

ΠΑΡΩΡΜΕΝΟ
ΤΕΛΟΣ
Τοχ. Γραφείο
Κ.Τ.ΣΤΑΥΡ.
Αριθμός Άδειας
296



2/2007

ISSN 1105-9478

ΤΟΜΟΣ 18 ΣΕΙΡΑ II

ΚΩΔΙΚΟΣ 3862

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMPER OF GREECE

VOL: 18 - ISSUE II - No 2/2007

2/2007

ISSN 1105-9478

ΤΟΜΟΣ 18 ΣΕΙΡΑ II

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ
ΘΕΜΑΤΑ**

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

**GEOTECHNICAL
SCIENTIFIC ISSUES**

GEOTECHNICAL CHAMPER OF GREECE

VOL: 18 - ISSUE II - No 2/2007

ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΟ

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

- | | | |
|---|--|---------|
| <i>A. I. Koutroumpi, I. Z. Gitas, M. A. Karteris</i> | Comparative evaluation of techniques of digital image classification of satellite data for landuse/landcover mapping | 4 - 15 |
| <i>I. D. Mitsopoulos, A. P. Dimitrakopoulos</i> | Classification of Aleppo pine (<i>Pinus halepensis</i> Mill.) trees according to their available crown fuel load in Greece (Northern Evia) | 16 - 24 |
| <i>V. P. Papanastasis, S. Kyriakakis, G. Kazakis, M. Abid</i> | Combined effect of overgrazing and wildfires on forage production of rangelands in Psilorites mountain of Crete | 25 - 33 |
| <i>M. N. Tombaziotis, Th. K. Tsitsoni, Th. D. Zagas</i> | Study of streetside trees growth condition in a region of Thessaloniki | 34 - 45 |

REVIEW PAPER

- | | | |
|---------------------------------------|--|---------|
| <i>P. A. Tsioras, P. N. Efthymiou</i> | Need for Forest Workers Training in Greek Forestry | 46 - 56 |
|---------------------------------------|--|---------|

REVIEW ARTICLE

- | | | |
|---|---|---------|
| <i>D. Paitaridou, I. Takos, K. Radoglou</i> | Certification of forest reproductive material in Greece | 57 - 64 |
|---|---|---------|

Το παρόν τεύχος αφιερώνεται στη μνήμη του καθηγητή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ. **Νικολάου Στάμου**, ο οποίος έφυγε ξαφνικά από τη ζωή στις 21 Αυγούστου 2007.

Ο εκλιπών ήταν διακεκριμένος επιστήμονας και καταξιωμένος στην πανεπιστημιακή κοινότητα για το επιστημονικό, ερευνητικό, διδακτικό και συγγραφικό του έργο. Παράλληλα με τη νηφαλιότητα και την πραότητα του χαρακτήρα του αποτελούσε πρότυπο ανθρώπου, δασκάλου, συναδέλφου, φίλου, συνοδοιπόρου, συντρόφου και γονιού.

Ο Ν. Στάμου είχε διατελέσει μέλος του Δ.Σ. του ΓΕΩΤ.Ε.Ε. κατά την περίοδο 1987-1990, ενώ τα τελευταία χρόνια ως μέλος της Συντακτικής Επιτροπής των Γεωτεχνικών Επιστημονικών Θεμάτων, στον κλάδο των Δασολόγων, συνέβαλε αποφασιστικά στην έκδοση και βελτίωση του περιοδικού με την άοκνη συμμετοχή του και την πολύτιμη εμπειρία του.

Το Επιμελητήριο και όλοι όσοι τον γνώρισαν και συνεργάστηκαν μαζί του στέκονται με σεβασμό στη μνήμη του και υπόσχονται να συνεχίσουν το έργο του με την ίδια συνέπεια και σοβαρότητα με την οποία ο ίδιος το εκτελούσε.

Ας είναι αιώνια η μνήμη του !

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

| | | |
|---|--|---------|
| <i>A. I. Κουτρομπή, I. Z. Γήτας, M. A. Καρέρης</i> | Συγκριτική χαρτογράφηση χρήσεων/κάλυψης γης με τεχνικές ψηφιακής ανάλυσης δορυφορικών εικόνων | 4 - 15 |
| <i>I. Δ. Μητσόπουλος, A. Π. Δημητρακόπουλος</i> | Διάκριση δένδρων χαλεπίου πεύκης σύμφωνα με το διαθέσιμο φορτίο της εναέριας καύσιμης ύλης | 16 - 24 |
| <i>B. Π. Παπαναστάσης, Σ. Κυριακάκης, Γ. Καζάκης, M. Abid</i> | Συνδυασμένη επίδραση υπερβόσκησης και πυρκαγιών στην παραγωγή των λιβαδιών του όρους Ψηλορείτη | 25 - 33 |
| <i>M. N. Τομπαζιώτης, Θ. K. Τσιτσώνη, Θ. Δ. Ζάγκας</i> | Έρευνα των συνθηκών αύξησης των δενδροστοιχιών σε περιοχή της Θεσσαλονίκης | 34 - 45 |

ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

| | | |
|--|---|---------|
| <i>Π. A. Τσιώρας, Π. N. Ευθυμίου</i> | Η ανάγκη δασεργατικής εκπαίδευσης στην ελληνική δασοπονία | 46 - 56 |
|--|---|---------|

ΑΡΘΡΟ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

| | | |
|---|--|---------|
| <i>Δ. Παϊταρίδου, I. Τάκος, K. Ραδόγλου</i> | Πιστοποίηση δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού στην Ελλάδα | 57 - 64 |
|---|--|---------|

Συγκριτική χαρτογράφηση χρήσεων/κάλυψης γης με τεχνικές ψηφιακής ανάλυσης δορυφορικών εικόνων.

Αργυρούλα Ι. Κουτρομπή¹, Ιωάννης Ζ. Γήτας², Μιχάλης Α. Καρτέρης³

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χαρτογράφηση των χρήσεων/κάλυψης της γης αποτελεί τη βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη προγραμμάτων για την ορθολογική της διαχείριση. Σκοπός της υπόψη εργασίας είναι να διερευνήσει τη δυνατότητα ακριβούς χαρτογράφησης των χρήσεων/κάλυψης γης με νέες τεχνικές ανάλυσης δορυφορικής εικόνας, σε σύγκριση με τις κλασικές μεθόδους ταξινόμησης. Πιο συγκεκριμένα, σε εικόνα LANDSAT TM του Πανεπιστημιακού δάσους Ταξιάρχη εφαρμόστηκε αρχικά η κλασική μέθοδος μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood), αφού προηγουμένως είχε ενσωματωθεί στην εικόνα ο Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης (NDVI) ως επιπλέον δίαυλος. Για συγκριτικούς λόγους, εφαρμόστηκε επίσης μια νέα σχετικά μέθοδος ταξινόμησης, η λεγόμενη αντικειμενοστραφής (object-oriented). Η μέθοδος αυτή βασίζεται σε κανόνες ασαφούς λογικής (fuzzy logic), εφαρμόζεται σε αντικείμενα της εικόνας και λαμβάνει υπόψη κατά την ταξινόμηση εκτός από την ανάκλαση και άλλα στοιχεία της εικόνας. Οι κατηγορίες χρήσης/κάλυψης γης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι: βλάστηση κωνοφόρων, βλάστηση πλατυφύλλων, καλλιέργειες, άλλη βλάστηση και άγονα-οικισμοί.

Μετά την παραγωγή των χαρτών χρήσης/κάλυψης γης έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων ταξινόμησης με τους υπάρχοντες ψηφιακούς δασικούς χάρτες. Τα ποσοστά ακρίβειας χαρτογράφησης έφτασαν το 90,67% για την αντικειμενοστραφή μέθοδο, έναντι 84,33% για την κλασική μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας.

Λέξεις κλειδιά: Χαρτογράφηση χρήσης/κάλυψης γης, Τηλεπισκόπηση, LANDSAT, Ταξινόμηση, Αντικειμενοστραφής μέθοδος.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάγκη της ακριβούς χαρτογράφησης των χρήσεων/κάλυψης της γης, τόσο σε τοπικό, όσο και σε περιφερειακό, εθνικό και υπερεθνικό επίπεδο έχει επισημανθεί από την τοπική αυτοδιοίκηση, τις εθνικές κυβερνήσεις, αλλά και από διεθνείς οργανισμούς. Η δημιουργία ενημερωμένων χαρτών συμβάλλει αποφασιστικά στη λήψη αξιόπιστων αποφάσεων, οι οποίες αφορούν το σχεδιασμό, οργάνωση και συντονισμό των δράσεων, για τη διατήρηση των φυσικών αποθεμάτων και την παρακολούθηση των αλλαγών που οφείλονται σε φυσικές καταστροφές, όπως π.χ. πυρκαγιές, πλημμύρες, φαινόμενα διάβρωσης κ.λπ. και στις ανθρωπογενείς επιδράσεις,

όπως η οικιστική ανάπτυξη, ο τουρισμός, η μόλυνση εδάφους και υδάτινων επιφανειών κ.λπ (Gitas et al. 2003). Στην κατεύθυνση αυτή αναπτύχθηκαν από το Υπουργείο Γεωργίας και την κεντρική Δασική Υπηρεσία διάφορα προγράμματα απογραφής, χαρτογράφησης και αξιολόγησης των χρήσεων/κάλυψης γης στον Ελληνικό χώρο (Υπ. Γεωργίας, 2004). Σε επίπεδο Ευρώπης, για τη χαρτογράφηση των χρήσεων/κάλυψης γης εκπονήθηκαν κατά κύριο λόγο τα προγράμματα CORINE και MOLAN, ενώ ακολούθησαν και άλλα πιο εξειδικευμένα προγράμματα, όπως π.χ. το GEOLAND.

Αρχικά η κατασκευή και αναθεώρηση των χαρτών γίνονταν αποκλειστικά με επίγειες παρατηρή-

¹ Δασολόγος - Περιβαλλοντολόγος Μελετητής MSc, Υποψ. Διδάκτορας, Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Βενιζέλου 3, 42100 Τρίκαλα, Τηλ.: 2431039079, Fax: 2431038070, e-mail: alinaki@tee.gr

² Λέκτορας, Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

³ Καθηγητής, Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

σεις. Η μεγάλη διάδοση των αεροφωτογραφιών που ακολούθησε, άλλαξε ριζικά τον τρόπο κατασκευής των χαρτών. Νέες τεχνικές και τεχνολογίες αναπτύχθηκαν, οι οποίες αφενός μεν επιτάχυναν τη διαδικασία και κατά συνέπεια μείωσαν το κόστος, αφετέρου δε κατέστησαν δυνατή την ακριβή χαρτογράφηση ακόμη και απρόσιτων ορεινών περιοχών (Dickinson 1979). Σημειώνεται ότι η διαδικασία παραγωγής χαρτών από αεροφωτογραφίες και επίγειες παρατηρήσεις δεν ήταν απαλλαγμένη σφαλμάτων. Εκτός από τα σφάλματα σάρωσης της γης, παρατηρούνταν και γεωμετρικές παραμορφώσεις των αεροφωτογραφιών που οφείλονταν στην προοπτική προβολή της αεροφωτογραφίας και στις αλλαγές στην κλίμακα εξαιτίας υψομετρικών μεταβολών του αναγλύφου και της επίκλισης της αεροφωτογραφίας. Τα σφάλματα αυτά διορθώθηκαν εν μέρει με τη χρήση ορθοφωτογραφιών και ορθοφωτοχαρτών, αφού σε αυτές τα σημεία του αναγλύφου βρίσκονται στην ορθογραφική τους θέση και έχουν την ίδια ακριβώς κλίμακα (Karteris, 1990).

Η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας και των εφαρμογών της τα τελευταία χρόνια εισήγαγε νέες μεθόδους στη χαρτογράφηση των χρήσεων/κάλυψης γης. Η Δορυφορική Τηλεπισκόπηση σε συνδυασμό με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) έχουν καθιερωθεί σήμερα ως εξειδικευμένες τεχνικές στην επιστήμη της χαρτογραφίας. Η ανάπτυξη της νέας γενιάς δορυφόρων με πιο εξελιγμένα συστήματα καταγραφής, έδωσε μια εντελώς νέα διάσταση στις δυνατότητες παρακολούθησης και χαρτογράφησης των χρήσεων/κάλυψης γης. Οι δορυφορικές εικόνες, εκτός από την κάλυψη της γης, παρέχουν επιπλέον πληροφορίες για τις περιοχές σάρωσης, όπως είναι η φασματική πληροφορία σε μήκη κύματος πέραν του ορατού. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για τους δασολόγους, αφού τα φασματικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπων βλάστησης παρουσιάζουν, σε πολλές περιπτώσεις, διαφοροποίηση μεταξύ τους και δίνουν έτσι τη δυνατότητα αναγνώρισής τους. Επιπλέον είναι δυνατός ο συνδυασμός διαύλων για την εξαγωγή της επιθυμητής πληροφορίας, η εφαρμογή τεχνικών οπτικής βελτίωσης της εικόνας για να γίνουν πιο εμφανή τα φασματικά ή χωρικά χαρακτηριστικά των δεδομένων και η εφαρμογή διαφόρων αλγορίθμων αυτόματης ταξινόμησης των χαρακτηριστικών της εικόνας για την εξαγωγή των επιθυμητών κατηγοριών χρήσεων/κάλυψης γης.

Μέχρι σήμερα, σε πολλές ερευνητικές εργασίες,

έχει γίνει εκτίμηση της δυνατότητας χρησιμοποίησης των δορυφορικών δεδομένων και ιδιαίτερα του καταγραφέα LANDSAT TM στον προσδιορισμό και καταγραφή των χρήσεων/κάλυψης γης (Latty and Hoffer 1981, Tilton 1983, Chavez 1984, Nelson et al. 1984, Benson and DeGloria 1985, Shen et al. 1985, Ueno et al. 1985, Echols et al. 1986, Horler & Ahern 1986, Trolier et al. 1986, Karteris 1990). Οι θεματικοί χάρτες που παράγονται από δορυφορικές εικόνες και περιέχουν ποιοτική πληροφορία για τους τύπους χρήσεων/κάλυψης γης, ιδιαίτερα για τις δασικές εκτάσεις, παράγονται συνήθως με τη μέθοδο της πολυφασματικής ταξινόμησης (Καρτέρης, 1999). Η μέθοδος αυτή βασίζεται στις φασματικές αναλογίες των διαφορετικών κατηγοριών βλάστησης και εφαρμόζει ειδικούς αλγορίθμους για διάφορους τύπους φασματικής ανάλυσης. Πολλές φορές βέβαια, η ταξινόμηση βελτιώνεται με τη χρήση ενός συνδυασμού των κατάλληλων διαύλων για την εξαγωγή της επιθυμητής πληροφορίας από την εικόνα (Karteris, 1990).

Η βελτίωση των συστημάτων καταγραφής και η ανάπτυξη ποικίλων εφαρμογών λογισμικού για την ταξινόμηση, διέυρυναν τους τρόπους χαρτογράφησης των χρήσεων/κάλυψης γης με δορυφορικές εικόνες και παράλληλα αύξησαν τις απαιτήσεις σε αξιοπιστία και ακρίβεια. Η επιλογή του κατάλληλου ανιχνευτή και της αντίστοιχης μεθόδου ανάλυσης της εικόνας, εξαρτάται κάθε φορά από το επιθυμητό αποτέλεσμα και το σκοπό της μελέτης, τα χαρακτηριστικά του τοπίου, τη διαθεσιμότητα των πρωτογενών δεδομένων και το κόστος εφαρμογής. Θα πρέπει ωστόσο να ληφθεί υπόψη η σχέση μεταξύ της επιθυμητής λεπτομέρειας στην ταξινόμηση και της χωρικής ανάλυσης των δορυφορικών δεδομένων που χρησιμοποιούνται (Jensen, 1986).

Μια από τις νέες μεθόδους που αναπτύχθηκαν με σκοπό να ξεπεραστούν τα προβλήματα και οι περιορισμοί που προκύπτουν από τις παραδοσιακές μεθόδους ταξινόμησης των χρήσεων/κάλυψης γης είναι αυτή της αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης (object – oriented image classification), η οποία δεν χρησιμοποιεί μεμονωμένα εικονοστοιχεία (pixels) όπως η κλασική επιβλεπόμενη ταξινόμηση, αλλά αντικείμενα εικόνας, τα οποία έχουν εξαχθεί προηγουμένως με τη διαδικασία της κατάτμησης της εικόνας (segmentation). Σύμφωνα με τους Settle and Drake (1993), η επιβλεπόμενη ταξινόμηση με τη μέγιστη πιθανοφάνεια είναι περισσότερο εφαρμόσιμη σε περιοχές, όπου οι εναλλαγές των χρήσεων/κάλυ-

ψης γης είναι σχετικά περιορισμένες, διατηρώντας σαφή και πεπερασμένα όρια για την κάθε κατηγορία χρήσης/κάλυψης γης και γενικά η εικόνα παρουσιάζει κάποια ομοιογένεια ως προς τις χρήσεις/κάλυψη γης. Σε περιοχές όπου οι χρήσεις/κάλυψη γης ποικίλουν σημαντικά, όπως είναι τα Μεσογειακά οικοσυστήματα, η μέθοδος της επιβλεπόμενης ταξινόμησης με τη μέγιστη πιθανοφάνεια δεν ανταποκρίνεται πλήρως, αλλά απαιτείται ένας ελαστικός ταξινομητής (αντικειμενοστραφής ταξινόμηση) για τη χαρτογράφηση. Στους ελαστικούς ταξινομητές, το κάθε αντικείμενο λαμβάνει μια τιμή μεταξύ 0 και 1, ανάλογα με την πιθανότητα καταχώρησής του στην υπόψη κατηγορία. Μια μεγάλη τιμή συμμετοχής που πλησιάζει το 1, δείχνει πως η μεγαλύτερη επιφάνεια του αντικειμένου καλύπτεται από την αντίστοιχη κατηγορία χρήσης/κάλυψης γης, ενώ μια μικρή τιμή υπονοεί μικρό ποσοστό της συγκεκριμένης κατηγορίας (Bastin 1997). Συνήθως για τη χαρτογράφηση των τύπων χρήσεων/κάλυψης γης χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο τέτοιες τεχνικές ασαφούς λογικής (Benz et al. 2004).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να διερευνήσει τη δυνατότητα ακριβούς χαρτογράφησης των χρήσεων/κάλυψης γης με νέες τεχνικές ανάλυσης εικόνας, σε σύγκριση με τις κλασικές μεθόδους ταξινόμησης της δορυφορικής εικόνας. Πιο συγκεκριμένα, οι επιμέρους στόχοι είναι:

- η χαρτογράφηση των χρήσεων/κάλυψης γης με τη χρήση της μέγιστης πιθανοφάνειας σε δεδομένα τα οποία αποτελούνται από τους κλασικούς διαύλους του LANDSAT TM (Θεματικού Χαρτογράφου) και τον Κανονικοποιημένο Δείκτη Βλάστησης (NDVI),
- η χαρτογράφηση των χρήσεων/κάλυψης γης των ίδιων δεδομένων με τη μέθοδο της αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης και
- ο έλεγχος της ακρίβειας χαρτογράφησης που προέκυψε από τις δύο μεθόδους.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Περιοχή μελέτης και δεδομένα

Η περιοχή μελέτης είναι το Πανεπιστημιακό Δάσος Ταξιάρχη, το οποίο βρίσκεται στην ηπειρωτική Χαλκιδική (Σχήμα 1) μεταξύ του γεωγραφικού μήκους 23°26' και 23°34' και γεωγραφικού πλάτους 40°21' και 40°28' και σε υψόμετρο από 320 – 1165 μέτρα. Η βλάστηση της περιοχής κυριαρχείται από φυλλοβόλα δάση (κυρίως δρυός) και διαρθρώνεται σε 3 κύριες ζώνες ανάλογα με τη χλωριδική σύνθε-

ση, το υψόμετρο, τις γεωλογικές και εδαφικές συνθήκες, την έκθεση και κλίση της περιοχής, τη θερμοκρασία αέρος και τη βροχοπτώση. Πέρα από τα πλατύφυλλα είδη, εγκαταστάθηκαν τεχνητά ύστερα από αναδασώσεις σε μίξη ή κατά τμήματα και διάφορα κωνοφόρα είδη με κύριο εκπρόσωπο την πεύκη (παραθαλάσσια, χαλέπιο, μαύρη, τραχεία και κουκουναριά) (Ταμείον Διοικήσεως και Διαχειρίσεως Πανεπιστημιακών Δασών, 2001).

