογραφία

- Amann, R., W. Ludwig and K.H. Schleifer. 1995. Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiological Reviews* 59: 143-169.
- Campbell, C.D., C.J. Grayston and D.J. Hirst. 1997. Use of rhizosphere carbon sources in sole carbon tests to discriminate soil microbial communities. *Journal of Microbiological Methods* 30: 33-41.
- Catherine, A. Lozupone and Rob Knight. 2008. Species divergence and the measurement of microbial diversity. *FEMS Microbiology* 32(4): 557-578.
- Cho, J.-C. and T.M. Tiedje. 2001. Bacterial species determination from DNA-DNA hybridization by using genome fragments and DNA micro arrays. *Applied and Environmental Microbiology* 67: 3677-3682.
- Dahllof, I. 2002. Molecular community analysis of microbial diversity. *Current Opinion in Biotechnology* 13: 213-217.
- Davis, K.E.R., S.J. Joseph and P.H. Jansen. 2005. Effects of growth medium, inoculum size and incubation time on culturability and isolation of soil bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 71: 826-834.
- Dubois, G.W., S. Hill, L.S. England, T. Edge, L. Masson, J.T. Trevors and E. Brousseau. 2004. A DNA micro array-based array for the characterization of commercially formulated products. *Journal of Microbiological Methods* 58: 251-262.
- Garland, J.L. and A.L. Mills. 1991. Classification and characterization of heterotrophic bacterial communities on the basis of patterns of community-level-sole-carbon-source-utilization. *Applied and Environmental Microbiology* 57: 2351-2359.
- Hey, J. 2001. The mind of the species problem. *TREE* 16: 326-329.
- Hopkins, D.W., S.J. Macnaughton and A.G. O'Donnell. 1991. A dispersion and differential centrifugation technique for representative sampling micro organisms from soil. *Soil Biology Biochemistry* 23: 217-225.
- Ibekwe, A.M. and A.C. Kennedy. 1998. Phospholipid fatty acid profiles and carbon utilization patterns for analysis of microbial community

- structure under field and green house conditions. *FEMS Microbiology Ecology* 26: 151-163.
- Kepner, R.L. and J.R. Pratt. 1994. Use of fluorochromes for direct enumeration of total bacteria in environmental samples: past and present. *Microbiological Reviews* 58 (4): 603-615.
- Kirk, J.L., L.A. Beaudette, M. Hart, P. Moutoglis, J.M. Klironomos, H. Lee and J.T. Trevor. 2004. Methods of studying soil microbial diversity. *Journal of Microbiological Methods* 58: 169-188.
- Klironomos, J.N., M.C. Rilling and M.F. Allen. 1999. Designing below ground field experiments with the help of semi-variance and power analyses. *Applied Soil Ecology* 12: 227-238.
- Korre, A. 1999. Statistical and spatial assessment of soil heavy metal contamination in areas of poorly recorded, complex sources of pollution. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 13: 288-316.
- Liw, W.T., T.L. Marsh, H. Cheng and L.J. Forney. 1997. Characterization of microbial diversity by terminal restriction fragment length polymorphism of genes encoding 16S rRNA. *Applied Environmental Microbiology* 63: 4516-4522.
- Miller, K.M., T.J. Ming, A.D. Schulze and R.E. Withler. 1999. Denaturing gradient gel electrophoresis: A rapid and sensitive technique to screen nucleotide sequence variation in populations. *Bio techniques* 27: 101-1030.
- Moter, A. and U.B. Gobel. 2000. Fluorescent In Situ Hybridization-FISH for direct visualization of microorganisms. *Journal of Microbiological Methods* 41: 85-112.
- Obsorn, A.M., E.R.B. Moore and K.N. Timmis. 2000. An evaluation of terminal restriction fragment length polymorphism (T-RFLP) analysis for the study of microbial community structure and dynamics. *Environmental Microbiology* 2: 39-50.
- Pace, N.R. 1997. New perspective on the natural microbial world: molecular microbial ecology. *ASM News* 62: 463-470.
- Pace, N.R. 1999. A molecular view of microbial diversity and the biosphere. *Science* 276: 734-770.
- Ranjard, L. and A. Richaume. 2001. Quantitative and qualitative methods microscale distribution of bacteria in soil. *Research in Microbiology* 152: 707-716.
- Ranjard, L., F. Poly and F. Nazaret. 2000. Monitoring complex bacterial

- communities using culture-independent molecular techniques: application to soil environment. *Research in Microbiology* 151: 167-177.
- Schroder, W. 2006. GIS, geostatistics, metadata banking, and tree-based models for data analysis and mapping in environmental modelling and epidemiology. *International Journal of Medical Microbiology* 296: 23-36.
- Sessitsch, A., A. Weilharter, M.H. Gerzabek, H. Kirchman and E. Kandeler. 2001. Microbial population structure in soil particle size fractions of a long term fertilizer field experiment. *Applied and Environmental Microbiology* 67: 4215-4224.
- Smit, E., P. Leeftang, S. Gommans, J. Van de Broek, M.S. Van and K. Wernars. 2001. Diversity and fluctuations of the dominant members of the bacterial soil community in a wheat field as determined by cultivation and molecular methods. *Applied and Environmental Microbiology* 67: 2284-2291.
- Tabacchioni, S., L. Chiaini, A. Bevivino, C. Cantale and C. Dalmastrì. 2000. Bias caused by using different isolation media for assessing the genetic diversity of a natural microbial population. *Microbial Ecology* 40: 169-176.
- Theron, J. and T.E. Cloete. 2000. Molecular techniques for determining microbial diversity and community structure in natural environments. *Critical Review of Microbiology* 26: 37-57.
- Tiedje, J.M., S. Assuming-Brempong, K. Nusslein, T.L. March and S.J. Flynn. 1999. Opening the black box of soil microbial diversity. *Applied Soil Ecology* 13: 109-122.
- Tiedje, J.M., J.C. Cho, A. Murray, D. Treves, B. Xia and J. Zhou. 2001. *Soil teeming with life: new frontiers of soil science*. In *Sustainable Management of Soil Organic matter*. Edited by Rees R.M., Ball B.C., Campbell C.D., Watchon C.A., CAB International, 393-412.
- Torsvik, V., F.L. Daae, R. Sandaa and A.L. Ovreas. 1998. Review article: novel techniques for analysing microbial diversity in natural and perturbed environments. *Journal of Biotechnology* 64: 53-62.
- Torsvik, V., J. Goksoyr and F.L. Daae. 1990a. High diversity in DNA of soil bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 56: 782-787.
- Torsvik, V., K. Salte, R. Soerthein and J. Goksoeyr. 1990b. Comparison of phenotypic diversity and DNA heterogeneity in a population of soil

- bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 56: 776-781.
- Torsvik, V., R. Sorheim and J. Goksoyr. 1996. Total bacterial diversity in soil and sediment communities-A review. *Journal of Industrial Microbiology* 17: 170-178.
- Van Elsas, J.D. and M. Rutgers 2005. *Estimating soil microbial diversity and community composition*. In *Microbiological methods for assessing soil quality* (eds), Bloem, J., Hopkins, D. W. & Benedetti, A.) Cabi Publishing, Cambridge, MA, USA.
- Van Elsas, J.D. and M.J. Balley. 2002. The ecology of transfer of mobile genetic elements. *FEMS Microbiology Ecology* 42: 187-197.
- Wachinger, G., S. Fiedler, K. Zepp, A. Gattingen, M. Sommer and K. Roth. 2000. Variability of soil methane production on the micro-scale: spatial association of hot spot of organic bacteria and Archaeal population. *Soil Biology and Biochemistry* 32: 1121-1130.
- Zhou, Jizhong., B. Xia, D.S. Treves, L.-Y. Wu, T.L. Marsh, R.V. O'Neill, A. V. Palumbo and James M. Tiedje. 2002. Spatial and resource factors influencing high microbial diversity in soil. *Applied and Environmental Microbiology* 68: 326-334.

Principal methods of isolation and identification of soil microbial communities

**C. Stefanis, A. Alexopoulos, Ch. Voidarou, S. Vavias,
S. Plessas and E. Bezirtzoglou**

Summary

Soil microbial populations play crucial role in soil properties and influence belowground ecosystem processes. Microbial composition and functioning changes the soil quality through decomposition of organic matter, recycle of nutrients and biological control of parasites of plants. Moreover, the discovery that soil micro-organisms were the pathogenic cause of many illnesses of humans, animals and plants maximized the need of scientists for the isolation and their characterization. The presence of micro-organisms-(microbial indicators) that emanates mainly from the gastrointerine gut of mammals was established for the protection of public health; extend the need for the study of microbial ecology of soil. Operations as the production of antibiotics and enzymatic activities from micro-organisms of soil constitute objectives of industry in her effort to cope with the

increase of population of earth and disturbance of environment. Furthermore, soil microbial communities affect all agricultural and tillage practises.

In the last decades new biochemical and molecular techniques has been developed in our effort to identify and classify soil bacteria. The goal of measuring the soil microbial diversity is difficult because of the limited knowledge about bacteria species and classification through families and orders. Molecular techniques extend our knowledge about microbial diversity and help the taxonomy of species. Measuring and monitoring the genetic microbial diversity of microbial communities can lead us to better understanding of their composition and function.

Keywords: soil, isolation of microorganisms, microbial ecology.

Ανίχνευση μυκοβακτηρίδιων σε ευρύαλα καλλιεργούμενα είδη ψαριών

Α. Αλεξόπουλος*, Χ. Βοΐδαρου, Η. Νούσσιος, Χ. Στεφανής,
Σ. Βαβίας και Ε. Μπεζιρτζόγλου

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης,
Εργαστήριο Μικροβιολογίας, Βιοτεχνολογίας & Υγιεινής, 28200, Ορεστιάδα.
E-mail: alexopo@agro.duth.gr

Περίληψη

Ο σκοπός της εργασίας ήταν η βελτιστοποίηση μεθοδολογίας για την μοριακή ανίχνευση των Μυκοβακτηριδίων σε καλλιεργούμενα είδη ψαριών όπως είναι η τσιπούρα και το λαβράκι. Ειδικότερος στόχος ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας ανίχνευσης του παθογόνου με έμφαση στο είδος *Mycobacterium marinum* το οποίο χαρακτηρίζεται από υψηλή μολυσματικότητα και ευθύνεται για μεγάλο ποσοστό της παρατηρούμενης θνησιμότητας στις ιχθυοκαλλιέργειες. Για τον σκοπό αυτό, είκοσι ένα δείγματα ψαριών τσιπούρας (*Sparus aurata*) τα οποία ελήφθησαν από ιχθυοκαλλιέργειες περιοχών της Ανατολικής και Δυτικής Ελλάδας, εξετάστηκαν με κλασικές μικροβιολογικές μεθόδους αλλά και με μοριακές τεχνικές προκειμένου να εκτιμηθεί ο βαθμός συμφωνίας των δύο διαδικασιών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι με την κλασική τεχνική ανάλυσης βρέθηκε ένα θετικό δείγμα (4,8%) ενώ με την μοριακή τεχνική, δύο δείγματα (9,5%) βρέθηκαν θετικά αποδεικνύοντας ότι χαρακτηρίζεται από υψηλότερη ευαισθησία.

Λέξεις κλειδιά: Μυκοβακτήρια, PCR, καλλιεργούμενα ψάρια.

Εισαγωγή

Οι περιβαλλοντικές πηγές και ο τρόπος μετάδοσης των μυκοβακτηριδίων δεν είναι απόλυτα γνωστές. Οι μοριακές τεχνικές που βρίσκονται σε ανάπτυξη δίνουν ωστόσο την δυνατότητα καθορισμού των οδών μετάδοσης και τον τρόπο δράσης. Η ανακάλυψη μιας ένθετης αλληλουχίας (IS2404) στο *M. ulcerans*, το οποίο έχει γενοτυπική ομοιότητα κατά 99,7% με το *C. marinum*, επιτρέπει την διερεύνηση της δυνατότητας ανίχνευσης του βακτηριδίου με τεχνικές αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR) από περιβαλλοντικά δείγματα χρησιμοποιώντας σαν οδηγό την παραπάνω καθορισμένη αλληλουχία (Ross et al. 1997a). Ωστόσο, η ανίχνευση των μικροορ-

γανισμών αυτών από περιβαλλοντικά δείγματα παρουσιάζει πολλές δυσκολίες που οφείλονται σε λόγους όπως: η συγκέντρωση των βακτηριακών κυττάρων στα δείγματα (π.χ σε νερό), η μη ικανοποιητική λύση των κυττάρων για την απομόνωση του γενετικού υλικού, η παρουσία διαφόρων αναστολέων της PCR όπως τα χουμικά οξέα και η παρουσία φαινολών.

Για τους παραπάνω λόγους, στην βιβλιογραφία τρεις μέθοδοι έχουν υιοθετηθεί προκειμένου να ξεπεραστούν τα παραπάνω προβλήματα. Η πρώτη αφορά την εφαρμογή χρωματογραφίας διήθησης σε πήκτωμα προκειμένου να κατακρατηθούν οι αναστολείς της PCR. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει μια στήλη χρωματογραφίας που περιέχει πολύ -βίνυλ -πυρολιδόνη ή PVP (Ross et al. 1997b). Μια δεύτερη μέθοδος περιλαμβάνει την χρήση αντισωμάτων για το *Mycobacterium* με μαγνητικά σφαιρίδια τα οποία συγκολλούν και συγκεντρώνουν τα μικροβιακά κύτταρα (Roberts και Hirst, 1997). Ενώ η τρίτη μέθοδος βασίζεται σε PCR σύλληψης όπου οι αλληλουχίες του μικροοργανισμού συμπυκνώνονται και το άσχετο DNA μαζί με άλλους δυνητικούς αναστολείς του προϊόντος απομακρύνονται (Stinear et al. 2000).

Οι παραπάνω μέθοδοι για την ανίχνευση του *Mycobacterium* σε περιβαλλοντικά δείγματα (και στα ψάρια) περιλαμβάνουν επίπονες, χρονοβόρες και δαπανηρές διαδικασίες που μεταξύ άλλων είναι και επιρρεπείς σε επιμολύνσεις. Η ανάπτυξη μιας μεθόδου απομόνωσης του DNA που θα είναι λιγότερο πολύπλοκη και επιρρεπής σε επιμολύνηση θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη και θα αποτελούσε το κύριο βήμα για την δυνατότητα μέτρησης των μυκοβακτηριδίων σε ιστούς ψαριών ή στο νερό των ιχθυοκαλλιέργειών.

Υλικά και μέθοδοι

Μεθοδολογία

Για τις ανάγκες της έρευνας και επειδή δεν υπήρχαν διαθέσιμα πρότυπα στελέχη μυκοβακτηριδίων από ψάρια, χρησιμοποιήθηκαν στελέχη από άλλους οργανισμούς.

Τα στελέχη καλλιεργήθηκαν σε υλικό Lowenstein-Jensen (L-J) στους 37° C για 1 μήνα και στους 33° C για 3 μήνες. Τα καλλιεργημένα στελέχη χρησιμοποιήθηκαν σαν πρότυπα για τον έλεγχο της απόδοσης της τεχνικής της απομόνωσης του γενετικού υλικού εξαιτίας του ότι ήταν διαθέσιμα σε ικανές ποσότητες (καθαρές αποικίες) και εύκολα ομογενοποιούνται σε διάλυμα TE (10 mM Tris/HCL, 1 mM EDTA, pH 8.0). Το προϊόν απομόνωσης και η καθαρότητα ελέγχθηκαν φωτομετρικά.

Συλλογή δειγμάτων

Συνολικά 21 δείγματα ψαριών από τα οποία τα 5 ήταν ασυμπτωματικά και τα 16 συμπτωματικά χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη. Κάθε δείγμα αφορούσε τόσο τα βράγχια όσο και το περιεχόμενο του στομάχου. Εξαιτίας της απουσίας αντίστοιχων διακριβωμένων επιδημιών χρησιμοποιήθηκαν μόνο ψάρια τα οποία έφεραν χαρακτηριστικά συμπτώματα και άρα είχαν μεγάλη πιθανότητα θετικότητας. Τα δείγματα τα οποία ζύγιζαν 200 γρ. ομογενοποιήθηκαν σε 4 ml διαλύματος TE και ποσότητες 2 ml χρησιμοποιήθηκαν για καλλιέργεια σε υλικό L-J στους 30° C και μικροσκοπικό έλεγχο. Τα εναπομείναντα 2 X 1ml δείγματα χρησιμοποιήθηκαν για την PCR.

Εκχύλιση και απομόνωση DNA από πρότυπες καλλιέργειες

Καλλιέργειες από πέντε στελέχη *Mycobacterium* απομονώθηκαν και αναμείχθηκαν με 5 ml διαλύματος TE. Ογδόντα φιαλίδια Eppendorf με ίσες ποσότητες του μείγματος των στελεχών (περίπου 10⁹ cfu) προετοιμάστηκαν κατάλληλα και φυγοκεντρήθηκαν στα 4000g για 5 λεπτά. Το ίζημα που προέκυψε υποβλήθηκε σε λύση και εκχύλιση του DNA με διαφορετικές ποσότητες: N – lauryl sarcosine (Sarcosyl), διαφορετικές αναλογίες λυτικού buffer, χλωροφορμίου και κορεσμένου διαλύματος Tris - φαινόλης, καθώς και διαφορετικές θερμοκρασίες αντίδρασης. Μετά την λύση των κυττάρων τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν στα 10000g για 20 λεπτά στους 4°C. Το υπερκείμενο μεταγγίσθηκε σε νέα φιαλίδια, μετά την κροκίδωση των πρωτεϊνών με απόλυτη αιθανόλη, και επαναδιαλύθηκε σε 50 μl συγκέντρωσης 0,5X TE buffer. Στην συνέχεια 10 μl χρωμοσωμικού DNA υποβλήθηκε σε ηλεκτροφόρηση χρησιμοποιώντας 1% πήκτωμα αγαρόζης. Τα πηκτώματα χρώσθηκαν με βρωμιούχο αιθίδιο και αναλύθηκαν σε πηγή UV. Μετρήσεις πυκνότητας από την ανάλυση της εικόνας των πηκτωμάτων χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτικοποίηση του απομονωμένου γενετικού υλικού.

Εκχύλιση και απομόνωση DNA από δείγματα ψαριών

Δύο δείγματα όγκου 1 ml το καθένα από τον ομογενοποιημένο ιστό, συλλέχθηκαν και φυγοκεντρήθηκαν στα 4000g για 15 λεπτά στους 4°C. Τα υπερκείμενα απομακρύνθηκαν και τα ιζήματα επανα-διαλυτοποιήθηκαν σε 150 μl λυτικού διαλύματος (10 mM Tris/HLC, pH 8.0, 5 mM EDTA, 4 M guanidinium isothiocyanate (GITC), pH 7.5, 50 g Sarcosyl/l, 2.5 g SDS/l, 5 g κιτρικού νατρίου/l και 5 g Τριτον X-100/l). Ποσότητες από 300 μl χλωροφόρμιου και 300 μl κορεσμένου διαλύματος Tris με φαινόλη (pH 6.9) προστέθηκαν σε κάθε φιαλίδιο.

Συνθήκες PCR, ηλεκτροφόρησης του DNA

Το τμήμα IS2404 ενισχύθηκε χρησιμοποιώντας τους αντίστοιχους συνδυασμούς από εκκινητές (primers):

PGP1, 59-AGGGCAGCGCGGTGATACGG

PGP2, 59-CAGTGGATTGGTGCCGATCGAG

(από την εργασία των Kotloski et al. 2004)

Καθώς και τους:

PGP3, 59-GGCGCAGATCAACTTCGCGGT

PGP4, 59-CTGCGTGGTGCTTTACGCGC

(από την εργασία των Guimaraes-Peres et al. 1999).

Τα αναμενόμενα τμήματα των προϊόντων της PCR κατά τον πρώτο και δεύτερο κύκλο είναι 332 και 218 bp αντίστοιχα. Για την πρώτη εφαρμογή της PCR, 5 μl από εκχύλισμα DNA προστέθηκε σε 45 μl μίγματος PCR που περιείχε 20 pM PGP1 και PGP2, 1 U AmpliTaq DNA πολυμεράση (Roche), 0.2 mM από κάθε ένα από τα dNTP, 10 mM Tris/HCl (pH 8.4), 1.5 mM MgCl₂, 50 mM KCl και 0.1% Triton X-100 ενώ καλύφθηκε με υγρή παραφίνη.

Οι συνθήκες του κυκλοποιητή ήταν: Αποδιάταξη στους 94° C για 5 λεπτά; Ενίσχυση για 40 κύκλους στους 94° C για 45 s, σύνδεση στους 64° C για 45 s και 72° C για 45 s και στο τέλος στους 72° C για 10 λεπτά. Για την δεύτερη PCR, 1 μl από τον πρώτο κύκλο ενισχύθηκε σε 25 μl μείγματος παρουσία 10pM PGP3 και PGP4 με συνθήκες σύνδεσης στους 64° C για 38 κύκλους. 7 μl ενισχυμένου DNA ελήφθησαν για ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα αγαρόζης 2%. Τα πηκτώματα χρώσθηκαν κατάλληλα και εμφανίσθηκαν σε UV.

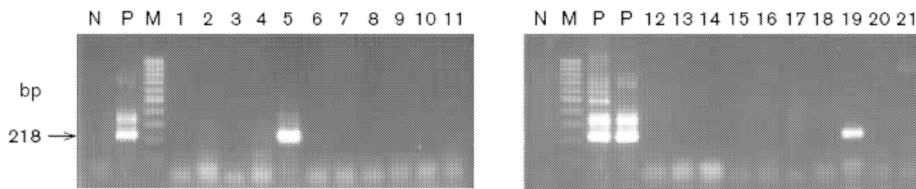
Αποτελέσματα – Συζήτηση

Τα Μυκοβακτηρίδια χαρακτηρίζονται από ένα παχύ στρώμα μουκολασών στην κυτταρική τους στιβάδα, που τα καθιστά πρακτικά απρόσβλητα από την δράση των λυτικών ενζύμων (πχ. λυσοζύμες, Κ-πρωτεϊνάσες κ.λ.π). Πρωτόκολλα μεθόδων τα οποία χρησιμοποιούν μηχανικούς τρόπους λύσης είναι διαθέσιμα, αλλά αφορούν κυρίως καθαρές καλλιέργειες και θα πρέπει να τροποποιούνται ανάλογα με το χημικό υπόστρωμα και τις ρεολογικές ιδιότητες του δείγματος.

Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου έγκειται στην χρήση του Sarconyl σε ποσοστό 5%, αλλά και του SDS (0,25% w/v) το οποίο είναι διαλυτό σε 4 M GITC ώστε να ενσωματωθεί στο διάλυμα λύσης.

Με βάση τα αποτελέσματα εφαρμογής της αλληλουχίας IS2404, προχωρήσαμε στην ανίχνευση στελεχών μυκοβακτηριδίων σε δείγματα ψαριών τα οποία επιλέχθηκαν με βάση τα συμπτώματα που εμφάνιζαν.

Από τα 21 δείγματα ψαριών θετικά ανευρέθηκαν τα δύο (10%) (Εικόνα 1). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι με την κλασική τεχνική της καλλιέργειας σε θρεπτικό υλικό L-J ήταν δυνατή η ταυτοποίηση ενός δείγματος μέχρι το επίπεδο του είδους (*Mycobacterium* sp.).



Εικόνα 1. Ανίχνευση *Μυκοβακτηριδίων* σε 21 δείγματα ψαριών (τσιπούρα). Τα δείγματα 5 και 19 είναι θετικά όπως φαίνεται και από το θετικό μάρτυρα (ζώνη P). N: αρνητικός μάρτυρας, M: Ζώνη μεγέθους DNA. Τα δείγματα 7-11 ήταν ασυμπτωματικά.

Picture 1. *Mycobacteria* detection in 21 fish samples (*Sparus aurata*). Samples 5 and 19 are positive as indicated by the control (lane P). N: negative control, M: DNA ladder. Samples 7-11 were asymptomatic.

Η εφαρμογή μοριακών τεχνικών ανίχνευσης των μυκοβακτηριδίων σε δείγματα ψαριών χαρακτηρίζεται από ευαισθησία και ταχύτητα σε σχέση με τις κλασικές καλλιεργητικές τεχνικές οι οποίες είναι αρκετά χρονοβόρες. Εντούτοις, η ειδικότητα της μεθόδου είναι αρκετά χαμηλή ώστε να την καθιστά αξιοποιήσιμη και αυτό οφείλεται στο ότι η αλληλουχία που χρησιμοποιήθηκε είναι κοινή στο σύνολο των μυκοβακτηριακών ειδών οπότε, δεν είναι δυνατή η διάκριση σε επίπεδο γένους.

Επίσης, πέραν των πλεονεκτημάτων που προσφέρει μια τεχνική απομόνωσης και καθαρισμού του βακτηριακού DNA αυτή δεν μειώνει αισθητά το κόστος της ανάλυσης. Κατά συνέπεια, είναι απαραίτητη η συνέχιση της έρευνας στο πεδίο αυτό πριν η τεχνική να υιοθετηθεί σε κατάλληλες εφαρμογές όπως αυτής της ασφάλειας των ιχθύων, της διασφάλισης της υγείας των καταναλωτών αλλά και σε εφαρμογές προστασίας και εκτίμησης της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία βασίζεται σε ερευνητικό πρόγραμμα το οποίο χρηματοδοτήθηκε από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων καθώς και Ευρωπαϊκούς Πόρους στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού προγράμματος Αλιεία 2000-2006.

Βιβλιογραφία

- Guimaraes-Peres, A., F. Portaels, P. de Rijk, K. Fissette, S.R. Pattyn, J. van Vooren, P. Fonteyne. 1999. Comparison of two PCRs for detection of *Mycobacterium ulcerans*. *J Clin Microbiol.* 37:206-208.
- Kotlowski, Roman., Martin Anandi, Ablordey Anthony, Karim Chemlal, Pierre-Alain Fonteyne and Francoise Portaels. 2004. One-tube cell lysis and DNA extraction procedure for PCR-based detection of *Mycobacterium ulcerans* in aquatic insects, molluscs and fish. *J Med Micro* 53:927-933.
- Ross, B.C., P.D. Johnson, F. Oppedisano, L. Marino, A. Sievers, T. Stinear, J.A. Hayman, M.G. Veitch and R.M. Robins-Browne. 1997a. Detection of *Mycobacterium ulcerans* in environmental samples during an outbreak of ulcerative disease. *Appl Environ Microbiol* 63:4135-4138.
- Ross, B.C., L. Marino, F. Oppedisano, R. Edwards, R.M. Robins-Browne and P.D. Johnson. 1997b. Development of a PCR assay for rapid diagnosis of *Mycobacterium ulcerans* infection. *J Clin Microbiol* 35:1696-1700.
- Roberts, B. and R. Hirst. 1997. Immunomagnetic separation and PCR for detection of *Mycobacterium ulcerans*. *J Clin Microbiol* 35:2709-2711.
- Stinear, T., J.K. Davies, G.A. Jenkin, F. Portaels, B.C. Ross, F. Oppedisano, M. Purcell, J.A. Hayman, P.D. Johnson. 2000. A simple PCR method for rapid genotype analysis of *Mycobacterium ulcerans*. *J Clin Microbiol.* 38:1482-1487.

Occurrence of *mycobacterium sp.* of euryhaline fishes from sea cultures

A. Alexopoulos, Ch. Voidarou, I. Noussias, Ch. Stefanis,
S. Vavias and E. Bezirtzoglou

Abstract

Fish mycobacteriosis is a worldwide problem with an economic impact to the fish industry as it involves more of 150 of salt and fresh-water fish species. The development of the disease may be asymptomatic with long incubation period resulting to weigh loss and mortalities in the fish stocks. In Greece, aquaculture is one of the most important economic activities with concern on fish health related problems.

Twenty one samples (*Sparus aurata*) of approximately 200g, five of them asymptomatic, were randomly collected from various sea farms from the Western and Eastern coastlines of Greece and subjected in mycobacteria isolation and identification analysis. For this purpose, classical and PCR techniques were used. With the classical culture technique, one (4.8%) out of twenty one fish samples was positive to Mycobacterium sp. while, with PCR two samples (9.5%) were found positive. These results indicates that there is a level of agreement between the two methods and that the prevalence of mycobacteria in random symptomatic and asymptomatic samples lies between 5 and 10%.

Keywords: Mycobacteria, fish, PCR.

Διερεύνηση αντιμικροβιακής δράσης μικτών καλλιιεργειών κατά την παραγωγή άρτου με την μέθοδο του προζυμιού

Σ. Πλέσσας*, Α. Αλεξόπουλος και Ε. Μπεζιρτζόγλου

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης,
Εργαστήριο Μικροβιολογίας Τροφίμων, Βιοτεχνολογίας και Υγιεινής, Ορεστιάδα.
E-mail: splessas@agro.duth.gr

Περίληψη

Η χρήση μικτών καλλιιεργειών αποτελούμενη από γαλακτικά βακτήρια για την παραγωγή άρτου ολοένα και αποκτά σημαντικό ερευνητικό ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Τα βασικότερα πλεονεκτήματα έγκεινται στο γεγονός ότι τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του άρτου είναι σαφώς βελτιωμένα σε σχέση με τον εμπορικό άρτο όπως και στο ότι οι χρόνοι συντήρησης είναι υψηλότεροι. Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε προκαταρκτικά η παραγωγή άρτου με τη μέθοδο του προζυμιού χρησιμοποιώντας ως αρχική καλλιέργεια το *L. casei* και *L. helveticus*. Εξετάστηκαν διάφορες θερμοκρασίες ζύμωσης του προζυμιού (30°C, 37°C και 40°C) και διερευνήθηκε η αντιμικροβιακή δράση της αρχικής μικτής καλλιέργειας έναντι των ευρωτομυκήτων, που προκαλούν μία από τις σημαντικότερες αλλοιώσεις στον άρτο, μέσω οργανοληπτικής εξέτασης.

Αρχικά οι άρτοι ελέγησαν χημικά προσδιορίζοντας την οξύτητα, το pH και το γαλακτικό οξύ. Για λόγους σύγκρισης παρήχθη άρτος με την χρήση ζύμης αρτοποιίας και με εμπορικό προζύμι. Οι προτεινόμενες αρχικές καλλιέργειες οδήγησαν σε άρτους με υψηλότερες οξύτητες (9-10ml NaOH N/10), χαμηλότερες τιμές pH (4,2-4,8) και υψηλότερες συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος (2,55-2,88 g/Kg άρτου). Τα παραπάνω ευρήματα είχαν ως αποτέλεσμα μεγαλύτερους χρόνους συντήρησης (8-11 ημέρες) συγκριτικά με άρτους που παρασκευάστηκαν με χωρίς την προσθήκη μικροοργανισμού και με εμπορικό προζύμι. Ειδικότερα τα καλύτερα αποτελέσματα, αναφορικά με την εμφάνιση ευρωτίασης παρατηρήθηκαν στην περίπτωση που τα προζύμια είχαν ζυμωθεί σε θερμοκρασία 40 °C.

Λέξεις Κλειδιά: *L. casei*, *L. helveticus*, Ευρωτίαση, Προζύμι.

Εισαγωγή

Μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον έχει εστιαστεί τα τελευταία χρόνια στην βιοτεχνολογική εκμετάλλευση αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων, όπως το τυρόγαλο και η μελάσση για την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστι-

θέμενης αξίας (Parrondo et al. 2003, Liu et al. 2004, Ghaly et al. 2004, Audic et al. 2003). Παρόλα αυτά έρευνες όσον αφορά στην ανάπτυξη μικτών καλλιεργείων από τον συνδυασμό των παραπάνω αποβλήτων και ειδικότερα χρήση τους στην παρασκευή προζυμιού και προζυμωμένου ψωμιού δεν έχουν δημοσιευθεί και αποτελούν μία σημαντική πρωτοτυπία της παρούσης ερευνητικής προσπάθειας.

Η χρήση μικτών καλλιεργείων, κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος τα τελευταία χρόνια εξαιτίας των αρκετών και πολλές φορές πολύπλοκων βιοχημικών αντιδράσεων που συντελούν προς την κατεύθυνση της βελτίωσης του ποιοτικού χαρακτήρα των ζυμωμένων τροφίμων. Ειδικότερα στους συνδυασμούς γαλακτικών βακτηρίων με ζύμες, τα γαλακτικά βακτήρια συντελούν στην παραγωγή οργανικών οξέων με άμεση επίδραση, στην αύξηση της οξύτητας, στην παραγωγή περισσότερων αρωματικών ενώσεων και σε πιο βελτιωμένες οργανοληπτικές ιδιότητες στο ψωμί, ενώ οι ζύμες προκαλούν την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και την διόγκωση του ψωμιού (Brandt et al. 2004).

Οι μικροοργανισμοί, που έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρασκευή προζυμιού (sourdough) ως αρχικές καλλιέργειες (starter cultures) είναι αρκετοί. Οι περισσότεροι ανήκουν στο γένος *Lactobacillus*, όπως *brevis*, *plantartum*, *reuteri*, και *casei*, *Lactococcus*, *Candida* και *Enterococcus*, οι οποίοι συνδυάζονται με την παραδοσιακή ζύμη αρτοποιίας, *Saccharomyces cerevisiae* (Pepe et al. 2003, Annan et al. 2003, De Vuyst et al. 2002, Clarke et al. 2002, Meignen et al. 2001).

Χρήση μικτών καλλιεργείων, που να περιέχουν τον συνδυασμό των *Lactobacillus helveticus* και *Lactobacillus casei*, με ζύμη αρτοποιίας αποτελούν την πρωτοτυπία της πρότασης. Ο στόχος της παρούσης εργασίας είναι η αξιολόγηση της αντιμικροβιακής δράσης των μικτών καλλιεργείων αναφορικά με την εμφάνιση ευρωτίασης στον άρτο. Οι παράμετροι που ελέγχθησαν ήταν οι οξύτητες των άρτων, οι συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος. Η εμφάνιση της ευρωτίασης ελέγχθηκε μακροσκοπικά. Τα παραπάνω αποτελέσματα συγκρίθηκαν με μάρτυρες (control) άρτους.

Μεθοδολογία

Παρασκευή τυρογάλακτος

Το τυρόγαλο παρασκευάστηκε από παστεριωμένο γάλα ΔΕΛΤΑ στο οποίο προστέθηκε πυτιά συγκέντρωσης 0,1g/ 1L γάλακτος. Το μίγμα θερμάνθηκε στους 37⁰C για 1 ώρα και εν συνεχεία φιλτραρίστηκε. Το διήθημα

(τυρόγαλο) ήταν έτοιμο να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή των γαλακτικών βακτηρίων.

Παρασκευή προζυμιού

Για την παρασκευή του προζυμιού 200g αλεύρου, 3g αλατιού και 2,5/100g αλεύρου υγρής γαλακτικής καλλιέργειας (*Lactobacillus helveticus* και *Lactobacillus casei*) σε αναλογία 1/1 αναμίχθηκαν μαζί με 110ml νερού. Στη συνέχεια το ζυμάρι αναμίχθηκε για 5-10min και ζυμώθηκε στους 30°C, 37°C και 40°C για 18 h. Επιπρόσθετα, παράχθηκε ένα ακόμα προζύμι ως μάρτυρας (control) του πειράματος, χωρίς την προσθήκη κανενός μικροοργανισμού, ενώ χρησιμοποιήθηκε και εμπορικό προζύμι (wild microflora) από τοπικό αρτοποιείο.

Παρασκευή άρτου

50g από το προζύμι αναμίχθηκαν για 5 λεπτά με 500g αλεύρι, 240ml νερό της βρύσης και 4g αλάτι και 10g ζύμης αρτοποιίας. Μετά το τέλος της ανάμιξης το ζυμάρι αφέθηκε στους 30°C για 1 h και στους 45°C για 30 min και τελικά ψήθηκε στους 190°C για 60 min.

Αναλύσεις άρτου

Προσδιορισμός pH και ολικά τιτλοδοτούμενης οξύτητας (TTA)

10g άρτου αναμίχθηκαν με απιονισμένο νερό σε ποτήρι ζέσεως 90ml, το οποίο αναδευόταν με την βοήθεια μαγνητικού αναδευτήρα για περίπου 10min με καταγραφή του pH. Στην συνέχεια με τη βοήθεια προχοΐδας προστέθηκε διάλυμα NaOH 0.1N, μέχρι το pH να φτάσει στην τιμή 6.6. Η ολικά τιτλοδοτούμενη οξύτητα υπολογιζόταν από τα καταναλισκόμενα ml του NaOH (Gelinas et al. 1996).

Προσδιορισμός γαλακτικού οξέος

Το γαλακτικό οξύ προσδιορίστηκε με χρωματογραφία ιοαντανταλλαγής χρησιμοποιώντας χρωματογράφο Shimadzu. Αρχικά όμως το γαλακτικό οξύ εκχυλιζόταν από τον άρτο. Πιο συγκεκριμένα, 10g ζυμαριού αναμιγνύονταν με 90ml αποστειρωμένου απιονισμένου νερού χρησιμοποιώντας Stomacher Blender 400 (Seward Laboratory, London, UK). Στη συνέχεια ακολουθούσε φυγοκέντρηση των εκχυλισμάτων στις 20,000 rpm. Οι συνθήκες της ανάλυσης ήταν: (i) στήλη Shim-pack, ICA1, (ii) κινητή φάση από διάλυμα 2.5 mM φθαλικό οξύ και 2.4 mM (υδρόξυ-μέθυλο)-αμινομεθάνιο (pH 4.0), (iii)

ταχύτητα ροής 1.2 ml/min, (iv) θερμοκρασία στήλης 40°C, με τη χρήση φούρνου SHIMADZU CTO-10A και (v) ανιχνευτή αγωγιμότητας CDD-6A. Τα δείγματα εισήχθησαν στη στήλη αφού αραιώθηκαν με τρεις φορές απεσταγμένο νερό σε συγκέντρωση 5% v/v και διηθήθηκαν με μικροφίλτρο 0,45μm.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Διάφοροι άρτοι παρασκευάστηκαν από προζύμια που είχαν παραχθεί με τη χρήση μικτής καλλιέργειας αποτελούμενη από *Lactobacillus helveticus* και *Lactobacillus casei*, καθώς και από προζύμια χωρίς την προσθήκη μικροοργανισμού, όπως και με εμπορικό προζύμι. Τα προζύμια ζυμώθηκαν σε 3 διαφορετικές θερμοκρασίες. Τα αποτελέσματα που απεικονίζονται στον Πίνακα I αποδεικνύουν ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της οξύτητας των άρτων και της εμφάνισης ευρωτίασης η οποία εξετάστηκε μακροσκοπικά.

Πίνακας I. Χαρακτηριστικά άρτων, που παρασκευάστηκαν: από προζύμια με προσθήκη μικτής καλλιέργειας (*Lactobacillus helveticus* και *Lactobacillus casei*), με εμπορικό προζύμι και προζύμι χωρίς την προσθήκη αρχικής καλλιέργειας.

Table I. Characteristics of breads produces: from sourdough prepared with the addition mixed starter culture (*Lactobacillus helveticus* and *Lactobacillus casei*), with commercial sourdough and with sourdough prepared without the addition of starter culture.

Μικροοργανισμός που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή προζυμιού	Θερμοκρασία ζύμωσης προζυμιού (°C)	Τελικό pH	TTA (ml)	Εμφάνιση ευρωτίασης (days)	Γαλακτικό οξύ (g/Kg άρτου)
Μικτή καλλιέργεια (<i>Lactobacillus helveticus</i> και <i>Lactobacillus casei</i>)	30	4.8	8.2	8	2.55
	37	4.3	9.5	10	2.57
	40	4.2	10.0	11	2.88
Χωρίς	30	5.3	2.8	5	0.65
	37	5.1	3.1	5	1.05
	40	5.1	3.0	6	1.07
Εμπορικό προζύμι	30	4.4	8.6	8	1.72
	37	4.3	8.7	8	1.95
	40	4.3	9.0	9	2.58

Σύμφωνα με τον Πίνακα 1, η βέλτιστη θερμοκρασία ζύμωσης σε όλες τις περιπτώσεις ήταν αυτή των 40°C. Στη συγκεκριμένη θερμοκρασία παρατηρήθηκαν οι χαμηλότερες τιμές pH, οι υψηλότερες οξύτητες και συγκεκριμένες γαλακτικού οξέος. Σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις οι μικτές καλλιέργειες έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, οι άρτοι που παρασκευάστηκαν από προζύμια που είχαν προετοιμαστεί από τις μικτές καλλιέργειες είχαν υψηλές οξύτητες (9-10ml NaOH N/10) και υψηλές συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος (2,55-2,88 g/Kg άρτου). Η εμφάνιση ευρωτίωσης ήταν κατά 10-20% (11 ημέρες) αυξημένη στην περίπτωση αυτήν σε σχέση με τους άρτους που παρασκευάστηκαν από εμπορικό προζύμι.

Συμπεράσματα

Η μικτή καλλιέργεια αποτελούμενη από *Lactobacillus helveticus* και *Lactobacillus casei*, δείχνει να προσφέρει μια αρκετά ικανοποιητική εναλλακτική λύση στην αντιμετώπιση του προβλήματος της εμφάνισης ευρωτίωσης στους άρτους. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η χρήση τυρογάλακτος μειώνει κατά πολύ το κόστος παραγωγής της μικτής καλλιέργειας, ενώ παράλληλα συνεισφέρει στην μείωση της περιβαλλοντικής μόλυνσης που προκαλεί η απόρριψή του. Παρόλα αυτά, μικροβιολογικοί έλεγχοι είναι αναγκαίοι για την περαιτέρω επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων.

Βιβλιογραφία

- Annan, N.T., L. Poll, S. Sefa-Dedeh, W.A. Plahar and M. Jakobsen. 2003. Influence of starter culture combinations of *Lactobacillus fermentum*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Candida krusei* on aroma in Ghanaian maize dough fermentation. *European Food Research and Technology*, 216 (5): 377-384.
- Audic, J.L., B. Chaufer and G. Daufin. 2003. Non-food applications of milk components and dairy co-products: A review. *LAIT*, 83 (6): 417-438.
- Brandt, M.J., W.P. Hammes and M.G. Ganzle. 2004. Effects of process parameters on growth and metabolism of *Lactobacillus sanfranciscensis* and *Candida humilis* during rye sourdough fermentation. *European Food Research and Technology*, 218 (4): 333-338.
- Clarke, C.I., T.J. Schober and E.K. Arendt. 2002. Effect of single strain and traditional mixed strain starter cultures on rheological properties of

- wheat dough and on bread quality. *Cereal Chemistry*, 79 (5): 640-647.
- De Vuyst, L., V. Schrijvers, S. Paramithiotis, B. Hoste, M. Vancanneyt, J. Swings, G. Kalantzopoulos, E. Tsakalidou and W. Messens. 2002. The biodiversity of lactic acid bacteria in Greek traditional wheat sourdoughs is reflected in both composition and metabolite formation. *Applied and Environmental Microbiology*, 68 (12): 6059-6069.
- Gélinas, P., C.M. McKinnon, and M. Pelletier. 1999. Sourdough-type bread from waste bread crumb. *Food Microbiology*, 16 (1): 37-43.
- Ghaly, A.E., M.S.A. Tango, N.S. Mahmoud and A.C. Avery. 2004. Batch propagation of *Lactobacillus helveticus* for production of lactic acid from lactose concentrated cheese whey with microaeration and nutrient supplementation. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 20 (1): 65-75.
- Gobbeti, M. 1998. The sourdough microflora: Interactions of lactic acid bacteria and yeasts. *Trends In Food Science and Technology*, 9: 267-274.
- Liu, C.B., Y. Liu, W. Liao, Z.Y. Wen and S.L. Chen. 2004. Simultaneous production of nisin and lactic acid from cheese whey. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 113 (16): 627-638.
- Meignen, B., B. Onno, P. Gelinas, M. Infantes, S. Guilois and B. Cahagnier 2001. Optimization of sourdough fermentation with *Lactobacillus brevis* and baker's yeast. *Food Microbiology*, 18 (3): 239-245.
- Parrondo, J., M. Herrero, L.A. Garcia and M. Diaz. 2003. A note - Production of vinegar from whey. *Journal of The Institute of Brewing*, 109 (4): 356-358.
- Pepe, O., F. Villani, D. Oliviero, T. Greco and S. Coppola. 2003. Effect of proteolytic starter cultures as leavening agents of pizza dough. *International Journal of Food Microbiology*, 84 (3): 319-326.

Evaluation of antimicrobial activity of mixed cultures in sourdough bread production

S. Plessas, A. Alexopoulos and E. Bezirtzoglou

Abstract

The application of starter mixed cultures consisted of lactic acid bacteria for bread production triggers the research interest the last years. The basic advantages of mixed cultures over yeasted breads are recapitulated to the ameliorated organoleptic properties and to the much higher preservation times. Preliminary experiments were conducted in the frame of this scientific effort using as a starter culture *L. casei* and *L. helveticus*. Different sourdough fermentation temperatures were examined (30°C, 37°C and 40°C) as well as the antimicrobial activity of this mixed starter culture towards mould spoilage through macroscopic examination, which is considered as the one of the main problems for bread deterioration.

Initially breads were evaluated determine acidity, pH and lactic acid concentration. For comparison reasons, breads were produced with the use of baker's yeast and with commercial sourdough (wild microflora). The proposed starter culture led to breads with higher acidities (9-10ml NaOH N/10), lower pH range (4,2-4,8) and higher lactic acid concentration (2,55-2,88 g/Kg bread). These findings resulted in higher preservation times (8-11 days) compared to breads produced without the addition of microorganism and with commercial sourdough. More specific, the best results regarding mould spoilage occurrence were observed in the case which sourdoughs were fermented at 40°C.

Keyword: *L. casei*, *L. helveticus*, Mould spoilage, Sourdough.

Διερεύνηση οργανοληπτικού χαρακτήρα άρτων που παράχθηκαν με κύτταρα *kefir* μέσω ανάλυσης με αέρια χρωματογραφία-φασματοσκοπία μαζών (GC-MS)

Σ. Πλέσσας*, Α. Αλεξόπουλος και Ε. Μπεζιρτζόγλου

*Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Εργαστήριο Μικροβιολογίας Τροφίμων, Βιοτεχνολογίας και Υγιεινής, Ορεστιάδα. Email: splessas@agro.duth.gr

Περίληψη

Αρκετές μικτές καλλιέργειες έχουν χρησιμοποιηθεί τα τελευταία χρόνια για την παραγωγή άρτου. Οι στόχοι επικεντρώνονται στην αύξηση του χρόνου συντήρησης, της βελτίωσης του οργανοληπτικού χαρακτήρα των άρτων συμπεριλαμβανομένου και του αρώματος. Η μικτή καλλιέργεια *kefir* έχει εξεταστεί επιτυχημένα στην παραγωγή άρτου, αναφορικά με τους προηγούμενους παράγοντες. Παρόλα αυτά, η εφαρμογή ειδικευμένης ανάλυσης για τον προσδιορισμό του αρώματος του άρτου δεν έχει διερευνηθεί ενδελεχώς, αναφορικά με τη χρήση *kefir* στην αρτοποιία.

Στα πλαίσια αυτών των ερευνητικών προσπαθειών χρησιμοποιήθηκε η μικτή καλλιέργεια *kefir* και παρήχθησαν άρτοι είτε με την άμεση μέθοδο (αντί της ζύμης αρτοποιίας) είτε με τη μέθοδο του προζυμιού. Οι άρτοι εξετάστηκαν μέσω ανάλυσης αέριας χρωματογραφίας-φασματοσκοπίας μαζών. Όπως διαπιστώθηκε οι άρτοι που παρασκευάστηκαν με καλλιέργεια *kefir* είχαν πλουσιότερο αρωματικό χαρακτήρα συγκριτικά με τον άρτο που είχε παρασκευαστεί με την κλασσική ζύμη αρτοποιίας. Τα πιο εντυπωσιακά αποτελέσματα ελήφθησαν στην περίπτωση που χρησιμοποιήθηκε προζύμι από *kefir* όπου η αύξηση των αρωματικών ενώσεων ξεπέρασε το 10% σε σχέση με τον παραδοσιακό άρτο που είχε παραχθεί με την άμεση μέθοδο. Σημαντικές ενώσεις όπως 2-μέθυλο βουτανόλη 1, 2-φουρανοαιθανόλη, 3-οκτανόλη 1 και οκτανόλη 1, ανιχνεύθηκαν στους άρτους που παρασκευάστηκαν με προζύμι από καλλιέργεια *kefir* σε σχέση με τον άρτο που παρασκευάστηκε με *kefir* με την άμεση μέθοδο.

Λέξεις Κλειδιά: προζύμι, άρτος, *kefir*, GC-MS.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια ολοένα και αυξάνονται οι απαιτήσεις των καταναλωτών για ασφαλή τρόφιμα υψηλής ποιότητας. Αναφορικά με τον άρτο που αποτελεί το υψηλότερο και πιο αναγκαίο σε κατανάλωση τρόφιμο πολλές ερευνητικές προσπάθειες έχουν συντελεσθεί για τη βελτίωση της ποιότητάς του. Ειδικότερα, έχουν αναφερθεί χρήση ενζύμων συντηρητικών, γενετική τροποποίηση ζυμών και φυτών (Randez-Gil et al. 1999, Linko et al. 1997) και χρήση προζυμιού χρησιμοποιώντας αρχικά καθορισμένες καλλιέργειες γαλακτικών βακτηρίων και ζυμών (Gobbetti et al. 1995, Meignen et al. 2001). Η χρήση μικτών καλλιεργειών πλεονεκτεί έναντι της κλασσικής ζύμης αρτοποιίας στη γεύση και υφή, όπως και στους αυξημένους χρόνους συντήρησης των άρτων, εξαιτίας παραγωγής οργανικών οξέων και βακτηριοσινών (Katina et al. 2002, Messens and De Vuyst 2002). Το *kefir* είναι μία μικτή φυσική καλλιέργεια που χρησιμοποιείται για αιώνες στην περιοχή του Καυκάσου για την παραγωγή τοπικού ποτού. Πολλοί μικροοργανισμοί έχουν απομονωθεί από το *kefir* όπως (*Kluyveromyces*, *Candida*, *Torulopsis* and *Sacharo myces* sp), *lactobacilli* (*L. brevis*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. helveticus*, *L. delbruecki*), *streptococci* (*Streptococcus salivarius*), *lactococci* (*Lc. Lactis* ssp. *thermophilus*, *Leuconostoc mesenteroides* and *L. cremoris*) και μερικές φορές οξικά βακτήρια. (Simova et al. 2002). Ο στόχος της παρούσης ερευνητικής προσπάθειας είναι η αξιολόγηση του *kefir*, ως ζύμη αρτοποιίας αναφορικά με τα πτητικά συστατικά των άρτων που θα παρασκευαστούν.

Μεθοδολογία

Αναλύσεις άρτου

Το *kefir* ήταν σε πειστή μορφή και χρησιμοποιήθηκε σε συγκεντρώσεις 1, 2 και 3%. Συγκεκριμένα 5, 10 και 15g *kefir* αναμίχθηκαν με 500g αλεύρου και 300ml νερό βρύσης, χωρίς την προσθήκη αλατιού για 15 min. Τα ζυμάρια στην συνέχεια αφέθηκαν για ζύμωση στους 30°C για 1h και στην συνέχεια στους 46°C για 45 min και ψήθηκαν στους 190°C για 60 min. Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε 3 φορές. Ακολούθησαν αναλύσεις στους παρασκευασμένους άρτους, όπως περιγράφηκε στις προηγούμενες παραγράφους.

Το προζύμι παρασκευάστηκε με την προσθήκη 25g *kefir* με 250g αλεύρι, 130ml νερό και 0.35g αλάτι και αφέθηκε για 24h στους 30°C. Στην συ-

νέχεια 50g από το προζύμι αναμίχθηκαν με 500g αλεύρι, 240ml νερό της βρύσης και 4g αλάτι. Μετά το τέλος της ανάμιξης το ζυμάρι αφέθηκε στους 30°C για 1h και στους 45°C για 30 min και τελικά ψήθηκε στους 190°C για 60 min.

Ανάλυση SPME

2g δείγματος εισήχθησαν σε φιαλίδιο 20ml, το οποίο φέρει στο άνω άκρο ειδικό πάωμα από καουτσούκ, μέσω του οποίου εισήχθη η βελόνα της σύριγγας SPME (2cm-50/30mm DVD/Carbonex/PDMS StableFlex Supelco, Bellefonte, PA, USA). Στη συνέχεια το φιαλίδιο θερμοστατήθηκε για 60min στους 60°C. Τα απορροφούμενα πτητικά αναλύονται με την χρήση Αέριας Χρωματογραφίας/Φασματοσκοπίας Μάζας (GC-MS).