Ο Ταξιάρχης και η ευρύτερη περιοχή Χαλκιδικής αποτελούν μια ξεχωριστή και ιδανική περίπτωση μελέτης λόγω της μεγάλης ποικιλομορφίας των οικοσυστημάτων και των τοπίων τους. Έτσι λοιπόν, η περιοχή έρευνας, σε σχέση με τους τύπους βλάστησης και τις χρήσεις γης, προσφέρει μια ιδανική περίπτωση ανάλυσης και αξιολόγησης της συνεισφοράς της Τηλεπισκόπησης στη χαρτογράφηση της βλάστησης και των χρήσεων/κάλυψης γης.

Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν:

- μια ορθοεικόνα LANDSAT TM-5 του 1998, με συντεταγμένες στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87
- μια βοηθητική εικόνα LANDSAT TM-5 του 1999
- το γεωγραφικό χαρτογραφικό ψηφιακό υπόβαθρο του Ταξιάρχη
- ο τοπογραφικός χάρτης του Ταξιάρχη κλίμακας 1:50.000
- ο δείκτης βλάστησης NDVI που δημιουργήθηκε από τη δορυφορική εικόνα LANDSAT TM του 1998.



Σχήμα 1. Θέση της περιοχής μελέτης στον ελλαδικό χώρο.

Πριν απ' την ανάλυση έγινε προεπεξεργασία των παραπάνω πρωτογενών δεδομένων. Αυτή περιλάμβανε την ατμοσφαιρική διόρθωση των εικόνων με τη μέθοδο των σκοτεινών στόχων (dark pixel subtraction) και τη γεωμετρική προσαρμογή αυτών και των χαρτογραφικών δεδομένων σε κοινό σύστημα αναφοράς συντεταγμένων, το ΕΓΣΑ '87, χρησιμοποιώντας κοινά σημεία ελέγχου μεταξύ της ορθοεικόνας LANDSAT TM-5 του 1998 και των υπόλοιπων δεδομένων και ως μέθοδο επαναδειγματοληψίας αυτή της διγραμμικής παρεμβολής.

Διάκριση των τύπων χρήσεων/κάλυψης γης με τη μέγιστη πιθανοφάνεια.

Η μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας είναι μια από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μεθόδους χαρτογράφησης των χρήσεων/κάλυψης γης ιδιαίτερα στο δασικό τομέα. Βασίζεται στις φασματικές αναλογίες των διαφορετικών κατηγοριών βλάστησης και εφαρμόζει ειδικούς αλγορίθμους για διαφόρους τύπους φασματικής ανάλυσης. Ο αλγόριθμος της μέγιστης πιθανοφάνειας κατά την ταξινόμηση, υπολογίζει την πιθανότητα ένα άγνωστο εικονοστοιχείο, να ανήκει σε μια από τις επιθυμητές κατηγορίες χρήσης/κάλυψης γης, με βάση τόσο την ποσοτική διακύμανση, όσο και τη συσχέτιση της φασματικής δομής της κάθε κατηγορίας (Καρτέρης, 1999).

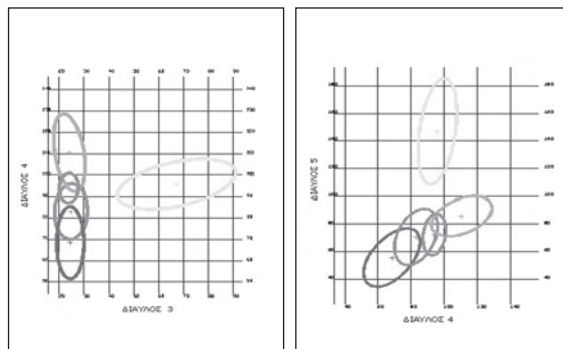
Για την εφαρμογή της μεθόδου έγινε μια αρχική φωτοερμηνεία της δορυφορικής εικόνας, κατά την οποία προσδιορίστηκαν και οριοθετήθηκαν στην εικόνα 86 πολύγωνα εκμάθησης, που αντιπροσωπεύουν τις εξής κατηγορίες χρήσης/κάλυψης γης:

- Βλάστηση κωνοφόρων
- Βλάστηση πλατυφύλλων
- Γεωργική γη, καλλιέργειες
- Άλλη βλάστηση (π.χ. θαμνώνες, βοσκότοποι, κ.λπ.)
- Άγωνα – οικισμοί

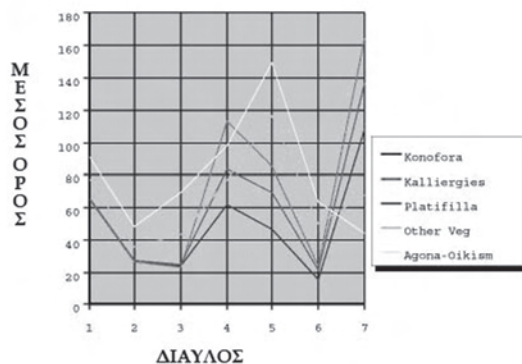
Μελέτες δείχνουν ότι η ακρίβεια της ταξινόμησης δεν εξαρτάται μόνο από τη σύνθεση και κατανομή των δασών και γενικά των κατηγοριών κάλυψης, αλλά και από την επιλογή κάποιου συγκεκριμένου συνδυασμού διαύλων (Καρτέρης και Κούτσιος, 1996). Η χρήση δε του Κανονικοποιημένου Δείκτη Βλάστησης (NDVI) ως επιπλέον διάυλο στην εικόνα, αποδεικνύεται ότι βελτιώνει την ακρίβεια ταξινόμησης. Για το λόγο αυτό στους 6 διαύλους της εικόνας LANDSAT TM-5 (ο θερμοκός διάυλος δεν

χρησιμοποιήθηκε), ενσωματώθηκε και ο δείκτης βλάστησης NDVI ως 7^{ος} διάυλος.

Για την εκτίμηση της διακριτότητας των κατηγοριών ταξινόμησης, έγινε στατιστική αξιολόγηση των φασματικών υπογραφών των υπόψη κατηγοριών (ERDAS, 2003). Στα Σχήματα 2 και 3 παρουσιάζονται οπτικά τα σχετικά αποτελέσματα.



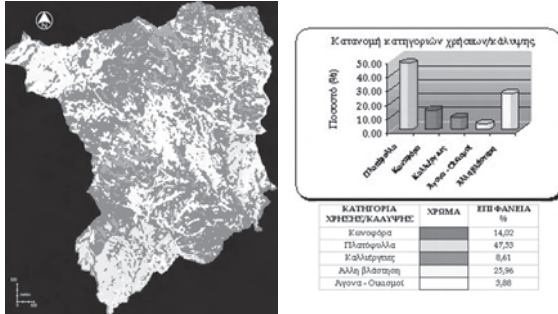
Σχήμα 2. Παραδείγματα ελλείψεων των φασματικών υπογραφών των κατηγοριών ταξινόμησης (Διάυλοι 3, 4 και 4, 5)



Σχήμα 3. Οι φασματικές υπογραφές των 5 κατηγοριών χρήσεων/κάλυψης γης για τους 6 διαύλους του LANDSAT TM και το δείκτη βλάστησης NDVI.

Κατά την εφαρμογή της επιβλεπόμενης ταξινόμησης στη δορυφορική εικόνα του Πανεπιστημιακού δάσους Ταξιάρχη με τον αλγόριθμο της μέγιστης πιθανοφάνειας χρησιμοποιήθηκαν όλοι οι διάυλοι του θεματικού χαρτογράφου (εκτός του θερμοκούς) και ο δείκτης βλάστησης NDVI ως επιπλέον διάυλος. Έτσι τελικά προέκυψε η ταξινομημένη Εικόνα 1.

Σύμφωνα με την Εικόνα 1 και τα αντίστοιχα διαγράμματα το μεγαλύτερο ποσοστό χρήσεων/ κάλυψης γης ανήκει στη βλάστηση πλατυφύλλων (47,53%), ενώ το δάσος κωνοφόρων καταλαμβάνει το 14,02% της συνολικής επιφάνειας. Η κατηγορία “Άλλη βλάστηση” δηλαδή οι θαμνώνες και τα βοσκοτόπια, καταλαμβάνουν το 25,96% της επιφάνειας.



Εικόνα 1. Ταξινομημένη με τη μέγιστη πιθανοφάνεια εικόνα LANDSAT του Παν/κού δάσους Ταξιάρχη σε 5 κατηγορίες χρήσεων/ κάλυψης γης.

Για την εκτίμηση της ακρίβειας ταξινόμησης της εικόνας στις 5 κατηγορίες χρήσεων/ κάλυψης γης, επιλέχθηκε ένας αριθμός τυχαίων δειγματοληπτικών σημείων στην εικόνα από όλες τις κατηγορίες χρήσεων/ κάλυψης, τα οποία προσδιορίστηκαν με ακρίβεια στον ψηφιακό χάρτη βλάστησης του Παν/κού δάσους Ταξιάρχη. Το μέγεθος του δείγματος,

για όλες τις κατηγορίες ταξινόμησης, υπολογίστηκε κατά προσέγγιση από τον τύπο (Καρτέρης, 1999):

$$= \frac{1}{P} \cdot \frac{1}{e} \cdot \frac{1}{t}$$

Όπου:

P – η αναμενόμενη πιθανότητα όλων των κατηγοριών εκφρασμένη ως εκατοστιαίο ποσοστό π.χ. 80%

e – το αποδεκτό σφάλμα εκφρασμένο ως εκατοστιαίο ποσοστό π.χ. 5%

t – το τυπικό σφάλμα του εκτιμητή, το οποίο για μικρά δείγματα ($N < 30$) παίρνεται από τους πίνακες της Student's κατανομής για N-1 βαθμούς ελευθερίας και ορισμένη πιθανότητα. Συνήθως όμως έχει ως τιμή κατά προσέγγιση την αντίστοιχη τιμή του z για την ίδια πιθανότητα (π.χ. για πιθανότητα 95% $t = 1,96$).

Ο παραπάνω τύπος, για τιμή αναμενόμενης πιθανότητας ίσης με 80%, δίνει μέγεθος δείγματος $N = 246$. Ο Congalton (1991) προτείνει τη λήψη κατ' ελάχιστο 50 σημείων για την κάθε κατηγορία ταξινόμησης ($50 \times 5 = 250$ σημεία), ανάλογα βέβαια με την έκταση της περιοχής μελέτης. Για τις κατηγορίες που παρουσιάζουν μεγάλη μεταβλητότητα, θα πρέπει να ληφθούν κάποια επιπλέον σημεία ελέγχου, ενώ για τις κατηγορίες κάλυψης που είναι σχετικά ευδιάκριτες (μικρή μεταβλητότητα των τιμών τους) ο αριθμός των δειγμάτων μπορεί να είναι και μικρό-

Πίνακας 1. Εκτίμηση της ακρίβειας ταξινόμησης με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας χρησιμοποιώντας σημεία ελέγχου από τον ψηφιακό χάρτη βλάστησης.

| Κατηγορίες ταξινόμησης | Δεδομένα αναφοράς | Δεδομένα ταξινόμησης | Αριθμός σωστά ταξινομημένων εικονοστοιχείων | Ακρίβεια κατασκευαστή | Ακρίβεια χρήστη | Kappa |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|---|-----------------------|-----------------|--------|
| Κωνοφόρα | 55 | 49 | 40 | 72,73% | 81,63% | 0,7751 |
| Πλατύφυλλα | 154 | 146 | 131 | 85,06% | 89,73% | 0,7889 |
| Καλλιέργειες | 26 | 31 | 21 | 80,77% | 67,74% | 0,6468 |
| Άλλη βλάστηση | 58 | 63 | 55 | 94,83% | 87,30% | 0,8426 |
| Άγρια-οικόσιτοι | 7 | 11 | 6 | 85,71% | 54,55% | 0,5346 |
| Συνολική ακρίβεια ταξινόμησης | | | | 84,33 % | | 0,7661 |

τερος. Σύμφωνα με τα παραπάνω, 250 τυχαία δειγματοληπτικά σημεία είναι αρκετά για τον έλεγχο της ακριβείας ταξινόμησης. Για μεγαλύτερη ασφάλεια πάρθηκαν 300 τυχαία σημεία από όλες τις κατηγορίες χρήσης/κάλυψης γης και μετά τη σύγκριση με τον ψηφιακό χάρτη βλάστησης του Παν/κού δάσους Ταξίαρχη προέκυψε ο συγκεντρωτικός Πίνακας 1.

Η ακρίβεια του χρήστη για κάθε κατηγορία προέκυψε από την αναλογία των σωστά ταξινομημένων εικονοστοιχείων προς το συνολικό αριθμό αυτών, τα οποία συμπεριλαμβάνονται στο υπόψη δείγμα, ενώ η ακρίβεια του κατασκευαστή προέκυψε από την αναλογία των σωστά ταξινομημένων εικονοστοιχείων στην κάθε κατηγορία προς το άθροισμα αυτών, που πραγματικά ανήκουν στην υπόψη κατηγορία σύμφωνα με τον ψηφιακό χάρτη. Η συνολική ακρίβεια του χάρτη προέκυψε από το ζυγισμένο μέσο των επιμέρους ποσοστών ακριβείας για κάθε κατηγορία (Καρτέρης, 1995-96). Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ταξινόμησης χρησιμοποιήθηκε επίσης ο συντελεστής Kappa (Cohen, 1960), ο οποίος είναι ένα μέτρο ολικής συμφωνίας του πίνακα. Σε αντίθεση με τη συνολική ακρίβεια (ο λόγος του αθροίσματος των διαγώνιων τιμών προς το συνολικό αριθμό των ψηφίδων στον πίνακα), ο συντελεστής Kappa λαμβάνει υπόψη του και τα υπόλοιπα μη διαγώνια στοιχεία του πίνακα (Rosenfield and Fitzpatrick, 1986).

Η εκτίμηση της ακριβείας ταξινόμησης (κατασκευαστή και χρήστη) της εικόνας με τη βοήθεια του ψηφιακού δασικού χάρτη, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, έδωσε ικανοποιητικά ποσοστά ακριβείας. Ιδιαίτερα η ακρίβεια του κατασκευαστή αποδεικνύει πως υπάρχει μεγάλη ταύτιση μεταξύ των σωστά ταξινομημένων εικονοστοιχείων και αυτών που αποτυπώνονται στις υπόψη κατηγορίες στον ψηφιακό χάρτη. Τα μεγαλύτερα ποσοστά ακριβείας παρατηρούνται στις εκτάσεις των βοσκοτόπων και των θαμνώνων που καταγράφονται ως “άλλη βλάστηση”, στις εκτάσεις του δάσους των πλατυφύλλων, στις γυμνές εκτάσεις που καταγράφονται ως άγονα-οικισμοί και στις γεωργικές καλλιέργειες. Τα δειγματοληπτικά σημεία που αποτυπώνονται στην εικόνα ως δάσος κωνοφόρων συμφωνούν σε μικρότερο βαθμό με τα στοιχεία των δασικών χαρτών της περιοχής.

Οι πιθανότερες αιτίες των διαφορών στις χρήσεις/κάλυψη γης μεταξύ της εικόνας και του χάρτη οφείλονται:

- Στη διαφορά χωρικής ανάλυσης της εικόνας κανάβου (30m) και του διανυσματικού δασικού χάρτη (1:20.000), με αποτέλεσμα να υπάρχουν αποκλίσεις μεταξύ των ορίων των μονάδων χαρτογραφικής αποτύπωσης των χρήσεων/κάλυψης γης
- Στις πιθανές μεταβολές στην έκταση και κατάσταση της βλάστησης μεταξύ των δυο ημερομηνιών λήψης της δορυφορικής εικόνας και σύνταξης του δασικού χάρτη.
- Σε προβλήματα μη ορθής ταξινόμησης της εικόνας που σχετίζονται με κάποιες κατηγορίες χρήσεων/κάλυψης γης, όπως για παράδειγμα η κατηγορία “άλλη βλάστηση”, η οποία περιέχει τους θαμνώνες, τους βοσκοτόπους και όλες τις περιοχές με χαμηλή βλάστηση, πλην των γεωργικών καλλιεργειών.
- Στην αποτύπωση στο δασικό χάρτη μόνο των οικισμών, με αποτέλεσμα να μην αποτυπώνονται οι άγονες εκτάσεις μικρής επιφάνειας, οι οποίες όμως εμφανίζονται στη δορυφορική εικόνα.
- Στη διαφορετική ερμηνεία, αναγνώριση και αποτύπωση ορισμένων κατηγοριών ταξινόμησης πάνω στους δασικούς χάρτες. Για παράδειγμα, μια χορτολιβαδική έκταση με μια μικρή συστάδα δένδρων μπορεί να ταξινομηθεί ως δάσος στο χάρτη και ως “άλλη βλάστηση” στην εικόνα. Σημειώνεται εδώ επιπλέον ότι για τα πολύγωνα που αποτυπώνονται στο χάρτη ως μικτή βλάστηση, χρησιμοποιήθηκε μόνο το κυρίαρχο είδος στη σύγκριση χάρτη-εικόνας κατά τον έλεγχο της ακριβείας ταξινόμησης.

Διάκριση των τύπων χρήσεων/κάλυψης γης με την αντικειμενοστραφή μέθοδο ταξινόμησης.

Για την εφαρμογή της αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης απαιτείται αρχικά η κατάτμηση της εικόνας (segmentation) σε μικρότερα αντικείμενα (image objects). Σε τμήματα δηλαδή με κοινά χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά δεν αναφέρονται μόνο στις φασματικές τιμές των μονάδων της εικόνας (spectral homogeneity), αλλά και στην ομοιογένεια σχήματος και μεγέθους (shape homogeneity) των αντικειμένων. Η κατάτμηση της εικόνας καθορίζεται από έναν συντελεστή “scale”, ο οποίος θέτει τη μέγιστη επιτρεπτή ετερογένεια μεταξύ των τμημάτων (image objects). Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός ο συντελεστής, τόσο μεγαλύτερα γίνονται τα τμήματα της εικόνας. Μετά την κατάτμηση της εικόνας, τα τμήματα αποκτούν αυτόματα οντότητα σε ένα πλέγμα, στο οποίο το κάθε τμήμα αντιλαμβάνεται τη θέση του ως προς τα γειτονικά του τμήματα και περιέχει πληροφορία για το περι-

εχόμενό του, η οποία θα αναλυθεί παρακάτω στο επόμενο βήμα της ταξινόμησης.

Το αποτέλεσμα της κατάτμησης της εικόνας παρουσιάζεται στην Εικόνα 2. Ο συντελεστής “scale” που προαναφέρθηκε πήρε την τιμή 10 και είναι ο ίδιος για τους 7 διαύλους της εικόνας (6 δίαυλοι του LANDSAT TM και ο NDVI). Η ετερογένεια καθορίστηκε σε ποσοστό 80% από τις φασματικές τιμές και κατά 20% από το σχήμα – μέγεθος των αντικειμένων.



Εικόνα 2. Το αποτέλεσμα της κατάτμησης της εικόνας με στοιχείο βάσης το εικονοστοιχείο

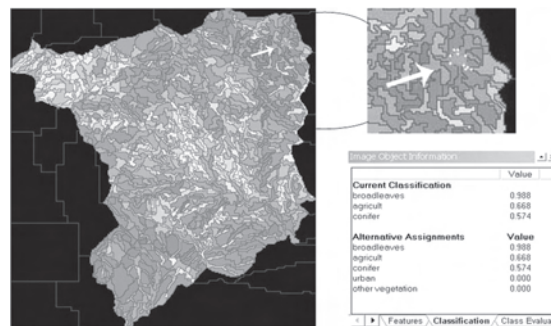
Το επόμενο βήμα μετά την κατάτμηση της εικόνας, ήταν η συλλογή δειγμάτων για την κάθε κατηγορία ταξινόμησης. Οι κατηγορίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι ίδιες όπως στην περίπτωση της μέγιστης πιθανοφάνειας: βλάστηση κωνοφόρων, βλάστηση πλατυφύλλων, καλλιέργειες, άλλη βλάστηση και άγρονα – οικισμοί (Εικόνα 3). Για την ταξινόμηση της εικόνας εφαρμόστηκε ο αλγόριθμος της πλησιέστερης γειτονίας (near neighbour), ο οποίος, με βάση τα δείγματα που πάρθηκαν, κατέταξε τα τμήματα της εικόνας με παρόμοια χαρακτηριστικά στις παραπάνω κατηγορίες ταξινόμησης. Το κάθε αντικείμενο – τμήμα της εικόνας καταχωρήθηκε στην κάθε κατηγορία ταξινόμησης λαμβάνοντας μια τιμή από 0 (καθόλου συμμετοχή) μέχρι 1 (πλήρης συμμετοχή).



| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ/ΚΑΛΥΨΗΣ | ΧΡΩΜΑ |
|--------------------------|-------|
| Κωνοφόρα | |
| Πλατύφυλλα | |
| Καλλιέργειες | |
| Άλλη βλάστηση | |
| Άγρονα - Οικισμοί | |

Εικόνα 3. Αντικειμενοστραφής ταξινόμηση της δορυφορικής εικόνας.

Στην ταξινομημένη εικόνα η κάθε κατηγορία περιέχει ένα σετ “ασαφών” εκφράσεων, οι οποίες καθορίζουν αν ένα τμήμα της εικόνας θα ταξινομηθεί στην υπόψη κατηγορία ή αλλού. Τελικά το κάθε τμήμα της εικόνας καταχωρείται σε μια κατηγορία με βάση το μέγιστο βαθμό συμμετοχής της στο σύνολο του τμήματος και έπονται οι εναλλακτικές καταχωρήσεις στις κατηγορίες που συμμετέχουν σε μικρότερο βαθμό. Για παράδειγμα το τμήμα εικόνας που εμφανίζεται στην Εικόνα 4, έχει καταχωρηθεί στην κατηγορία “πλατύφυλλα”. Και αυτό, γιατί για την κατηγορία αυτή παίρνει την τιμή 0,988. Στο ίδιο τμήμα εικόνας περιέχεται η κατηγορία “καλλιέργειες” με τιμή 0,668 και η κατηγορία “κωνοφόρα” με τιμή 0,574, αλλά αυτές οι κατηγορίες αναγνωρίζονται με μικρότερο βαθμό συμμετοχής.



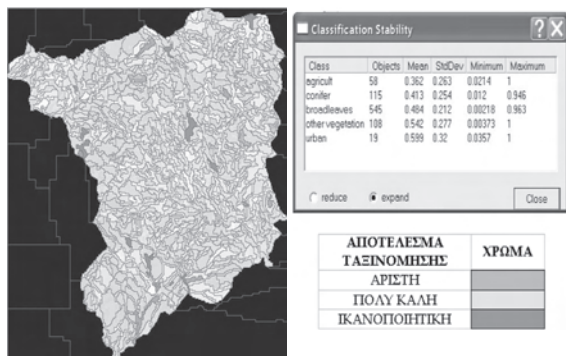
Εικόνα 4. Δείγμα ταξινόμησης ενός τμήματος της δορυφορικής εικόνας στην κατηγορία “πλατύφυλλα”.

Κατά τον έλεγχο της ακρίβειας, εκτός από τις κλασικές μεθόδους εκτίμησης της ακρίβειας ταξινόμησης, εφαρμόστηκαν και ειδικότερες μέθοδοι, που βασίζονται σε κανόνες ασαφούς λογικής (Mitri, 2002). Σύμφωνα δηλαδή με την αντικειμενοστραφή ταξινόμηση, το κάθε αντικείμενο της εικόνας δεν καταχωρείται σε μια και μόνο κατηγορία ταξινόμησης, αλλά δίνεται σε αυτό μια λεπτομερής λίστα με τις τιμές του βαθμού συμμετοχής όλων των κατηγοριών στο υπόψη αντικείμενο. Γι’ αυτό και δεν αρκεί μόνο, για ένα αντικείμενο, η ύπαρξη μιας κατηγορίας με υψηλό βαθμό συμμετοχής που πλησιάζει την τιμή 1, αλλά είναι αναγκαία η ύπαρξη διαφοράς στην τιμή μεταξύ της πρώτης και δεύτερης σε σειρά κατηγορίας (eCognition 2001), όπως για παράδειγμα στη συγκεκριμένη εφαρμογή, τα πλατύφυλλα έχουν βαθμό συμμετοχής 0,988 ως

κύρια κατηγορία ταξινόμησης και ακολουθούν οι καλλιέργειες με βαθμό συμμετοχής 0,668. Η διαφορά αυτή είναι ένα μέτρο διακριτότητας των κατηγοριών. Μικρή διαφορά μεταξύ της πρώτης και δεύτερης κατηγορίας, με βαθμό συμμετοχής πάνω από 0,8 για την κάθε μία, υποδηλώνει μικρή διακριτότητα μεταξύ των κατηγοριών ταξινόμησης στο συγκεκριμένο αντικείμενο εικόνας.

Αρχικά η ταξινόμηση ελέγχθηκε ως προς τη “σταθερότητα” (“classification stability”). Η “σταθερότητα” της ταξινόμησης αναφέρεται στη διαφορά των τιμών της πρώτης και δεύτερης προτιμότερης καταχώρησης στις κατηγορίες ταξινόμησης. Αν η διαφορά αυτή είναι μικρή, τότε η ταξινόμηση δεν είναι ικανοποιητικά σαφής. Στην Εικόνα 5 παρουσιάζεται το αποτέλεσμα του ελέγχου σταθερότητας της ταξινόμησης.

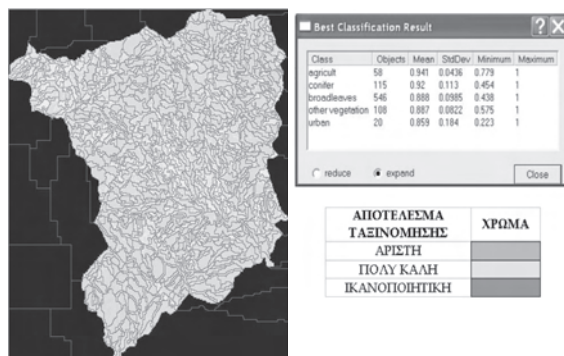
Χρησιμοποιώντας ως αλγόριθμο ταξινόμησης αυτόν της πλησιέστερης γειτονίας, συχνά αποδίδονται στα αντικείμενα υψηλές τιμές βαθμού συμμετοχής για περισσότερες από μια κατηγορίες, ανάλογα με το συντελεστή “function slope”, ο οποίος υπολογίζει τις τιμές των αντικειμένων με βάση την απόστασή τους από το πλησιέστερο δείγμα ταξινόμησης στο γράφημα. Για πολλά αντικείμενα της εικόνας, η δεύτερη προτιμώμενη καταχώρηση πλησιάζει την τιμή της πρώτης, εξαιτίας της ίσης απόστασης του αντικειμένου από δύο διαφορετικές κατηγορίες ταξινόμησης. Η μέση “σταθερότητα” ταξινόμησης μπορεί να βελτιωθεί μικραίνοντας το συντελεστή “function slope”. Πάντως αυτό δεν επηρεάζει στην ουσία το αποτέλεσμα της ταξινόμησης, αφού διαφοροποιεί την απόσταση μεταξύ των δύο προτιμώμενων καταχωρήσεων για ένα αντικείμενο, χωρίς όμως να αλλάζει τη σειρά των βαθμών συμμετοχής των κατηγοριών.



Εικόνα 5. Έλεγχος της “σταθερότητας” της ταξινόμησης

Το αποτέλεσμα της “άριστης ταξινόμησης” ερμηνεύει στατιστικά την καταχώρηση του κάθε αντικειμένου στην κατηγορία με το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής.

Το αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής εμφανίζεται στην Εικόνα 6. Αν το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής πλησιάζει την τιμή 1, τότε έχουμε άριστη ταξινόμηση. Όσο το ποσοστό συμμετοχής της επικρατέστερης κατηγορίας μικραίνει, μειώνεται η ακρίβεια ταξινόμησης. Στην Εικόνα 6 διαπιστώνεται πως όλα τα αντικείμενα έχουν ταξινομηθεί ικανοποιητικά, κρίνοντας από τις μέσες τιμές τους και την τυπική απόκλιση.



Εικόνα 6. Έλεγχος του αποτελέσματος άριστης ταξινόμησης.

Βέβαια, εκτός από τις παραπάνω μεθόδους ελέγχου των αποτελεσμάτων ταξινόμησης, κρίθηκε αναγκαία η εκτίμηση της ακρίβειας ταξινόμησης με τη βοήθεια των κλασικών μεθόδων. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκαν τυχαία 300 δειγματοληπτικά σημεία πάνω στην εικόνα από όλες τις κατηγορίες χρήσης/ κάλυψης, τα οποία προσδιορίστηκαν με ακρίβεια στον ψηφιακό χάρτη βλάστησης του Παν/κού δάσους Ταξιάρχη. Μετά τη σύγκριση προέκυψε ο συγκεντρωτικός Πίνακας 2.

Η εκτίμηση της ακρίβειας ταξινόμησης της εικόνας, ιδιαίτερα αυτή του κατασκευαστή, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, έδωσε γενικά ικανοποιητικά ποσοστά ακρίβειας. Τα μεγαλύτερα απ’αυτά παρατηρούνται στις εκτάσεις του δάσους κωνοφόρων και πλατυφύλλων και στις γεωργικές καλλιέργειες. Τα δειγματοληπτικά σημεία που χαρακτηρίζονται ως “άλλη βλάστηση” και οι άγονες εκτάσεις με τους οικισμούς που αποτυπώνονται στην εικόνα, συμφωνούν μερικώς με τα στοιχεία των δασικών χαρτών της περιοχής.

Πίνακας 2. Εκτίμηση της ακρίβειας ταξινόμησης με τη μέθοδο της αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης χρησιμοποιώντας δειγματοληπτικά σημεία από τον ψηφιακό χάρτη βλάστησης της περιοχής μελέτης.

| Κατηγορίες ταξινόμησης | Δεδομένα αναφοράς | Δεδομένα ταξινόμησης | Αριθμός σωστά ταξινομημένων εικονοστοιχείων | Ακρίβεια κατασκευαστή | Ακρίβεια χρήστη | Kappa |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|---|-----------------------|-----------------|--------|
| Κωνοφόρα | 53 | 53 | 49 | 92,45% | 92,45% | 0,9083 |
| Πλατύφυλλα | 188 | 200 | 183 | 97,34% | 91,50% | 0,7723 |
| Καλλιέργειες | 15 | 18 | 15 | 100,00% | 83,33% | 0,8246 |
| Άλλη βλάστηση | 40 | 22 | 22 | 55,00% | 100,00% | 1,0000 |
| Άγωνα-οικισμοί | 4 | 7 | 3 | 75,00% | 42,86% | 0,4208 |
| Συνολική ακρίβεια ταξινόμησης | | | | 90,67 % | | 0,8265 |

Ταξινόμηση μέγιστης πιθανοφάνειας έναντι αντικειμενοστραφούς

Η μέγιστη πιθανοφάνεια και η αντικειμενοστραφής ταξινόμηση είναι δύο από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μεθόδους χαρτογράφησης των κατηγοριών χρήσης/κάλυψης γης. Η αντικειμενοστραφής ταξινόμηση είναι μια σχετικά νέα μέθοδος, η οποία αναπτύχθηκε με σκοπό να ξεπεράσει τα προβλήματα και τους περιορισμούς που προκύπτουν από τις παραδοσιακές μεθόδους χαρτογράφησης των χρήσεων/κάλυψης γης. Οι κυριότερες διαφορές μεταξύ των δύο μεθόδων είναι περιληπτικά οι εξής:

- Η αντικειμενοστραφής ταξινόμηση δεν χρησιμοποιεί μεμονωμένα εικονοστοιχεία για την ταξινόμηση της εικόνας, όπως η μέγιστη πιθανοφάνεια, αλλά αντικείμενα εικόνας, τα οποία έχουν εξαχθεί προηγουμένως με τη διαδικασία της κατάτμησης της εικόνας.
- Η ταξινόμηση με βάση το εικονοστοιχείο χρησιμοποιεί τη φασματική πληροφορία η οποία αντιπροσωπεύεται από τις τιμές ανάκλασης στον κάθε διάυλο της εικόνας, ενώ στην αντικειμενοστραφή ταξινόμηση, εκτός των διαύλων της εικόνας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες παράμετροι, όπως το ανάγλυφο, η φωτεινότητα, άλλα δεδομένα GIS κ.λπ. Έτσι αποτυπώνεται σε μεγαλύτερο βαθμό και με μεγαλύτερη ακρίβεια η πληροφορία, η οποία δεν είναι δυνατό με τις παραδοσιακές μεθόδους χαρτογράφησης να διοχετευθεί απευθείας στα εικονοστοιχεία.
- Η μέγιστη πιθανοφάνεια είναι περισσότερο

εφαρμόσιμη σε περιοχές όπου οι εναλλαγές των κατηγοριών χρήσεων/κάλυψης γης είναι σχετικά περιορισμένες, διατηρώντας σαφή και πεπερασμένα όρια και γενικά κάποια ομοιομορφία ως προς τις κατηγορίες αυτές, ενώ δεν ανταποκρίνεται πλήρως σε περιοχές, όπου οι χρήσεις/κάλυψη γης ποικίλουν σημαντικά, όπως στα Μεσογειακά οικοσυστήματα όπου τα περισσότερα εικονοστοιχεία δεν είναι αμιγή.

- Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης είναι ότι λαμβάνει υπόψη, πέρα από τις φασματικές υπογραφές των κατηγοριών χρήσης/κάλυψης γης, το σχήμα, τον τόνο, το εμβαδόν, το περιεχόμενο και την υφή των διαφορετικών αντικειμένων της εικόνας. Τα αντικείμενα εικόνας δηλαδή, διαθέτουν πέρα από την τιμή λαμπρότητας, τα στατιστικά στοιχεία των εικονοστοιχείων, καθώς και πληροφορίες χωρικής μορφής και τοπολογίας, οι οποίες δεν χρησιμοποιούνται κατά την ταξινόμηση με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας.
- Επιπλέον, με την αντικειμενοστραφή ταξινόμηση γίνεται εξαγωγή της επιθυμητής πληροφορίας σε διαφορετικές κλίμακες, ανάλογα με το μέγεθος των αντικειμένων που κατασκευάζονται. Η δε ταξινόμηση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διάφορα επίπεδα ξεκινώντας από μια χονδροειδή ταξινόμηση και συνεχίζοντας σε άλλες πιο λεπτομερείς υποκατηγορίες. Αντίθετα, η μέγιστη πιθανοφάνεια πραγματοποιείται μια φορά απ' ευθείας για όλα τα εικονοστοιχεία και όλες τις επιθυμητές κατηγορίες ταξινόμησης.

- Η αντικειμενοστραφής ταξινόμηση βασίζεται σε κανόνες ασαφούς λογικής, με τους οποίους εκφράζεται η πιθανότητα ένα αντικείμενο να καταχωρηθεί σε μια κατηγορία ταξινόμησης. Επίσης, η διαφορά μεταξύ πρώτης και δεύτερης εναλλακτικής καταχώρησης είναι μια σημαντική ένδειξη εγκυρότητας των αποτελεσμάτων ταξινόμησης. Αντίθετα κατά την εφαρμογή της μέγιστης πιθανοφάνειας το κάθε εικονοστοιχείο είτε καταχωρείται είτε όχι σε μια κατηγορία ταξινόμησης.
- Με την εφαρμογή των δύο μεθόδων ταξινόμησης στη δορυφορική εικόνα LANDSAT του Πανεπιστημιακού δάσους Ταξιάρχη, προέκυψαν 5 κατηγορίες χρήσεων/κάλυψης γης, οι οποίες σε σχέση με τον ψηφιακό δασικό χάρτη παρουσίασαν ακρίβεια σε ποσοστά 84,33% και 90,67% αντίστοιχα, για τη μέγιστη πιθανοφάνεια και την αντικειμενοστραφή μέθοδο.

Συμπεράσματα

Η εφαρμογή της κλασικής μεθόδου ταξινόμησης με τη μέγιστη πιθανοφάνεια στη δορυφορική εικόνα LANDSAT TM-5 έδωσε, σε γενικές γραμ-

μές, καλά αποτελέσματα για τη χαρτογράφηση των 5 κατηγοριών χρήσεων/κάλυψης γης (κωνοφόρα, πλατύφυλλα, καλλιέργειες, άλλη βλάστηση και άγονα - οικισμοί) που επιλέχθηκαν για το Πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη. Επίσης το ποσοστό της συνολικής ακρίβειας έφτασε το 84,33%.