Αέρια Χρωματογραφία/Φασματοσκοπία Μάζας (GC-MS)

Τα πτητικά ανιχνεύθηκαν σε (GC-MS) όργανο (Shimadzu GC-17A, MS QP5050). Χρησιμοποιήθηκε στήλη Supelco CO Wax-10 (μήκος 60m, εσωτερική διάμετρος 0.32mm i.d., πάχος 0.25μm) και ήλιο ως φέρον αέριο με ταχύτητα ροής 1.5ml/min. Η θερμοκρασία του φούρνου προγραμματίστηκε αρχικά στους 35°C για 5 min και στη συνέχεια αυξήθηκε στους 50°C με ρυθμό 5°C/min, όπου διατηρήθηκε σταθερή για 5 min και στην συνέχεια με ρυθμό 5.5°C/min αυξήθηκε τελικά στους 230°C. Ο συνολικός χρόνος της ανάλυσης ήταν 51.73min. Η θερμοκρασία του εισαγωγέα ήταν 280°C και το όργανο ρυθμίστηκε να λειτουργεί σε splitless λειτουργία. Η θερμοκρασία του ανιχνευτή (interface) ήταν 230°C. Η ταυτοποίηση των ενώσεων επιτεύχθηκε συγκρίνοντας τους χρόνους έκλουσης με τους αντίστοιχους χρόνους προτύπων ενώσεων και με δεδομένα φασματοσκοπίας μαζών από τις βιβλιοθήκες NIST107, NIST21 και SZTERP.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον Πίνακα I. Η πρώτη διαπίστωση είναι, ότι ο αριθμός των αρωματικών ενώσεων του άρτου, που παρασκευάστηκε από κόκκους *kefir* είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο για τον άρτο, που παρασκευάστηκε από κύτταρα ζύμης αρτοποιίας. Συγκεκριμένα ανιχνεύτηκαν 15 περισσότερες ενώσεις, που είναι ένα εντυπωσιακό αποτέλεσμα και συσχετίζεται πλήρως με τον οργανοληπτικό έλεγχο, που συζητήθηκε στην προηγούμενο παράγραφο.

Πίνακας I. Σύσταση αρώματος των άρτων, που παρασκευάστηκαν από ελεύθερα κύτταρα ζύμης αρτοποιίας και kefir.

Table I. Composition of breads aroma produced with baker's yeast cells and kefir.

Rt(min)	Χημική ένωση	Ζύμη αρτοποιίας	κύτταρα kefir (άμεση μέθοδος)	κύτταρα kefir (μέθοδος προζυμιού)
Αλκοόλες				
4.175	Αιθανόλη	a	a	a
6.325	Ισοβουτυλική αλκοόλη	a	a	a
7.567	1-Βουτανόλη	n.d.	n.d.	a
9.158	2-μέθυλο -1-Βουτανόλη	n.d.	n.d.	a
10.225	Ισοαμυλική αλκοόλη	b	a	a
11.608	1-Πεντανόλη	n.d.	b	b
16.233	1-Εξανόλη	a	a	a
18.192	1-Επτανόλη	a	b	b
19.333	4-μέθυλο- 4-Εννιανόλη	n.d.	a	a
19.858	1-Οκτέν-3-όλη	n.d.	n.d.	b
23.042	1-Οκτανόλη	a	n.d.	a
23.875	2-Επτανόλη	n.d.	a	a
24.558	3-Οκτέν-1όλη (Z)	n.d.	n.d.	b
26.392	2-Φουραναιθανόλη	a	n.d.	a
30.483	Βενζυλική αλκοόλη	a	a	a
31.525	Φαινύλ-αίθυλο-αλκοόλη	a	a	a
Εστέρες				
3.808	Οξικός αιθυλεστέρας	n.d.	a	a
6.967	3-μέθυλο- οξικός βουτυλεστέρας	a	a	a
10.242	Εξανοϊκός αιθυλεστέρας	n.d.	b	a
11.742	Οξικός εθυλεστέρας	n.d.	b	a
15.225	Επτανοϊκός αιθυλεστέρας	n.d.	a	a
16.442	2-υδρόξυ -προπανοϊκός- αιθυλεστέρας	b	a	a
19.542	οκτανοϊκός αιθυλεστέρας	b	a	a
26.308	Βουτανοδιϊκός διαιθυλεστέρας	n.d.	a	a
Καρβονυλικές ενώσεις				
3.350	Ακεταλδεΐδη	n.d.	a	a
3.560	Διακετύλιο	n.d.	a	a
3.967	2-μέθυλο βουτανάλη	a	b	b
4.050	3-μέθυλο βουτανάλη	n.d.	a	a
5.967	Εξανάλη	a	a	a

8.283	Επτανάλη	a	b	b
8.442	2-Επτανόνη	a	a	a
8.992	2,4-Δεκαδιενάλη	b	a	a
14.317	2-Επτανάλη (Z)	a	a	a
15.050	6-μέθυλο -5-επτέν-2-όνη	n.d	a	a
17.392	Εννιανάλη	a	a	a
18.792	2-Οκτανάλη (E)	b	a	a
19.967	1-Επτανάλη	n.d.	b	b
20.583	Φουρφουράλη	a	a	a
21.900	Βενζαλδεϋδη	a	a	a
22.375	2-Εννιενάλη	b	a	a
Οξέα				
16.300	Γαλακτικό οξύ	n.d.	a	a
20.875	Ισοβουτυρικό οξύ	b	a	a
25.750	2-Αίθυλο εξανοϊκό οξύ	n.d.	b	b
28.308	Οξικό οξύ	a	b	a
28.475	Ισοβαλερικό οξύ	n.d.	b	b
32.833	Εξανοϊκό οξύ	b	a	a
33.025	Πεντανοϊκό οξύ	a	a	a
Άλλες ενώσεις				
8.358	D-Λεμονένιο	b	b	a
9.075	2-πέντυλο-φουράνιο	n.d.	b	a
33.633	διδύδρο-5-βουτύλ,2(3H)- Φουρανόνη	n.d.	n.d.	a
33.775	διδύδρο-5-πεντύλ,2(3H)- Φουρανόνη	n.d.	a	a

a = Θετική ταυτοποίηση από MS και χρόνους έκλουσης προτύπων ενώσεων.

b = Θετική ταυτοποίηση από MS με ποσοστό αβεβαιότητας.

n.d. = Όχι ανίχνευση.

Αν κρίνουμε από το πλήθος και το είδος των αρωματικών ενώσεων του άρτου, που παρασκευάστηκε από κόκκους *kefir*, με τον άρτο, που παρασκευάστηκε με ζύμη αρτοποιίας πιστοποιεί την θετική επίδραση, που άσκησαν οι κόκκοι *kefir*, μιας και το προζύμι επανειλημμένα αποδείχτηκε ως καλύτερη μέθοδος για παραγωγή άρτου. Ειδικότερα 17 περισσότερες ενώσεις ταυτοποιήθηκαν στην περίπτωση του *kefir* με την άμεση μέθοδο και 21 με τη μέθοδο του προζυμιού αντίστοιχα σε σχέση με τον άρτο που παρασκευάστηκε με ζύμη αρτοποιίας. Παρόλα αυτά το αποτέλεσμα είναι πιο σημαντικό, αν αναλογιστούμε, ότι οι κόκκοι *kefir*, έδωσαν περίπου τα ίδια αποτελέσματα, είτε χρησιμοποιήθηκαν με την άμεση μέθοδο είτε με την μέθοδο του προζυμιού.

Συμπέρασμα

Το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουμε είναι, ότι οι κόκκοι *kefir*, μπορούν κάλλιστα να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή άρτου αντικαθιστώντας την κλασσική ζύμη αρτοποιίας, αναφορικά με τον αρωματικό χαρακτήρα τους. Αυτό αποδείχτηκε από τα σχεδόν ισοδύναμα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δύο άρτων, που εξετάστηκαν και επιπρόσθετα από τον οργανοληπτικό χαρακτήρα, που ήταν σαφώς καλύτερος στην περίπτωση χρήσης των κόκκων *kefir*. Η μικτή μικροβιολογική χλωρίδα των κόκκων *kefir*, του δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί επιτυχημένα στην παραγωγή άρτου, με την μέθοδο του προζυμιού, χωρίς προσθήκη γαλακτικών βακτηρίων στο αλεύρι, μειώνοντας κατά αυτόν τον τρόπο το κόστος παρασκευής του προζυμιού.

Βιβλιογραφία

- Bombara, N., M.C. Anon and A.M.R. Pilosof. 1997. Functional properties of protease modified wheat flours. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 30: 441-447.
- Gobbetti, M., M.S. Simonetti, A. Corsetti, F. Santinelli, J. Rossi and P. Damiani. 1995. Volatile compound and organic acid productions by mixed wheat sour dough starters: influence of fermentation parameters and dynamics during baking. *Food Microbiology*, 12: 497-507.
- Katina, K., M. Sauri, H.L. Alakomi and T. Mattila-Sandholm. 2002. Potential of lactic acid bacteria to inhibit rope spoilage in wheat sourdough bread. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 35(1): 38-45.
- Linko, Y., P. Javanainen and S. Linko. 1997. Biotechnology of bread baking. *Trends in Food Science and Technology*, 8: 339-344.
- Meignen, B., B. Onno, P. Gélinas, M. Infantes, S. Guilois and B. Cahagnier. 2001. Optimisation of sour dough fermentation with *Lactobacillus brevis* and bakers yeast. *Food Microbiology*, 18: 239-245.
- Messens, W. and L. De Vuyst. 2002. Inhibitory substances produced by *Lactobacilli* isolated from sourdoughs-a review. *International Journal of Food Microbiology*, 72: 31-43.
- Randez-Gil, F., P. Sanz, and J.A. Prieto. 1999. Engineering baker's yeast: room for improvement. *Trends in Biotechnology*, 17: 237-244.

Simova, E., D. Beshkova, A. Angelov, T. Hristova, G. Frengova and Z. Spasov. 2002. Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and Kefir made from them. *Journal of Industrial and Microbiological Biotechnology*, 28(1): 1-6.

Evaluation of volatile composition of breads made with kefir through GC-MS analysis

S. Plessas, A. Alexopoulos and E. Bezirtzoglou

Abstract

Several starter mixed cultures consisted of lactic acid bacteria are applied for bread production the last years. The basic targets of mixed cultures are focused to the ameliorated organoleptic properties, improved flavour and to the increase of preservation time of breads. *Kefir* culture has been successfully used for bread production. However, the application of a specific chemical analysis for bread volatile composition has not been tested detailed in the case of *kefir* culture. Initially breads were evaluated determine acidity, pH and lactic acid concentration.

In the frame of these scientific efforts breads were produced using kefir applying the direct (instead of baker's yeast) and the sourdough method. The breads were analyzed through GC- MS. The results were quite satisfying because breads made with kefir had better volatile composition than the one prepared with baker's yeasts. The most impressive results were observed in the case of kefir sourdough application where the increase of volatile compounds was 10% over yeasted bread. Important volatile compounds such as 2-methyl butanol 1, 2-fouran ethanol, 3-octenol 1 and octanol 1, were identified in the case of breads made with sourdough prepared with *kefir* compared to bread made with *kefir* using the direct method.

Keywords: sourdough, bread, kefir, GC-MS.

Αξιολόγηση της θερμικά αποξηραμένης ακινητοποιημένης καλλιέργειας kefir σε καζεΐνη ως αρχική καλλιέργεια στην παραγωγή ξηρού τυριού τυρογάλακτος

Δ. Δημητρέλλου, Π. Κανδύλης, Ε. Μπεζιρτζόγλου, Α. Κουτίνας,
Μ. Κανελλάκη και Ι. Κουρκουτάς *

*Δημοκρίτειο Παν/μιο Θράκης, Τμήμα Μοριακής Βιολογίας & Γενετικής,
Αλεξανδρούπολη, Τ.Κ. 68100, Ελλάδα.
Email: ikourkou@mbg.duth.gr

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας ήταν η αξιολόγηση της θερμικά αποξηραμένης ακινητοποιημένης καλλιέργειας kefir σε καζεΐνη ως αρχική καλλιέργεια για την παραγωγή εμπλουτισμένου σε πρωτεΐνη ξηρού τυριού τυρογάλακτος. Για συγκριτικούς λόγους παρασκευάστηκαν τυριά με θερμικά αποξηραμένη ελεύθερη καλλιέργεια kefir και τυριά χωρίς αρχική καλλιέργεια. Η μικροβιολογική εξέταση των τυριών κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης ανέδειξε τον προστατευτικό ρόλο της θερμικά αποξηραμένης αρχικής καλλιέργειας έναντι των αλλοιογόνων και παθογόνων μικροοργανισμών, καθώς οι αριθμοί των κολοβακτηρίων, εντεροβακτηρίων και σταφυλόκκοκων ήταν σημαντικά μειωμένοι στα τυριά με θερμικά αποξηραμένη καλλιέργεια kefir συγκριτικά με τα τυριά χωρίς αρχική καλλιέργεια. Ο προκαταρκτικός οργανοληπτικός έλεγχος επιβεβαίωσε το απαλό, φίνο άρωμα και γενικά την βελτιωμένη ποιότητα των τυριών που παράχθηκαν με την θερμικά αποξηραμένη ακινητοποιημένη καλλιέργεια kefir.

Λέξεις κλειδιά: τυρί τυρογάλακτος, kefir, αρχική καλλιέργεια, θερμική ξήρανση.

Εισαγωγή

Τη σημερινή εποχή παρατηρείται έντονο ενδιαφέρον όσον αφορά την παροχή κατάλληλων αρχικών καλλιεργειών για την παραγωγή τυριών (Kourkoutas et al. 2006a, Kourkoutas et al. 2006b, Dimitrellou et al. 2007). Εκτός από βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, αυξημένη ασφάλεια και πιθανά οφέλη στην υγεία, οι αρχικές καλλιέργειες έχουν ως αποτέλεσμα τη σταθερή ποιότητα, που είναι σημαντικός παράγοντας για την εμπορική αξία του προϊόντος.

Για την παραγωγή εμπορικών αρχικών καλλιέργειών, η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου ξήρανσης είναι μέγιστης σημασίας. Αν και οι λυοφιλιωμένες καλλιέργειες (Palmfeldt and Hahn-Hägerdal, 2000) και οι καλλιέργειες που ξηραίνονται με τη μέθοδο spray-drying (Gardiner et al. 2000) χρησιμοποιούνται ευρύτατα λόγω του υψηλού χρόνου συντήρησης, η βιομηχανική τους χρήση παρουσιάζει πολλά προβλήματα, όπως το αυξημένο επενδυτικό κόστος, η χρήση κρυοπροστατευτικών μέσων στην περίπτωση της λυοφιλίωσης και η μείωση της ζωτικότητας της καλλιέργειας. Η χρήση των ακινητοποιημένων κυττάρων (Bekatorou et al. 2002, Kourkoutas et al. 2003, Kourkoutas et al. 2005) οδήγησε σε αύξηση της ζωτικότητας και σταθερότητας των καλλιέργειών κατά την λυοφιλίωση, επεξεργασία και αποθήκευση. Πρόσφατα, αξιολογήθηκε η επίδραση της θερμικής ξήρανσης ακινητοποιημένων κυττάρων στην ζύμωση τυρογάλακτος (Dimitrellou et al. 2008, Kopsahelis et al. 2008). Οι θερμικά αποξηραμένες καλλιέργειες παρουσίασαν υψηλό ρυθμό επιβίωσης κατά την αποθήκευση, ενώ η νέα μέθοδος είχε εξαιρετικά μικρό κόστος, ενώ δεν απαιτείται η χρήση πρόσθετων ουσιών, οι οποίες δύναται να μεταφερθούν στο τελικό προϊόν, επηρεάζοντας αρνητικά την ποιότητα.

Η μυζήθρα είναι ένα δημοφιλές γαλακτομικό προϊόν τυρογάλατος στην Ελλάδα. Παράγεται από το τυρόγαλα που προκύπτει κατά την παραγωγή της φέτας, με θέρμανση στους 80-95°C μέχρι να σχηματισθεί το τυρόπηγμα. Η μυζήθρα μπορεί να καταναλωθεί είτε νωπή (υγρασία έως 70%), είτε μετά από απομάκρυνση της υγρασίας (μέγιστη περιεκτικότητα υγρασίας έως 40%), αλάτιση και ωρίμανση για δύο τουλάχιστον 2 μήνες (Kyriakopoulos, 1995).

Το kefir είναι μια μικτή καλλιέργεια μικροοργανισμών και χρησιμοποιείται στην παραγωγή του χαμηλής περιεκτικότητας σε αιθανόλη, παραδοσιακού Ρώσικου ποτού “kefir”, όπου το γάλα είναι η πρώτη ύλη. Η καλλιέργεια αυτή αποτελείται από ζύμες (*Kluyveromyces*, *Candida*, *Saccharomyces* και *Pichia*), γαλακτικά βακτήρια του γένους *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* και οξικά βακτήρια (Witthuhn et al. 2005). Οι ζύμες και τα γαλακτικά βακτήρια συμβιώνουν και είναι υπεύθυνα για την πραγματοποίηση ταυτόχρονης γαλακτικής και αλκοολικής ζύμωσης. Τα γαλακτικά βακτήρια που υπάρχουν στους κόκκους του kefir έχουν εστιάσει το ενδιαφέρον λόγω της δυνατότητας που έχουν να αναστέλλουν την ανάπτυξη αλλοιογόνων και παθογόνων μικροοργανισμών με την παραγωγή γαλακτικού οξέος και αντιμικροβιακών παραγόντων. Επιπλέον, η κατανάλωση kefir συνδέεται με οφέλη στην υγεία των καταναλωτών (Rodrigues et al. 2005).

Η λυοφιλιωμένη καλλιέργεια kefir έχει χρησιμοποιηθεί ως αρχική καλλιέργεια στην παραγωγή τυριού τύπου φέτας (Kourkoutas et al. 2006b) και μυζήθρας (Dimitrellou et al. 2007).

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η χρήση της θερμικά αποξηραμένης ακινητοποιημένης καλλιέργειας kefir σε καζεΐνη ως αρχική καλλιέργεια για την παραγωγή ενός νέου τύπου τυριού τυρογάλακτος, παρόμοιο με την ελληνική παραδοσιακή ξηρή μυζήθρα.

Μεθοδολογία

Καλλιέργεια kefir. Η καλλιέργεια kefir απομονώθηκε από εμπορικό ποτό kefir. Αναπτύχθηκε σε συνθετικό θρεπτικό μέσο που περιείχε 4% λακτόζη, 0.4% εκχύλισμα ζύμης (yeast extract), 0.5% $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.1% KH_2PO_4 , 0.1% $(NH_4)_2SO_4$ στους 30°C. Το συνθετικό μέσο αποστειρώθηκε στους 130°C για 15min πριν τη χρήση. Τα υγρά κύτταρα kefir που παράχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για αερόβια παραγωγή βιομάζας με πρώτη ύλη το τυρόγαλα (Papavasiliou et al. 2008).

Ακινητοποίηση καλλιέργειας kefir σε καζεΐνη. Για την ακινητοποίηση των κυττάρων, 3g (υγρό βάρος) καλλιέργειας kefir προστέθηκε σε 1.5L εμπορικού παστεριωμένου αγελαδινού γάλακτος (λιπαρά 0%). Το μίγμα θερμάνθηκε στους 37°C, προστέθηκε εμπορική ρεννίνη (0.01%), και αφέθηκε σε ηρεμία για 1h για την κατακρήμνιση του τυροπήγματος. Στη συνέχεια, ακολούθησε κοπή του τυροπήγματος και το μίγμα αφέθηκε σε ηρεμία για 10min. Έπειτα ακολούθησε φιλτράρισμα σε θερμοκρασία δωματίου (18-22°C) με βοήθεια κατάλληλου υφάσματος και ο ακινητοποιημένος βιοκαταλύτης που παράχθηκε χρησιμοποιήθηκε στην θερμική ξήρανση.

Θερμική ξήρανση. Ο ακινητοποιημένος βιοκαταλύτης και η ελεύθερη καλλιέργεια kefir ξηράθηκαν σε θάλαμο εξοπλισμένο με σύστημα κυκλοφορίας αέρα (J.P. Selecta, Ισπανία) στους 38°C μέχρι σταθερού βάρους ($\approx 24h$) (Dimitrellou et al. 2008).

Παραγωγή ξηρού τυριού τυρογάλακτος. Το τυρί τυρογάλακτος παρασκευάστηκε χρησιμοποιώντας τυρόγαλα που παρήχθηκε μετά από την παραγωγή τυριού τύπου φέτα. Στο τυρόγαλα προστέθηκε πρόβειο γάλα (2.3%) και αλάτι (0.3%) και το μίγμα θερμάθηκε στους 95°C για 10-15min μέχρι τον σχηματισμό τυρομάζας. Στη συνέχεια, το μίγμα φιλτραρίστηκε με την βοήθεια κατάλληλου υφάσματος (Dimitrellou et al. 2007). Οι θερμικά αποξηραμένες καλλιέργειες επανυδατώθηκαν σε τυρόγαλα για 2h στους 30°C πριν την ενσωμάτωσή τους στο τυρόπηγμα.

Για την παραγωγή ξηρού τυριού τυρογάλακτος με θερμικά αποξηραμένη ακινητοποιημένη καλλιέργεια kefir, 75g αποξηραμένης ακινητοποιημένης καλλιέργειας kefir σε καζεΐνη, η οποία αναμίχθηκε με 100mL τυρογάλακτος, προστέθηκε στο πήγμα (1500g) κατά τη διάρκεια της διήθησης. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για την παραγωγή ξηρού τυριού τυρογάλακτος με θερμικά αποξηραμένη ελεύθερη καλλιέργεια kefir. Στην περίπτωση αυτή, χρησιμοποιήθηκαν 45mL τυρογάλακτος που περιείχαν 4.5g θερμικά αποξηραμένης καλλιέργειας kefir και το μίγμα ψεκάστηκε σε τυρόπηγμα (1500g) κατά τη διάρκεια της διήθησης. Παράλληλα, παρασκευάστηκε τυρί τυρογάλακτος χωρίς αρχική καλλιέργεια για συγκριτικούς λόγους. Η ξήρανση και η ωρίμανση των τυριών μελετήθηκαν στους 20, 15 και 10°C.

Μικροβιολογικές αναλύσεις. Αντιπροσωπευτικά δείγματα τυριών (10g) τα οποία ελήφθησαν από το εσωτερικό της μάζας τους, ομογενοποιήθηκαν με 90mL αποστειρωμένο διάλυμα κιτρικού αμμωνίου (2% w/v) και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν διαδοχικές αραιώσεις

Οι ακόλουθες μικροβιολογικές αναλύσεις έλαβαν χώρα: i) συνολική αερόβια μικροχλωρίδα σε plate count agar (Fluka, 70188) στους 30°C για 48h, (ii) κολοβακτηρίδια σε violet red bile agar (Fluka, 70188) μετά από επώαση στους 30°C για 24h, (iii) εντεροβακτήρια σε violet red bile glucose agar (Fluka, 70189) στους 37°C για 24h, (iv) σταφυλόκοκκοι σε Baird parker egg yolk tellurite medium (Fluka, 11705) στους 37°C για 48h, (v) λακτοβάκιλλοι [Gram (+), καταλάση (-)] σε MRS agar (Fluka, 69964) στους 37°C για 48h αναερόβια (Anaerobic jar, Anerocult C, Merk), (viii) *Salmonella* spp. σε brilliant green agar (Fluka, 70134) στους 37°C για 48h. Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν από την ανωτέρω πειραματική διαδικασία παρουσιάζονται ως λογάριθμος του μέσου όρου των αποικιών (log cfu) σε στερεά μέσα καλλιέργειας, τα οποία περιείχαν από 30 έως 300 αποικίες/g τυριού.

Προκαταρκτική οργανοληπτική αξιολόγηση. Τα ξηρά δείγματα τυριών τυρογάλακτος εξετάστηκαν για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους και συγκρίθηκαν με εμπορικό ξηρό τυρί τυρογάλακτος. Κατά τη διάρκεια της παραγωγής του εμπορικού ξηρού τυριού τυρογάλακτος (v/v) προστέθηκε 0.1% γάλακτος στο τυρόγαλα. Δείγματα περίπου 25g τυριού που είχαν ωριμάσει για 60 ημέρες τοποθετήθηκαν με τυχαία σειρά σε δίσκους σε θερμοκρασία δωματίου. Ο οργανοληπτικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από 14 μέλη του εργαστηρίου (7 εκπαιδευμένοι δοκιμαστές και 7 μη εκπαιδευμένοι δοκιμαστές) και χρησιμοποιήθηκαν ειδικά πρωτόκολλα. Οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν τα δείγματα σε κλίμακα 0-10 (0: απαράδεκτο, 10: έ-

ξοχο) για 3 ομάδες χαρακτηριστικών: άρωμα, γεύση και οσμή. Η συνολική βαθμολογία υπολογίστηκε από το μέσο όρο των τριών αυτών κατηγοριών. Οι δοκιμαστές χρησιμοποίησαν νερό μεταξύ των δειγμάτων, ενώ αγνοούσαν την ταυτότητα των δειγμάτων που δοκίμασαν (τα δείγματα είχαν τυχαία επιλεγμένους τριψήφιους κωδικούς) (Dimitrellou et al. 2007).

Πειραματικός σχεδιασμός και στατιστική ανάλυση. Όλα τα πειράματα και ο προκαταρκτικός οργανοληπτικός έλεγχος σχεδιάστηκαν και αναλύθηκαν στατιστικά με τη μέθοδο ANOVA. Το τεστ Duncan's χρησιμοποιήθηκε για προσδιορισμό στατιστικών διαφορών μεταξύ των αποτελεσμάτων [οι πίνακες ANOVA και το επίπεδο σημαντικότητας ($P < 0.05$) προσδιορίστηκαν με το στατιστικό πακέτο Statistica v.5.0].

Αποτελέσματα

Μικροβιολογική ανάλυση του ξηρού τυριού τυρογάλακτος με θερμικά αποξηραμένη αρχική καλλιέργεια kefir. Τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των ξηρών τυριών τυρογάλακτος παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα I.

Στο ξηρό τυρί τυρογάλακτος χωρίς αρχική καλλιέργεια παρατηρήθηκαν αραιές πρασινωπές επιφανειακές κηλίδες μετά από ≈ 30 ημέρες ωρίμανσης, ενώ στα ξηρά τυριά τυρογάλακτος με θερμικά αποξηραμένη αρχική καλλιέργεια ελεύθερου και ακινητοποιημένου kefir μετά από 45 και 55 ημέρες, αντίστοιχα.

Αν και καμία σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε στους αριθμούς της ολικής αερόβιας χλωρίδας και των λακτοβακίλλων στο τέλος της περιόδου ωρίμανσης, οι αριθμοί των κολοβακτηριδίων, εντεροβακτηρίων και σταφυλοκόκκων ήταν στατιστικά ($P < 0.05$) μειωμένοι στο τυρί που παράχθηκε με θερμικά αποξηραμένη αρχική καλλιέργεια kefir. Πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι δεν ανιχνεύθηκε *Salmonella* σε κανένα δείγμα τυριού καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου ωρίμανσης.