Η χρήση της αντικειμενοστραφούς ταξινόμησης, βελτίωσε τα αποτελέσματα ταξινόμησης επιτυγχάνοντας ταύτιση με το δασικό ψηφιακό χάρτη σε ποσοστό 90,67%. Σημειώνεται ότι η χρήση κατά την ταξινόμηση κανόνων ασαφούς λογικής και η χρησιμοποίηση, πέρα από τις φασματικές υπογραφές των κατηγοριών χρήσεων/κάλυψης γης του σχήματος, του τόνου, του εμβαδού, του περιεχομένου και της υψής των διαφορετικών αντικειμένων της εικόνας, βελτίωσαν την ανάλυση της εικόνας και την ταξινόμηση αυτής, με τρόπο που θα ήταν αδύνατη με τις παραδοσιακές μεθόδους ταξινόμησης. Τέλος, η ταξινόμηση του κάθε αντικειμένου με βάση το μέγιστο βαθμό συμμετοχής περιόρισε τον αριθμό των σφαλμάτων και συνέβαλλε σε μια πιο αντικειμενική αποτύπωση της κατάστασης της βλάστησης και γενικά όλων των χρήσεων/κάλυψης γης.

Comparative evaluation of techniques of digital image classification of satellite data for landuse/landcover mapping

Argyroula I. Koutroumbi¹, Ioannis Z. Gitas², Michalis A. Karteris³

SUMMARY

Landuse/landcover mapping is the basic prerequisite for the development of projects for the rational management of natural resources. The aim of this work was to investigate the potential of using new techniques of digital image analysis for the most accurate landuse/landcover mapping, compared to the usual image classification methods. Particularly, the maximum likelihood method was applied in satellite data of the University forest of Taxiarchis from the LANDSAT Thematic Mapper, after the Normalized Vegetation Index (NDVI) was incorporated in the image as a new channel. For comparison reasons, a relatively new method

¹ Forest Engineer, PhD Candidate, Faculty of Rural and Surveying Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, Benizelou 3, 42100 Trikala, tel.: 2431039079, fax: 2431038070, e-mail: alinakt@tee.gr

² Lecturer, Laboratory of Forest Management and Remote Sensing, Faculty of Forest and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki.

³ Professor, Laboratory of Forest Management and Remote Sensing, Faculty of Forest and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki.

was applied in the adapted satellite image, called the object – oriented image classification, which is based on fuzzy logic, is applied in image objects and allows the integration of a broad spectrum of different object features, such as spectral values, shape and texture to describe and distinguish classes. The extracted types of landuse/landcover were: conifers, broadleaves, agricultural land, other vegetation and urban-bare land. The accuracy results of the techniques were 84,33% and 90,67% respectively, when compared to the digital forest maps of the Greek Forest Service.

Key words: Landuse/landcover mapping, Remote Sensing, LANDSAT, Image Classification, Object Oriented Image Classification.

Βιβλιογραφία

- Bastin, L., 1997. *Comparison of fuzzy c-means classification, linear mixture modelling and MLC probabilities as tools for unmixing coarse pixels*. International Journal of Remote Sensing 18 (17), 3629-3648.
- Benson, A.S., and S.D., DeGloria, 1985. *Interpretation of Landsat-4 thematic mapper and multispectral scanner data for forest surveys*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 51, 1281-1289.
- Benz Ursula, P. Hofmann, G. Willhauck, Iris Lingenfelder and M. Heynen, 2004. *Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information*. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 58 (2004) 239-258.
- Cohen, J., 1960. A coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement. 20(1): 37-40.
- Congalton, R.G., 1991. *A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data*. Remote Sensing of Environment, 37: 35-46.
- Chavez, P.S.Jr., 1984. *Digital processing techniques for image mapping with Landsat TM and SPOT simulator data*. Proceedings of the 18th International Symposium on Remote Sensing of Environment held in Paris, France, in 1984 (Ann Arbor: Environmental Research Institute of Michigan), pp.101-116.
- Dickinson, G.C., 1979. *Maps and Aerial Photographs*. 2nd edit. J. Wiley and Sons, New York, 348 pp.
- Echols, P.F., B.E., Ruth, D.M., Jordan and J.D. Degner, 1986. *Landsat TM data analysis within the Suwannee river basin*. Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, held in Washington D.C. in 1986. Vol. 5 (Falls Church: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing), pp. 162-171.
- eCognition 2001, *User Guide*. Definiens, Munchen. <http://www.definiens.com/register/index.html>
- ERDAS, 2003. *ErdasField Guide*. Fourth Edition. ERDAS INC., Atlanta. United States.
- Gitas, I. Z., C.G. Karydas and G.V. Kazakis, 2003. *Land cover mapping of Mediterranean landscapes using SPOT4 Xi and IKONOS imagery; A preliminary investigation*. Options Méditerranéennes, Série B, n° 46.
- Horler, D. and F. Ahern, 1986. *Forestry information content of Thematic Mapper data*. International Journal of Remote Sensing, Vol. 7, No. 3, pp. 405-428.
- Jensen, J. R., 1986. *Introductory digital image processing*. A Remote Sensing Perspective. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Karteris, M.A. 1990. *The utility of digital Thematic Mapper data for natural resources classification*. International Journal of Remote Sensing 11, (9): 1589-1598.
- Καρτέρης, Μ.Α., 1995-96. *Τηλεπισκόπηση Φυσικών Πόρων και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών*, Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Θεσσαλονίκη.
- Καρτέρης, Μ.Α., 1999. *Τηλεπισκόπηση Περιβάλλοντος*. Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Τμήμα Δασολογίας & Φυσ.Περ/ντος, Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής & Τηλεπισκόπησης.
- Καρτέρης, Μ. Α. και Ν. Κούτσιος, 1996. *Αξιολόγηση Δεδομένων Μεθόδων Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών στη Χαρτογράφηση Δασικής Καύσιμης Ύλης*. Τελική έκθεση. Πρόγραμμα ΠΕΝΕΔ 91 ΕΔ 332 Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Latty, R.S. and R.M. Hoffer, 1981. *Waveband evaluation of proposed Thematic Mapper in forest cover classification*. Technical Report 041581, Laboratory for Applications of Remote Sensing, Purdue University, W. Lafayette, Indiana.

- Mitri, G. H., 2002. *The Development of An Object-Oriented Classification Model for Burned Area Mapping on the Mediterranean Island of Thasos Using Landsat TM Imagery*. Master Thesis, Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Crete, Greece, pp 112.
- Nelson, R.F., R.S., Latty and G. Mott, 1984. *Classifying northern forests using thematic mapper simulator data*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 50, 607-617.
- Rosenfield, G., and K. Fitzpatrick-Lins, 1986. *A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 52(2): 223-227.
- Settle, J.J. and N.A., Drake, 1993. *Linear mixing and the estimation of ground cover proportions*. International Journal of Remote Sensing, 14, 1159-1177.
- Shen, S.S, G.D., Badhwar and J.G. Carnes, 1985. *Separability of boreal forest species in the lake Jenette Area, Minnesota*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 51, 1775-1783.
- Ταμείον Διοικήσεως και Διαχειρίσεως Πανεπιστημιακών Δασών, 2001. *Διαχειριστικό Σχέδιο Πανεπιστημιακού Δάσους Ταξιάρχη – Βραστάμων 2002–2011. Α' γενικό μέρος*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Διοίκηση Δάσους Ταξιάρχη – Βραστάμων.
- Tilton, E.L. III, 1983. *Information extraction from thematic mapper data*. Proceedings of the 34th Congress of the International Astronautical Federation held in Budapest, Hungary, pp. 6.
- Trolier, L.J., W.R., Philipson and W.D. Philpot, 1986. *Landsat TM images for hydrologic land use and cover*. Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing held in Washington D.C., in 1986, Vol. 5, pp. 269-278.
- Ueno, S., Y., Kawata and T., Iusaka, 1985. *Optimum classification of Landsat thematic mapper data for ecological study*. Proceedings of the 19th International Symposium on Remote Sensing of Environment, held in Ann Arbor, Michigan (Ann Arbor: Environmental Research Institute of Michigan), pp. 533-544.
- Υπουργείο Γεωργίας, 2004. www.minagric.gr

Διάκριση δένδρων χαλεπίου πεύκης σύμφωνα με το διαθέσιμο φορτίο της εναέριας καύσιμης ύλης

Ι.Α. Μητσόπουλος¹, Α.Π. Δημητρακόπουλος¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σαράντα αντιπροσωπευτικά δένδρα χαλεπίου πεύκης διαχωρίστηκαν σε ομάδες σύμφωνα με το διαθέσιμο φορτίο της εναέριας καύσιμης ύλης τους, εφαρμόζοντας μεθόδους πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης (ανάλυση σε συστάδες, διαχωριστική ανάλυση) στα δενδρομετρικά χαρακτηριστικά τους (στηθιαία διάμετρος, ηλικία, ύψος του δένδρου, μήκος κόμης, πλάτος κόμης και ύψος έναρξης της κόμης). Η ανάλυση διέκρινε τρεις ομάδες χαμηλού (1,29 kg – 8,45 kg), μέσου (13,1 kg – 19,25 kg) και υψηλού (21,98 kg – 50,65 kg) φορτίου διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης. Συστάδες χαλεπίου πεύκης που αποτελούνται από δένδρα με υψηλό φορτίο διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης παρουσιάζουν μεγάλη θερμοκή ενταση και υψηλό μήκος φλογών κατά τη διάρκεια πυρκαγιών κόμης καθιστώντας έτσι τη δασοπροσβεση εξαιρετικά δύσκολη. Η στηθιαία διάμετρος ήταν ο πλέον σημαντικός παράγοντας για το διαχωρισμό των δένδρων σε ομάδες. Έτσι, καθίσταται εφικτή η αποτίμηση της διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης έχοντας μετρήσεις μόνο των κοινών δενδρομετρικών χαρακτηριστικών των δένδρων (στηθιαία διάμετρος, ύψος, μήκος και πλάτος κόμης). Η μέθοδος αυτή καθιστά δυνατή την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη θερμοκή ενταση μιας ενδεχόμενης πυρκαγιάς κόμης σε δάση χαλεπίου πεύκης στο πεδίο, με βάση το φορτίο της εναέριας καύσιμης ύλης.

Λέξεις κλειδιά: Εναέρια καύσιμη ύλη, ανάλυση σε συστάδες, διαχωριστική ανάλυση, χαλέπιος πεύκη.

Εισαγωγή

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μια σημαντική διαταραχή που επηρεάζει τη δυναμική της μεσογειακής βλάστησης και του μεσογειακού τοπίου (Davis 1998). Τα δάση χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis* Mill.) είναι ιδιαίτερα εύφλεκτα και αντιπροσωπεύουν το 1/3 της συνολικά καμένης έκτασης στη Μεσογειακή Λεκάνη (Le Houerou 1974, Quezel 2000). Στην Ελλάδα, αποτελούν το 8,72% της συνολικής έκτασης των δασών της χώρας. Κατά την περίοδο 1980-1996 σε δάση χαλεπίου πεύκης συνέβησαν συνολικά 1638 πυρκαγιές (11,15% του συνόλου των δασικών πυρκαγιών) που έκαψαν συνολικά 83410 εκτάρια (16% της συνολικά καμένης έκτασης). Κατά μέσο όρο, ετησίως καίγεται το 2,85% της συνολικής έκτασης των δασών χαλεπίου πεύκης στην Ελλάδα (Dimitrakopoulos 2001α).

Η πρόγνωση της συμπεριφοράς των πυρκαγιών κόμης είναι χρήσιμη για τον σχεδιασμό της ορθολογικής κατάσβεσής τους (Graham et al. 1999), για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της διαχείρισης της καύσιμης ύλης (Stephens 1998) και για την οργάνωση του δασοπροσβεστικού αγώνα (Scott 1999, Scott and Reinhardt 2001, Fule et al. 2001, Fule et al.

2002, Keyes and O'Hara 2002).

Μετά τη μετάδοση της πυρκαγιάς από τα επιφανειακά καύσιμα στην κόμη των δένδρων, έχει παρατηρηθεί ότι αυξάνεται η ταχύτητα διάδοσής της, η θερμοκή ενταση και η πιθανότητα δημιουργίας νέων εστιών πυρκαγιών (Wade and Ward 1973, Simard et al. 1983). Οι πυρκαγιές κόμης είναι δύσκολο να αντιμετωπιστούν με άμεση προσβολή των δασοπροσβεστικών δυνάμεων (Albini and Stocks 1986, Alexander 2000) και είναι υπεύθυνες για το μεγαλύτερο ποσοστό καμένων εκτάσεων σε δάση κωνοφόρων (Anderson 1968, Simard et al. 1983, Albini 1984, Graham 2003).

Το φορτίο της καύσιμης ύλης εξαρτάται από την παραγωγικότητα του σταθμού, τα δασοπονικά είδη, την ταχύτητα συσσώρευσης (ή αποσύνθεσης) της καύσιμης ύλης (Brown et al. 1982). Η δασική καύσιμη ύλη στην επιφάνεια του εδάφους έχει εκτιμηθεί με απογραφή της καύσιμης ύλης (Brown et al. 1982, Dimitrakopoulos 2002), φωτοσειρές (Stocks et al. 1990, Ottmar et al. 1998, Δημητρακόπουλος κ.α. 2001) και μοντέλα παλινδρόμησης (Marsden-Smedley and Catchpole 1995, Fernandes and Rego 1998 Xanthopoulos and Manasi 2002). Αντίθετα, λίγες εργασίες

¹ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Υλωρικής

υπάρχουν για την εκτίμηση του φορτίου της εναέριας καύσιμης ύλης (Brown 1978, Stocks 1980, Johnson et al. 1990). Η εναέρια καύσιμη ύλη των δένδρων εκτιμάται με μοντέλα παλινδρομησης που βασίζονται στην εκτίμηση της βιομάζας (καύσιμης ύλης) των δένδρων με βάση τα δενδρομετρικά χαρακτηριστικά τους (Baskerville 1972, Mouer 1981, Grigal and Kernik 1984). Πρόσφατα, η δημιουργία μοντέλων πρόγνωσης της πιθανότητας έναρξης και της ταχύτητας διάδοσης πυρκαγιών κόμης προϋποθέτουν ως εισαγωγικό στοιχείο την εκτίμηση και απογραφή του φορτίου της εναέριας καύσιμης ύλης σε κωνοφόρα δάση (Cruz et al. 2003, Cruz et al. 2004, Cruz et al. 2005).

Ως διαθέσιμο φορτίο εναέριας καύσιμης ύλης (available crown fuel load) ορίζεται το ποσοστό των συνολικών εναέριων καυσίμων που μπορεί να καούν σε μια πυρκαγιά κόμης (Scott and Reinhardt 2001). Εξαιτίας των μικρών χρόνων παραμονής του φλεγόμενου μετώπου και των υψηλών ταχυτήτων που παρατηρούνται στις πυρκαγιές κόμης, η διαθέσιμη εναέρια καύσιμη ύλη που καταναλώνεται από την πυρκαγιά είναι κυρίως το φύλλωμα και ένα μέρος από τα μικρά κλαδιά διαμέτρου μέχρι 0,6 cm (Call and Albin 1997, Scott and Reinhardt 2001, Stocks et al. 2004). Οι Van Wagner (1977), Stocks (1980) και Albin and Stocks (1986) αναφέρουν ότι σε πυρκαγιές κόμης καίγεται μόνο το φύλλωμα των δένδρων. Οι Scott and Reinhardt (2001) αναφέρουν ότι καίγεται το φύλλωμα και περίπου το ήμισυ από τα κλαδιά διαμέτρου 0,0-0,6 cm. Το μοντέλο των Call and Albin (1997) υποθέτει ότι εκτός από το φύλλωμα καίγονται και τα 2/3 των κλαδιών διαμέτρου 0,0-0,6 cm. Παρατηρήσεις επί της κατανάλωσης της εναέριας καύσιμης ύλης από τις πυρκαγιές που διενεργήθηκαν κατά τη διάρκεια του Διεθνούς Πειράματος Μοντελοποίησης Πυρκαγιών Κόμης καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι, εκτός από

το φύλλωμα, καίγονται όλα τα κλαδιά διαμέτρου 0,0-0,5 cm καθώς και ένα μικρό ποσοστό από τα κλαδιά διαμέτρου 0,5-1,0 cm (Stocks et al. 2004).

Σκοπός της εργασίας είναι η διάκριση σε αντιπροσωπευτικές ομάδες των δένδρων χαλεπίου πεύκης στην Ελλάδα με βάση την διαθέσιμη εναέρια καύσιμη ύλη της κόμης τους, χρησιμοποιώντας πολυμεταβλητές στατιστικές μεθόδους.

Υλικά - Μέθοδοι

Ως περιοχή δειγματοληψίας των δένδρων χαλεπίου πεύκης επιλέχθηκε η περιοχή του Δασοαρχείου Λίμνης στη Βόρειο Εύβοια, όπου η χαλέπιος πεύκη βρίσκεται σε άριστες συνθήκες ανάπτυξης (Αθανασιάδης 1986, Ντάφης 1987). Οι μετρήσεις της εναέριας καύσιμης ύλης πραγματοποιήθηκαν στο κοινοτικό δάσος Μαντουδίου και στο δημόσιο δάσος της Λίμνης.

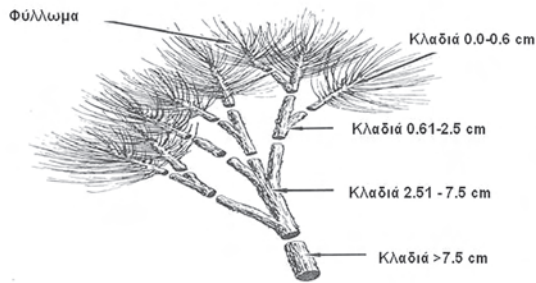
Σαράντα (40) άτομα χαλεπίου πεύκης επιλέχθηκαν με τυχαία δειγματοληψία για τη μέτρηση της εναέριας καύσιμης ύλης. Αποκλείστηκαν δένδρα με ύψος κάτω των 3 m, με στρεβλούς κορμούς ή διχάλες, χωρίς φύλλωμα και χωρίς κορυφές (Brown 1978, Stocks 1980, Johnson et al. 1990). Ο πίνακας I παρουσιάζει τα περιγραφικά στατιστικά των δενδρομετρικών χαρακτηριστικών των δένδρων χαλεπίου πεύκης που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της εναέριας καύσιμης ύλης. Πριν την υλοτομία των δένδρων μετρήθηκε με παχύμετρο η σθηθιαία διάμετρος. Ως πλάτος κόμης ελήφθη ο μέσος όρος της ελάχιστης και μέγιστης διαμέτρου κόμης που μετρήθηκαν κάτω από την κόμη με μετροταινία. Μετά την υλοτομία των δένδρων, μετρήθηκε από τους ετήσιους αυξητικούς δακτυλίους η ηλικία τους. Το ύψος έναρξης της κόμης, το μήκος ζωντανής κόμης και το συνολικό ύψος εκάστου δένδρου μετρήθηκαν με μετροταινία, μετά τη ρύψη των δένδρων.

Πίνακας I. Περιγραφικά στατιστικά των δενδρομετρικών χαρακτηριστικών των 40 δένδρων χαλεπίου πεύκης που χρησιμοποιήθηκαν στην στατιστική ανάλυση.

Table I. Descriptive statistics of Aleppo pine sample trees used in the statistical analysis.

| | Σθηθιαία διάμετρος (cm) | Ύψος (m) | Ηλικία (έτη) | Μήκος κόμης (m) | Ύψος έναρξης κόμης (m) | Πλάτος κόμης (m) |
|--------------------------|-------------------------|----------|--------------|-----------------|------------------------|------------------|
| Μέσος όρος | 28,9 | 13,2 | 30,8 | 10,1 | 3,1 | 4,8 |
| Εύρος | 49 | 19 | 42 | 14,5 | 9 | 9,4 |
| Ελάχιστο | 7 | 5 | 12 | 3,5 | 0,5 | 1,4 |
| Μέγιστο | 56 | 24 | 54 | 18 | 9,5 | 10,8 |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου | 14,2 | 5,2 | 12,9 | 3,4 | 2,4 | 3,3 |
| Τυπικό σφάλμα | 2,3 | 0,8 | 2 | 0,5 | 0,4 | 0,5 |

Αρχίζοντας από την κορυφή του δένδρου κόπηκαν όλα τα κλαδιά και διαχωρίστηκαν με χρήση βερνιέρου, με βάση τα διεθνή πρότυπα (Brown 1978), σε χλωρές πευκοβελόνες και σε κλαδιά κατηγοριών διαμέτρου 0,0-0,6 cm, 0,61-2,5 cm, 2,51-7,5 cm και >7,5 cm. Το σχήμα 1 απεικονίζει τις διάφορες κατηγορίες δασικής εναέριας καύσιμης ύλης με βάση τη διάμετρό τους.



Σχήμα 1. Κατηγορίες εναέριας καύσιμης ύλης
Figure 1. Crown fuel components

Ακολούθησε ζύγιση με φορητό ηλεκτρονικό ζυγό ακρίβειας 5 gr για όλες τις κατηγορίες διαμέτρου της εναέριας καύσιμης ύλης. Ο προσδιορισμός της περιεχόμενης υγρασίας της καύσιμης ύλης έγινε με την ξήρανση δειγμάτων στους 105⁰ C για 48 ώρες (Agee 1983). Στη συνέχεια, έγινε αναγωγή του χλωρού βάρους της καύσιμης ύλης σε ξηρό βάρος ανά κατηγορία διαμέτρου με τον προσδιορισμό του περιεχόμενου υγρασίας:

$$\text{όπου: } \Pi \text{ Y} = \frac{\text{X B} - \Xi \text{ B}}{\Xi \text{ B}} \times$$

Π.Υ. = το περιεχόμενο υγρασίας της εναέριας καύσιμης ύλης (ποσοστό επί του ξηρού βάρους, %)

X.B. = το χλωρό βάρος της καύσιμης ύλης (gr)

Ξ.Β. = το ξηρό βάρος της καύσιμης ύλης μετά τη ξήρανση (gr)

Ως διαθέσιμο φορτίο εναέριας καύσιμης ύλης θεωρήθηκε το άθροισμα του φορτίου των βελονών και των κλαδιών κατηγορίας διαμέτρου 0,0-0,6 cm.

Η διάκριση των ατόμων χαλεπίου πεύκης σε ομάδες σύμφωνα με το διαθέσιμο φορτίο της εναέριας καύσιμης ύλης τους, έγινε με την χρήση δύο

πολυμεταβλητών στατιστικών μεθόδων: Ιεραρχική ανάλυση κατά συστάδες (Hierarchical Cluster Analysis) και διαχωριστική ανάλυση (Canonical Discriminant Analysis).

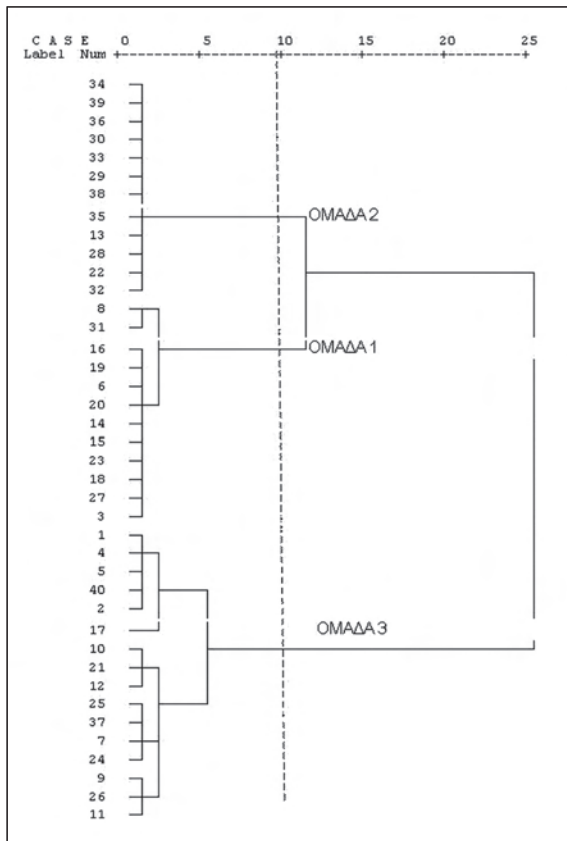
Η ανάλυση κατά συστάδες είναι μια στατιστική μέθοδος που σκοπό έχει να κατατάξει σε ομάδες τις υπάρχουσες παρατηρήσεις χρησιμοποιώντας τις τιμές ορισμένων μεταβλητών τους. Η μέθοδος εξετάζει την ομοιότητα ορισμένων παρατηρήσεων ως προς κάποιες μεταβλητές και δημιουργεί ομάδες από όμοιες παρατηρήσεις. Για να δημιουργηθούν ομάδες από άτομα χαλεπίου πεύκης που έχουν όμοιες τιμές εναέριας καύσιμης ύλης χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο το τετράγωνο της Ευκλείδειας απόστασης (Fowler et al. 1998). Για τη διάκριση σε ομάδες χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Ward, σύμφωνα με την οποία η απόσταση μεταξύ των ομάδων υπολογίζεται ως το άθροισμα των τετραγώνων των αποστάσεων από τον κοινό μέσο της ομάδας (Σιάρδος 1999).

Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας τις ομάδες των ατόμων που προέκυψαν από την ιεραρχική ανάλυση κατά συστάδες (Hierarchical Cluster Analysis), διενεργήθηκε διαχωριστική ανάλυση (Canonical Discriminant Analysis).

Σκοπός της διαχωριστικής ανάλυσης είναι η δημιουργία συναρτήσεων που περιγράφουν ένα σύνολο παρατηρήσεων οι οποίες είναι χωρισμένες σε ομάδες και στη συνέχεια η ταξινόμηση νέων ατόμων στις ομάδες αυτές. Η ανάλυση έγινε με το στατιστικό προγράμμα SPSS ver. 12 (Norusis 1997).

Αποτελέσματα- Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης κατά συστάδες των ατόμων χαλεπίου πεύκης σε σχέση με το διαθέσιμο φορτίο της εναέριας καύσιμης ύλης συνοψίζονται στο σχήμα 2. Προέκυψαν σε ευκλείδεια απόσταση 10, τρεις ομάδες: Η πρώτη ομάδα αποτελείται από δώδεκα άτομα με χαμηλό φορτίο διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης από 1,29 kg έως 8,45 kg, με μέση τιμή 3,3 kg και τυπικό σφάλμα 0,67. Η δεύτερη ομάδα αποτελείται από δώδεκα άτομα με μέσο φορτίο διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης από 13,1 kg έως 19,25 kg, με μέση τιμή 16,8 kg και τυπικό σφάλμα 0,59. Η τρίτη ομάδα αποτελείται από δεκαέξι άτομα με υψηλό φορτίο διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης με εύρος από 21,98 kg έως 50,65 kg, με μέση τιμή 38,06 kg και τυπικό σφάλμα 2,05.

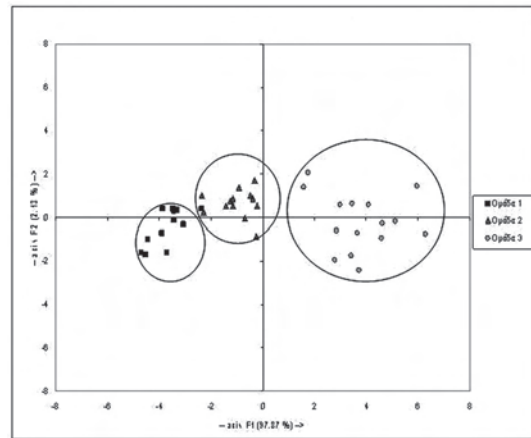


Σχήμα 2. Ανάλυση κατά συστάδες των δένδρων χαλεπίου πεύκης με βάση το διαθέσιμο φορτίο της εναέριας καύσιμης ύλης

Figure 2. Dendrogram of cluster analysis of Aleppo pine trees according to their available crown fuel load

Οι μέσοι όροι των δενδρομετρικών χαρακτηριστικών των ατόμων χαλεπίου πεύκης στις τρεις ομάδες που δημιουργήθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα II.

Εφαρμόζοντας τη διαχωριστική ανάλυση στις παραπάνω ομάδες ατόμων χαλεπίου πεύκης υπολογίστηκαν οι διαχωριστικοί βαθμοί (discriminant scores), οι δύο διαχωριστικές συναρτήσεις (discriminant functions) που χαρακτηρίζουν τις ομάδες καθώς και οι συντελεστές τους για κάθε μεταβλητή (discriminant function coefficients). Οι δυο διαχωριστικές συναρτήσεις (Function 1 και 2) ερμηνεύουν αθροιστικά το 100% της διακύμανσης. Το σχήμα 3 παρουσιάζει το διάγραμμα των σημείων (scatter plot) όπου διακρίνονται χωρικά οι τρεις ομάδες, που προέκυψαν από την ανάλυση κατά συστάδες.



Σχήμα 3. Διάγραμμα σημείων (scatter plot) των αποτελεσμάτων της διαχωριστικής ανάλυσης σε δένδρα χαλεπίου πεύκης

Figure 3. Scatter plot of the discriminant analysis results

Η στηθιαία διάμετρος αλλά και τα υπόλοιπα δενδρομετρικά χαρακτηριστικά (μήκος κόμης, ύψος δένδρου, πλάτος κόμης) ήταν σημαντικοί παράγοντες στο διαχωρισμό των ατόμων. Το ύψος έναρξης κόμης δεν φαίνεται να συνεισφέρει στην ομαδοποίηση. Η ηλικία των ατόμων αποκλείστηκε από την ανάλυση ως δύσκολα μετρήσιμο χαρακτηριστικό στο πεδίο.

Η πρώτη διαχωριστική συνάρτηση ερμηνεύει σχεδόν το σύνολο (97,87%) της διακύμανσης και έχει τη μέγιστη θετική συσχέτιση (+0,554) με τη στηθιαία διάμετρο:

$$\text{Can1: } 0,554(\text{DBH})+0,312(\text{H})+0,116(\text{CL})+0,276(\text{CW})$$

Όπου, Can1 = πρώτη διαχωριστική συνάρτηση της διαχωριστικής ανάλυσης, DBH = στηθιαία διάμετρος του δένδρου (cm), H = ύψος του δένδρου (cm), CL = μήκος κόμης του δένδρου (m), CW = πλάτος κόμης του δένδρου (m).

Η διαχωριστική ανάλυση επιβεβαίωσε το διαχωρισμό των ατόμων χαλεπίου πεύκης σε τρεις ομάδες αναλόγως του βάρους της διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης, που προέκυψε από την ανάλυση κατά συστάδες. Η πρώτη διαχωριστική συνάρτηση, που ερμηνεύει το 97,87% της διακύμανσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ταξινόμηση των ατόμων χαλεπίου πεύκης σε μια από τις τρεις ομάδες που προέκυψαν. Έτσι, καθίσταται εφικτή η αποτίμηση της διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης έχοντας μετρήσεις μόνο των κοινών δενδρομετρικών χαρακτη-

Πίνακας II. Δενδρομετρικά χαρακτηριστικά των τριών ομάδων που προέκυψαν από την ανάλυση σε συστάδες των δένδρων χαλεπίου πεύκης με κριτήριο το διαθέσιμο φορτίο της εναέριας καύσιμης ύλης.

Table II. Dendrometric characteristics of the three groups of Aleppo pine trees according to their available crown fuel load, as distinguished by cluster analysis.

| Ομάδα 1 | Χαμηλό φορτίο διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης 1,29 kg – 8,45 kg | | | | | | | |
|---------------|---|----------|--------------|-----------------|------------------------|------------------|--------------------|----------------------------|
| | Στηθιαία διάμετρος (cm) | Ύψος (m) | Ηλικία (έτη) | Μήκος κόμης (m) | Ύψος έναρξης κόμης (m) | Πλάτος κόμης (m) | Βάρος βελονών (kg) | Βάρος κλαδιών 0,0-0,6 (kg) |
| Ελάχιστο | 7 | 5 | 12 | 3,5 | 0,5 | 1,4 | 0,89 | 0,4 |
| Μέγιστο | 21 | 9 | 24 | 8 | 3 | 1,9 | 4,82 | 3,62 |
| Μέσος όρος | 13,6 | 7,4 | 17,6 | 6,1 | 1,3 | 1,6 | 2,06 | 1,22 |
| Τυπικό σφάλμα | 1,1 | 0,4 | 1,1 | 0,5 | 0,2 | 0,0 | 0,36 | 0,31 |
| Ομάδα 2 | Μέσο φορτίο διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης 13,1 kg – 19,25 kg | | | | | | | |
| | Στηθιαία διάμετρος (cm) | Ύψος (m) | Ηλικία (έτη) | Μήκος κόμης (m) | Ύψος έναρξης κόμης (m) | Πλάτος κόμης (m) | Βάρος βελονών (kg) | Βάρος κλαδιών 0,0-0,6 (kg) |
| Ελάχιστο | 19 | 7,5 | 14 | 6,5 | 0,5 | 1,8 | 7,98 | 4,52 |
| Μέγιστο | 28 | 16 | 36 | 12,5 | 5 | 4,3 | 12,05 | 7,66 |
| Μέσος όρος | 23,3 | 11,8 | 26 | 9,9 | 1,9 | 3,3 | 10,14 | 6,68 |
| Τυπικό σφάλμα | 0,9 | 0,7 | 1,9 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,37 | 0,29 |
| Ομάδα 3 | Υψηλό φορτίο διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης (21,98 kg – 50,65 kg) | | | | | | | |
| | Στηθιαία διάμετρος (cm) | Ύψος (m) | Ηλικία (έτη) | Μήκος κόμης (m) | Ύψος έναρξης κόμης (m) | Πλάτος κόμης (m) | Βάρος βελονών (kg) | Βάρος κλαδιών 0,0-0,6 (kg) |
| Ελάχιστο | 32 | 10 | 28 | 8 | 2 | 4,8 | 14,86 | 7,12 |
| Μέγιστο | 56 | 24 | 54 | 18 | 9,5 | 10,8 | 26,30 | 24,35 |
| Μέσος όρος | 44,4 | 18,2 | 43,8 | 12,9 | 5,3 | 8,4 | 21,03 | 17,03 |
| Τυπικό σφάλμα | 1,7 | 0,8 | 1,8 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,83 | 1,31 |

ριστικών των δένδρων (στηθιαία διάμετρος, ύψος, μήκος και πλάτος κόμης). Συστάδες χαλεπίου πεύκης που αποτελούνται από δένδρα με υψηλό φορτίο διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης παρουσιάζουν μεγάλη θερμοκή ένταση και υψηλό μήκος φλογών κατά τη διάρκεια πυρκαγιών κόμης καθιστώντας έτσι τη δασοπυρόσβεση εξαιρετικά δύσκολη (Byram 1959, Thomas 1963).

Στον ελληνικό χώρο, επί του παρόντος, δεν υπάρχουν δημοσιευμένες εργασίες με μετρήσεις της εναέριας καύσιμης ύλης δένδρων χαλεπίου πεύκης.

Πολυμεταβλητή στατιστική ανάλυση χρησιμοποίησε ο Dimitrakopoulos (2001β) για την ταξινόμηση φυτικών ειδών με βάση την ευφλεκτικότητα τους, καθώς και η Γκόγκη (2004) για την εύρεση των κοινών χαρακτηριστικών των μεγάλων πυρκαγιών στην Ελλάδα.

Με τη μέθοδο της παρούσας εργασίας καθίσταται δυνατή η αποτίμηση της διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης των δένδρων και, ως εκ τούτου, η επικινδυνότητα των συστάδων όσον αφορά το ενδεχόμενο μιας καταστρεπτικής πυρκαγιάς κόμης.

Συμπεράσματα

Η διάκριση των δένδρων χαλεπίου πεύκης σύμφωνα με το διαθέσιμο φορτίο της εναέριας καύσιμης ύλης τους, με τη χρήση πολυμεταβλητών στατιστικών μεθόδων (ανάλυση κατά συστάδες, διαχωριστική ανάλυση) στα δενδρομετρικά τους

χαρακτηριστικά, διέκρινε τρεις ομάδες χαμηλού (1,29 kg – 8,45 kg), μέσου (13,1 kg – 19,25 kg) και υψηλού (21,98 kg – 50,65 kg) φορτίου διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης. Βρέθηκε ότι, η στηθιαία διάμετρος, το ύψος, το μήκος και το πλάτος της κόμης, έχουν την ισχυρότερη θετική συσχέτιση με το διαθέσιμο φορτίο της κόμης των πεύκων. Από την εξίσωση της διαχωριστικής ανάλυσης, μπορεί να ταξινομηθεί κάθε άτομο χαλεπίου πεύκης με βάση το φορτίο της διαθέσιμης εναέριας καύσιμης ύλης του σε μια από τις τρεις ομάδες με βάση τα δενδρομετρικά του χαρακτηριστικά. Η διάκριση των πεύκων με βάση το διαθέσιμο φορτίο της εναέριας καύσιμης ύλης, είναι δυνατόν να συνεισφέρει στην πρόγνωση της συμπεριφοράς πυρκαγιών κόμης σε συστάδες χαλεπίου πεύκης και, ως εκ τούτου, στον ορθολογικό σχεδιασμό του αντιπυρικού αγώνα. Πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα ότι η παρούσα μελέτη αφορά κυρίως την περιοχή έρευνας (Βόρεια Εύβοια). Τυχόν εφαρμογή της σε άλλες περιοχές της Ελλάδος πρέπει να συνοδεύεται από συμπληρωματικές, τουλάχιστον, δειγματοληψίες στις περιοχές αυτές.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε το προσωπικό του Δασορχείου Λίμνης Ευβοίας, καθώς και το δασικό συνεταιρισμό Μαντουδίου Ευβοίας για την παραχώρηση κάθε είδους βοήθειας σχετική με την εργασία πεδίου.

Classification of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) trees according to their available crown fuel load in Greece (Northern Evia)

Ioannis D. Mitsopoulos¹, A.P. Dimitrakopoulos¹

SUMMARY

Forty Aleppo pine trees were classified into groups according to their available crown fuel load, by applying multivariate statistical methods (Hierarchical Cluster Analysis and Canonical Discriminant Analysis) on the values of their most significant dendrometric parameters (diameter at breast height, age, tree height, live crown base height, live crown length, crown width). The analysis indicated three groups with low (1,29 kg – 8,45 kg), medium (13,1 kg – 19,25 kg) and high (21,98 kg – 50,65 kg) available crown fuel load. Aleppo pine stands with high available crown fuel load present high intensity crown fire potential. Diameter at breast height was the major dendrometric parameter distinguishing the sampled trees into the three groups. Based

¹ Laboratory of Forest Protection, School of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, P.O.Box: 228, 54124 Thessaloniki, Greece, e-mail: ioanmits@for.auth.gr

on the statistical classification, meaningful explanations of the available crown fuel load differences among Aleppo pine trees were deduced. Further validation may render the method widely applicable for the qualitative assessment of Aleppo pine available crown fuel load, without extensive crown fuel sampling in the field.