Προκαταρκτική οργανοληπτική αξιολόγηση. Δεδομένου ότι η ξηρή μυζήθρα είναι πολύ δημοφιλές τυρί στην Ελλάδα, τα δείγματα τυριών που παρασκευάστηκαν με την χρήση θερμικά αποξηραμένης ελεύθερης και ακινητοποιημένης αρχικής καλλιέργειας kefir συγκρίθηκαν με ξηρό τυρί τυρογάλακτος που παρασκευάστηκε χωρίς αρχική καλλιέργεια και με εμπορικό προϊόν όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους (data not shown). Όσο υψηλότερη η θερμοκρασία ωρίμανσης τόσο μεγαλύτερη ήταν η προτίμηση των δοκιμαστών. Τα ξηρά τυριά τυρογάλακτος που παράχθη-

καν με θερμικά αποξηραμένη αρχική καλλιέργεια kefir είχαν σημαντικά ($P < 0.05$) υψηλότερες τιμές κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο έναντι του αντίστοιχου τυριού που παράχθηκε χωρίς αρχική καλλιέργεια. Αντίθετα, καμία στατιστική διαφορά ($P > 0.05$) δεν παρατηρήθηκε μεταξύ των ξηρών τυριών τυρογάλακτος που παράχθηκαν με θερμικά αποξηραμένη αρχική καλλιέργεια kefir και του εμπορικού προϊόντος. Η γεύση του ξηρού τυριού τυρογάλακτος χωρίς αρχική καλλιέργεια ήταν παρόμοια με αυτή πρόβειου τυριού ή πρόβειου γιαουρτιού, ενώ στα δείγματα τυριών τυρογάλακτος που παράχθηκαν με θερμικά αποξηραμένη αρχική καλλιέργεια kefir ήταν εμφανής η βελτιωμένη ποιότητα.

Συζήτηση

Οι ξηρές καλλιέργειες έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα στη βιομηχανική πρακτική συγκριτικά με τις υγρές καλλιέργειες, καθώς οι τελευταίες είναι ασυμβίβαστες με τις ανάγκες του εμπορίου λόγω της φυσικής τους κατάστασης. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογηθεί η θερμικά αποξηραμένη ακινητοποιημένη καλλιέργεια kefir σε καζεΐνη ως αρχική καλλιέργεια στην παραγωγή ξηρών τυριών τυρογάλακτος με στόχο την i) παραγωγή τυριών τυρογάλακτος με εμπλουτισμένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, (ii) βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών και (iii) την προστασία από αλλοιογόνους και παθογόνους μικροοργανισμούς. Επιπλέον, η χρήση των θερμικά αποξηραμένων αρχικών καλλιεργειών εξασφαλίζει το τελικό προϊόν από την πιθανή μεταφορά ανεπιθύμητων υπολειμμάτων πρόσθετων ουσιών, όπως κρυοπροστατευτικά μέσα, που χρησιμοποιούνται συνήθως κατά την παρασκευή λυοφιλιωμένων καλλιεργειών.

Δεδομένου ότι η παραγωγή των εμπλουτισμένων σε πρωτεΐνη γαλακτοκομικών προϊόντων είναι μια τεχνολογική πρόκληση, η παρούσα μελέτη ανέδειξε την δυναμική των θερμικά αποξηραμένων ακινητοποιημένων καλλιεργειών σε καζεΐνη. Η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο τυρί μπορεί εύκολα να ρυθμιστεί με τον έλεγχο της ποσότητας της θερμικά αποξηραμένης και ακινητοποιημένης αρχικής καλλιέργειας σε καζεΐνη που προστίθεται κατά τη διάρκεια της παραγωγής. Δεδομένου ότι οι πρωτεΐνες του γάλακτος λειτουργούν ως ρυθμιστικοί παράγοντες *in vivo*, προστατεύοντας τα βακτηριακά κύτταρα στον ανώτερο γαστροεντερικό σωλήνα (Charteris et al. 1998), η ακινητοποιημένη καλλιέργεια kefir σε καζεΐνη μπορεί να φθάσει στο παχύ έντερο, ενισχύοντας τα ευεργετικά οφέλη που συνδέονται με την κατανάλωση του kefir (Rodrigues et al. 2005).

Πίνακας 1. Επίδραση της θερμικά αποξηραμένης ακινητοποιημένης αρχικής καλλιέργειας kefir σε καζεΐνη και της θερμοκρασίας ωρίμανσης στα μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του ξηρού τυριού τυρογάλακτος.
Table 1. Effect of thermally-dried immobilized kefir on casein and ripening temperature on microbiological characteristics of dried whey cheese.

Ανάλυση	Ημέρες Ωρίμανσης	Χωρίς αρχική καλλιέργεια			Με θερμικά αποξηραμένη ελεύθερη καλλιέργεια kefir			Με θερμικά αποξηραμένη ακινητοποιημένη καλλιέργεια kefir σε καζεΐνη		
		20°C	15°C	10°C	20°C	15°C	10°C	20°C	15°C	10°C
Ολική μικροβιακή χλωρίδα	1	5.50±0.2	5.50±0.2	5.50±0.2	6.79±0.2	6.79±0.2	6.79±0.2	7.12±0.2	7.12±0.2	7.12±0.2
	15	7.70±0.3	7.45±0.4	7.39±0.5	8.78±0.3	8.56±0.4	8.21±0.3	9.04±0.5	8.55±0.4	8.51±0.4
	30	8.72±0.4	8.29±0.5	7.99±0.5	9.34±0.3	8.80±0.4	8.53±0.4	9.78±0.6	9.05±0.5	8.82±0.4
Λακτοβάκิลιοι	1	9.13±1.0	8.23±0.7	8.00±0.5	9.20±0.5	8.89±0.5	8.92±0.5	9.72±0.7	9.46±0.6	9.35±0.5
	15	4.00±0.1	4.00±0.1	4.00±0.1	6.33±0.2	6.33±0.2	6.33±0.2	7.07±0.2	7.07±0.2	7.07±0.2
	30	7.16±0.2	6.45±0.2	6.13±0.2	8.44±0.4	8.40±0.4	8.12±0.4	8.67±0.4	8.50±0.5	8.23±0.4
Κολοβακτηρίδια	1	8.75±0.2	7.22±0.2	7.43±0.2	9.00±0.5	8.56±0.4	8.42±0.4	9.20±0.5	8.98±0.5	8.75±0.4
	15	8.93±0.4	8.10±0.5	7.90±0.3	9.12±0.5	9.08±0.5	9.12±0.5	9.28±0.5	9.14±0.5	9.00±0.5
	30	4.73±0.2	4.73±0.2	4.73±0.2	4.78±0.2	4.78±0.2	4.78±0.2	4.80±0.2	4.80±0.2	4.80±0.2
Εντεροβακτήρια	1	6.15±0.3	6.15±0.2	5.92±0.2	6.08±0.2	5.80±0.2	5.85±0.3	5.80±0.2	5.73±0.2	5.70±0.2
	15	6.49±0.3	6.40±0.3	6.16±0.2	5.75±0.2	5.78±0.2	5.69±0.2	5.68±0.2	5.55±0.2	5.33±0.2
	30	5.05±0.2	5.12±0.2	4.86±0.2	3.42±0.1	3.50±0.1	3.32±0.1	3.20±0.1	3.34±0.1	3.08±0.1
Σταφυλόκοκκοι	1	4.72±0.2	4.72±0.2	4.72±0.2	4.93±0.2	4.93±0.2	4.93±0.2	4.80±0.2	4.80±0.2	4.80±0.2
	15	6.08±0.2	6.30±0.3	5.73±0.2	5.58±0.2	5.60±0.2	5.58±0.2	5.40±0.2	5.58±0.2	5.43±0.2
	30	6.49±0.2	6.15±0.2	5.70±0.2	5.50±0.2	5.72±0.2	5.65±0.2	5.30±0.2	5.52±0.2	5.60±0.2
	1	5.08±0.2	4.98±0.2	4.74±0.2	3.32±0.1	3.55±0.1	3.65±0.1	3.08±0.1	3.14±0.1	3.20±0.1
	15	4.30±0.2	4.30±0.2	4.30±0.2	4.18±0.2	4.18±0.2	4.18±0.2	4.00±0.2	4.00±0.2	4.00±0.2
	30	5.78±0.2	5.48±0.2	5.50±0.2	5.14±0.2	5.12±0.2	5.20±0.2	4.28±0.2	4.93±0.2	4.95±0.2
	1	6.30±0.2	6.06±0.2	6.03±0.2	5.10±0.2	5.05±0.2	5.20±0.2	4.30±0.2	4.78±0.2	4.34±0.2
	60	5.28±0.2	5.23±0.2	5.08±0.2	3.25±0.1	3.40±0.1	3.35±0.1	2.95±0.2	3.20±0.1	3.18±0.1

Οι σημαντικά μειωμένοι αριθμοί κολοβακτηριδίων, εντεροβακτηρίων και σταφυλοκόκκων στο ξηρό τυρί τυρογάλακτος που παρασκευάστηκε με θερμικά αποξηραμένη αρχική καλλιέργεια kefir συγκριτικά με το ξηρό τυρί τυρογάλακτος χωρίς αρχική καλλιέργεια και με άλλα παραδοσιακά ελληνικά (Hatzikamari et al. 1999, Nikolaou et al. 2002, Gerasi et al. 2003) και πορτογαλικά (Pinho et al. 2004) τυριά, δείχνουν ότι η καλλιέργεια kefir έχει ως αποτέλεσμα την καταστολή των αλλοιογόνων και παθογόνων βακτηρίων. Παρόμοια αποτελέσματα που αναφέρουν μείωση των σταφυλοκόκκων κατά τη διάρκεια ωρίμανσης δημοσιεύθηκαν πρόσφατα (Kourkoutas et al. 2006b, Dimitrellou et al. 2007). Οι αντιμικροβιακές ιδιότητες της καλλιέργειας kefir μπορούν να αποδοθούν, είτε στη δυνατότητά της να παραγάγει γαλακτικό οξύ και επομένως να προκαλεί δραστική μείωση του pH, είτε στην παραγωγή αντιμικροβιακών ουσιών από ορισμένα στελέχη που υπάρχουν στη φυσική μικροβιακή χλωρίδα της καλλιέργειας (Ryan et al. 1996, Santos et al. 2003).

Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη έδειξε ότι η χρήση θερμικά αποξηραμένης ακινητοποιημένης αρχικής καλλιέργειας kefir σε καζεΐνη σε ξηρό τυρί τυρογάλακτος οδήγησε σε εμπλουτισμένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, σε βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και σε προστασία από την αλλοίωση και την ανάπτυξη παθογόνων. Η χρήση τέτοιων αρχικών καλλιεργειών παρέχει σημαντικές δυνατότητες στην τεχνολογία τροφίμων. Μελλοντικές μελέτες στις οποίες θα χρησιμοποιηθούν σκόπιμα εμβολιασμένα τρόφιμα με αλλοιογόνα ή/και παθογόνα στελέχη θα δώσουν περισσότερο φως στην αποτελεσματικότητα της καλλιέργειας kefir ως βιολογικό συντηρητικό.

Βιβλιογραφία

- AOAC. 1995. Official methods of analysis methods. (948.12, 935.42 and 920.124).
- Bekatorou, A., M.J. Soupioni, A.A. Koutinas and M.E. Kanellaki. 2002. Low-temperature brewing by freeze-dried immobilized cells. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 97: 105–121.
- Charteris, W.P., P.M. Kelly, L. Morelli and J.K. Collins. 1998. Development and application of an in vitro methodology to determine the transit tolerance of potentially probiotic *Lactobacillus* and *Bifido-*

- bacterium* species in the upper human gastrointestinal tract. *Journal of Applied Microbiology* 84: 759–768.
- Dimitrellou, D., K. Tsaousi, Y. Kourkoutas, P. Panas, M. Kanellaki and A.A. Koutinas. 2008. Fermentation efficiency of thermally dried immobilized kefir on casein as starter culture. *Process Biochemistry* 43: 1323–1329.
- Dimitrellou, D., Y. Kourkoutas, I.M. Banat, R. Marchant and A.A. Koutinas. 2007. Whey-cheese production using freeze-dried kefir culture as a starter. *Journal of Applied Microbiology* 103: 1170–1183.
- Gardiner, G.E., E. O' Sullivan, J. Kelly, M.A.E. Auty, G.F. Fitzgerald, J.K. Collins, R.P. Ross and C. Stanton. 2000. Comparative survival rates of human-derived probiotic *Lactobacillus paracasei* and *L. salivarius* strains during heat treatment and spray drying. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 2605–2612.
- 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: 117–122.
- Hatzikamari, M., E. Litopoulou-Tzanetaki and N. Tzanetakis. 1999. Microbiological characteristics of Anevato: a traditional Greek cheese. *Journal of Applied Microbiology* 87: 595–601.
- Izco, J.M. and P. Torre. 2000. Characterisation of volatile flavor compounds in Roncal cheese extracted by the purge and trap method and analysed by GC-MS. *Food Chemistry* 70: 409–417.
- Kirk, R.S. and R. Sawyer. 1991. *Pearson's Composition and Analysis of Foods*. Longman Singapore Publishers Ltd., Singapore. pp. 16–21, 600–601.
- Kopsahelis, N., P. Panas, Y. Kourkoutas and A.A. Koutinas. 2008. Evaluation of thermally dried immobilized cells of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* on apple pieces as a potent starter culture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 9829–9836.
- Kourkoutas, Y., L. Bosnea, S. Taboukos, C. Baras, D. Lambrou and M. Kanellaki. 2006a. Probiotic cheese production using *Lactobacillus casei* cells immobilized on fruit pieces. *Journal of Dairy Science* 89: 1431–1451.
- Kourkoutas, Y., P. Kandyliis, P. Panas, J.S.G. Dooley, P. Nigam and A.A.

- Koutinas. 2006b. Evaluation of freeze-dried kefir coculture as starter in feta-type cheese production. *Applied and Environmental Microbiology* 72: 6124–6135.
- Kourkoutas, Y., M. Kanellaki, A.A. Koutinas, I.M. Banat and R. Marchant. 2003. Wine production using yeast immobilized on quince biocatalyst at temperatures between 30 and 0°C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 654–658.
- Kourkoutas, Y., V. Xolis, 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.
- Kyriakopoulos, P., 1995. *Cheese-making in practise*. Triaina: Athens, Greece. pp. 221–222.
- Nikolaou, E., N. Tzanetakis, E. Litopoulou-Tzanetaki and R.K. Robinson. 2002. 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: 12–17.
- Palmfeldt, J. and B. Hahn-Hägerdal. 2000. Influence of culture pH on survival of *Lactobacillus reuteri* subjected to freeze-drying. *International Journal of Food Microbiology* 55: 235–238.
- Papavasiliou, G., Y. Kourkoutas, A. Rapti, V. Sipsas, A.A. Koutinas and M. Soupioni. 2008. Freeze-dried kefir production using whey. *International Dairy Journal* 13: 247–254.
- Pinho, O., A.I.E. Pintado, A.M.P. Gomes, M.M. Pintado, F.X. Malcata and M.P.L.V.O. Ferreira. 2004. Interrelationships among microbiological, physicochemical, and biochemical properties of Terrincho cheese, with emphasis on biogenic amines. *Journal of Food Protein* 67: 2779–2785.
- Qian, M. and G. Reineccius. 2002. Identification of aroma compounds in Parmigiano-Reggiano cheese by gas chromatography / olfactometry. *Journal of Dairy Science* 85: 1362–1369.
- Rodrigues, K.L., L.R.G. Caputo, J.C.T. Carvalho, J. Evangelista and J.M. Schneedorf. 2005. Antimicrobial and healing activity of kefir and kefir extract. *International Journal of Antimicrobial Agents* 25: 404–408.
- Ryan, M.P., M.C. Rea, C. Hill and R.P. Ross. 1996. An application in cheddar cheese manufacture for a strain of *Lactococcus lactis* producing a novel broad-spectrum bacteriocin, lacticin 3147.

Applied and Environmental Microbiology 62: 612–619.

- Santos, A., M. San Mauro, A. Sanchez, J.M. Torres and D. Marquina. 2003. The antimicrobial properties of different strains of *Lactobacillus* spp. isolated from kefir. *Systematic and Applied Microbiology* 26: 434–437.
- Witthuhn, R.C., T. Schoeman and T.J. Britz. 2005. Characterisation of the microbial population at different stages of Kefir production and Kefir grain mass cultivation. *International Dairy Journal* 15: 383–389.

Evaluation of thermally-dried immobilized kefir on casein as starter culture for the production of dried whey cheese

**D. Dimitrellou, P. Kandylis, E. Bezirtzoglou, A. A. Koutinas,
M. Kanellaki and Y. Kourkoutas**

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the use of thermally-dried immobilized kefir on casein as a starter culture for protein-enriched dried whey cheese. For comparison reasons, dried whey cheese with thermally-dried free kefir culture and with no starter culture were also produced. The association of microbial groups during cheese maturation suggested repression of spoilage and protection from pathogens due to the thermally-dried kefir, as counts of coliforms, enterobacteria and staphylococci were significantly reduced in cheeses produced using thermally-dried kefir starter compared to cheese with no starter culture. The preliminary sensory evaluation ascertained the soft, fine taste and the overall improved quality of cheese produced with the thermally-dried immobilized kefir starter culture.

Keywords: kefir, starter culture, whey cheese, thermal-dried.

Οικολογία μικρόβιων

Ε. Μπεζιρτζόγλου

**Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιου Θράκης, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης,
Κατεύθυνση Επιστήμης και Τεχνολογίας τροφίμων, Ορεστιάδα.
E-mail: empezirt@agro.duth.gr**

Περίληψη

Η οικολογία των μικροοργανισμών περιλαμβάνει όλα τα βακτήρια, πρωτόζωα, μύκητες και φύκη που βρίσκονται στη βιόσφαιρα και στις αλληλοσυσχετίσεις τους με το περιβάλλον τους, δημιουργώντας τοιοτυτρόπως ένα οικοσύστημα με πολλαπλή δράση.

Στόχος της οικολογίας των μικροβίων είναι να κατανοήσει τις δραστηριότητες των μικροβίων στο φυσικό αυτό οικοσύστημα και στο περιβάλλον του, καθώς και στην μελέτη των επιδράσεων που επηρεάζουν το οικοσύστημα αυτό.

Για την κατανόηση και διευκρίνιση του ρόλου των φυσιολογικών χλωρίδων, και κυρίως της εντερικής χλωρίδας, έγιναν αρκετές μελέτες που βασίζονταν κύρια στην παρατήρηση ότι πριν από τον τοκετό, το νεογνό είναι στείρο μικροβίων. Το σύνολο των βακτηρίων που αποικούν τον εντερικό αυλό, αποτελούν την "αυτόχθονη φυσιολογική χλωρίδα" του εντέρου.

Η κατανόηση των φυσιολογικών λειτουργιών της χλωρίδας αυτής με την συμμετοχή της στον μεταβολισμό, τον ρόλο της στη γαλακτωματοποίηση των λιπών, την σύνθεση των βιταμινών, την παραγωγή κατωτέρων λιπαρών οξέων, καθώς και την συμμετοχή της στην χημική και κυτταρική ανοσία θα ανασκοπήσουμε ευρύτατα στην παρούσα μελέτη.

Τέλος θα θεωρηθούν οι συνθήκες κάτω από τις οποίες διαταράσσεται η φυσιολογική δράση του εντερικού οικοσυστήματος και προκαλούνται παθολογικές καταστάσεις.

Λέξεις κλειδιά: Μικροβιακή Οικολογία, μικροβιολογία, φυσιολογική χλωρίδα

Εισαγωγή

Η οικολογία των μικροβίων ανήκει στους τομείς με ιδιαίτερη διάνθιση κατά τα τελευταία χρόνια, εφόσον οι επιστήμονες κατανόησαν πλέον ότι βασική προϋπόθεση στη διαφύλαξη ενός οικοσυστήματος είναι η διαφύλαξη του και άρτια λειτουργία του και αποφυγή επεμβατικών τεχνικών που θα μπορούσαν να το διαταράξουν. Ακολούθως θα αναπτυχθούν, βασι-

κά στοιχεία και στόχοι που αναφέρονται στην καινούργια αυτή επιστήμη και τις δυνατότητες εφαρμογής της σε διαφορετικούς τομείς οικοσυστημάτων.

Οικολογία των μικροβίων

Οικολογία είναι η επιστήμη που μελετά τις αλληλοσυσχετίσεις ανάμεσα στους οργανισμούς και το περιβάλλον που ζουν. Το πρόσφατο ενδιαφέρον στην οικολογία επικεντρώνεται σε δύο κύρια σημεία: α) να διαπιστώσει πως λειτουργεί το περιβάλλον και β) να μελετήσει την επιρροή του ανθρώπου σ' αυτές τις φυσιολογικές συνθήκες (Berkeley, 1979). Η οικολογία των μικροοργανισμών περιλαμβάνει όλα τα βακτήρια, πρωτόζωα, μύκητες και φύκη που βρίσκονται στη βιόσφαιρα και εμφανίζουν μία εξαιρετική ποικιλία στις απαιτήσεις τους για ζωή και στην αντοχή τους σε μη ευνοϊκές συνθήκες. Το μικρό μέγεθος των μικροβίων συντελεί στην πολύ στενή επαφή με το περιβάλλον τους. Οι μικροοργανισμοί, γενικά, είναι τόσο καλά διασκορπισμένοι και ικανοί να ζουν και να αναπτύσσονται σε ένα ιδιαίτερο περιβάλλον έξω από το οποίο - αν βρεθούν - ασκούν συνήθως παθογόνο δράση.

Η οικολογία των μικροβίων είναι ένας καινούργιος επιστημονικός κλάδος, που έχει πρόσφατα κερδίσει έδαφος, λόγω της αναγνώρισης ότι οι μικροβιακές διαδικασίες παίζουν σπουδαίο ρόλο σε όλα τα οικοσυστήματα και τελικά στη διατήρηση του περιβάλλοντος στον πλανήτη μας (Campdell, 1983). Εδώ απαιτούνται γνώσεις και των μικροοργανισμών και του φυσικού περιβάλλοντος. Έτσι υπάρχει μία συνεργασία ανάμεσα σ' αυτούς που μελετούν τη μικροβιολογία, τη μικροβιακή δραστηριότητα στους ωκεανούς, στο έδαφος, στο πεπτικό σύστημα των ζώων (Duclezeau, 1979). Επίσης δίνονται κατευθύνσεις προς τα που θα κινηθεί η οικολογία των μικροβίων στο μέλλον και τους δρόμους με τους οποίους θα λύσει πρακτικά προβλήματα. Για παράδειγμα το κέρδος από μία σχέση ανάμεσα στην οικολογία των μικροβίων και τη γενετική έχει ήδη αναγνωριστεί.

Ο ρόλος των μηχανισμών των μικροβίων συσχετισμένος με τη γενετική μεταβολή στο περιβάλλον και τη σύγκρουση που έχει στην εξέλιξη, στην επιβίωση των οργανισμών και στη σταθερότητα των οικοσυστημάτων είναι βασικά προβλήματα που απασχολούν τους σημερινούς επιστήμονες. Η οικολογία των μικροβίων είναι χρήσιμη στη βιοτεχνολογία και βιομηχανική μικροβιολογία, κατανοώντας τη συμπεριφορά των μικροβιακών πληθυσμών, που απαιτεί γνώσεις για την ανάπτυξη, τον ανταγωνισμό και τη φυ-

σιολογία αυτών των πληθυσμών μαζί με τις φυσιολογικές μικροβιακές χλωρίδες. Για παράδειγμα, έχει βρεθεί ότι 10^{14} βακτήρια αποικούν τον εντερικό σωλήνα του ανθρώπου, τα οποία αποτελούν την εντερική φυσιολογική χλωρίδα, σχηματίζοντας με τον ξενιστή τους ένα οικολογικό σύστημα του οποίου η ισορροπία είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της υγείας του ατόμου. Όλα αυτά είναι σημαντικά για την κατανόηση της μικροβιακής δράσης στο φυσικό περιβάλλον όσο χρήσιμο είναι και στη συμμετοχή των πληθυσμών αυτών στις βιομηχανικές ζυμώσεις (Hobbie, 1984). Άλλο παράδειγμα του σπουδαίου ρόλου των μικροβίων στο περιβάλλον μας περιλαμβάνει την παραγωγή και κατανάλωση των αερίων στην ατμόσφαιρα που μπορεί να έχει μια μακρόχρονη σύγκρουση με το κλίμα και την ποιότητα της ατμόσφαιρας, την ελάττωση των πολυάριθμων αβιοτικών παραγόντων μολύνσεων και τη μετατροπή των φυσικών και συνθετικών πολυμερών. Τα μικρόβια ακόμη γίνονται σπουδαία στον βιολογικό έλεγχο των επιβλαβών φυτών και ζώων (Klug 1984, Ρομερου 1984). Όμως αυτό που ενδιαφέρει, ιδιαίτερα το γιατρό, είναι η κατανόηση των φυσιολογικών λειτουργιών των μικροβίων σε κάθε μορφή ζωής, στα φυτά και στα ζώα κι ακόμη περισσότερο στον άνθρωπο, καθώς και των συνθηκών κάτω από τις οποίες διαταράσσεται η φυσιολογική τους δράση και προκαλούν παθολογικές καταστάσεις. Μ' αυτή τη γνώση ο γιατρός θα φροντίζει πλέον όχι μόνο για την καταστροφή των μικροβίων, αλλά κυρίως για την προστασία αυτών που αποικίζουν φυσιολογικά διάφορες περιοχές του σώματος του ανθρώπου (Schaeckter 1993, Simon 1984). Στην παρούσα μελέτη αναφέρονται μερικά βασικά στοιχεία γι' αυτές τις σχέσεις των μικροβίων με τον άνθρωπο, θέμα που αποτελεί αντικείμενο της οικολογίας των μικροβίων.

Σημασία της φυσιολογικής μικροβιακής χλωρίδας για τον άνθρωπο

Ενώ η βιοχημική βάση της οικολογίας της φυσιολογικής βακτηριακής χλωρίδας έχει διευκρινιστεί αρκετά, πολύ λίγα είναι γνωστά για τη σημασία της στη διατροφή και στη φυσιολογία των μεγαλοοργανισμών γενικότερα. Αρκετές όμως μελέτες έχουν δημοσιευτεί σχετικά με το ρόλο της φυσιολογικής χλωρίδας για τη δημιουργία διαφόρων μη φλεγμονωδών καταστάσεων, όπως γαστρεντερικών διαταραχών (στεατόρροια, διάρροια, κ.λ.π.), καρκίνου του παχέος εντέρου, του μαστού, κ.α. Οι σχετικές γνώσεις αφορούν τη χλωρίδα του εντέρου και της στοματικής κοιλότητας. Η εντερική χλωρίδα φθάνει, όπως έχει ήδη αναφερθεί, το 30% περίπου του υγρού βάρους των κοπράνων και μπορούμε να τη θεωρήσουμε σαν ένα "όργανο" του

σώματος. Αν ο ορισμός αυτός γίνεται αποδεκτός, τότε η χλωρίδα του εντέρου είναι μεταβολικά το πιο δραστήριο όργανο.