Key words: crown fuels, cluster analysis, canonical discriminant analysis, Aleppo pine

Βιβλιογραφία

- Agee, J., 1983. Fuel weights of understory-grown conifers in southern Oregon. *Canadian Journal of Forest Research* 13: 648-656.
- Αθανασιάδης, Ν., 1986. Δασική Βοτανική. Μέρος II. Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη. σελ.309.
- Albini, F.A., 1984. Wildland fires. *American Scientist* 72: 590-597.
- Albini, F.A., Stocks, B.J., 1986. Predicted and observed rates of spread of crown fires in immature Jack pine. *Combustion Science and Technology* 48: 65-76.
- Alexander, M.E., 2000. Fire behaviour as a factor in forest and rural fire suppression. *Forest Research, Rotorua*, in association with the New Zealand Fire Service Commission and National Rural Fire Authority, Wellington. *Forest Research Bulletin No. 197, Forest and Rural Fire Scientific and Technical Series, Report No. 5.* 28 p.
- Anderson, H.E., 1968. Sundance fire: an analysis of fire phenomena. USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Research Paper INT-56, Ogden, Utah. 39p.
- Baskerville, G.L., 1972. Use of logarithmic regression in the estimation of plant biomass. *Canadian Journal of Forest Research* 2: 49-53.
- Brown, J.K., 1978. Weight and Density of Crowns of Rocky Mountains Conifer. USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Research Paper INT-197, Ogden, Utah. 56p.
- Brown, J.K., Oberhue, R.D., Johnston, C.M., 1982. Handbook for inventorying surface fuel and biomass in the interior west. USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Research Paper INT-129, Ogden, Utah. 48p.
- Byram, G.M., 1959. Combustion of forest fuels. In: Davis K.P. (ed.), *Forest Fire: control and use*. New York, McGraw Hill Book Co, pp. 61-89.
- Call, P., Albini, F.A., 1997. Aerial and surface consumption in crown fires. *International Journal of Wildland Fire* 7(3): 259-264.
- Cruz M.G., Alexander M.E., Wakimoto R.H., 2003. Assessing canopy fuel stratum characteristics in crown fire prone fuel types of western North America. *International Journal of Wildland Fire* 12: 39-50.
- Cruz, M.G., Alexander, M.E., Wakimoto, R.H., 2004. Modeling the likelihood of crown fire occurrence in conifer forest stands. *Forest Science* 50: 640-658.
- Cruz, M.G., Alexander, M.E., Wakimoto, R.H., 2005. Development and testing of models for predicting crown fire rate of spread in conifer forest stands. *Canadian Journal of Forest Research* 35: 1926-1939.
- Γκόγκη, Κ., 2004. Χαρακτηριστικά των μεγάλων δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα κατά τη περίοδο 1990-2003. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. σελ 122.
- Davis, G., 1998. Landscapes and biodiversity in Mediterranean-type ecosystems: The role of changing fire regimes. In: Moreno J.M. (ed.), *Large Forest Fires*, Backhuys Publishers, Leiden. pp. 109-131.
- Dimitrakopoulos, A.P., 2001α. PYROSTAT -- a computer program for forest fire data inventory and analysis in Mediterranean countries. *Environmental Modelling and Software* 16(4): 351-359.
- Dimitrakopoulos, A.P., 2001β. A statistical classification of Mediterranean species based on their flammability components. *International Journal of Wildland Fire* 10: 113-118.
- Dimitrakopoulos, A.P., 2002. Mediterranean fuel models and potential fire behavior in Greece. *International Journal of Wildland Fire* 11: 127-130.
- Δημητράκοπουλος, Α. Π., Violeta Mateeva, Γαβριήλ Ξανθόπουλος, 2001. Μοντέλα καύσιμης ύλης μεσογειακών τύπων βλάστησης της Ελλάδος. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, Σειρά VI, Τόμος 12, Τεύχος 3/2001. σελ: 192-206.
- Fernandes, P., Rego, F.C., 1998. Equations for fuel loading estimation in shrub communities dominated by *Chamaespartium tridentatum* and *Erica*

- umbelata. *In:* Viegas D.X., (ed.), Proceedings of the 3rd International Conference on Forest Fire Research-14th Conference on Fire and Forest Meteorology, Volume II, Luso, Portugal. pp. 2553-2564.
- Fowler, J., Cohen, L., Jarvis, P., 1998. Practical statistics for field biology. Second Edition. John Wiley and Sons, England. 259p.
- Fule, P.Z., Covington, W.W., Smith, H.B., Springer, J.D., Heinlein, T.A., Huisinga, K.D., Moore, M.M., 2002. Comparing ecological restoration alternatives: Grand Canyon, Arizona. *Forest Ecology and Management* 170: 19-41.
- Fule, P.Z., McHugh, C, Heinlein, T.A., Covington, W.W., 2001. Potential fire behavior is reduced following forest restoration treatments. *In:* Vance R.K., Edminster C.B., Covington W.W. and Blake .A., (eds.), Proceedings of Ponderosa Pine Ecosystems Restoration and Conservation. USDA, Forest Service, Rocky Mountain Research Station RMRS-P-22, Ogden, Utah. pp. 28-35
- Graham, R.T., 2003. Hayman fire case study. USDA, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report RMRS-GTR-114, Fort Collins. 396p.
- Graham, R.T., Harvey, A.E., Jain, T.B., Tonn, J.R., 1999. The effects of thinning and similar stand treatments on fire behavior in Western forests. USDA, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, General Technical Report PNW GTR-463, Portland. 27p.
- Grigal, D.F., Kernik, L.K., 1984. Generality of black spruce biomass estimation equations. *Canadian Journal of Forest Research* 14: 486-470.
- Johnson, A., Woodard, P., Titus, S., 1990. Lodgepole pine and white spruce crown fuel weights predicted from diameter at breast height. *Forestry Chronicle*: 596-599.
- Keyes, C.R., O'Hara, K.L., 2002. Quantifying stand targets for silvicultural prevention of crown fires. *Western Journal of Applied Forestry* 17: 101-109.
- LeHouerou, H. N., 1974. Fire and vegetation in the Mediterranean Basin. *Proceedings of the Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference* 13: 237-277.
- Marsden-Smedley, J., Catchpole, W.R., 1995. Fire behavior modeling in Tasmanian Buttongrass Moorlands II. *International Journal of Wildland Fire* 5(4): 215-228.
- Moeur, M., 1981. Crown width and foliage weight of Northern Rocky Mountain conifers. USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Research Paper INT-283.14p.
- Norusis, M.J., 1997. SPSS professional statistics. SPSS Inc., Chicago. 376p.
- Ντάφης, Σ., 1987. Οικολογία των δασών Χαλεπίου και Τραχειάς πεύκης. Πρακτικά Επιστημονικής Συνάντησης, Χαλκίδα, 30 Σεπτεμβρίου-2 Οκτωβρίου 1987, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. σελ.17-25.
- Otrmar, R.D., Vilnanek, R.E., Wright, C.S., 1998. Stereo photoseries for quantifying natural fuels. Vol I: Mixed conifer with mortality, Western Juniper, Sagebrush and grasslands types in the Interior Pacific Northwest. PMS 830. NFES 2580. Boise, Idaho: National Wildfire Coordinating Group. National Interagency Fire Center. 73p.
- Quezel, P., 2000. Taxonomy and biogeography of Mediterranean pine species. *In:* Ne'eman G. and Trabaud L (eds.), Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and Pinus brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin. Backhuys Publishers, Leiden. pp. 1-12.
- Scott, J.H., 1999. NEXUS: a system for assessing crown fire hazard. *Fire Management Notes*. 59(2): 20-24.
- Scott, J.H., Reinhardt, E.D., 2001. Assessing crown fire potential by linking models of surface and crown fire potential. USDA, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Research Paper RMRS-29, Fort Collins, USA. 59p.
- Σιάροδος, Γ.Κ., 1999. Μέθοδοι πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης. Μέρος 1ο: Διερεύνηση σχέσεων μεταξύ μεταβλητών. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη. σελ. 232.
- Simard, A.J., Haines, D.A., Blank, R.W., Frost, J.S., 1983. The Mack Lake Fire. USDA, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, General Technical Report NC-83, St.Paul, Minnesota. 36p.
- Stephens, S.L., 1998. Evaluation of the effects of silvicultural and fuels treatments on potential fire behavior in Sierra Nevada mixed conifer forests. *Forest Ecology and Management* 105: 21-35.
- Stocks, B.J., 1980. Black spruce fuel weights in northern Ontario. *Canadian Journal of Forest Research* 10: 498-501.
- Stocks, B.J., Alexander, M.E., Wotton, B.M., Steiner, C.N., Flannigan, M.D., Taylor, S.W., 2004. Crown fire behaviour in a northern jack pine -

- black spruce forest. Canadian Journal of Forest Research 34: 1548-1560.
- Stocks, B.J., McRae, D.J., Lynham, T.J., Hartley, G.R., 1990. A photo-series for assessing fuels in natural forest stands in northern Ontario. Canada Forest Service. Ontario. 34p.
- Thomas, P.H., 1963. The size of flames from natural fires. In: Proceedings of 9th International Symposium on Combustion Processes. Academic Press, New York. pp. 844-859.
- Van Wagner, C.E., 1977. Conditions of the start and spread of crown fires. Canadian Journal of Forest Research 7: 23-34.
- Wade, D.D., Ward, D.E., 1973. An analysis of the Air Force Bomb Range Fire. USDA, Forest Service, Southeast Forest and Range Experiment Station, Research Paper SE-105, Asheville, North Carolina. 38p.
- Xanthopoulos, G. , Manasi, M. 2002. A practical methodology for the development of shrub fuel models for fire behavior prediction. In: Viegas X. (ed.), Proceedings of the IV International Conference on Forest Fire Research, 2002 Wildland Fire Safety Summit, Luso, Coimbra, Portugal, 18-23 November 2002. Rotterdam, Netherlands. Millpress, 2002: p. 1-12. 164.

Συνδυασμένη επίδραση υπερβόσκησης και πυρκαγιών στην παραγωγή των λιβαδιών του όρους Ψηλορείτη

Β.Π. Παπαναστάσης¹, Σ. Κυριακάκης², Γ. Καζάκης³ και Μ. Abid³

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή μελετήθηκε η συνδυασμένη επίδραση της υπερβόσκησης και των πυρκαγιών σε φρυγανολίβαδα και ποολίβαδα. Η έρευνα έγινε την 3ετία 1996-1998 και περιέλαβε τη μέτρηση της υπέργειας βιομάζας σε 30 αντιπροσωπευτικές θέσεις των λιβαδικών εκτάσεων του Ψηλορείτη στο τέλος της αυξητικής περιόδου. Η μέση υπέργεια βιομάζα της 3ετίας ανήλθε σε 425 χλγ./στρέμμα περίπου, από τα οποία μόνο τα 125 χλγ. ήταν ποώδης, ενώ τα υπόλοιπα 300 χλγ. ήταν ξυλώδης βιομάζα. Από τη συνολική βιομάζα, μόνο τα 191 χλγ./στρέμμα ήταν ετήσια παραγωγή, ενώ τα υπόλοιπα 234 χλγ./στρέμμα ήταν παραγωγή παρελθόντων ετών. Στα φρυγανολίβαδα, η υπερβόσκηση ευνόησε τα φρύγανα σε βάρος της ποώδους βλάστησης. Όταν όμως συνδυάστηκε με πυρκαγιές, μειώθηκε σημαντικά τόσο η ξυλώδης όσο και η ποώδης βλάστηση. Αντίθετα στα ποολίβαδα, η υπερβόσκηση επηρέασε αρνητικά τόσο τα ποώδη όσο και τα ξυλώδη φυτά, προφανώς γιατί τα τελευταία είναι επιθυμητά στα ζώα, σε αντίθεση με τα ξυλώδη είδη των φρυγανολιβαδων, τα οποία είναι ανεπιθύμητα. Συμπεραίνεται ότι δυσμενείς επιδράσεις στη λιβαδική παραγωγή προκαλούνται στα μεν ποολίβαδα μόνο με την υπερβόσκηση, ενώ στα φρυγανολίβαδα, όταν η υπερβόσκηση συνδυάζεται και με τις πυρκαγιές.

Λέξεις κλειδιά: Ζωντανή βιομάζα, Κρήτη, νεκρή βιομάζα, ποολίβαδα, φρυγανολίβαδα.

1. Εισαγωγή

Η γενική άποψη που επικρατεί είναι ότι η υπερβόσκηση έχει αρνητικές επιδράσεις στα φυσικά οικοσυστήματα της Μεσογείου (Thirwood 1981, Tsoumis 1985, Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992). Η άποψη αυτή όμως έχει αμφισβητηθεί τα τελευταία χρόνια με το επιχείρημα ότι, αν ήταν ορθή, δεν θα υπήρχε τόσο μεγάλη βιοποικιλότητα στα οικοσυστήματα της Μεσογειακής λεκάνης, τα οποία υπερβόσκονται κατά κανόνα εδώ και πολλές χιλιάδες χρόνια (Perevolotski and Seligman 1998). Παρόμοιες απόψεις ισχύουν και για τις πυρκαγιές. Η φωτιά αποτελεί οικολογικό παράγοντα του Μεσογειακού περιβάλλοντος, οπότε τα φυτά και η βλάστηση έχουν προσαρμοστεί και αναπτύξει μηχανισμούς αντοχής ή αποφυγής των δυσμενών επιδράσεων των πυρκαγιών (Naveh 1974, Naveh and Lieberman 1994, Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Το όρος Ψηλορείτης της Κρήτης αποτελεί μια

ιδανική περιοχή για τη διερεύνηση των παραπάνω απόψεων. Τούτο διότι το ορεινό αυτό συγκρότημα διαθέτει μια μακρά ιστορία ανθρώπινων δραστηριοτήτων, συμπεριλαμβανομένης και της κτηνοτροφίας, οι οποίες έχουν προκαλέσει υποβάθμιση των λιβαδικών οικοσυστημάτων και ερημοποίηση (Lyrintzis and Papanastasis 1995, Papanastasis 1998). Η εργασία αυτή είχε ως σκοπό τη μελέτη της συνδυασμένης επίδρασης της υπερβόσκησης και των πυρκαγιών, δυο κυρίαρχων ανθρώπινων δραστηριοτήτων στις χώρες της Μεσογείου, στην υπέργεια βιομάζα των λιβαδικών οικοσυστημάτων του Ψηλορείτη.

2. Υλικά και μέθοδοι

Ο Ψηλορείτης είναι το ψηλότερο βουνό της Κρήτης (2456 μ.). Κυρίαρχο πέτρωμα αποτελούν οι ασβεστόλιθοι, οι οποίοι δημιουργούν αβαθή, κυρίως ερυθρόμορφα εδάφη (Papanastasis 1998). Το κλίμα του Ψηλορείτη είναι υγρό Μεσογειακό με μέσο ετή-

¹ Σχολή Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη, 2310- 998933, fax: 2310-992721 E-mail: vpapan@for.auth.gr

² Δ/ση Δασών Χανίων, Χρυσόπηγή, 73100, Χανιά

³ Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων, Αλούλλιο Αγοροκηπίου, 73100, Χανιά

σιο ύψος κατακρημνισμάτων μεγαλύτερο των 950 χλσ. (Πίνακας Ι). Το μεγαλύτερο μέρος αυτών των κατακρημνισμάτων πέφτει τη χειμερινή περίοδο με τη μορφή χιονιού που καλύπτει το βουνό σχεδόν μέχρι το τέλος του Απριλίου, ενώ η θερινή περίοδος (Ιούνιος-Σεπτέμβριος) είναι ουσιαστικά άνυδρη.

(Menjli 1994). Η βοσκοφόρτωση αυτή είναι τουλάχιστο 4 φορές μεγαλύτερη από τη βοσκοϊκανότητα, πράγμα που σημαίνει υπερβόσκηση (Papanastasis et al. 1990). Επιπλέον, τα φρυγανολίβαδα συχνά καίγονται από τους κτηνοτρόφους για να ελεγχθούν τα ξυλώδη φυτά και ευνοηθούν τα ποώδη που είναι

Πίνακας Ι. Μηνιαία κατακρημνίσματα κατά την 5ετία 1995-99*.
Table I. Monthly precipitation during the 5-years period 1995-99.

| ΜΗΝΑΣ | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|-------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ | 130,3 | 263,9 | 137,1 | 143,4 | 265,6 |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | 34,5 | 170 | 159,4 | 101,8 | 58 |
| ΜΑΡΤΙΟΣ | 104,9 | 151,9 | 314,7 | 323,1 | 129 |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ | 24 | 49,1 | 16 | 55,8 | 47,6 |
| ΜΑΙΟΣ | 2 | 13 | 4 | 78,2 | 0 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 1,6 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 3,2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 13,4 | 73,8 | 2 | 0 | 17 |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | 34,9 | 118,2 | 245,4 | 20,7 | 55 |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | 100,3 | 51,8 | 136,5 | 169,2 | 27,3 |
| ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | 74,3 | 136,2 | 168,8 | 405,6 | 154,3 |
| Σύνολο | 523,4 | 1027,9 | 113,9 | 1298,8 | 753,8 |

*Πηγή: Μετεωρολογικός Σταθμός ΥΕΒ (Δήμος Ανωγείων) – http://ims.forth.gr/joinr_projects/emeric/index_meteo.php

Τα λιβάδια του Ψηλορείτη αποτελούνται από φρυγανολίβαδα και ποολίβαδα. Τα πρώτα είναι ο κυρίαρχος τύπος βλάστησης που καλύπτει το 63% του βουνού και απαντά κυρίως σε επικλινείς και βραχώδεις περιοχές, όπου φύονται αγκαθωτά ή αρωματικά φρυγανικά είδη, γνωστά για το διμορφισμό και την ευφλεκτικότητα τους (Papanastasis 1977). Κυρίαρχα είδη είναι τα *Sarcopoterium spinosum*, *Euphorbia acanthothamnus* και *Thymus capitatus*. Τα ποολίβαδα περιορίζονται κυρίως σε δολίνες και επίπεδες εκτάσεις, με σχετικά βαθύ έδαφος, οι οποίες καλύπτουν μόνο το 0,49% του βουνού και κυριαρχούνται από ετήσια και πολυετή ποώδη φυτά (Egli 1991). Κύρια είδη είναι τα *Centaurea idaea*, *Crepis neglecta* και *Dactylis glomerata*. Εντούτοις όμως απαντούν στα ποολίβαδα και ορισμένα φρυγανικά είδη, όπως είναι η *Ononis spinosa*.

Τα λιβάδια του Ψηλορείτη είναι κοινόχρηστες εκτάσεις, οι οποίες βόσκονται από πρόβατα και αίγες, από το Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο, με μια μέση βοσκοφόρτωση ίση με 4,6 μικρά ζώα/εκτάριο/έτος

επιθυμητά στα πρόβατα. Οι καμένες εκτάσεις υπερβόσκονται μετά την πυρκαγιά από πρόβατα. Η πρακτική αυτή της καύσης είναι σπάνια στα ποολίβαδα.

Το 1996, επελέγησαν 30 επιφάνειες με έκταση ένα στρέμμα η καθεμιά σε υψόμετρα από 750 μέχρι 1650 μ., οι οποίες αντιπροσώπευαν υπερβόσκημένες ή προστατευμένες από τη βόσκηση περιοχές καθώς και καμένες ή άκαυτες. Από αυτές, οι 20 ανήκαν σε φρυγανολίβαδα και οι υπόλοιπες 10 σε ποολίβαδα. Οι αβόσκητες επιφάνειες τοποθετήθηκαν σε περιφραγμένες εκτάσεις 5 στρεμμάτων περίπου, οι οποίες είχαν εγκατασταθεί από τη Διεύθυνση Δασών Ρεθύμνου πριν από 5-6 έτη για λόγους προστασίας από τη βόσκηση. Οι καμένες επιφάνειες είχαν ηλικία 1-10 έτη σύμφωνα με πληροφορίες των ίδιων των κτηνοτρόφων και δικές μας εκτιμήσεις. Γενικά, κατέστη δυνατόν να βρεθούν καμένες και υπερβόσκημένες επιφάνειες, αλλά όχι καμένες και προστατευμένες από τη βόσκηση. Η προσπάθειά μας να εγκαταστήσουμε τέτοιες επιφάνειες με περίφραξη, όπου θα εφαρμόζαμε και καύση, απέτυχε γιατί οι κτηνοτρό-

φοι του Ψηλορείτη δεν είναι φιλικοί στις απαγορευσεις. Η κατανομή των 30 επιφανειών στους δύο

χειρισμούς της καύσης και στους δύο χειρισμούς της βόσκησης φαίνεται στον πίνακα II.

Πίνακας II. Κατανομή των 30 πειραματικών επιφανειών μεταξύ των διαφόρων χειρισμών.

Table II. Distribution of the 30 experimental sites among the various treatments.

| ΤΥΠΟΣ ΛΙΒΑΔΙΟΥ | ΠΥΡΚΑΓΙΑ | ΥΠΕΡΒΟΣΚΗΣΗ |
|--------------------|--------------|---|
| Φρυγανολίβαδα (20) | KAMENES (8) | Υπερβοσκημένες (8) |
| | AKAYTES (12) | Υπερβοσκημένες (10) Προστατευμένες (2) |
| Ποολίβαδα (10) | KAMENES (1) | Προστατευμένες (1) |
| | AKAYTES (9) | Υπερβοσκημένες (6) Προστατευμένες (3) |

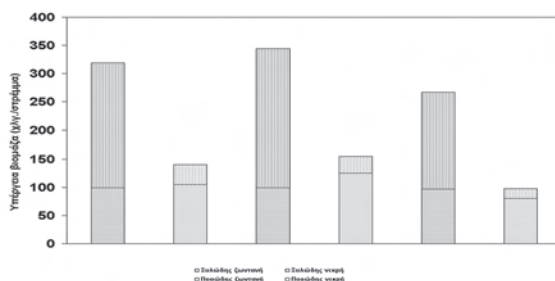
Το Μάιο με Ιούνιο του 1996, ελήφθησαν τυχαία 6 πλαίσια διαστάσεων 0,50x0,50 μ. το καθένα, σε κάθε μια από τις 30 επιφάνειες. Μέσα σε κάθε πλαίσιο κόπηκε η υπέργεια βιομάζα με ψαλίδι και τοποθετήθηκε σε χάρτινες σακούλες. Οι μετρήσεις επαναλήφθηκαν την ίδια περίοδο κατά τα επόμενα δύο έτη 1997 και 1998. Στο Εργαστήριο, η υπέργεια βιομάζα χωρίστηκε σε πωώδη και φρυγανικά (ξυλώδη) είδη. Στη συνέχεια, κάθε μια από τις δύο αυτές κατηγορίες χωρίστηκε σε δύο τμήματα, ζωντανή (αύξηση τρέχουσας περιόδου) και νεκρή ύλη (αύξηση προηγούμενων ετών), τα οποία και ζυγίστηκαν ύστερα από ξήρανση στο φούρνο στους 65° C για 60 ώρες. Οι διαφορές του βάρους μεταξύ των διαφόρων χειρισμών συγκρίθηκαν στατιστικά με το κριτήριο t (Steel and Torrie 1980).

3. Αποτελέσματα και συζήτηση

3.1 Διαχρονική εξέλιξη της υπέργειας βιομάζας

Στο σχήμα 1 φαίνεται η διαχρονική εξέλιξη των διαφόρων κατηγοριών της υπέργειας βιομάζας κατά τη διάρκεια των 3 ετών του πειράματος. Είναι σαφές ότι η συνολική υπέργεια βιομάζα αυξήθηκε κατά 10% από το 1996 προς το 1997 και μειώθηκε κατά 31% περίπου από το 1997 προς το 1998. Ετήσιες διακυμάνσεις στην υπέργεια βιομάζα έχουν βρεθεί και σε άλλα λιβαδικά οικοσυστήματα της χώρας μας και αποδίδονται στις ετήσιες μεταβολές των κλιματικών παραγόντων, ιδιαίτερα της θερμοκρασίας αέρος και των κατακρημνισμάτων (Παπαναστάσης 1982). Στην προκειμένη περίπτωση, η μείωση της υπέργειας βιομάζας κατά το 1998 δε μπορεί να αποδοθεί στο ύψος των κατακρημνισμάτων, γιατί αυτό ήταν υψηλότερο κατά το έτος αυτό σε σχέση με τα προηγούμενα δυο έτη. Πιθανόν όμως να οφείλεται στην κατα-

νομή τους. Στον πίνακα I φαίνεται ότι οι χειμερινοί μήνες Ιανουάριος και Φεβρουάριος είχαν λιγότερα κατακρημνίσματα κατά το έτος 1998 παρά στα προηγούμενα έτη, πράγμα που σημαίνει λιγότερο χιόνι κατά το τρίτο σε σχέση με τα δύο προηγούμενα έτη του πειράματος. Αν ληφθεί υπόψη ότι το χιόνι είναι καθοριστικό για τον εμπλουτισμό των υδροφόρων οριζόντων σε ασβεστολιθικά (καρστικά) εδάφη λόγω της βραδείας τήξης του, τότε η μειωμένη ποσότητά του σε σχέση με τα προηγούμενα έτη πιθανόν να συνετέλεσε σε μειωμένο εμπλουτισμό του εδάφους και κατά συνέπεια στη μειωμένη αύξηση της βλάστησης. Βέβαια, καθοριστικό ρόλο θα πρέπει να έπαιξαν και οι θερμοκρασίες αέρος την περίοδο της άνοιξης, για τις οποίες όμως δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για το κρίσιμο έτος 1998.



Σχήμα 1. Διαχρονική εξέλιξη της υπέργειας βιομάζας κατά τα 3 έτη του πειράματος.

Figure 1. Evolution of the aboveground biomass during the 3 years of the experiment.

Επίσης από το σχήμα 1 προκύπτει, ότι το μεγαλύτερο μέρος της μέσης υπέργειας βιομάζας στις 30 επιφάνειες αποτελούσαν τα ξυλώδη (φρυγανικά) είδη (70% περίπου) και ότι στην ξυλώδη βιομάζα

υπερτερούσε κατά βάρος η νεκρή σε σχέση με τη ζωντανή (κατά 68%), ενώ στην ποώδη βιομάζα υπερτερούσε η ζωντανή (κατά 76%).

3.2 Σύγκριση φρυγανολίβων με ποολίβαδα

Όπως αναμενόταν, τα φρυγανολίβαδα είχαν πολύ μεγαλύτερη ξυλώδη υπέργεια βιομάζα άρα και συνολική σε σχέση με τα ποολίβαδα σε όλα τα έτη του πειράματος. Η ποώδης βιομάζα όμως, αν και ήταν στατιστικά μεγαλύτερη στα ποολίβαδα σε σχέση με τα φρυγανολίβαδα στα δύο πρώτα έτη του

τα φρύγανα, όπως έχει βρεθεί και σε άλλες προηγούμενες έρευνες (π.χ. Papanastasis 1977, Arianoutsou-Faraggitaki 1985, Margaris and Koutsidou 1998). Ιδιαίτερα ευνοήθηκαν τα φρύγανα στο τρίτο έτος του πειράματος, το οποίο ήταν και το ξηρότερο της Ζετίας. Αντίθετα, η υπερβόσκηση μείωσε σημαντικά την ποώδη βιομάζα, τόσο τη συνολική όσο και τα δύο τμήματά της, ζωντανή και νεκρή. Το ποσοστό χρησιμοποίησης για τα ποώδη φυτά ανήλθε στο 75% περίπου κατά μέσο όρο για την Ζετία.

Πίνακας III. Μέση υπέργεια βιομάζα (χλγ./στρέμμα) στα φρυγανολίβαδα και ποολίβαδα κατά τα 3 έτη του πειράματος (Στατιστικές συγκρίσεις έγιναν μεταξύ των δύο λιβαδιών για κάθε κατηγορία βιομάζας μέσα στο ίδιο έτος).

Table III. Mean aboveground biomass (g/m²) in the phryganic and grassland ecosystems during the 3 years of the experiment (Statistical comparisons were done between the two rangeland types for each biomass category within the same year).

| Κατηγορία | 1996 | | 1997 | | 1998 | |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| | Φρυγ/δα | Ποο/δα | Φρυγ/δα | Ποο/δα | Φρυγ/δα | Ποο/δα |
| Ξυλώδης | 411,1*** | 108,9 | 472,9*** | 79,6 | 351,2*** | 46,5 |
| Ζωντανή | 119,1*** | 55,4 | 129,3*** | 35,5 | 122,6*** | 26,3 |
| Νεκρή | 292,0*** | 53,5 | 343,6** | 44,1 | 228,6*** | 20,2 |
| Ποώδης | 104,9 | 198,7*** | 109,5 | 236,0*** | 77,2 | 106,4 |
| Ζωντανή | 81,6 | 151,2*** | 86,5 | 172,6*** | 57,4 | 80,4* |
| Νεκρή | 23,3 | 47,5* | 23,0 | 63,4*** | 19,8 | 26,0 |
| Σύνολο | 516,0*** | 307,6 | 582,4*** | 315,6 | 428,4*** | 152,9 |

* $P \leq 0,05$ ** $P \leq 0,01$ *** $P \leq 0,001$

πειράματος, δε συνέβη το ίδιο και στο τρίτο έτος, όπου δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας III). Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στις ξηρότερες συνθήκες που επικράτησαν στο τελευταίο έτος του πειράματος, οι οποίες φαίνεται ότι επηρέασαν περισσότερο την ποώδη παρά την ξυλώδη βλάστηση. Εντούτοις, όμως, η ζωντανή ποώδης βιομάζα ήταν στατιστικά μεγαλύτερη στα ποολίβαδα παρά στα φρυγανολίβαδα και στα τρία έτη του πειράματος.

3.3 Επιδράσεις της υπερβόσκησης

Από τον πίνακα IV προκύπτει, ότι η υπερβόσκηση είχε πολύ θετική, στατιστικά σημαντική, επίδραση στη συνολική βιομάζα των φρυγάνων, ιδιαίτερα στη νεκρή ύλη, σε όλες τις επιφάνειες (ανεξάρτητα από τον τύπο βλάστησης) και στα τρία έτη του πειράματος. Αυτό σημαίνει ότι η υπερβόσκηση ευνόησε

Όπως αναμενόταν, ίδιες επιδράσεις είχε η υπερβόσκηση και στις επιφάνειες μόνο των φρυγανολίβων (Πίνακας V). Το ποσοστό χρησιμοποίησης της ποώδους βλάστησης ανήλθε στο 74% κατά τα 2 πρώτα έτη και σε 84% στο τελευταίο ξηρό έτος, πράγμα που δείχνει ότι σε περιπτώσεις ξηρασίας η πίεση βόσκησης είναι αυξημένη. Εντελώς αντίθετα ήταν όμως τα αποτελέσματα στα ποολίβαδα, όπου η υπερβόσκηση μείωσε στατιστικά σημαντικά τη βιομάζα, τόσο των ξυλωδών όσο και των ποωδών φυτών σε όλα τα έτη του πειράματος (Πίνακας VI). Η μείωση των φρυγάνων στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να αποδοθεί στην επικράτηση της *Ononis spinosa* στα ποολίβαδα, η οποία προτιμάται ιδιαίτερα όχι μόνο από τα γίδια, αλλά και από τα πρόβατα (Kyriakakis et al. 1999). Πάντως, το ποσοστό χρησιμοποίησης ήταν υψηλότερο για τα ποώδη παρά για τα ξυλώδη φυτά (63% και 55% αντίστοιχα).

Πίνακας IV. Μέση υπέργεια βιομάζα (χλγ./στρέμμα) σε υπερβοσκημένες και προστατευμένες από τη βόσκηση επιφάνειες (ανεξάρτητα του τύπου βλάστησης) κατά τα 3 έτη του πειράματος (Στατιστικές συγκρίσεις έγιναν μεταξύ των δύο χειρισμών για κάθε κατηγορία βιομάζας μέσα στο ίδιο έτος).

Table IV. Mean aboveground biomass (g/m²) in overgrazed and protected sites (independent the type of vegetation) during the 3 years of the experiment (Statistical comparisons were done between the two treatments for each biomass category within the same year).

| Κατηγορία | 1996 | | 1997 | | 1998 | |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Υπερβ/μενη | Προστ/μενη | Υπερβ/μενη | Προστ/μενη | Υπερβ/μενη | Προστ/μενη |
| Ξυλώδης | 351,8*** | 144,2 | 391,7*** | 128,4 | 294,8*** | 70,2 |
| Ζωντανή | 101,4 | 83,7 | 108,3** | 53,2 | 104,4*** | 35,6 |
| Νεκρή | 250,4*** | 60,5 | 283,4*** | 75,2 | 190,4*** | 34,6 |
| Ποώδης | 82,9 | 349,2*** | 95,1 | 375,5*** | 53,7 | 220,7*** |
| Ζωντανή | 62,8 | 272,6*** | 76,0 | 270,3*** | 43,2 | 153,3*** |
| Νεκρή | 20,1 | 76,6*** | 19,1 | 105,2*** | 10,5 | 67,4*** |
| Σύνολο | 434,7 | 493,4 | 486,8 | 503,9 | 348,5 | 290,9 |

** $P \leq 0,01$ *** $P \leq 0,001$

Πίνακας V. Μέση υπέργεια βιομάζα (χλγ./στρέμμα) σε υπερβοσκημένες και προστατευμένες από τη βόσκηση επιφάνειες φρυγανολίβαδων κατά τα 3 έτη του πειράματος (Στατιστικές συγκρίσεις έγιναν μεταξύ των δύο χειρισμών για κάθε κατηγορία βιομάζας μέσα στο ίδιο έτος).

Table IV. Mean aboveground biomass (g/m²) in overgrazed and protected sites of phryganic ecosystems during the 3 years of the experiment (Statistical comparisons were done between the two treatments for each biomass category within the same year).

| Κατηγορία | 1996 | | 1997 | | 1998 | |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Υπερβ/μενη | Προστ/μενη | Υπερβ/μενη | Προστ/μενη | Υπερβ/μενη | Προστ/μενη |
| Ξυλώδης | 573,2*** | 124,6 | 625,9*** | 123,5 | 515,8*** | 57,8 |
| Ζωντανή | 138,8* | 70,9 | 149,0*** | 39,2 | 158,5*** | 19,9 |
| Νεκρή | 434,4** | 53,7 | 476,9 | 84,3 | 357,3*** | 37,9 |
| Ποώδης | 98,5 | 381,9*** | 100,0 | 390,9*** | 56,4 | 352,1*** |
| Ζωντανή | 71,5 | 310,2*** | 84,3 | 285,3*** | 39,9 | 241,6*** |
| Νεκρή | 27,0 | 71,7 | 15,7 | 105,6*** | 16,5 | 110,5*** |
| Σύνολο | 671,7 | 506,5 | 725,9 | 514,4 | 572,2 | 409,9 |

* $P \leq 0,05$ ** $P \leq 0,01$ *** $P \leq 0,001$

Πίνακας VI. Μέση υπέργεια βιομάζα (χλγ./στρέμμα) σε υπερβοσκημένες και προστατευμένες από τη βόσκηση επιφάνειες ποσλίβαδων κατά τα 3 έτη του πειράματος (Στατιστικές συγκρίσεις έγιναν μεταξύ των δύο χειρισμών για κάθε κατηγορία βιομάζας μέσα στο ίδιο έτος).

Table VI. Mean aboveground biomass (g/m²) in overgrazed and protected sites of grasslands during the 3 years of the experiment (Statistical comparisons were done between the two treatments for each biomass category within the same year).

| Κατηγορία | 1996 | | 1997 | | 1998 | |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Υπερβ/μενη | Προστ/μενη | Υπερβ/μενη | Προστ/μενη | Υπερβ/μενη | Προστ/μενη |
| Ευλώδης | 78,8 | 172,0** | 45,3 | 124,9*** | 26,5 | 49,7* |
| Ζωντανή | 32,3 | 86,7*** | 18,9 | 43,2*** | 14,9 | 24,4 |
| Νεκρή | 46,5 | 85,3* | 26,4 | 81,7*** | 11,6 | 25,3* |
| Ποώδης | 104,1 | 365,9*** | 148,2 | 439,2*** | 74,2 | 159,1*** |
| Ζωντανή | 82,8 | 260,5*** | 112,6 | 304,6*** | 61,4 | 103,9* |
| Νεκρή | 21,3 | 105,4*** | 35,6 | 134,6*** | 12,8 | 55,2*** |
| Σύνολο | 182,9 | 537,9*** | 193,5 | 564,1*** | 100,7 | 208,8*** |

* $P \leq 0,05$ ** $P \leq 0,01$ *** $P \leq 0,001$

3.4 Συνδυασμός υπερβόσκησης και πυρκαγιών

Ενώ η υπερβόσκηση ευνόησε τα φρύγανα, οι ευνοϊκές αυτές επιδράσεις εξαφανίστηκαν όταν συνδυάστηκε με πυρκαγιά με αποτέλεσμα να μην προκύψουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ καμένων και άκαυτων επιφανειών στην ξυλώδη βιομάζα (Πίνακας VII). Στην ποώδη, όμως, βιομάζα

ο συνδυασμός υπερβόσκησης και πυρκαγιάς είχε αρνητικά αποτελέσματα, γιατί τη μείωσε πολύ σημαντικά. Αποτέλεσμα αυτής της επίδρασης ήταν να βρεθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στη συνολική βιομάζα (ξυλώδη και ποώδη) στο πρώτο και τρίτο έτος του πειράματος.

Πίνακας VII. Μέση υπέργεια βιομάζα (χλγ./στρέμμα) σε καμένες και άκαυτες υπερβοσκημένες επιφάνειες (ανεξάρτητα του τύπου βλάστησης) κατά τα 3 έτη του πειράματος (Στατιστικές συγκρίσεις έγιναν μεταξύ των δύο χειρισμών για κάθε κατηγορία βιομάζας μέσα στο ίδιο έτος).