Για την κατανόηση και διευκρίνιση του ρόλου των φυσιολογικών χλωρίδων, και κυρίως της εντερικής χλωρίδας, έγιναν αρκετές μελέτες που βασίζονταν κύρια στην παρατήρηση ότι πριν από τον τοκετό, το νεογνό είναι στείρο μικροβίων (Bezirtzoglou 1987, 1989, 1990). Στο φυσιολογικό τοκετό, το νεογνό έρχεται σε επαφή με μικρόβια των φυσιολογικών μητρικών χλωρίδων, δέρματος, κολπικής και απευθυσμένου (Bezirtzoglou, 1992). Σε αντίθεση, το νεογνό που έρχεται στον κόσμο με καισαρική τομή είναι στείρο μικροβίων τη στιγμή της πρώτης έκθεσής του στον εξωτερικό κόσμο. Γι' αυτό το λόγο, τα νεογνά αυτά είναι πιο επιρρεπή σε λοιμώξεις, σε σχέση με τα νεογνά που γεννήθηκαν με φυσιολογικό τοκετό και αποικίζονται ήδη από τα μικρόβια των μητρικών χλωρίδων, που τα "προφυλάσσουν" τις πρώτες ώρες της ζωής τους, σε μία περίοδο που υπόκεινται σε εξωτερικές μολυσματικές επιθέσεις και που το ανοσοποιητικό τους σύστημα δεν έχει ακόμα αναπτυχθεί. Έχοντας προέλευση άλλη από τη μητρική, παρόλο που δεν αποκλείεται τελείως (π.χ. σε πρόωρη ρήξη του αμνιακού υμένα ή μεταφορά μητρικών μικροβίων από το νοσοκομειακό προσωπικό), τα μικρόβια που αποικίζουν το νεογνό με καισαρική τομή προέρχονται κυρίως από το περιβάλλον. Το νοσοκομειακό περιβάλλον και το νοσηλευτικό προσωπικό αποτελούν τη νοσοκομειακή χλωρίδα, που είναι διαφορετική από το ένα μαιευτήριο στο άλλο και εξαρτάται από τις τεχνικές απολύμανσης των χώρων, του νοσοκομειακού υλικού, τα συνήθη χορηγούμενα σχήματα αντιβιοτικών, από το νοσοκομειακό προσωπικό, καθώς επίσης και από την πυκνότητα των γεννήσεων (Bezirtzoglou, 1992).

Ανεξάρτητα από τον τρόπο απόκτησής της, η φυσιολογική χλωρίδα φαίνεται να αποικίζει σταθερά το έντερο του νεογνού για να σταθεροποιηθεί μετά τη δωδέκατη μέρα ζωής. Η σταθεροποίηση της χλωρίδας υπόκειται στην επίδραση πολλών παραγόντων (Neut 1987, Rottimi 1981, Bezirtzoglou 1989, Bezirtzoglou et al. 1989). Ο σημαντικότερος ίσως παράγοντας είναι ο τύπος της διατροφής. Η χορήγηση μητρικού γάλακτος ευνοεί την εγκατάσταση των *Bifidobacterium*, σε αντίθεση με τα νεογνά που λαμβάνουν τεχνητή τροφή και στα οποία φαίνεται να ευνοείται η εγκατάσταση του *Clostridium perfringens* (Bezirtzoglou 1989, 1991) και των *Enterobacteriaceae*. Τα νεογνά που λαμβάνουν τεχνητή τροφή είναι πιο επιρρεπή σε εντερίτιδες από *Esherichia coli*, σε σύγκριση με τα νεογνά που θηλάζουν, όπου η παρουσία του *Bifidobacterium* προκαλεί τη μείωση της *E. coli* (Bezirtzoglou, 1990). Η εισαγωγή στερεάς τροφής στα γέυματα του νε-

ογνού προκαλεί τροποποίηση της χλωρίδας, με τη μαζική εγκατάσταση σηπτικών βακτηρίων (*Clostridium*, *Bacteroides*) (Bezirtzoglou, 1990). Διατροφή του ενήλικου πλούσια σε λαχανικά ή αντιθέτως σε κρέας τροποποιεί την εντερική χλωρίδα. Η φυσιολογική χλωρίδα φαίνεται επίσης να τροποποιείται με την ηλικία. Το *Bacteroides* που εγκαθίσταται με την τεχνητή τροφή, παραμένει μέχρι το γήρας. Τα *Enterobacteriaceae* ελαττώνονται από το παιδί στον ενήλικο για να αυξηθούν αργότερα. Αντίθετα, οι *Lactobacillus* σπάνιοι στην αρχή της ζωής, είναι άφθονοι στον ενήλικο και το γέροντα. Οι *Staphylococcus* απομονώνονται συχνότερα στα παιδιά. Τα *Clostridium* βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα στον γέροντα παρά στον ενήλικο. "Κάθε ηλικία λοιπόν έχει τη χλωρίδα της στο έντερο", όπως λέει ο Mitsuoka (1982).

Διαφορές στον τρόπο διαβίωσης και υγιεινής, παραδοσιακές συνήθειες διατροφής, εισαγωγής αντιβιοτικών στο νερό και στα τρόφιμα, μπορούν να επηρεάσουν τη χλωρίδα. Ο καρκίνος του εντέρου παρουσιάζει μεγαλύτερη συχνότητα στις αναπτυγμένες χώρες και οφείλεται στη δράση βακτηρίων ικανών να αποικοδομήσουν τα στεροειδή σε καρκινογόνα παράγωγα (Bezirtzoglou, 2000).

Φυσιολογικοί επίσης παράγοντες ελέγχουν την εγκατάσταση της χλωρίδας:

- Το στόμα που αποτελεί πύλη εισόδου των βακτηρίων με την οξύτητά του (που οφείλεται στην παρουσία *Lactobacillus*) ελέγχει την είσοδο.
- Το στομάχι, με την παραγωγή γαστρικού υγρού που είναι βακτηριοκτόνο λόγω της οξύτητάς του.
- Η παραγωγή της χολής που ευνοεί την ανάπτυξη ορισμένων στελεχών, ενώ αναστέλλει άλλα.
- Η περισταλτικότητα του εντέρου. Ελάττωση της κινητικότητας του εντέρου, στένωση ή στάση αλλοιώνουν γρήγορα τη σύνθεση δημιουργώντας μία χλωρίδα που προσβάλλει τους βλεννογόνους και μπορεί να προκαλέσει εντερικές αλλοιώσεις.
- Αντιβακτηριακές ουσίες εκκρίνονται σε όλη τη διαδρομή του εντερικού αυλού.
- Ανοσολογικοί παράγοντες φαίνεται να υπεισέρχονται στη σταθεροποίηση της εντερικής χλωρίδας. Απουσία ανοσοσφαιρινών και κυρίως IgA οδηγούν σε χρόνιες διάρροιες.
- Παράγοντες περιβάλλοντος, κυρίως εποχιακοί, ευνοούν την εγκατάσταση ορισμένων βακτηρίων. Τέλος ο ανταγωνισμός των βακτηρίων

του εντερικού αυλού υπεισέρχεται στην τροποποίηση της φυσιολογικής χλωρίδας.

Για μεγάλο όμως χρονικό διάστημα, οι βακτηριολόγοι δε φάνηκε να ενδιαφέρονται γι' αυτά τα θέματα, δίνοντας μεγαλύτερη σημασία στη μάχη εναντίον των λοιμώξεων με την ταυτοποίηση των παθογόνων μικροοργανισμών, αλλά και την ανεύρεση όπλων ικανών να εξαλείψουν τους μικροοργανισμούς αυτούς, γεγονός που οδήγησε στην ανακάλυψη των αντιβιοτικών. Τέλος, κατά τη δεκαετία του 1950, μελέτες της εντερικής χλωρίδας έρχονται και πάλι στην επικαιρότητα. Οι βακτηριολόγοι κατανόησαν πλέον τη σπουδαιότητά της στην ισορροπία του ξενιστή που μία νέα επιστήμη αναπτύσσεται: η οικολογία των μικροβίων, όπου αναφέρθηκε το αντικείμενό της και σε άλλα σημεία της εργασίας.

Βασικές λειτουργίες της εντερικής χλωρίδας

Το σύνολο των βακτηρίων που αποικούν τον εντερικό αυλό, αποτελούν την "αυτόχθονη φυσιολογική χλωρίδα" του εντέρου. Ποιος είναι όμως ο ρόλος της χλωρίδας αυτής;

Συμμετοχή στον μεταβολισμό

Τα κύρια συστατικά της χολής είναι τα χολικά άλατα και η χοληστερίνη. Τα συνεζευγμένα χολικά άλατα είναι απαραίτητα για την γαλακτωματοποίηση των λιπών και σ' αυτό συμμετέχει η εντερική χλωρίδα (Campdell 1983, Ducluzeau 1979). Στο ήπαρ από την χοληστερίνη παράγονται δύο χολικά οξέα (χολικό οξύ και γενοδεοξυχολικό οξύ). Η απόξευση των χολικών οξέων γίνεται με την υδρολάση που παράγουν στελέχη *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Eubacterium*, *Clostridium*, *Veillonella*, *Streptococcus faecalis*. Επίσης, παραγωγή κοπροστανόλης από την χοληστερίνη επιτυγχάνεται με την παρουσία στελεχών *Bacteroides*, *Clostridium*, *Bifidobacterium*. Εξάλλου, οι *Lactobacillus* παράγουν ουρεάση που διασπά την ουρία σε NH_3 και CO_2 . Στην ουραιμία, η ουρία του αίματος αυξάνεται. Αυτό οφείλεται στο ότι αυξάνει ο αριθμός των βακτηρίων που υδρολύουν την ουρία και αυξημένη παραγωγή NH_3 που παράγεται χρησιμοποιείται για βιοσυνθετικές επεξεργασίες. Η διαδικασία αυτή καταλήγει στην βελτίωση της νόσου χωρίς να διαταράσσεται το ισοζύγιο του Αζώτου. Επίσης, στο παχύ έντερο, τα μικρόβια συντελούν στην συμπληρωματική πέψη των υδατανθράκων (κυτταρίνη), και στην σηπτική επεξεργασία των λευκωμάτων.

- Σύνθεση βιταμινών

Η ποσότητα βιταμίνης K με τις τροφές δεν είναι αρκετή για τη διατήρηση της πηκτικότητας του αίματος σε ικανοποιητικά επίπεδα. Η *E.coli* και το *Bacteroides* συνθέτουν βιταμίνη K. Άλλα βακτήρια του εντέρου βιοσυνθέτουν φυλλικό οξύ. Βακτήρια του λεπτού εντέρου καθώς επίσης και της στοματικής κοιλότητας συνθέτουν νικοτινικό οξύ, βιοτίνη, βιταμίνες B (B₁, B₆, B₁₂).

- *Παραγωγή κατώτερων λιπαρών οξέων*

Τα δυνητικά αναερόβια και τα αναερόβια παράγουν πτητικά λιπαρά οξέα, αλκοόλες, γαλακτικό και ηλεκτρικό οξύ. Στην παραγωγή αυτών των τελικών προϊόντων στηρίζεται η ταχεία διάγνωση των αναερόβιων λοιμώξεων με αέριο χρωματογραφία (Bezirtzoglou, 2000).

- *Συμμετοχή στην άμυνα του οργανισμού*

Η εντερική χλωρίδα εμποδίζει την εγκατάσταση παθογόνων μικροοργανισμών με διάφορους μηχανισμούς:

Barrier effect

Ένας σημαντικός ρόλος της φυσιολογικής χλωρίδας είναι η ικανότητά της να αναγνωρίζει τους εξωγενείς παθογόνους μικροοργανισμούς προκαλώντας την αποβολή τους και προφυλάσσοντας μ' αυτό τον τρόπο τον ξενιστή. Στο υγιές άτομο, υπάρχει ισορροπία μεταξύ εντερικής χλωρίδας και ξενιστή, που καθορίζεται από το φαινόμενο φραγμού (= Barrier effect) (Deucluzeau 1979, Bezirtzoglou 1994). Υπάρχουν δύο τύποι:

- Drastic effect (= δραστικός φραγμός), που συντελεί στην γρήγορη αποβολή του εξωγενούς μικροοργανισμού.
- Ατελής φραγμός (= permissive effect), που επιτρέπει την παραμονή του μικροοργανισμού σε χαμηλά επίπεδα χωρίς να είναι παθογόνος. Σ' αυτή την περίπτωση μιλούμε για τον "Υγιή φορέα μικροβίων".

Ο μηχανισμός που εμποδίζεται η εγκατάσταση εξωγενών βακτηρίων δεν έχει διευκρινισθεί. Πολλές θεωρίες έχουν προταθεί:

- Η παραγωγή κατώτερων λιπαρών οξέων από τα αναερόβια φαίνεται να παίζει ρόλο.
- Η θεωρία του "Spatial arrangement", δηλαδή το γεγονός ότι η εντερική χλωρίδα καταλαμβάνει την επιφάνεια του εντερικού βλεννογόνου και δεν υπάρχει ελεύθερος χώρος για την εγκατάσταση παθογόνων εξωγενών μικροοργανισμών.
- Συναγωνισμός των βακτηρίων για μία ουσία που βρίσκεται σε περιορισμένη ποσότητα και είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη του αποβληθέντος.

ντος.

- Τροποποιήσεις του δυναμικού οξειδοαναγωγής και του pH.
- Παραγωγή από βακτηριακά στελέχη ανασταλτικών ουσιών (οργανικά οξέα και αντιβιοτικά).
- Η πέψη ουσιών από ορισμένα *βακτήρια* αποτελεί πηγή ενέργειας για άλλα, π.χ. η *Veillonella* χρησιμοποιεί το γαλακτικό οξύ των *Streptococcus* και *Bifidobacterium*.

Συμμετοχή στη χημική ανοσία

Αντισώματα έναντι συστατικών της φυσιολογικής εντερικής χλωρίδας ανευρίσκονται σε μεγάλη αναλογία στο φυσιολογικό πληθυσμό. Τα αντισώματα αυτά σχηματίζονται κατόπιν αντίγονου ερεθισμού και απορροφούνται από το έντερο. Στα "Germ-free" πειραματόζωα έχουμε χαμηλό επίπεδο γ-σφαιρινών λόγω μη ύπαρξης αντιγονικού ερεθισμού. Τα μακροφάγα που λαμβάνονται από στείρα πειραματόζωα πέπτουν τα ξένα αντιγόνα πιο αργά. Επίσης, το ποσό του συμπληρώματος είναι χαμηλότερο στα "Germ-free" πειραματόζωα.

Συμμετοχή στην κυτταρική ανοσία

Ο λεμφοποιητικός ιστός είναι πολύ περισσότερος στα φυσιολογικά παρά στα "Germ-free" πειραματόζωα, ειδικά σε περιοχές που γειτνιάζουν με τη φυσιολογική χλωρίδα, όπως το έντερο. Τα "Germ-free" πειραματόζωα είναι επίσης πτωχά σε κύτταρα που παράγουν ανοσοσφαιρίνες. Οι πλάκες του Peyer βρίσκονται σε ατροφία. Στα "Germ-free" πειραματόζωα το εντερικό τοίχωμα είναι λεπτό και εύθραυστο, ενώ παρατηρείται παραγωγή αυξημένης ποσότητας εντερικής βλέννης (Deucluzeau, 1979).

Εκδήλωση παθολογικών καταστάσεων

Πλήθος μικροβίων αποικίζει διάφορες περιοχές του σώματος του ανθρώπου, τα οποία με τις ποικίλες λειτουργίες τους συμβάλλουν σημαντικά στη διατήρηση της υγείας του. Τα μικρόβια αυτά είναι δυνατό να προκαλέσουν νοσηρές καταστάσεις κάτω από ορισμένες συνθήκες. Έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχει μία αυστηρή ισορροπία ανάμεσα στα μικρόβια και στον άνθρωπο, η οποία, όταν διαταραχτεί, εμφανίζονται παθολογικές καταστάσεις.

Η φυσιολογική βακτηριακή χλωρίδα, εκτός από τη φυσιολογική σημασία της για τον άνθρωπο και το γενεσιουργό ρόλο της για την εμφάνιση ενδογενών λοιμώξεων, είναι δυνατό σε ορισμένες περιπτώσεις να συμβάλλει στη δημιουργία ή στη διαμόρφωση παθολογικών καταστάσεων. Η τελευ-

ταία αυτή επίδραση της φυσιολογικής χλωρίδας οφείλεται στην ειδική βακτηριακή μεταβολική δραστηριότητα και εκδηλώνεται όταν αυξηθεί ο αριθμός των *βακτηρίων* της χλωρίδας ή με δίαιτα πλούσια σε λίπη και πρωτεΐνες. Παρακάτω επιχειρείται μία συνοπτική περιγραφή διαφόρων παθολογικών καταστάσεων που συνδέονται με την φυσιολογική βακτηριακή χλωρίδα. Όταν αυξηθεί ο αριθμός των *βακτηρίων* προκαλούνται ανωμαλίες στη λειτουργικότητα του λεπτού εντέρου. Ο αριθμός των μικροβίων στο τμήμα αυτό αυξάνεται όταν: α) υπάρχει αχλωρυδρία του στομάχου, β) σε καταστάσεις που ευνοείται η στάση του περιεχομένου του εντέρου, όπως στένωση συγγενής ή μετά από φλεγμονή ή αναστολή της κινητικότητας του εντέρου και μερική απόφραξη των χοληφόρων οδών ή χολαγγειίτιδα και γ) όταν υπάρχει ελεύθερη επικοινωνία μεταξύ του λεπτού και του παχέος εντέρου (π.χ. νόσος Crohn) ή εντομή της ειλεοτυφλικής βαλβίδας.

Η στεατόρροια οφείλεται στην κακή απορρόφηση του διαιτητικού λίπους. Θεωρείται πιθανό ότι η στεατόρροια οφείλεται σε διαταραχή του μεταβολισμού των χολικών αλάτων. Αυτά είναι απαραίτητα για τη γαλακτωματοποίηση και απορρόφηση των λιποειδών. Μέρος των συνεζευγμένων χολικών αλάτων μετατρέπεται με τη δράση των ενζύμων σε χολικά οξέα. Τα ένζυμα παράγονται από βακτήρια. Στην περίπτωση αυξημένου βακτηριακού αποικισμού του λεπτού εντέρου, το ποσό των συζευγμένων χολικών αλάτων ελαττώνεται πολύ. Η κατάσταση αυτή καταλήγει στην ελαττωματική γαλακτωματοποίηση των λιπών, τη συσσώρευσή τους στο έντερο και πρόκληση στεατόρροιας. Ο αυξημένος βακτηριακός αποικισμός του λεπτού εντέρου έχει σαν συνέπεια την εμφάνιση διάρροιας. Ο μηχανισμός δεν έχει απόλυτα διευκρινιστεί. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένα, ο μεγάλος βακτηριακός πληθυσμός έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλου ποσού ελεύθερων χολικών αλάτων και οξέων. Κατά μία άποψη, τα οξέα αυτά προκαλούν μεγάλου βαθμού εντερική έκκριση νερού και ηλεκτρολυτών. Ορισμένα επίσης *βακτήρια* της εντερικής χλωρίδας, όπως τα *Κλωστηρίδια*, τα *Bifidobacteria* και ο *Streptococcus faecalis*, έχουν την ικανότητα να προκαλούν υδροξυλίωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων. Τυπικό παράδειγμα είναι ο σχηματισμός υδροξυστεατικού οξέος από ελαϊκό οξύ. Το υδροξυστεατικό οξύ είναι παρόμοιο προς το ρικενελαϊκό οξύ που αποτελεί βασικό συστατικό του ρικενελαίου (ρετσινόλαδο), που ως γνωστό χρησιμοποιείται σαν ισχυρό καθαρτικό. Επίσης, ο έντονος βακτηριακός αποικισμός του εντέρου προκαλεί ελαττωμένη απορρόφηση υδατανθράκων και διαταραχή του μεταβολισμού πρωτεϊνών.

Συσχέτιση της χλωρίδας του παχέος εντέρου με καρκίνο παχέος εντέρου και μαστού

Επιδημιολογικά δεδομένα παρέχουν ενδείξεις ότι η εμφάνιση καρκίνου του εντέρου και του μαστού συνδυάζεται με την περιεκτικότητα της τροφής σε λίπη και πρωτεΐνες. Η αναζήτηση στις τροφές, που περιέχουν αυξημένο ποσοστό λιπών και πρωτεϊνών, καρκινογόνων ουσιών δεν απέδειξε συσχέτιση μεταξύ της διατροφής και καρκίνου αυτών των ανατομικών περιοχών. Πειραματικά δεδομένα υποστηρίζουν την άποψη ότι ο σχηματισμός των σχετικών καρκινογόνων ουσιών λαμβάνει χώρα στο έντερο με τη δράση της βακτηριακής χλωρίδας (Deucluzeau, 1979). Βρέθηκε ότι ανάλογα με τη διατροφή επέρχεται η διαφοροποίηση όχι μόνο της μικροβιακής χλωρίδας, αλλά και της μεταβολικής δραστηριότητας των μικροβίων. Η πρόσληψη λιπαρής διατροφής οδηγεί σε αύξηση της χολής που εκκρίνεται στο έντερο. Η αποικοδόμηση των στερινοειδών της χολής από την εντερική φυσιολογική χλωρίδα έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ποικίλων παραγώγων. Διάφορα παράγωγα των στερινοειδών της χολής, όπως το δεσοξυχολικό οξύ, το δισνορ-5-χολενικό οξύ, οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, έχουν καρκινογόνες ιδιότητες (Bezirtzoglou, 2000). Για ορισμένες από αυτές τις ουσίες έχει πιστοποιηθεί η παραγωγή τους από τα *βακτήρια* του εντέρου, ενώ οι υπόλοιπες ουσίες παράγονται με ένζυμα που παράγουν πάλι τα *βακτήρια*. Πειραματικές μελέτες *in vitro* έδειξαν ότι τα κλωστηρίδια προκαλούν με μία σειρά αντιδράσεων το σχηματισμό της 17-μεθυλο-οιστραδιόλης. Το οιστρογόνο αυτό μετατρέπεται στο ήπαρ σε οιστραδιόλη. Η παραγωγή της οιστραδιόλης στον άνθρωπο σε φυσιολογικές συνθήκες είναι 0.5mg/24h. Έχει βρεθεί επίσης ότι τα κλωστηρίδια μετατρέπουν το 1/10 περίπου της ποσότητας των χολικών οξέων σε οιστρογόνα. Αν γίνεται εντερική σύνθεση οιστραδιόλης, αυξάνεται το ποσό των οιστρογόνων που κυκλοφορούν στον οργανισμό. Δεδομένου ότι είναι αναμφισβήτητο το γεγονός ότι τα οιστρογόνα, αν δεν προκαλούν, τουλάχιστον διεγείρουν τον ήδη εκδηλωθέντα καρκίνο του μαστού (Bezirtzoglou, 1994).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την καρκινογένεση έχει ο βακτηριακός μεταβολισμός της τυροσίνης. Η τυροσίνη μεταβολίζεται από τα *βακτήρια* του εντέρου σε φαινόλη, π-κρεσόλη και 4-αιθυλο-φαινόλη. Έχει βρεθεί πειραματικά ότι οι ουσίες αυτές δρουν συνεργικά με τις καρκινογόνες ουσίες. Αυτά τα δεδομένα εξηγούν την υπάρχουσα επιδημιολογική συσχέτιση συχνότητας καρκίνου του εντέρου με το ποσό των πρωτεϊνών της τροφής.

Συσχέτιση της μεταβολικής δραστηριότητας της χλωρίδας του εντέρου σε ηπατικές παθήσεις

Η μεταβολική δραστηριότητα της χλωρίδας στα αμινοξέα έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή τοξικών ουσιών που αδρανοποιούνται στο ήπαρ (NH_3 , φαινόλες, αμίνες, φαινολικά οξέα). Όταν όμως έχουμε ηπατική ανεπάρκεια, οι ουσίες αυτές δεν αδρανοποιούνται κι έτσι εισέρχονται στην κυκλοφορία και προκαλούν ηπατικό κώμα (Sabbaj, 1971).

Μεταβολή της φυσιολογικής μικροβιακής χλωρίδας μετά τη χορήγηση αντιβιοτικών

Τα αντιβιοτικά είναι δυνατόν να επηρεάσουν τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος είτε με απευθείας τοξική επίδραση είτε με μεταβολή της μικροβιακής χλωρίδας (Margkowiak 1982, Waaij 1982). Η χορήγηση αντιβιοτικών για την καταπολέμηση μίας λοίμωξης καταλήγει συχνά στη διατάραξη της αναλογίας των μικροοργανισμών, που αποτελούν τη φυσιολογική χλωρίδα, με αποτέλεσμα την εμφάνιση δευτεροπαθών λοιμώξεων από μικροοργανισμούς, ανθεκτικούς στα χορηγούμενα αντιβιοτικά. Τα αντιβιοτικά δηλαδή καταστρέφουν τη φυσιολογική χλωρίδα και δίνεται η ευκαιρία σε ανθεκτικά παθογόνα μικρόβια ή μύκητες να πολλαπλασιαστούν, με αποτέλεσμα την εμφάνιση επιλοίμωξεων (Freter, 1974). Η επιλοίμωξη είναι ένα δυσάρεστο φαινόμενο που παρατηρείται κατά τη διάρκεια της θεραπείας μίας πρωτοπαθούς λοίμωξης με αντιβιοτικά. Σ' ένα άρρωστο που βρίσκεται ήδη κάτω από αντιβίωση, είναι δυνατό να παρουσιαστεί μία νέα λοίμωξη από διαφορετικό παθογόνο μικροοργανισμό ή μύκητα (Brooks, 1991). Η μονιλίαση είναι συχνός τύπος επιλοίμωξης. Το αίτιο είναι ο μύκητας μονιλία (λέγεται ωίδιο το λευκάζον ή *Candida albicans*) που προσβάλλει κυρίως το στόμα και τις περιοχές του ορθού και του κόλπου. Πράγματι, μονιλίαση παρατηρείται πολύ συχνά όταν γίνεται μακροχρόνια χρήση αντιβιοτικών ευρέος φάσματος. Όταν χορηγηθεί νυστατίνη μειώνεται σημαντικά ο αριθμός των μυκήτων στα κόπρανα. Ωστόσο, τα γαστρεντερικά συμπτώματα διακόπτονται μόνο όταν διακοπεί το αντιβιοτικό. Μία πιο βαριά επιλοίμωξη είναι η εντερίτιδα από σταφυλόκοκκο, πρωτέα ή ψευδομονάδα. Ο άρρωστος έχει υψηλό πυρετό και διάρροια. Ένας τρόπος για να αντιμετωπιστούν αυτές οι καταστάσεις είναι να διακοπεί το αντιβιοτικό ή τα αντιβιοτικά που έπαιρνε ο ασθενής, να γίνει καλλιέργεια υλικού που πάρηκε από τον ασθενή (αίμα, ούρα) και να δοθεί άλλη αντιμικροβιακή ουσία στην οποία είναι ευαίσθητος ο μικροοργανισμός, π.χ. για μυκητίαση θα δοθεί μυκοστατίνη (μυκητίαση εμφανίζεται μετά τη χορήγηση τετρακυκλινών). Ακόμη, η νεο-

μυκίνη, η καναμυκίνη ή η παρομομυκίνη, χρησιμοποιούνται στην ηπατική ανεπάρκεια για την πρόληψη του κώματος. Τα φάρμακα αυτά καταστρέφουν την εντερική χλωρίδα και παρεμποδίζουν έτσι τη δημιουργία NH_3 από τα μικρόβια του εντέρου (Bezirtzoglu, 1997). Η παρατεταμένη από το στόμα χορήγηση νεομυκίνης μπορεί να προκαλέσει σύνδρομο δυσαπορροφήσεως, που χαρακτηρίζεται από αλλοιώσεις στο βλεννογόνο του ειλεού και μειωμένη απορρόφηση λίπους, γλυκόζης, D-ξυλόζης, σιδήρου, βιταμίνης B_{12} . Ωστόσο όμως, η μεταβολή της μικροβιακής χλωρίδας επιδιώκεται όταν πρόκειται να γίνει κάποια χειρουργική επέμβαση στο έντερο. Στις περιπτώσεις αυτές χορηγείται νεομυκίνη, καναμυκίνη ή ορισμένες δυσαπορρόφητες σουλφοναμίδες. Η μέθοδος αυτή αποστειρώσεως του εντέρου έχει αρκετούς υποστηρικτές. Πολλοί όμως πιστεύουν ότι εξίσου αποτελεσματικός είναι ο προεγχειρητικός αποκλεισμός με απλό υποκλυσμό. Σταφυλοκοκκική εντεροκολίτιδα έχει παρατηρηθεί σε ασθενείς που πήραν οξυτετρακυκλίνη, νεομυκίνη, συνδυασμό πολλαπλών αντιβιοτικών ή φαρμάκων για την προεγχειρητική αποστείρωση του εντέρου (Waaïj, 1982).

Όσον αφορά την τοξική επίδραση αντιβιοτικών σε άτομα που είναι "υγιείς φορείς μικροβίων" - άτομα δηλαδή που επιτρέπουν την παραμονή του εξωγενούς μικροοργανισμού σε χαμηλά επίπεδα μέσα στον οργανισμό χωρίς να είναι παθογόνος - αν χορηγηθεί αντιβιοθεραπεία άκαιρη, θα μπορούσε να προκαλέσει την εξάλειψη *βακτηρίων* που παίζουν ρόλο φραγμού και τον ταυτόχρονο πολλαπλασιασμό του εξωγενούς μικροοργανισμού σε υψηλά επίπεδα, που θα επέτρεπαν την παραγωγή τοξίνης επιβλαβούς για τον ξενιστή (Savage, 1972). Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε για πρώτη φορά το 1977 στην Αγγλία, σε ορισμένους ασθενείς στους οποίους είχε χορηγηθεί κλινδαμυκίνη. Οι ασθενείς αυτοί ήταν υγιείς φορείς του τοξινογόνου *Clostridium difficile*, που είναι ανθεκτικό στο συγκεκριμένο αντιβιοτικό. Η αποδιοργάνωση της φυσιολογικής χλωρίδας με τη χορήγηση αντιβιοθεραπείας οδήγησε στην υπέρμετρη ανάπτυξη του τοξινογόνου στελέχους με αποτέλεσμα την ψευδομεμβρανική κολίτιδα (σχηματισμός ψεύτικων μεμβρανών), που συνοδεύεται από οξεία διάρροια.

Συμπερασματικά, η καλή γνώση της εντερικής χλωρίδας θα μας επιτρέψει την καλύτερη θεραπεία των εντερικών λοιμώξεων και την εξάλειψη του κινδύνου ενδεχομένων παθήσεων που οφείλονται σε αντιβιοτικά. Τέλος, όλα όσα αναφέρθηκαν στη μελέτη αυτή και τα οποία αποτελούν αντικείμενο της οικολογίας των μικροβίων, είναι μία πρόκληση για την παρεξηγημένη, για τους μικροοργανισμούς, άποψη ότι είναι παθογόνοι και ότι επειδή προκαλούν ασθένειες πρέπει να καταπολεμηθούν με τον πιο δραστικό

τρόπο: Τα μικρόβια αποτελούν αναπόσπαστο και σπουδαίο τμήμα του σώματος του ανθρώπου με σημαντική λειτουργική δραστηριότητα για τη διατήρηση της υγείας του ανθρώπου. Η έρευνα στον τομέα της οικολογίας των Μικροβίων είναι ακόμη στην αρχή και μόνον με συνεχή προσπάθεια οι μικροβιολόγοι θα αποκτήσουν την αναγκαία πείρα και γνώσεις για να αναπτύξουν τον τομέα αυτό, χρησιμοποιώντας τις τελευταίες τεχνολογικές προόδους.

Βιβλιογραφία

- Berkeley, R.C.W. and R. Campbell. 1979. Microbiology of Soil. In Hawker L.E. & Linton A.H. (eds); Microorganisms, Function, Form and environment. 2nd Edition. Edward Arnold. London.
- Bezirtzoglou, E. and C. Romond. 1997. Occurrence of Lactobacillus in newborns delivered by cesarian section, Reviews in medical Microbiology.
- Bezirtzoglou, E., P. Chavatte and C. Romond. A quantitative study of fecal and other bacteria floras of newborns delivered by cesarian section.
- Bezirtzoglou, E. and C. Romond. 1990. Apparition of Clostridium sp. and Bacteroides in the intestine of the newborn delivered by cesarean section. Comp. Immun. Microbiol. Infect. Dis. 13 (4): 217-221.
- Bezirtzoglou, E. and C. Romond. 1989. Bacterial flora of the nasal mucosa in newborns delivered by cesarian section. Microecology and Therapy, 19:93.
- Bezirtzoglou, E. and C. Romond. 1991. Gram (+) anaerobic intestinal cocci in healthy adults and neonates. Clinical and Experimental Obstetrics and Gynecology XVIII (4).
- Bezirtzoglou, E. and C. Romond. 1990. Nosocomial infections of ocular conjunctiva in newborns delivered by cesarian section. Ophthalmic Res., p. 104.
- Bezirtzoglou, E., M.B. Romond, C. Romond and H. Beerens. 1987. Factors modulating the intestinal colonization of infant born by cesarian section. Microecology and Therapy, 17:113
- Bezirtzoglou, E., M.B. Romond and C. Romond. 1989. Modulation of C.perfringens intestinal colonization in infants delivered by cesarean section. Infection. 17:232-236.
- Bezirtzoglou, E., M.B. Romond and C. Romond. 1992. Regulation of the bacterial intestinal implantation in infant born by cesarian section.

- Comp. Immunol. Microbiol. Inf. D., 15:1.
- Bezirtzoglou, E. 1991. Establishment of the Gastrointestinal microflora. *G. I. Pat. Clin.*, Vol. VI, No 4.
- Bezirtzoglou, E. The intestinal microflora during the first days of life. *Anaerobe*, 3:173-177
- Brooks, F. Geo., S. Janet. Butt and L. Nicholas. Ornston. 1991. *Medical Microbiology*. 18th Edition Appleton & Lange, pp 289-293.
- Campbell, R. 1983. *Microbial Ecology*. Blackwell Scientific Publications. Second Edition.
- Ducluzeau, R. and P. Raibaud. 1979 *Ecologie microbienne du tube digestif*. Masson. Paris.
- Freter, R. 1974. Interactions between mechanisms controlling the intestinal micro-flora. *Amer. J. Clin. Nutr.* 2:1409-1416.
- Hobbie, J.E. and J.M. Mellilo. 1984. Role of Microbes in Global Carbon Cycling. p. 389-393, In: Klug M.J. & Reddy C.A. *Current perspectives in Microbial Ecology*. American Society for Microbiology. Washington D.C.
- Klug, M.J. and C.A. Reddy. 1984. *Current perspectives in Microbial Ecology*, American Society for Microbiology, Washington D.C.
- Mackowiak, P.A. 1982. The normal microbial flora. *New Engl. J. Med.* 307: 83-93.
- Mitsuoka, T. et al. 1982. Recent trends in research of intestinal flora. *Bifidobacteria Microflora*. 1:3-24.
- Neut, G., E. Bezirtzoglou, C. Romond, H. Beerens, M. Delcroix and A.M. Noel. 1987. Bacterial colonization of the large intestine in newborns delivered by cesarean section. *Zbl. Bakt. Hyg. A* 266: 330-357.
- Pomerou, R. Lawrence. 1984. Significance of Microorganisms in Carbon and Energy Flow in Marine Ecosystems. p. 405-411: In *Current Perspective in Microbial Ecology*. American Society for Microbiology. Washington D.C.
- Rottimi, V.O. and B. Duerden. 1981. The development of the bacterial flora in normal neonates. *J. Med. Microbiol.* 14:51-62.
- Sabbaj, J., V.L. Sutter and S.M. Finegold. 1971. Urease and deaminase activities of fecal bacteria in hepatic coma. *Antimicrob. Agents Chemother.* p. 181.
- Savage, D.C. 1972. Associations and physiological interactions of indigens microorganisms and gastrointestinal epithelia. *Amer. J. Clin. Nutr.*

25:1372-1376.

Schaekhter, Moselion Ph.D., Medoff Gerald M.D., Eisenstein M.D. 1993. Mechanisms of Microbial Disease. 2nd Edition Williams and Wilkins, p. 23.

Simon, G.L. and S.L. Gorbach. 1984. Intestinal flora in health and disease. Gastroenterology 86:174-193.

Waaij van der, D. 1982. Colonization resistance of the digestive tract: clinical consequences and implications. J. Antimicrob. Chemother. 10:263-270.

Μπεζιρτζόγλου, Ε. 1994. Φυσιολογική μικροβιακή χλωρίδα του ανθρώπου. Εκδόσεις Παν/μίου Ιωαννίνων.

Microbial Ecology

E. Bezirtzoglou

Abstract

Microbial ecology is a discipline which studies all bacteria, protozoan, fungi and algae on biosphere and their interactions which creates a very energetic ecosystem.

Among the goals of microbial ecology is to clarify the role of both factors, microorganisms and environment, and how each other interacts and alters that ecosystem.

Studies of natural microfloras and enteric flora in particular, have drawn the attention of many investigators, initially based on the observation that the neonates are microbe-free immediately after born.

The role of such complex microbe symbiosis inside the human gastrointestinal tract is now considered vital for the health status and as such will be reviewed in the present article.

Keywords: Microbial ecology, microbiology, natural microflora.

Εφαρμογές των βλαστοκυττάρων στην αντιμετώπιση σοβαρών παθήσεων

Ε. Σταυροπούλου*, Ε. Σαρρή και Κ. Φατσέα

*Λεόντειο Λύκειο Νέας Σμύρνης Αττικής, Εργαστήριο Βιοτεχνολογίας,
Σοφούλη 2, Νέα Σμύρνη.
E-mail: zabetoulini@hotmail.com

Περίληψη

Τα βλαστοκύτταρα ή βλαστικά κύτταρα, είναι ένας σχετικά καινούριος τομέας έρευνας που στοχεύει στην αντιμετώπιση σοβαρών παθήσεων που σχετίζονται με τον καρκίνο και τον εκφυλισμό κυττάρων. Την τελευταία μόλις δεκαετία, τα βλαστοκύτταρα διατηρούνται με την μέθοδο κρυοσυντήρησης με σκοπό την περαιτέρω επεξεργασία τους για θεραπευτικούς σκοπούς. Είναι προφανές πως τα βλαστοκύτταρα, ως αρχέγονα, μη διαφοροποιημένα κύτταρα, αποτελούν το “κλειδί” για περαιτέρω επιστημονικές έρευνες αλλά και την ελπίδα για ίαση των πιο κρίσιμων παθήσεων. Παράλληλα στην παρούσα ανασκόπηση περιέχονται πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους που αυτά επιφυλάσσουν.

Λέξεις κλειδιά: Βλαστοκύτταρα, θεραπεία.

Εισαγωγή

Τι είναι τα βλαστοκύτταρα;

Βλαστοκύτταρα είναι τα αρχέγονα, μη διαφοροποιημένα κύτταρα που μπορούν να διαχωρίζονται και να ανανεώνονται για αρκετό διάστημα μέχρι να διαφοροποιηθούν σε εξειδικευμένα κύτταρα. Αποστολή τους είναι να δημιουργήσουν όλους τους ιστούς του σώματος. Κατά την εμβρυική ανάπτυξη, τα βλαστοκύτταρα παράγουν περισσότερους από 200 διαφορετικούς τύπους ιστών. Τα αρχέγονα κύτταρα συνεχώς δημιουργούν και ανανεώνουν το αίμα μας, το μυελό των οστών και το ανοσοποιητικό μας σύστημα. Βρίσκονται σε μεγάλη περιεκτικότητα στο αίμα του ομφάλιου λώρου.

Μετά την γέννηση τα κύτταρα αυτά καταλήγουν στον μυελό των οστών απ’ όπου συνεχώς πολλαπλασιάζονται και δημιουργούν:

- Τα ερυθρά αιμοσφαίρια που μεταφέρουν οξυγόνο στον οργανισμό.

- Τα λευκά αιμοσφαίρια που είναι η άμυνα του οργανισμού στις ασθένειες.
- Τα αιμοπετάλια που βοηθούν στην πήξη του αίματος μετά από πληγή.
- Όλα τα άλλα κύτταρα που συνθέτουν το αίμα και το ανοσοποιητικό μας σύστημα.

Ένα βλαστοκύτταρο δεν έχει καμία συγκεκριμένη δομή σε σχέση με κάποιες λειτουργίες. Αυτή είναι μια από τις πιο βασικές ιδιότητες ενός βλαστοκυττάρου. Επίσης, ένα βλαστοκύτταρο δεν μπορεί να συνεργασθεί με κοντινά σε αυτό κύτταρα, π.χ. δεν μπορεί να αντλήσει το αίμα από το σώμα όπως ένα κύτταρο του μυοκαρδίου. Αυτό το κύτταρο δεν μπορεί επίσης να δώσει ηλεκτροχημικά σήματα σε άλλα κύτταρα ούτως ώστε να μπορούμε να μετακινηθούμε ή να μπορούμε να μιλάμε (όπως π.χ. ένα κύτταρο των νεύρων).

Μοναδικά χαρακτηριστικά που τα διαχωρίζουν από πολλούς τύπους κυττάρων:

1. Είναι μη εξειδικευμένα κύτταρα τα οποία ανανεώνονται για μεγάλες χρονικές περιόδους μέσω κυτταρικής διαίρεσης.
2. Υπό ειδικές συνθήκες, μπορούν να εξελιχθούν σε κύτταρα με συγκεκριμένες λειτουργίες.

Τα βλαστοκύτταρα μπορεί να βρίσκονται στο έμβρυο, στον ομφάλιο λώρο ή ακόμα στο αίμα και το μυελό των οστών των ενηλίκων.

- Τα βλαστοκύτταρα προέρχονται από ένα έμβρυο στο στάδιο της βλαστοκύστης, δηλαδή από ένα έμβρυο στην 5η ημέρα της κύησής του, περίπου 100 κυττάρων. Από αυτά τα 100 κύτταρα, μόλις τα 30-34 (από τα οποία θα προέλθει το έμβρυο - από τα υπόλοιπα θα σχηματιστεί κυρίως ο πλακούντας) είναι βλαστοκύτταρα και είναι ολοδύναμα - μπορούν να δώσουν δηλαδή οποιονδήποτε ιστό του σώματος.
- Τα βλαστοκύτταρα που βρίσκονται στον ομφάλιο λώρο είναι αυτά που δεν διαφοροποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της εμβρυογένεσης -δεν σχημάτισαν ιστούς- και παρέμειναν στο αίμα του πλακούντα και του ομφάλιου λώρου.
- Βλαστοκύτταρα συναντώνται και στο αίμα των ενηλίκων και χρησιμεύουν στην ανανέωση των κατεστραμμένων ιστών. Τα βλαστοκύτταρα των ενηλίκων, όμως, μπορούν να διαφοροποιηθούν κυρίως σε κύτταρα των ιστών στους οποίους εδρεύουν - και όχι σε κάθε τύπο ιστού, όπως τα εμβρυικά βλαστοκύτταρα. Ωστόσο, σύμφωνα με πρόσφατα

πειράματα, φαίνεται ότι τα βλαστοκύτταρα των ενηλίκων ίσως να έχουν τελικά μεγαλύτερη ευελιξία από ότι αρχικά πιστευόταν.

Μέθοδος

Το αίμα του ομφάλιου λώρου είναι πλούσιο, εκτός από ώριμα κύτταρα αίματος, σε βλαστικά κύτταρα που, όπως προαναφέρθηκε, είναι η πηγή της αιματολογικής ανανέωσης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κυτταρικές θεραπείες και μεταμοσχεύσεις. Γι' αυτό το λόγο, το αίμα από τον ομφάλιο λώρο χρησιμοποιείται κυρίως αντί μυελού οστών σε μεταμοσχεύσεις.

Από το 1984, το αίμα του ομφάλιου λώρου από δότες έχει ήδη μεταμοσχευθεί επιτυχώς πολλές φορές, μέσω του οποίου έγιναν θεραπείες κυρίως σε παιδιά. Οι ενήλικες έλαβαν μοσχεύματα αίματος του ομφάλιου λώρου μόνο σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, επειδή η απαιτούμενη ποσότητα των βλαστικών κυττάρων δεν ήταν ικανοποιητική.

Τα τελευταία 10 χρόνια έχει αναπτυχθεί παγκοσμίως, η συλλογή αίματος από τον ομφάλιο λώρο τη στιγμή του τοκετού. Τα βλαστικά κύτταρα αποτελούν τους δομικούς λίθους του αιμοποιητικού και ανοσοποιητικού μας σε ασθένειες που θεραπεύονται και είναι ως επί το πλείστον σοβαρές.

Μέχρι σήμερα η κύρια πηγή των κυττάρων αυτών ήταν ο μυελός των οστών. Όμως η δυσκολία εξεύρεσης συμβατού μοσχεύματος, στερούσε την ελπίδα της ζωής στο μεγαλύτερο ποσοστό των πασχόντων.

Τα βλαστικά κύτταρα είναι μοναδικά και δύνανται να συλλεχθούν μόνο από τον ομφάλιο λώρο τη στιγμή του τοκετού και αμέσως μετά την απομάκρυνση από αυτόν, του νεογέννητου. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται 100% συμβατότητα σε περίπτωση μελλοντικής ανάγκης μεταμόσχευσης βλαστικών κυττάρων.

Το αίμα συλλέγεται σε ειδικό ασκό, κατόπιν σφραγίζεται και αποστέλλεται σε ειδική τράπεζα αίματος. Εκεί καταψύχεται σε θερμοκρασία -176°C και αποθηκεύεται μέχρις ότου κριθεί απαραίτητη η χρησιμοποίησή του.

Συζήτηση

Τα αιματοποιητικά βλαστικά κύτταρα είναι η βασική δομή του αίματος και του ανοσοποιητικού συστήματος. Στους ενήλικες, αυτά τα κύτταρα ανήκουν στο μυελό των οστών, όπου συνεχίζουν να πολλαπλασιάζονται και να ωριμάζουν μέσα σε όλα τα κυτταρικά συστατικά του αίματος και του ανοσοποιητικού συστήματος, όπως Ερυθροκύτταρα Αίματος (RBS), Λευκο-

κύτταρα (WBC) και Αιμοπετάλια. Ο ρυθμός αναστροφής τους είναι εντυπωσιακός και έχει υπολογιστεί για τα Ερυθροκύτταρα μόνο, μεταξύ 100-200 δισεκατομμυρίων κυττάρων τη μέρα.

Υπάρχουν τρεις γενικές θεραπευτικές κατηγορίες που εφαρμόζονται τα βλαστοκύτταρα:

1. Αιμοποιητικά νοσήματα και λεμφώματα.

2. Παρενέργειες θεραπειών όπως Χημειοθεραπεία/Ακτινοβολία που χρησιμοποιούνται για άλλες συνθήκες. Η χημειοθεραπεία και η ακτινοβολία γίνονται για την ελάττωση καρκινικών κυττάρων. Παρόλα αυτά, τα υγιή ανθρώπινα κύτταρα του σώματος, όπως τα κύτταρα των μαλλιών, του δέρματος επηρεάζονται αρνητικά, γι' αυτό το λόγο οι ασθενείς που υποβάλλονται σε τέτοιες θεραπείες χάνουν τα μαλλιά τους.

3. Γενετικές αρρώστιες όπως η δρεπανοκυτταρική λευχαιμία, η θαλασσαιμία, η αναιμία Fanconi, κτλ.

Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, αν χαθεί η αιματοποιητική λειτουργία, η μοναδική εναλλακτική λύση είναι η μεταμόσχευση βλαστικών κυττάρων. Η μεταμόσχευση μυελού των οστών είναι η συγκομιδή βλαστικών κυττάρων από ένα δότη και η έγχυσή τους στον ασθενή. Ο μυελός βρίσκεται στο κέντρο του οστού. Η συγκομιδή καθοδηγείται από το οστό του ισχίου όπου η πρόσβαση και η ποσότητα είναι πλεονεκτική. Η συγκομιδή ενός «ταιριαστού» μυελού των οστών είναι δύσκολη και δαπανηρή.

Ασθένειες που θεραπεύονται χάρη στα βλαστοκύτταρα

Οξείες λευχαιμίες

Οξεία Λεμφοβλαστική Λευχαιμία

Οξεία Μυελογενής Λευχαιμία

Οξεία Διφαινοτυπική Λευχαιμία

Οξεία Μη -διαφοροποιημένη Λευχαιμία

Χρόνιες

Λευχαιμίες

Χρόνια Μυελογενής Λευχαιμία

Χρόνια Λεμφοκυτταρική Λευχαιμία

Νεανική Χρόνια Μυελογενής Λευχαιμία

Νεανική Μυελομονοκυτταρική Λευχαιμία

Μυελοδυσπλαστικά σύνδρομα

Αντιστεκόμενη (σε θεραπεία) Αναιμία
 Αντιστεκόμενη (σε θεραπεία) Αναιμία με Δακτυλιωτούς Σιδηροβλάστες
 Αντιστεκόμενη (σε θεραπεία) Αναιμία με Πλεονάζοντες Βλάστες Αντιστεκόμενη (σε θεραπεία) Αναιμία με Πλεονάζοντες Βλάστες σε Μεταμόρφωση
 Χρόνια Μυελομονοκυτταρική Λευχαιμία

Διαταραχές βλαστοκυττάρων

Απλαστική αναιμία (σοβαρή)
 Αναιμία Fanconi
 Παροξυσμική Νυκτερινή Αιμοσφαιρινουρία

Μυελοπολλαπλασιαστικές διαταραχές

Οξεία Μυελοϊνώση
 Αγνωστογενής Μυελοειδής Μεταπλασία (μυελοϊνώση)
 Αληθής Πολυκυτταραιμία
 Ουσιαστική Θρομβοκυτταραιμία

Λεμφοπολλαπλασιαστικές διαταραχές

Μη –Hodgkin’s Λέμφωμα
 Ασθένεια Hodgkin’s
 Προλεμφοκυτταρική Λευχαιμία

Διαταραχές Φαγοκυττάρων

Σύνδρομο Chediak- Higashi
 Χρόνια Κοκκιοματώδης Ασθένεια
 Ανεπάρκεια Ουδετερόφιλης Ακτίνας
 Δικτυωτή Δυσγένεση

Ασθένειες Αποθήκευσης Λιποσωμάτων

Μυκοπολυσακχαριδώσεις (MPS)
 Σύνδρομο Hurler (MPS-IH)
 Σύνδρομο Scheie (MPS-IS)
 Σύνδρομο Hunter’s (MPS-II)
 Σύνδρομο Sanfilippo (MPS-III)
 Σύνδρομο Morquio (MPS-IV)
 Σύνδρομο Maroteaux -Lamy (MPS-VI)

Σύνδρομο Sly, Ανεπάρκεια Βήτα - Γλυκουτονιδάσης (MPS-VII)
 Αδρενολευκοδυστροφία Μυκολιπίδωση II
 Ασθένεια Krabbe
 Ασθένεια Gaucher's
 Ασθένεια Niemann-Pick
 Ασθένεια Wolman
 Μεταχρωματική Λευκοδυστροφία

Ιστοκυτταρικές Διαταραχές

Κληρονομική Ερυθροφαγοκυτταρική
 Λεμφοϊστοκυττάρωση
 Ιστοκυττάρωση -X
 Αιμοφαγοκυττάρωση

Κληρονομικές

Ανωμαλίες Ερυθροκυττάρων

Βήτα Μείζων Θαλασσαιμία
 Καθαρή Απλασία Ερυθρών αιμοσφαιρίων
 Δρεπανοκυτταρική Ασθένεια

Συγγενείς Διαταραχές Ανοσοποιητικού Συστήματος

Αταξία -Τελαγγειεκτασία
 Σύνδρομο Kostmann
 Ανεπάρκεια Προσκόλλησης Λευκοκυττάρων
 Σύνδρομο DiGeorge
 Σύνδρομο Εκτεθειμένων Λεμφοκυττάρων
 Σύνδρομο Omenn's
 Σοβαρή Συνδυασμένη Ανοσοανεπάρκεια
 SCID με Ανεπάρκεια Απαμινάσης Αδενοσίνης
 Απουσία των T & B Κυττάρων SCID
 Απουσία των T Κυττάρων, Φυσιολογικά B Κύτταρα SCID
 Κοινή Μεταβλητή Ανοσοανεπάρκεια
 Σύνδρομο Wiskott-Aldrich
 X-Συνδεδεμένη Λεμφοπολλαπλασιαστική Διαταραχή

Άλλες Κληρονομικές Διαταραχές

Σύνδρομο Lesch-Nyhan
 Υποπλασία Χόνδρου

Θρομβασθένεια Glanzmann
 Οστεοπέτρωση

Κληρονομικές ανωμαλίες Αιμοπεταλίων Α
 μεγακαρυωκυττάρωση/ Συγγενής Θρομβοκυτταροπενία

Διαταραχές κυτταροπλάσματος
 Πολλαπλό μυέλωμα
 Λευχαιμία Κυτταροπλάσματος
 Μακροσφαιριναιμία Waldenstrom's

Η έρευνα όμως εξελίσσεται ραγδαία τόσο στην εφαρμογή των βλαστικών κυττάρων από ομφαλοπλακουντιακό αίμα όσο και σε άλλες παθήσεις και οι επιστήμονες είναι αισιόδοξοι ότι η χρήση τους θα είναι εφικτή και σε περιπτώσεις όπως:

Νόσος Alzheimer's
 Καρδιακές παθήσεις
 Σακχαρώδης διαβήτης
 Μυϊκή δυστροφία
 Νόσος Parkinson's
 Εγκεφαλικά επεισόδια
 Σκλήρυνση κατά πλάκας
 Κακοήθεις όγκοι

Οι κίνδυνοι που επιφυλάσσουν τα βλαστοκύτταρα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα βλαστοκύτταρα, ως αρχέγονα μη διαφοροποιημένα κύτταρα που αναπαράγονται διαρκώς, μπορούν να βοηθήσουν στην καταπολέμηση διαφόρων παθήσεων.

Παρ' όλα αυτά, αυτή τους η ικανότητα, στα χέρια των επιστημόνων οι οποίοι ακόμα δεν έχουν τη δυνατότητα να τα ελέγχουν πλήρως, να τους δίνουν τις κατάλληλες εντολές και να καθορίζουν το ρυθμό αναπαραγωγής τους, μπορεί να αποβεί μοιραία καθώς ο ενδεχόμενος αναρχικός πολλαπλασιασμός τους, συνεπικουρούμενος από άλλους ανεξέλεγκτους παράγοντες, θα μπορούσε να αποτελέσει έναυσμα νεοπλασιών.

Αποτελέσματα προσφάτων ερευνών

1) Πανεπιστήμιο της Μινεσότα (Η.Π.Α)

Τα βλαστοκύτταρα ενηλίκων θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αντί των εμβρυικών κυττάρων ως πηγή για τη δημιουργία νέων ιστών για μεταμοσχεύσεις, σύμφωνα με νέα έρευνα που δόθηκε στη δημοσιότητα. Το εν λόγω πόρισμα βασίστηκε σε έρευνες επιστημόνων, οι οποίοι εργάστηκαν πάνω σε ειδικά βλαστοκύτταρα, τα οποία απομόνωσαν από το μυελό οστών αρουραίων.

Νέοι ιστοί, οι οποίοι δημιουργούνται από εμβρυικά κύτταρα ή βλαστοκύτταρα μπορούν να βοηθήσουν στη θεραπεία ιστών που νοσούν.

Τα εν λόγω βλαστοκύτταρα εισήχθησαν σε έμβρυα ποντικών, όπου, αν όχι όλα, τα περισσότερα διαφοροποιήθηκαν σχεδόν σε όλα τα είδη των σωματικών κυττάρων, γεγονός που αποδεικνύει ότι τα βλαστοκύτταρα έχουν τη δυνατότητα να αντικαταστήσουν ή να αποκαταστήσουν ιστούς που νοσούν. Παρεμφερής δε έρευνα, η οποία, επίσης, δημοσιεύεται στην επιστημονική επιθεώρηση «Nature» υποστηρίζει ότι τα βλαστοκύτταρα έχουν τη δυνατότητα να δημιουργούν νευρόνες στον εγκέφαλο, οι οποίοι θα μπορούσαν να βοηθήσουν στη θεραπεία των συμπτωμάτων της Νόσου Πάρκινσον στα ποντίκια.

Οι ερευνητές του Πανεπιστημίου της Μινεσότα (ΗΠΑ), υποστηρίζουν ότι εάν τα βλαστοκύτταρα εισαχθούν στον ανθρώπινο οργανισμό θα μπορούσαν να διαφοροποιηθούν σε συγκεκριμένους τύπους ιστών, όπως αυτών που καλύπτουν το ήπαρ, τους νεφρούς και τους πνεύμονες.

2) Ινστιτούτο Ιατρικής Έρευνας (Λονδίνο)

Η υποτροπή του καρκίνου του μαστού μπορεί να προκαλείται από προσφάτως ανακαλυφθέντα σπάνια βλαστοκύτταρα, τα οποία μεταμορφώνονται εξαιτίας γενετικών λαθών σε «εργοστάσιο παραγωγής όγκων», σύμφωνα με δημοσίευμα του επιστημονικού εντύπου «Nature».

Οι ερευνητές πιστεύουν ότι εκτός από την πλήρη καθοδήγηση της ανάπτυξης των μαστών, τα συγκεκριμένα κύτταρα παίζουν ρόλο-κλειδί και στον καρκίνο.

Η ομάδα του Ινστιτούτου Ιατρικής Έρευνας αποτελούμενη από τους ερευνητές Walter και Eliza Hall μεταμόσχευσε τα κύτταρα σε ιστό ποντικού και επέτυχε να δημιουργήσει ένα λειτουργικό μαστό. Επίσης διαπίστωσε ότι τα εν λόγω βλαστοκύτταρα ήταν πολυάριθμα στον προ-καρκινικό ιστό.

Αναλυτικότερα, οι επιστήμονες απομόνωσαν τα βλαστοκύτταρα από το

μαστικό ιστό θηλυκών ποντικών. Κατόπιν, μεταμόσχευσαν ένα από τα κύτταρα στον μαστικό λιπώδη ιστό ενός θηλυκού ποντικίου απ' το οποίο είχε αφαιρεθεί όλος ο μαστικός ιστός. Το κύτταρο χωρίστηκε και τελικά προήγαγε την αύξηση όλων των φυσιολογικών τύπων του κυττάρου που εντοπίζονται στο μαστό του ποντικού σε τέτοια έκταση που ο αδένας παράγει γάλα υπό φυσιολογικές συνθήκες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπό φυσιολογικές συνθήκες το βλαστοκύτταρο θα παραγάγει υγιή ιστό. Αλλά πιστεύεται ότι γενετικά λάθη, πιθανόν συνδυαστικά με εξωτερικές επιρροές, μπορεί να επάγουν το βλαστοκύτταρο ή ένα θυγατρικό κύτταρο να δημιουργήσει ελαττωματικά κύτταρα.

Παρότι δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι ο συγκεκριμένος τύπος βλαστοκυττάρων υφίσταται και στον άνθρωπο, οι ερευνητές είναι πεπεισμένοι ότι υπάρχουν λόγω της αύξησης των μαστών που παρατηρείται κατά τη διάρκεια της κύησης και της εφηβείας.

Τέλος, σημειώνουν ότι μια χημειοθεραπεία σχεδιασμένη να στοχεύει τους όγκους μπορεί να καταφέρει να εξαλείψει τα ελαττωματικά βλαστοκύτταρα στους μαστούς καθώς αυτά διαχωρίζονται με διαφορετική συχνότητα

Συμπέρασμα

Τα βλαστοκύτταρα συνεπώς, είναι άλλο ένα επίτευγμα των επιστημόνων, άλλο ένα βήμα στην ανακάλυψη νέων φαρμάκων και μεθόδων θεραπείας διαφόρων παθήσεων. Είναι επίσης ο ακρογωνιαίος λίθος της δημιουργίας μας.

Η ικανότητά τους να διαφοροποιούνται σε οποιοδήποτε άλλο κύτταρο και να αναπαράγονται συνεχώς και με ταχείς ρυθμούς αποδεικνύεται πολύ χρήσιμη για τους επιστήμονες. Όπως όμως είναι φυσικό, η δυνατότητά τους αυτή κρύβει και κάποιους κινδύνους καρκινογένεσης γι' αυτό κι οι επιστήμονες πρέπει να προσέξουν ιδιαίτερα το ενδεχόμενο αυτό.

Οι επιστήμονες παρόλα αυτά, δυσκολεύονται να ολοκληρώσουν τα πειράματά τους. Αυτό που τους εμποδίζει είναι οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν προκειμένου να πάρουν την έγκριση από τις επιτροπές βιοηθικής.

Η ύπαρξη στο μαστό σπανίων βλαστοκυττάρων τα οποία είναι πολυάριθμα στον προ-καρκινικό ιστό, όπως αναφέρεται στην έρευνα του Ινστιτούτου Ιατρικής Έρευνας στο Λονδίνο, αν και δεν είναι σίγουρο ότι μπορεί να ισχύει και στα ανθρώπινα κύτταρα, δημιουργεί προσδοκίες πιθανής δημιουργίας νέων αντικαρκινικών θεραπειών και νέων τεχνικών ανάπλασης των μαστών.

Αν και γνωρίζουμε πάρα πολλά σχετικά με τις λειτουργίες και τις ιδιό-

τητες των βλαστοκυττάρων, απέχουμε πολύ από τη δυνατότητα του πλήρη ελέγχου τους.

Πέραν όμως αυτών, προς το παρόν, απώτερος σκοπός των πειραμάτων και ερευνών, είναι οι επιστήμονες να καταφέρουν να βρουν τους τρόπους με τους οποίους θα μπορέσουν να ελέγξουν και να δώσουν εντολές στα βλαστοκύτταρα, κάτι που έχουν εν μέρει καταφέρει.

Μπορεί τέλος, η γνώση μας γύρω από τα βλαστοκύτταρα να είναι σχετικά περιορισμένη, καθώς ανακαλύφθηκαν μόλις πριν 40 χρόνια, αποτελούν όμως την επιθυμία και την ελπίδα εκατομμυρίων ανθρώπων για ζωή.

Βιβλιογραφία

Gilbert D.M: The future of human embryonic stem cell research: addressing ethical conflict with responsible scientific research, *Med. Sci. Monit*, 2004, 10(5): ra 99-103.

Ξένες εφημερίδες και περιοδικά: “New York Times”, “National Geographic”

Ελληνικές εφημερίδες και περιοδικά: “Καθημερινή”, “Το Βήμα”, “Ο Κόσμος του Επενδυτή”, “Focus”

Επιστημονικά περιοδικά: “Science”, “Ιατρικά Χρονικά”, “Archives of Biochemistry”, “New England Journal of Medicine”

Διάφορες μεταπτυχιακές εργασίες και διδακτορικές διατριβές (γραμμένες στα Αγγλικά)

Stem cells application for therapeutic purposes

E. Stavropoulou, E. Sarri and A. Fatsea

Abstract

Research in human developmental biology has led to the discovery of human stem cells. Recently, techniques have been developed for the in vitro culture of stem cells, providing unprecedented opportunities for studying and understanding human embryology. Although it is not possible to predict the outcomes from basic research, such studies will offer the real possibility for treatments and ultimately for cures for many diseases for which adequate therapies do not exist. Despite these strengths of the existing research, new issues may emerge from their inappropriate use.

Keywords: Stem cells, Therapy.

Non – Bacterial contaminants and pathogens in food

E. Bezirtzoglou

Democritus University of Thrace, School of Agricultural Development,
Department of Food Science and Technology, 68200, Orestiada, Greece.
E-mail: empezirt@agro.duth.gr

Abstract

Many species of worm parasites and protozoan live in the gastrointestinal tract, but only a few are cause of serious gastrointestinal disorders. Transmission of intestinal parasites is produced by release of cysts, eggs or larvae usually in stools. Some species are acquired through food or water contaminated or directly from the diseased person or animal. Gastrointestinal disorders occurring range from a mild diarrheal disease to an acute or chronic state, or more rarely to a life-threatening disease caused by spreading of parasites into the blood and organs.

Planktonic and benthic algae can produce very toxic compounds which may be transported to filter-feeding shellfish, or to herbivorous fish which are food for larger carnivorous fish. Along the food chain they can be concentrated, and fish caught for human consumption are more toxic.

Additionally, some moulds have the ability to produce toxic metabolites, as mycotoxins, in foods associated with human disease, as gastroenteritis or cancer.

Mushrooms also are considered as a traditional source of food but there are few species considered to be deadly poisoning, as *Amanita phalloides* and *Cortinarius*.

Keywords: food pathogens, parasites, contaminants.

Platyhelminths

A large number of worms can occur in the intestine associated with disease in humans, but the majority of them rarely is found in developed countries. Two main groups of worms, the **platyhelminths** including trematodes and cestodes, as well as the nematodes will be reported. The term platyhelminth is derived from the Greek word which mean «flat form». They include 2 groups of parasites: *Trematoda* and *Cestoda*.

Trematoda

They are parasitic worms that can be classified according to the preferred location of the adult worm in the definitive host. The liver flukes include *Fasciola hepatica*, *Clonorchis sinensis* and *Opisthorchis felineus*, the intestinal flukes group *Fasciolopsis buski*, *Metagonimus yokogawai* and *Heterophyes heterophyes*, the lung flukes include *Paragonimus westermani* and finally the blood flukes collect the schistosomes.

Trematodes can be classified also according to whether they are hermaphroditic or diecious (two sexes in the same parasite). As hermaphroditic are reported the liver, intestinal and lung flukes. The blood flukes including schistosomes are reported as diecious. The life cycle in all hermaphroditic flukes is similar.

Fasciola hepatica is the more common Trematoda (Jacobs, 1962) (Bezirtzoglou, 1988). The mature stage develops in humans, sheep or cattle. It is a leaf-like animal of 25mm, which finally is found in the bile duct after feeding on the liver. It produces large eggs with an operculum, which are secreted in feces after passing from the bile duct and the gut. In water, the eggs produce a motile and ciliate miracidium, which infects the water snail (*Limnea trunculata*) as secondary host. The organism is released in the larval stage (cercaria) which encyst on water cress and can survive for up to one year. Cysts will be developed further if they are swallowed by animals or in humans after eating raw or undercooked watercress.

The main symptoms of the disease produced include: fever, tiredness, loss of appetite with pain, discomfort in the liver region of the abdomen. Laboratory diagnosis depends largely on finding the eggs in feces, biliary or duodenal fluids.

Clonorchis sinensis and *Opisthorchis felineus* are contracted by man after eating the susceptible fresh-water fishes. The larval stage of the microorganism is found in the flesh of fresh-water fishes. Humans acquire the infection by eating the encysted in the fish flesh metacercariae. In humans the metacercariae escape from the cyst and develop into the adult worm. Mammals including man carries out the adult stage of the organism in the bile duct or gall bladder.

Clonorchis sinensis, the Chinese liver fluke is widespread in China and Southeast Asia. The life cycle involves a snail which constitutes the first intermediate host eating the eggs or the miracidiae. The cercariae leave the snail and enter a freshwater fish (second intermediate host) where it is en-

cysted. The mature form is found in the liver after climbing up the bile ducts from the small intestine.

Opisthorchis felineus, the cat liver fluke, is widespread in Europe and the Orient. The life cycle involves a snail as the first intermediate host feeding on the eggs. Then the cercariae leave the snail and penetrate the second intermediate host which is a fresh water fish. The adult form is found in the liver after climbing up the bile duct from the small intestine as metacercariae. The eggs dropped to the duodenum by the bile duct and then passed in the feces.

Paragonimus westermanii reported as the lung fluke is an important parasite of humans in the Far East. The fluke is about 2 cm long. Its life cycle is similar to the other hermaphroditic trematodes. The metacercariae of *Paragonimus* enter a second fresh water host, the crab or crayfish and cause infection when the host is eaten raw or inadequately cooked. Then the metacercariae excysts in the small intestine and by penetrating the intestinal wall through peritoneal, pleural cavities and the diaphragm reaches the lung where it lays its eggs. The operculated eggs can be found in the sputum or, if swallowed, they are found in feces.

The intestinal flukes as already discussed include three species;

Fasciolopsis buski: It is reported as the largest intestinal fluke (length: 30-70 mm, width: 15 mm, thickness: 2-3 mm). The life cycle is similar to *Fasciola hepatica* but live in the small intestine of humans and pigs. The metacercariae are attached to water plants or water chest nuts, which are eaten by humans.

Heterophyes heterophyes: It is reported as the smallest intestinal fluke of humans, cats and dogs (length: 1-2 mm, width: 0.5-0.7 mm) and give rise to very small eggs (29 X 16 μ m). The first intermediate host is a snail and the second a fish. The embryonated eggs are ingested by snails, in which they develop into cercariae. Then they become encysted into the fish flesh as metacercariae. Humans after eating raw or uncooked fish ingest the metacercariae. The adult form survive in the intestine where produces the eggs.

Metagonimus yokogawai: It is a small intestinal fluke of humans, dogs and cats. Its life cycle resembles to that of *Heterophyes heterophyes*. Eggs of the intestinal flukes are demonstrated in feces by wet saline preparations and by concentration methods. The blood flukes including schistosomes are not involved in detail in the present chapter because our interest is focused only on the foodborne parasites.

Schistosoma japonicum and *Schistosoma mansoni* may also cause symptoms in the intestine. Marked inflammatory responses are produced during migration of eggs through the intestinal wall. Diarrhoea is observed at the acute phase and intestinal lesions or polyps are associated with prolonged disease. The main symptoms of the disease includes fever discomfort in the liver region and abdominal pain. As already, discussed the diagnosis of the hermaphroditic flukes is based on the recognition of the eggs in feces, sputum, duodenal or bile fluid. Presence of adult worms at autopsy can be also diagnostic. The different species of flukes vary in length; the smallest one reported is *Heterophyes heterophyes* (length: 1-2 mm, width: 0.5-0.7 mm) and the largest one *Fasciola buski* called as large intestinal fluke (length: 30-70 mm, width: 15 mm, thickness: 2-3 mm). The eggs are pigmented yellowish to brown, hard shelled and transparent. They vary in size from about 30-150 μm and have an opening, the operculum. The methods for their diagnosis include the direct wet film method, the concentration method and the sieve method. Serodiagnostic methods as complement fixation, indirect hemagglutination, indirect fluorescence become positive by the second or third week after exposure.

Cestoda (Tapeworms)

Cestodes are hat tapelike worms that consist of a series of proglottids (segments) that arise the scolex (head) with suckers or bothrial. The proglottids contains immature and non immature segments. The less immature segments form the neck of the parasite. The immature segments are smallest in size and they are pushed distally by new ones, and so increases in size and become sexually mature and gravid. Each mature proglottid is a complete organism with nerves, excretory canals, and reproduction system with both sexes. The food derives by osmosis because the tapeworm has no digestif system. The adult form of the Cestodes inhabits the intestinal tube of vertebrates and their larves the tissues of vertebrates and invertebrates. Of the human tapeworms the beef tapeworm *Taenia saginata* (Jackson 1990, Hilwig *et al.* 1978) transmitted through infected beef, is the most widely distributed. Another human tapeworm *Taenia solium* is associated with consumption of pork meat. The segmented portion with proglottids varie in length in the different species. *Taenia saginata* exceeds in length. *Taenia solium*, containing until 2.000 proglottids. Human is the definitive host. The larval forms of *Taenia saginata* have to develop in cattle and finally infect

humans through the consumption of undercooked beef. The larval stages of *Taenia solium* can develop in human or pigs. The larval stages called *cysticerci* develop in many tissues including muscle tissue. The mature form develop only in the human intestine and release eggs, and there will be an invasion of the body tissues (cysticercosis). The life cycle of both organisms is similar. The eggs are shedded with stools from detached proglottids and are excreted onto the pasture and feeding areas of animals. Embryonated eggs are swallowed by animals and the embryo called «hexacanth oncosphere» migrate through the intestine loosing its hooklets and entering the bloodstream. There is a difference between the 2 species. *Taenia solium* is not loosing its hooklets after migration in the intestine. Thereafter, the mature larve is encysted in the muscles and organs of the animal in a dormant state.

Taenia saginata mature larve encysted is called «*cysticercus bovis*» (bladder worm) and in the case of *Taenia solium*, the mature larve is called «*cysticercus cellulosus*». If infected «measly meat» is eaten by humans or animals insufficiently or inadequately cooked, and then the oncosphere is dissolved and the young parasite develops in mature form in the intestine within 2-3 months. Mature proglottids are then shedded with feces liberating their eggs. The identification of the different taenia species eggs in the stools is difficult, and so, study of the scolex and gravid proglottids considered together will be of capital importance. Macroscopic sieving of feces, wet mounts of feces in saline and concentration methods are used to detect the eggs and proglottids. It is also important to note that cestodes are not excreted regularly eggs in stools. It is then conceivable, that feces samples must be examined for extended period of time (1-2 weeks) in order to diagnose eggs or segments of proglottids. Cellophane tape preparations in the anal folds is used with poor results for demonstrating the presence of eggs or proglottids. As already discussed, *Taenia solium* is diagnosed by possessing a rostellum with hooklets. The number of uterine branches is also different; 15 - 30 for *Taenia saginata* and 6 -12 for *Taenia solium*.

Taenia echinococcus (Bezirtzoglou, 1988), a small tapeworm is widely distributed and cause a disease called hydatidosis. The dog is the definitive host and rarely the man. Humans become infected by the ingestion of eggs as the result of close contact with sheep and dogs. The larval forms develop in sheep, ruminants and man and infect dog who eats that meat or viscera. The mature forms develop in dog or man. The adult worm consists of a scolex (head) with a neck segmented to proglottids. The disease is caused by the larval stage of the parasite rather than the activity of the mature worm

which remain asymptomatic. The gravid proglottids containing eggs are shedded with the animal feces. When proglottids reach soil, they release their eggs containing embryos. When eggs are digested by herbivores, the embryos are released and oncospheres penetrate the gut wall, and find themselves in the mesenteric veins and in the systemic circulation and then are carried to striated muscles heart, diaphragm and organs, where they are transformed in larvae («hydatid cyst»). The hydatid walls are composed by 2 layers. The outer hyaline lamellated layer and the inner granular layer from which the scolices, brood capsules and daughter cysts arise. The cyst is filled with a colourless fluid. The microscopic examination of the cyst fluid shows the «*hydatid sand*» containing daughter cysts, scolices, hooklets and granular debris. Extreme care must be taken at surgery so as not to rupture the echinococcal cysts which content is toxic and can initiate severe allergic reactions. The bentonite flocculation test together with serological tests including immunoelectrophoresis, immunofluorescence and indirect hemagglutination, are important for the diagnosis of the hydatidosis.

Another tapeworm that man acquires from food is the broad fish tapeworm, called *Diphyllobothrium latum*. Non embryonated eggs are secreted by feces, and then fecal contamination of waters is occurring. In water the eggs are producing the larva form (ciliated hexacanthonconchere), which hatch as free-swimming ciliated larvae (coracidia) the cystaceans (Cyclops, Diaptornus) consisting the first intermediate host. Then, passes through the stomach wall and they develop in proceroid larvae. Freshwater fishes (trout, salmon) constitute the second intermediate host after ingestion of the crustaceans. The parasite migrate to the muscle tissue and is transformed into the plerocercoid larvae. The mature form develop in the intestine of humans after consumption of inadequately cooked or raw fish, and eggs produced are excreted in stools. It is also important to mention that the parasite selectively takes up significant amount of vitamin B12 which deficiency is responsible for anemia. Eggs and parasite proglottids are found in stools. Macroscopic sieving of feces, wet mount of feces in saline and concentrations technics are applied together with a complete blood count for evaluation of a «tapeworm anemia»). The man is infected by swallowing eggs of the dwarf tapeworm *Hymenolepis nana*. Autoinfection is more common in children due to a poor hygiene. Diarrhoea and abdominal discomfort are the main symptoms. The eggs liberated from the proglottids in the small intestine, are excreted by feces. They may be ingested by rat, mouse, beetle or the man in which the hexacanth oncosphere develop into tailed cysticer-

coids.

Then the larvae develop into the mature form in the small intestine and produce eggs. In humans, the cysticerci develop in the intestinal mucosa. After maturation, they lay eggs in the intestinal lumen. Eggs are found in stools by the usual wet mounts or concentration techniques.

Cooking at 55°C for at least 10 minutes is adequate to destroy the larval forms, as well as freezing at -100°C.

Nematodes (Roundworms)

Nematodes originate their name from a Greek word meaning «round-worm» because of their form. Moreover, they are known commonly as the soil transmitted helminthes. The nematode possesses a complete intestinal tract, nervous, excretory and reproductive systems with separate sexes. There are 2 groups of nematodes; intestinal and tissue-inhabiting nematodes.

Trichinella spiralis (CDC 1991; Childers et al 1982) is a cosmopolite Nematode responsible for the disease trichinellosis or trichinosis and it is larvovorous. The parasite has no free-living stage, but it passes from host to host, including humans and pigs.

Although trichinellosis is not as prevalent as in the past. The disease is acquired from consumption of infected raw or poorly cooked pork products especially sausages. Infection starts by the consumption of muscle tissue containing encysted larvae in a cyst with a calcified wall. In this state, the larvae can survive for many years before eaten by a second host. In the second host, the larvae are released and mature in the intestinal lumen. The female worm produce more than a thousand larvae, which penetrate the gut wall and are carried to specific muscle tissues, in which they are encysting. Few days or month after eating the infected food the symptoms of the disease appear in 2 stages: The first phase starts when larvae are invading the intestinal wall, producing abdominal pain, nausea, diarrhoea. The encysted larvae mature and mate and the male dies soon after copulation. During the second phase, larvae coming from the pregnant female pass through the intestinal wall to the bloodstream. These larvae are about 100-µm in length soon after birth and they grow rapidly to about 1 mm as encysted larvae, after reaching the human muscle. It is the larvae that produce the disease, since the clinical manifestations include muscle pain and fever due to the muscular invasion by the larvae. Extended freezing (-30°C) will destroy the

encysted forms. Conventional cooking in oven at 200⁰ F is more destructive to trichinae larvae than cooking in microwave ovens (Carlin et al. 1969) at 82⁰ C and this is explained by the uniformly established heating in the convention oven associated with a prolonged cooking. The diagnosis is posed after demonstration of the encysted larvae in biopsies coming usually from the deltoid or gastrocnemius muscles. During the period of migration, the larvae can be found in blood or spinal fluid. The intracutaneous test with larves extract is generally positive, but cross reactions with other parasites occur in some cases. The bentonite flocculation test is the most specific and sensitive test, and it becomes positive after three weeks of clinical disease. The test is only become negative after 2 to 3 years post infection. The counter electrophoresis is applied for the diagnosis of *Trichinella spiralis*. Finally, the ELISA test developed for the detection for *Trichinella* antibodies is used and is reported to be of important value for the control of the disease. We must also mentioned, that the infection is always accompanied by an important increase in eosinophils, except in the acute phase.

Capillaria philippinensis, is a parasite restricted to a small area in the Philippines. The parasite penetrate the mucosa of the small intestine, where copulation take place and production of eggs and larvae, which are excreted by stools. One of the commonest intestinal nematode is the cosmopolite pinworm named *Enterobius vermicularis* (pinworm). Human are the only host. The female of this species live in the large intestine and release the infective eggs onto the perianal area. The eggs are ovoid, colourless, double contoured with a thick shell. The eggs contain infective embryos. The release of the infective eggs onto the perianal area is erratic, because the gravid female does not migrate, from the large intestine every night. Therefore, many successive cellophane tape test or other repeated tests (usually six) must be done before a negative diagnosis is given. Since the female migrate late the night, the tests must be performed at the early morning. Itching and then scratching of perianal area transfer eggs to the fingers and then to the mouth and the digestive tract (autoinfection). In the large intestine, the eggs develop into larvae maturing and mating. This procedure takes about 2 to 4 weeks. The cellophane tape slide preparation but also commercially available tape or tube kits are used for the recovery of the parasite. Transmission occurs by contaminated hands associated to a poor hygiene condition especially in children.

Ascaris lumbricoides (large round worm) and *Trichuris trichura* (whipworm) are associated with intestinal infections as well. The female

forms lay their eggs into the intestine, which are shedded with feces. High humidity and warm temperature in the soil allow them to develop in infective larval forms in about 3-4 weeks. These eggs are resistant in cold temperature but not summer heat, and they can be viable for 5-6 years or more. After being swallowed the infective eggs are releasing their larvae in the intestine. The *Trichuris* larvae remain within the large intestine, penetrating into the epithelial cell layer where they mature and mate. The gravid female releases thousand of brown eggs in stools. The *Ascaris* eggs after being swallowed are following another pattern. Finally, *Strongyloides stercoralis* shows a similar life cycle with *Necator* by the production of skin penetrating larvae. In immunocompromised persons or children autoinfection known as disseminated strongyloidiasis is occurring, which can persist in rare cases for more than 40 years. The female form of the parasite penetrate into the intestinal mucosa where deposits eggs that hatch *in situ* and liberate the non infective «*rhabditiform larvae*». This form has to be differentially recognized and diagnosed from those of other parasites as discussed above. The parasite has three different types of life cycles. During the indirect cycle, the «*rhabditiform larvae*» is excreted by feces in the soil, where they develop into adult free-living male and female forms. After copulation, the female produces eggs which will be developing into the rhabditiform larvae, followed by a second generation of free-living adults producing eggs to start the life cycle again. During this new life cycle, the female could penetrate the human skin and then the direct cycle as following will be produced. During the direct cycle, the female larvae penetrate the skin entering to the venous circulation and are carried to the heart and lungs with the bloodstream. Then, the parasites are climbing up the trachea before being swallowed again and reached the intestine where they mature in female forms that reproduce parthenogenetically and lay eggs hatching the intestinal mucosa. The rhabditiform larvae are excreted in feces. Finally, the last type of life cycle is an autoinfection cycle. The rhabditiform larvae develop into filariform larvae which penetrate the intestinal mucosa to develop within the same host by entering to the blood venous circulation, arriving to the lungs and then swallowed again in the intestine where the filariform female parthenogenetically produce eggs that hatch and start the direct life cycle again.

Rhabditiform larvae are detected in feces and must be differentially distinguished from those of the other similar parasites.

Protozoa

Four species are of capital interest in food microbiology; *Toxoplasma gondii*, *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica* and *Cryptosporidium parvum*. Protozoa occur as general in two stages, infective cysts and motile noninfective trophozoites. The flagellated protozoan *Giardia lamblia* (Conroy 1960, Barnard and Jackson 1984, Bezirtzoglou 1988) causes a non invasive diarrhea of the small intestine by attaching to the cells in the mucosal crypts. The organism is also found in the duodenal contents and the bile. The transmission of the disease is associated usually with water or vegetables or from person to person by poor hygiene. The organism survive in food and water, as cysts. By penetrating the intestinal wall, they are carried by the blood stream from the liver to the lungs, climbing up the bronchi and trachea before being swallowed again and reaching the gut, where they develop in sexual forms. In the intestine the female lays thousands of unsegmented eggs which are excreted by stools. Direct wet saline film preparation, iodine-stained slides and concentration methods are employed to detect eggs and adult worms of *Ascaris lumbricoides* or *Trichuris trichura* in stools.

Trichostrongylus is found worldwide but has a higher incidence in the Orient. They are found in the small intestine of humans but also they are parasites of cattle, sheep and other mammals. The adult form of the parasite is attached to the intestinal mucosa in the small intestine, which supplies them with blood. The eggs are excreted with feces. These eggs are elongate and oval, longer than the other hookworm eggs. They possess a thin hyaline shell with pointed ends. The larvae develop into the infective larvae, which is usually ingested with contaminated food or water. Then they mature and mate in the small intestine, where the female lays eggs. Macroscopic sieving of feces to detect the worms, wet mount of feces in saline and concentration technics to detect the eggs are applied.

Ancylostoma duodenale and *Necator americanicus* are the hookworms. The life cycles of both parasites are similar. Their female lay the eggs that hatch in the feces. The larve forms produced migrate from the feces and infection take place. In case of *Ancylostoma*, these forms are swallowed, while *Necator* larves penetrate the skin, migrate via the blood stream to the lungs, climbing up the trachea before being swallowed again. The eggs develop in warm moist soil and the young worms, which is the noninfective «*rhabditiform larvæ*» hatch out in a few days. The larvae grow and in

about 4 to 6 weeks are transformed into the infective «*filariiform*». In the case of *Necator* the larvae penetrate the skin and continue their life cycle as already described above. After being swallowed and are attached to the small intestine mucosa and mature in adult forms. Their eggs are excreted in stools 7 to 10 weeks after the infection is occurring. Eggs and larval forms are found in wet mount of feces in saline or stained smears. If the feces sample is allowed to stand, the embryonated eggs mature into the larval form and the noninfective rhabditiform larvae may eventually hatch. The differential diagnosis of the rhabditiform larvae of *Strongyloides stercoralis*, *Trichostrongylus*, *Necator americanus*, *Ancylostoma duodenale* and *Rhabditis hominis* must be done then, following the specific morphological characteristics of each one of them. It is also important to note that the hookworms suck and haemolyse the patient's blood which is usually developing a severe anaemia. The infective dose is very low and once ingested the gastric juice aid the release of the flagellate active protozoa (trophozoites), which have 8 flagella and 2 nuclei. Recent data suggest that *Giardia* may also be transmitted sexually. The symptoms of the disease involve abdominal cramps, nausea and diarrhoea. The cysts are resistant to chlorination processes used in most water treatment systems and are killed by the normal cooking procedures. Laboratory diagnosis depends largely on the microscopic identification of cysts or trophozoites in feces. Trophozoites are present in stools during the acute phase of the diarrheal disease. It is important to mention that more stool specimens contain the encysted parasite than the flagellate form which occurs in severe diarrhoeal cases.

Wet mount in saline and iodine-stained slides of feces or bile are applied to detect the organism trophozoites or cysts.

Many different species of amoebae are found in the human intestine and most of them are non pathogenic. They are called commensal amoebae and they are asymptomatic and non tissue-invaders. Six species are most common in humans as followed; *Entamoebaa hartmanii*, *Entamoeba coli*, *Entamoeba gingivalis*, *Entamoeba polecki*, *Endolimax nana* and *Iodamoeba buetschlii*. The only pathogenic amoeba in human intestine is *Entamoeba histolytica*. *Entamoeba histolytica* (Salata et al. 1990) is then another cosmopolite protozoan, responsible for the amoebic dysentery and it is the only amoeba clearly pathogenic to humans. The disease is transmitted by the fecal-oral route, when poor hygiene conditions occurred. A number of outbreaks from infected food are reported. The organism survive in the environment in an encysted form. A person with amoebic dysentery pass up to

50,000 cysts per day. Most infections are without symptoms (minuta form). The illness starts with mucous and bloody stools, due to the ulceration of the colon, diarrhoea, abdominal pain, fever, vomiting (histolytic form). The trophozoites produce deep ulceration of the colon, where they feed on red cells escaping from the damaged capillaries. Trophozoites secreted with the bloody stools in the environment die without being encysted. Then, they are non-infective but of diagnostic value for the acute dysenteric amoebiasis. Othertimes, trophozoites coming from the ulcer, contour any ingested material to form a precyst. This precyst maturing forms a solid cyst wall. The genetic material double and inclusions of glycogen and chromatoid bodies are formed in the cytoplasm. The mature cyst in the gut lumen possesses 4 nuclei. These cysts are diagnostic for the chronic amoebiasis and patients are asymptomatic as in the carrier state. The disease is spread by the fecal-oral route after ingestion of mature cyst, which excysts in the lower small bowel of the host and invades the mucosa of the colon where it multiplies by binary fission. Hepatic and lung abscesses are caused by migration of the organism. Laboratory diagnosis depends on repeated stool examinations for presence of the characteristic 4-nucleate cysts in feces, because the organism shows an erratic periodicity. Trophozoites predominate during the acute phase only. In chronic cases trophozoites and cysts are diagnosed together. Finally, the detection of the asymptomatic chronic carrier developing the minuta form is of great importance because he excretes mainly the infective cysts. The amoebae and the flagellates except of *Giardia lamblia* are growing in the initial cultures, but the subculture remains difficult. Only *Entamoeba histolytica* grows rapidly in subcultures. However, cultures are not oftenly for the routine diagnostic procedures but only for research purposes. Many media are available commercially, as the diphasic charcoal medium of Mc Quay, the Endameese medium and the modified Hirsch-Charrod medium. Immunological tests are available commercially and useful for the diagnosis of invasive amebiasis but are not successful for the detection of the minuta form, because this latter form shows a minimal or none tissue invasion. The complement fixation test and the indirect hemagglutination test are useful also in cases of amebic liver and lung abscesses. A titer up to 128 is considered as positive. The bentonite flocculation test, the immunodiffusion, the gel diffusion precipitin test, the counter electrophoresis and the indirect fluorescent antibody test are also applied with good results. Moreover, the ELISA test developed is used and is reported to be of important value for the control of the disease.

Cryptosporidium

The species *Cryptosporidium parvum* is of particular importance (Barer and Wright 1990, Current 1987, Sterling and Arrowood 1986, Bezirtzoglou 1988). There is found in small numbers in foods and the infective dose required to cause disease remains very low. Raw sausages seems to be the mainly incriminated food. The whole life cycle of *Cryptosporidium* take place in a single host, which can be the man or a farm animal. The ingested thick-walled cysts is going to the small intestine and release sporozoites which penetrate the enterocyte and where sexual reproduction leads to the presence of zygotes. About 80% of zygotes forms oocysts, that sporulates within host cells. The remaining oocysts are shed in feces, and the infection is transmitted when oocysts are ingested. There are reported many different routes for transmission of the disease, as zoonotic, person-to-person, water, nosocomial and food transmission. The diarrhoeal disease lasts usually 9 to 23 days. Immunocompromised persons show a more pronounced disease including profuse watery diarrhoea (30 days), fever (39⁰C), abdominal pain, nausea and vomiting. Concentration techniques and modified acid-fast staining are necessary to identify the oocysts of this protozoan. The name of sporozoa is coming from the fact that these organisms produce spores at one stage during their life cycle in the intermediate host. The asexual forms are formed in the intermediate host and the sexual forms are occurring in the definitive host. Sporozoa are usually intracellular organisms showing a worldwide distribution.

The genus *Sarcocystis* (Fayer, 1982) include 2 species: *Sarcocystis hominis* (cattle) associated with disease in pig and *Sarcocystis suisamonis*. *Sarcocystis* species have two-host parasites, the definitive host (cat, dog, man) in which sexual reproduction occurs and an intermediate host (cattle, sheep, pig) in the tissues of which the asexual cysts are formed. Mild diarrhoea and nausea are reported as symptoms of the disease. We must mentioned that beef and pork meat adequately cooked lose their infectivity. The gastrointestinal disorders caused by worm parasites range from a mild diarrheal disease to an acute or chronic situation. Heavy infections lead to pruritis, prolapse of the rectum, dehydration state, profound mucosal changes, malabsorption syndrome. Symptoms of hypersensitivity, which may persist for years has been reported in patients infected by *Ascaris*. Diagnosis involves finding of characteristic eggs or larvae in the stools. Direct smearing or concentration techniques can be used.

The genus *Isospora* includes 3 species: *Isospora hominis*, *Isospora belli* and *Isospora matalensis*, but only *Isospora belli* is associated with disease in humans. The *Isospora belli* produce a disease like giardiasis enteritis. The trophozoites are found in the epithelial cells of the intestine and bile ducts, where they enlarged in schizonts followed by multiple division to produce merozoites. Merozoites can enter other cells and so one the cycle is repeated or can develop into gametocytes with production of oocysts excreted in stools. The detection of these oocysts from stools in iodine-stained preparations is diagnostic for the parasite.

Toxoplasma gondii

The taxonomy of *Toxoplasma* is somewhat in doubt between Protozoa and Sporozoa. It is a cosmopolite widespread parasite of domestic cats and other animals. More than 80% of the population in Europe and in U.S.A. are serologically positive for *Toxoplasma gondii*, and this is associated to their culinar habits and especially to the consumption of undercooked meat. The parasites present 2 main forms, the vegetative form and the encysted form. It is an intracellular developing parasite in tissue cells as brain, muscle, lung, heart and also in endothelial cells and leukocytes. In chronic infections the parasite is contoured by a cyst wall. The definitive host is the domestic or wild cat but other vertebrates and humans also, when oocysts are shed in their feces contaminate the eating grass or feedstuffs. Foodborne infection in man occur by consumption of raw or undercooked meat, or nonwashed vegetables. The disease is initiated upon ingestion of oocysts from cat feces which release 8 motile sporozoites in the intestine. They multiplie in tachyzoites and form tissue cyst with bradyzoites. The bradyzoites if the cysts are broken or in immunosupressed persons can multiplie as tachyzoites and cause an active infection. The bradyzoites are transformed in sexual cells (macro and micro gamets), which give oocysts cells and spread the infection (Sacks et al. 1982, Jackson and Hutchison 1989, Bezirtzoglou 1988). The disease is usually symptomless. Congenital toxoplasmosis and toxoplasmosis in immunocompromised persons (AIDS) is more severe. The usual symptoms of the acquired toxoplasmosis are lymphadenopathy and mild fever. In immunocompromised persons, encephalitis is observed.

Only the 10% of newborns from infected mothers during their pregnancy (especially the first trimester) develops injuries of the central nervous system. The most common problem in newborn is the chorioconjunctivitis,

hepatosplenomegalia, hydrocephaly, microcephaly.

Infections are diagnosed by demonstrating rising antibody titers in the patient's serum samples, although the organism can be cultured. Since most of the population is serologically positive for *Toxoplasma gondii*, a rising antibody titer is only of significance. The methylene blue dye test of Sabin and Feldman remains the reference test for toxoplasmosis, but many other procedures have been developed, as the indirect immunofluorescence and the indirect hemagglutination test. Moreover, the ELISA test developed is commonly used during the last years because it is easy, non time-consuming and very sensitive for the detection of the organism.

Toxigenic Fungi

Mycotoxins of *Aspergillus*

Aflatoxins of *Aspergillus* are immunosuppressive by inhibiting the transcription of protein synthesis. At 1959, a contaminant in the groundnut meal given in turkeys caused the turkey X disease. It was an aflatoxin produced by *Aspergillus flavus* growing on the groundnuts (Bullerman, 1984). Aflatoxin is acutely toxic and carcinogenic causing serious disease states as carcinoma in rainbow trout or hepatitis X in dogs. *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* produce also aflatoxins (Bullerman et al. 1969). Aflatoxin contamination is the essential problem of storage of commodities after harvest. Conditions of high humidity and warm temperature give rise to high levels of aflatoxins. There are some maximum tolerated levels in foods (FAO and WHO) of 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ in foods for human consumption. Most toxic is the aflatoxin B₁. This aflatoxin is associated with liver cancer and cirrhosis of the liver. The compound is metabolized in the animal and the toxicity is influenced by its metabolic activity. It is important to report that the cow is able to hydroxylate the molecule and excrete aflatoxin M₁ in milk. In this way there is contamination from milk and milk products. The formation of an epoxyde could be the key to both acute and chronic toxicity. Animals producing epoxyde are responsible for the chronic toxicity and carcinogenicity and animals nonproducing epoxyde for the acute toxicity. Very young children may be exposed to aflatoxins, before they are weaned because mothers had consumed aflatoxin in their food and were secreting aflatoxin M₁ in their milk.

Ochratoxins are immunosuppressive by inhibiting RNA synthesis. *Aspergillus ochraceus* produce a nephrotoxin called ochratoxin A (Bullerman

et al. 1969, Ayres et al. 1980). It is a contaminant of cereals and it is known to be the aetiological agent in kidney disease in pigs and it passed through the food chain in meat products to man. Balkan endemic nephropathy is a serious disease occurring by eating mould-ripened hams stored for long periods of time. *Aspergillus versicolor* produces sterigmatocystin in foods (cheeses Edam and Gouda when longly stored). This *Aspergillus* grows only on the surface. *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium cyclopium* (Bullerman et al. 1969) produces the cyclopiazonic acid responsible for the Kodua poisoning in India from consumption of kodo millet infected with *A. flavus* and *A. tamaritii*. The symptoms of the disease include nervousness, depression, spasms, tremors, giddiness.

Mycotoxins of Penicillium

Penicillium is more known as a spoilage mould (Ayres et al. 1980). *P. italicum*, *P. digitatum* causes the blue-green mould of oranges, lemons, *P. expansum* causes the soft rot of apples, moulding of jams, bread and cakes and finally, *P. Roquefortii*, *P. camembertii* causes the mould ripened blue and soft cheeses.

Mycotoxin patulin

Penicillium expansum, *Aspergillus clavatus*, *Byssochlamys* (Bullerman, 1984) produce patulin, the toxicity of which is non-demonstrated. If this substance is found in a fruit; apple juice, it consist of an indicator of the poor quality of fruit. *P. citrinum* produce citrinin which is a nephrotoxic metabolite, and is responsible for the yellow rice disease in Japan. Several species of *Penicillium* produce toxic metabolites in rice. The moulded rice is yellow because of the presence of yellow toxic metabolites. *P. Toxicarium*, *P. isladicum* are involved.

Mycotoxins of Fusarium

Alimentary toxic aleukia

This disease is known as septic angina and acute myelotoxicocis (Bezirtzoglou, 1998). In Russia at 1942-47 during famine the consumption of cereals moulded by *F. sporotrichioides* and *F. poae*, showed elevated levels of Trichotecenes (T-2 toxin), which are strong toxins. The symptoms of this disease involve damage of the mucosal membranes, bleeding, vomiting, diarrhoea, damage of the bone marrow and the haematopoietic system, and anemia. The compound is immunosuppressive (inhibit translation) and the

patient die usually by infectious diseases.

Deoxynivalenol (DON) and other trichothecenes

Fusarium graminearum, *Fusarium nivale* (DON) (Bezirtzoglou, 1998) causes the red-mould disease, including nausea, vomiting and diarrhoea, after consumption of rice, rye, wheat, barley, oat.

Zearalenone

F. graminearum, *F. culmorum* (Bezirtzoglou, 1998) produce an oestrogenic mycotoxin causing vulvovaginitis in pigs fed on mouldy maize. The oesophageal cancer shows high incidence in Northern China, Southern Africa. *F. Moniliforme* (Bezirtzoglou, 1998) mould of cereals produce mycotoxins. Among these mycotoxins, moniliformin is responsible for the disease of rice, equine leucoencephalomalacia, liver cancer in rats and the human oesophageal cancer.

Mycotoxins of other fungi

Claviceps purpurea (Bezirtzoglou 1998, Adams and Moss 1995) is a parasite of cereals causing the ergotism disease from ergots alkaloids. Finger and toes of the patient become gangrenous and necrotic. The sweet potato (*Ipomea*) is damaged by plant pathogens producing phytoalexins which are hepatotoxics. Ryegrass staggers is responsible for a disease in sheep. *Acremonium loliae* which is an endophytic fungus produce mycotoxins called lolitrems. In this last case, it is possible to eliminate the endophyte by careful heat treatment of seed but will be susceptible to insect damage.

Toxigenic Algae

Dinoflagellate Toxins

Gonyaulax catenella and *Gonyaulax tamarensis* are responsible for the paralytic shellfish poisoning during the period that these algae form blooms (Bezirtzoglou 1998, Adams and Moss 1995). The illness is serious with a high mortality rate. The toxic metabolites are saxitoxin and gonyautoxin, which block nerve transmission causing symptoms are tingling, giddiness, incoherent speech, respiratory paralysis.

Ptychodiscus brevis is responsible for the neurotoxic shellfish poisoning which is a diarrhoeic disease caused by the lipophilic toxin, dinophysistoxin.

Gambierdiscus toxicus causes the ciguatera poisoning including symptoms as nausea, vomiting, diarrhoea, neurosensory disturbances, convulsions, muscular paralysis. The disease can be life-threatening. The algae produce ciguatoxin, whose is concentrated along the food chain and when the man eats fishes like moray, eel or barracuda, the disease develops.

Cyanobacterial Toxins

Microcystis, *Anabaena*, *Aphanizomenon* (Bezirtzoglou 1998, Adams and Moss 1995), can form blooms in waters and cause animals deaths who drinks this water. In humans outbreaks of gastroenteritis are reported. *Microcystis aeruginosa* produce the toxic metabolites called cyanoginosins, responsible for the symptoms of the disease.

Toxic Diatoms

After consumption of cultivated mussels an outbreak of food poisoning can occurred due to a glutamate antagonist in central nervous system, called domoic acid produced by *Nitzschia pungens* (Bezirtzoglou 1998, Adams and Moss 1995), a chain-forming diatom of the phytoplankton.

Conclusions

The clinical symptom of many gastrointestinal disorders remains usually similar despite the etiological agent of the disease. As reported, the symptoms of an infection range from the very mild most commonly occurring to an acute or life-threatening disease. Other non-bacterial agents of foodborne disease are toxigenic fungi or algae, which can produce very toxic compounds, causing not only gastrointestinal symptoms but oftenly very serious life-threatening disease states.

References

- Adams, M.R. and M.O. Moss. 1995. Food Microbiology. *The Royal Society of Chemistry*, Cambridge, U.K.
- Ayres, J.C., J.O. Mundt and W.E. Sandine. 1980. *Microbiology of Foods*, San Francisco: Freeman, pp. 658-683.
- Barer, M.R. and A.E. Wright. 1990. 'Cryptosporidium and water', *Lett. Appl. Microbiol.* 11: 271-277.
- Barnard, R.J. and G.J. Jackson. 1984. 'Giardia lamblia: The transfer of human infections by foods', In *Giardia and Giardiasis: Biology*,

- Pathogenesis, and Epidemiology*, ed. S. L. Erlandsen and E. A. Meyer, New York: Plenum pp. 365-378.
- Bezirtzoglou, E. 1988. *Atlas of Parasitology*. Helioskopion Ed., Athens, Greece.
- Bezirtzoglou, E. 1998. *Food Microbiology*. University of Ioannina Press, Ioannina, Greece.
- Bullerman, L.B., P.A Hartman and J.C Ayres. 1969. 'Aflatoxin production in meats. I. Stored meats' *Appl. Microbiol.* 18: 714-717.
- Bullerman, L.B., P.A. Hartman and J.C. Ayres. 1969. 'Aflatoxin production in meats. II. Aged dry salamis and aged country cured hams', *Appl. Microbiol.* 18: 718-722.
- Bullerman, L.B. 1984. 'Effects of potassium sorbate on growth and patulin production by *Penicillium patulum* and *Penicillium roqueforti*', *J. Food Protect.* 47: 312-316.
- Bullerman, L.B. 1984. 'Formation and control of mycotoxins in food', *J. Food Protect.* 47: 37-646.
- Carlin, A.F., C. Mott, D. Cash and W. Zimmerman. 1969. 'Destruction of trichinae larvae in cooked pork roasts', *J. Food Sci.*, 34: 210-212.
- CDC 1991. *Trichinella spiralis* infection - United States, 1990. *Morb. Mort. Wkly. Rept.* 40: 57-60.
- Childers, A.B., R.N. Terrell, T.M. Graig, T.J. Kayfus and G.C. Smith. 1992. 'Effect of sodium chloride concentration, water activity, fermentation method and drying time on the viability of *Trichinella spiralis* in Genoa Salami', *J. Food Protect.*, 45: 816-819.
- Conroy, D.A. 1960. 'A note on the occurrence of *Giardia* sp. in a Christmas pudding', *Rev. Iber. Parasitol.* 20: 567-571.
- Current, W.L. 1987. 'Cryptosporium: Its biology and potential for environmental transmission' *CRC Crit. Rev. Environ. Cont.* 17: 21-51.
- Fayer, R. 1982. 'Other protozoa: *Eimeria*, *Isospora*, *Cystoisospora*, *Besnoitia*, *Hammondia*, *Frenkelia*, *Sarcocystis*, *Cryptosporidium*, *Encyphalitozoon*, and *Nosema*'. In *CRC Handbook Series in Zoonosis*, ed. J. H. Steele, Boca Raton: CRC Press, pp. 187-197.
- Hilwig, R.W., J.D. Cramer and K.S. Forsyth. 1978. 'Freezing times and temperatures required to kill cysticerci of *Taenia saginata* in beef', *Vet. Parasitol.* 4: 215-219.
- Jackson, M.H. and W.M. Hutchison. 1989. 'The prevalence and source of *Toxoplasma* infection in the environment', *Adv. Parasitol.* 28: 55-105.

- Jackson, G.J. 1990. 'Parasitic protozoa and worms relevant to the U.S.', *Food Technol.*, 44 (5): 106-112.
- Jacobs, L. 1962. 'Parasites in food', In *Chemical and Biological Hazard in Food*, ed. J. C. Ayres et al., Ames: Iowa State University Press, pp. 248-266.
- Sacks, J.J., R.R. Roberto and N.F. Brooks. 1982. 'Toxoplasmosis infection associated with raw goat's milk', *J. Amer. Med. Assoc.* 248: 1728-1732.
- Salata, R.A., A. Martinez-Palomo, L. Canales, H.W. Murray, N. Trevino and J.I. Ravdin. 1990. 'Suppression of T-lymphocyte responses to *Entamoeba histolytica* antigen by immune sera' *Infect. Immun.* 58: 3941-3946.
- Sterling, C.R. and M.J. Arrowood. 1986. 'Detection of *Cryptosporidium* sp. infections using a direct immunofluorescent assay', *Ped. Inf. Dis.* 5: 139-142.