Πίνακας VII. Μέση υπέργεια βιομάζα (χλγ./στρέμμα) σε καμένες και άκαυτες υπερβοσκημένες επιφάνειες (ανεξάρτητα του τύπου βλάστησης) κατά τα 3 έτη του πειράματος (Στατιστικές συγκρίσεις έγιναν μεταξύ των δύο χειρισμών για κάθε κατηγορία βιομάζας μέσα στο ίδιο έτος).

Table VII. Mean aboveground biomass (g/m²) in burned and unburned overgrazed sites (independent the type of vegetation) during the 3 years of the experiment (Statistical comparisons were done between the two treatments for each biomass category within the same year).

| Κατηγορία | 1996 | | 1997 | | 1998 | |
|-----------|--------|----------|---------|----------|--------|----------|
| | Καμένη | Άκαυτη | Καμένη | Άκαυτη | Καμένη | Άκαυτη |
| Ευλώδης | 260,0 | 331,9 | 361,6 | 326,3 | 212,4 | 265,8 |
| Ζωντανή | 105,8 | 94,4 | 127,7** | 83,1 | 103,2 | 85,2 |
| Νεκρή | 154,2 | 237,5 | 233,9 | 243,2 | 109,2 | 180,6 |
| Ποώδης | 65,0 | 166,7*** | 61,4 | 194,0*** | 46,4 | 104,5*** |
| Ζωντανή | 59,1 | 124,4*** | 50,3 | 145,5*** | 43,2 | 74,5* |
| Νεκρή | 5,9 | 42,3*** | 11,1 | 48,5*** | 3,2 | 30,0*** |
| Σύνολο | 325,0 | 498,6** | 423,0 | 520,3 | 258,8 | 370,3* |

* $P \leq 0,05$ ** $P \leq 0,01$ *** $P \leq 0,001$

Οι αρνητικές επιδράσεις του συνδυασμού υπερβόσκησης και πυροκαγιών ήταν περισσότερο σαφείς στα φρυγανολίβαδα, όπου μειώθηκε στατιστικά σημαντικά, όχι μόνο η ποώδης βιομάζα, όπως στην περίπτωση όλων των επιφανειών, αλλά και η ξυλώδης, ιδιαίτερα στο πρώτο και δεύτερο έτος (Πίνακας VIII). Το ποσοστό χρησιμοποίησης ανήλθε κατά μέσο όρο σε 45% για τα ξυλώδη φυτά και σε 64% για τα ποώδη, γεγονός που δείχνει μια εξισορρόπηση μεταξύ των δύο ομάδων φυτών. Αντίθετα, στην περίπτωση που εφαρμόστηκε μόνο

υπερβόσκηση, τα ποώδη φυτά συγκέντρωσαν όλη σχεδόν την πίεση βόσκησης με μέσο ποσοστό χρησιμοποίησης 77% για τα 3 έτη του πειράματος. Για τις επιδράσεις του συνδυασμού αυτού στα ποολίβαδα δεν υπάρχουν δεδομένα γιατί ο σχεδιασμός του πειράματος δεν περιέλαβε τέτοιο χειρισμό για τεχνικούς λόγους, όπως ήδη αναφέρθηκε. Καθώς όλα τα ποολίβαδα του Ψηλορείτη είναι υπερβοσκημένα, είναι αδύνατο να συμβεί πυροκαγιά δεδομένου ότι δεν υπάρχει συνήθως επαρκής καύσιμη ύλη (Πίνακας V).

Πίνακας VIII. Μέση υπέργεια βιομάζα (χλγ./στρέμμα) σε καμένες και άκαυτες υπερβοσκημένες επιφάνειες φρυγανολίβαδων κατά τα 3 έτη του πειράματος (Στατιστικές συγκρίσεις έγιναν μεταξύ των δύο χειρισμών για κάθε κατηγορία βιομάζας μέσα στο ίδιο έτος).

Table VII. Mean aboveground biomass (g/m²) in burned and unburned overgrazed sites of phryganic ecosystems during the 3 years of the experiment (Statistical comparisons were done between the two treatments for each biomass category within the same year).

| Κατηγορία | 1996 | | 1997 | | 1998 | |
|-----------|--------|----------|--------|---------|--------|---------|
| | Καμένη | Άκαυτη | Καμένη | Άκαυτη | Καμένη | Άκαυτη |
| Ξυλώδης | 282,8 | 573,2** | 338,9 | 625,9** | 320,3 | 516,4 |
| Ζωντανή | 70,0 | 138,8*** | 81,4 | 149,0** | 117,6 | 159,4 |
| Νεκρή | 212,8 | 434,4* | 257,5 | 476,9* | 202,7 | 357,0* |
| Ποώδης | 31,0 | 98,4*** | 51,9 | 100,0* | 14,4 | 56,3*** |
| Ζωντανή | 23,3 | 71,4*** | 38,7 | 84,3** | 11,7 | 39,9*** |
| Νεκρή | 7,7 | 27,0* | 13,2 | 15,7 | 2,7 | 16,4* |
| Σύνολο | 313,8 | 671,6*** | 390,8 | 725,9** | 334,7 | 572,9 |

* $P \leq 0,05$ ** $P \leq 0,01$ *** $P \leq 0,001$

4. Συμπεράσματα

Από την έρευνα αυτή προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

1. Τα φρυγανολίβαδα υπερερούν σε συνολική υπέργεια βιομάζα (ξυλώδη και ποώδη) σε σχέση με τα ποολίβαδα, αλλά τα τελευταία υπερερούν σε ποώδη υπέργεια βιομάζα.

2. Η υπερβόσκηση ευνοεί τα φρυγανικά είδη σε βάρος των ποωδών φυτών στα φρυγανολίβαδα με αποτέλεσμα η συνολική βιομάζα να μένει αμετάβλητη. Όταν όμως συνδυαστεί με πυροκαγιά, τότε η βιομάζα αυτή μειώνεται δραστικά.

3. Στα ποολίβαδα, η υπερβόσκηση προκαλεί δραστική μείωση τόσο της ποώδους βιομάζας όσο και της σχετικά μικρής ξυλώδους, επειδή η τελευταία αποτελείται από, επιθυμητά για τα ζώα, φρυγανικά είδη (π.χ. *Ononis spinosa*).

Αναγνώριση βοήθειας

Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος του Ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος «Land use systems in the Mediterranean mountains and marginal lands (συμβόλαιο AIR3CT932424), το οποίο υλοποιήθηκε στο Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων.

Combined effect of overgrazing and wildfires on forage production of rangelands in Psilorites mountain of Crete

V. P. Papanastasis¹, S. Kyriakakis², G. Kazakis³ and M. Abid³

SUMMARY

In this paper, the combined effect of overgrazing and wildfires was studied. The research was carried out in the rangelands of Psilorites mountain in Crete during 1996-1998 and involved measurement of the aboveground biomass in 30 representative sites at the end of the growing season. The mean aboveground biomass was found to be 425g/m² of which 125g/m² was herbaceous and the remaining 300g/m² woody. Out of the total biomass, 191g/m² was live (current year's growth) while the remaining 234g/m² was old growth. In phryganic rangelands, overgrazing favoured phryganic species at the expense of the herbaceous vegetation. When it was combined with wildfires however both herbaceous and woody species were significantly reduced. In grasslands, on the contrary, overgrazing affected negatively both herbaceous and woody species because the latter were desirable to animals. It is concluded that forage production is negatively affected by overgrazing in grasslands but in phryganic ecosystems negative effects are caused when overgrazing is combined with wildfires.

Key words: Live biomass, Crete, necromass, grasslands, phryganic ecosystems.

Βιβλιογραφία

- Arianoutsou-Faraggitaki, M. 1985. Desertification by overgrazing in Greece: the case of Lesbos island. *J. Arid Environments*, 9: 237-42.
- Egli, B.R. 1991. The special flora, ecological and edaphic conditions of dolines in the mountains of Crete. *Botanica Chronika*, 10: 325-35.
- Kyriakakis, S., G. Kazakis, M. Abid, A. Doulis and V.P. Papanastasis. 1999. Effects of grazing and burning on woody vegetation of Mediterranean rangelands of Crete, p.79-83. In: *Grasslands and Woody Plants in Europe* (V.P. Papanastasis, J. Frame and A.S. Nastis, eds). *Grassland Science in Europe*, Vol. 4, European Grassland Federation, Hellenic Range and Pasture Society, Thessaloniki.
- Lyrantzis, G. and V.P. Papanastasis. 1995. Human activities and their impact on land degradation-Psilorites mountain in Crete: a historical perspective, *Land Degradation & Rehabilitation*, 6: 79-93.
- Margaris, N.S. and E. Koutsidou. 1998. Fires and overgrazing: the main driving forces of desertification in the Aegean islands, p. 167-70. In: *Ecological Basis for Livestock Grazing in Mediterranean Ecosystems* (V.P. Papanastasis, and D. Peter, eds). European Commission, EUR 18308 N, Luxembourg.
- Menjli, M. 1994. Effects of pastoral activities on desertification of Mountain Psilorites, MSc thesis, Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Crete.
- Naveh, Z. 1974. Effects of fire in the Mediterranean region, p. 401-434. In: *Fire and ecosystems* (T.T. Kozlowski and C.E. Ahlgren, eds). Academic Press Inc. N.Y.
- Naveh, Z. and A.S. Lieberman. 1994. *Landscape ecology. Theory and application*. Springer-Verlag, New York.
- Papanastasis, V.P. 1977. Fire ecology and management of phrygana communities in Greece, p. 476-82. In: *Proc. Symp. Environmental Consequences Fire and Fuel Manage in Mediterranean Ecosystems* (H.A. Mooney and C.E. Conrad, Coors). USDA Forest Service, Gen. Tech. Rep. WO-3, Washington D.C.

¹ Faculty of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki of Thessaloniki, 54124, Thessaloniki.

² Direction of Forest of Chania, Chrysopigi, 73100, Chania.

³ Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Alysillon Agrokepion, 73100, Chania.

- Papanastasis, V.P. 1998. Grazing intensity as an index of degradation in semi-natural ecosystems: the case of Psilorites mountain in Crete, p. 146-58. In: Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean (G. Enne, M. D' Angelo and C. Zanolla, eds.). Nucleo Ricerca Desertificazione, Universita di Sassari, Sassari.
- Παπαναστάσης, Β.Π. 1982. Παραγωγή των ποολίβαδων σε σχέση με τη θερμοκρασία αέρος και τη βροχή στη Βόρεια Ελλάδα. Δασική Έρευνα, 3(III)-Παράρτημα, σελ.111.
- Papanastasis, V.P., S. Kyriakakis and I. Ispikoudis. 1990. Forestry and grazing practices in Crete, p. 42-46. In: Stability and Change in the Cretan Landscape (A.T. Grove, J. Moody and O. Rackham, eds). Petromaroula 1, Corpus Christi College, Cambridge.
- Παπαναστάσης, Β. και Β. Νοϊτσάκης. 1992. Λιβαδική Οικολογία. Θεσσαλονίκη, σελ. 244.
- Perevelotsky, A. and N.G. Seligman. 1999. Role of grazing in Mediterranean rangeland ecosystems- Inversion of a paradigm. Bioscience, 48 (12):1007-1017.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics, 2nd edition, McGraw-Hill, New York.
- Thirwood, J.V. 1981. Man and the Mediterranean Forest. Academic Press, New York.
- Tsoumis, G. 1985. The depletion of forests in the Mediterranean region-A historical review form

Έρευνα των συνθηκών αύξησης των δενδροστοιχιών σε περιοχή της Θεσσαλονίκης

Μόσχος Ν. Τομπαζιώτης¹, Θέκλα Κ. Τσιτσώνη², Θεοχάρης Δ. Ζάγκας³

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η έρευνα ασχολήθηκε με τα δασοπονικά είδη που υπάρχουν στις παρόδιες δενδροστοιχίες, της περιοχής των Σαράντα Εκκλησιών του δήμου Θεσσαλονίκης. Σκοπός ήταν η απογραφή των δέντρων και η μελέτη της κατάστασής τους, όσον αφορά την υγεία τους, ζημιές που υφίστανται και προβλήματα που δημιουργούν σε ανθρώπινες δραστηριότητες, ώστε να αναδειχθούν τα κατάλληλα δασοκομικά μέτρα, που ενισχύουν την προσαρμογή τους στις δυσμενείς συνθήκες του αστικού περιβάλλοντος και εκπληρώνουν το διαχειριστικό στόχο. Παρατηρήθηκε ότι τα περισσότερα δέντρα εμφάνισαν προβλήματα ζημιών από ανθρώπινες δραστηριότητες (81,3% του συνόλου τους) και ξήρανση (72,2% του συνόλου τους). Από τα 12 συνολικά δασοπονικά είδη που εξετάστηκαν, το *Acer negundo* έδειξε ότι επηρεάζεται περισσότερο από την ατμοσφαιρική ρύπανση, εμφανίζοντας σχετικά συμπτώματα σε ποσοστό 53,2%, τα είδη *Populus sp.* διαμόρφωσαν σε μεγαλύτερο ποσοστό (80%) ανώμαλο ριζικό σύστημα, που χαλαρώνει και ανυψώνει το κατάστρωμα των πεζοδρομίων, ενώ τα είδη *Pinus brutia* και *Populus sp.* κρίθηκαν περισσότερο ανεπιθύμητα για το αστικό περιβάλλον της περιοχής, λόγω των υψηλών ποσοστών σε προβλήματα υγείας, ζημιών ή λειτουργικότητας, με κατά μέσο όρο το 38,2% και 33,7% των δέντρων αντίστοιχα, να εμφανίζει κάποιο απογραφικό στοιχείο, σε αντίθεση με το 16,3% και 20,3% των δέντρων από τα είδη *Albizia julibrissin* και *Cupressus sp.*, τα οποία εμφάνισαν το μικρότερο ποσοστό προβλημάτων, από το σύνολο των ατόμων. Η εφαρμογή αυστηρών κλαδεύσεων στο 27,8% του συνόλου των δέντρων, αποτελεί έντονη επέμβαση και δεν ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του διαχειριστικού σκοπού, δημιουργώντας επιπρόσθετα προβλήματα αισθητικής και μορφολογικών αποκλίσεων της κόμης του δέντρου. Το είδος *Robinia pseudoacacia* έχει υποστεί σε εντονότερο βαθμό αυστηρή κλάδευση με ποσοστό ατόμων 60,1%. Δασοκομικά μέτρα για τη βελτίωση της κατάστασης των δενδροστοιχιών στην περιοχή αποτελούν ο συχνός έλεγχος των δέντρων, η εκλογή κατάλληλων δασοπονικών ειδών, η αποφυγή ή ο περιορισμός των αυστηρών κλαδεύσεων, η απομάκρυνση ή η αντικατάσταση των ασθενικών δέντρων και η εφαρμογή ποτισμάτων σε ξηρές περιόδους.

Λέξεις κλειδιά: Δασοκομία πόλεων, Δενδροστοιχίες, Χώροι πρασίνου, Αστικό πράσινο

Εισαγωγή

Τα δέντρα λόγω των κλιματικών, φυσιολογικών, μηχανικών και αισθητικών τους λειτουργιών, έχουν ευεργετική επίδραση και συνεισφέρουν σημαντικά στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων (Ντάφης 2001). Η ανάπτυξη πράσινων χώρων στις πόλεις, με σκοπό τη βελτίωση των οικολογικών συνθηκών, συμβάλλει στη δημιουργία περισσότερο

φιλικών προς τον άνθρωπο αστικών κέντρων, ενώ η έκταση, η λειτουργία και η αποτελεσματικότητά τους, αποτελούν σημαντικά κριτήρια για την αξιολόγηση της ποιότητας ζωής των κατοίκων (Ζάγκας 1998, Τσιτσώνη και Σαμαρά 2002). Ωστόσο ο ιδιαίτερος χαρακτήρας του αστικού περιβάλλοντος, δημιουργεί δυσμενείς συνθήκες για την επιβίωση

¹ Μεταπτυχιακός Α.Π.Θ., Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας
Διεύθυνση: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας,
Τ.Θ. 262, 54124 Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310 217713, Email: ntombas@agro.auth.gr

² Αν. Καθηγήτρια Α.Π.Θ. Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας

³ Αν. Καθηγητής Α.Π.Θ. Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας

των δέντρων, και καθιστά αναγκαία τη φροντίδα και την ορθολογική διαχείριση αυτών των μοναδικών συνδυαστικών κρίκων, του ανθρώπου με τη φύση. Οι δενδροστοιχιές είναι οι πλέον διαδεδομένοι τρόποι ανάπτυξης πρασίνου σε πυκνοδομημένες περιοχές (Αποστολίδης 1999).

Απαιτείται συνεχής έλεγχος και τήρηση ενός μητρώου των δενδροστοιχιών, το οποίο παρέχει ένα πλήθος πληροφοριών για το κάθε δέντρο, ώστε να διευκολύνεται η έγκαιρη και ορθή επέμβαση σε κάθε περίπτωση (Ντάφης 2001). Τα στοιχεία απογραφής που αναζητούνται και καταγράφονται κατά τον έλεγχο, περιλαμβάνουν προβλήματα που σχετίζονται με την υγεία του δέντρου ή την επίδραση ανθρώπινων και εξωτερικών παραγόντων του αστικού περιβάλλοντος (π.χ. προσβολές από έντομα, μύκητες ή ασθένειες, σήψεις, ζημιές στον κορμό, στην κόμη ή στο ριζικό σύστημα του δέντρου, συμπίεση εδάφους) και προβλήματα που σχετίζονται με τη λειτουργία του δέντρου και την εξυπηρέτηση του διαχειριστικού σκοπού (π.χ. να περιορίζονται ανθρώπινες δραστηριότητες ή κατασκευές λόγω αύξησης του δέντρου και να προκαλείται παρεμπόδιση στην ορατότητα ή στην κυκλοφορία των πεζών και των οχημάτων, κάλυψη οδικών σημάτων κυκλοφορίας, διατάραξη καλωδίων μεταφοράς ρεύματος ή τηλεφωνικών γραμμών). Γνωρίζοντας τα παραπάνω χαρακτηριστικά στοιχεία για κάθε δέντρο, είναι δυνατή η λήψη κατάλληλων αποφάσεων για τις απαραίτητες διαχειριστικές ενέργειες και μέτρα, που έχουν σχέση με την περιποίηση των δέντρων και την προσαρμογή τους στο αστικό οικοσύστημα (Grey 1996, Tsitsoni and Zagas 1999, 2001).

Ο Ντάφης (2001) προτείνει ένα περίγραμμα διάγνωσης ζημιών στα δέντρα και διορθωτικών μέτρων, που καταγράφονται σε καρτέλες επιθεώρησης και περιλαμβάνουν τη γενική επισκόπηση του δέντρου (π.χ. απόκλιση από χαρακτηριστικά δομής, χρώμα φύλλων, πρόωρη φυλλόπτωση, ξήρανση επικόρφου), τη θέση του (π.χ. κοντά στον δρόμο ή σε κτίρια), το χώρο των ριζών του (π.χ. συμπίεση του εδάφους, κάλυψη ή ρύπανση του λάκκου φύτευσης με μπάζα, τσιμέντο, άσφαλτο, αλάτι, πετρέλαιο κλπ.), την κατάσταση του κορμού του (π.χ. ζημιές στο ριζικό κόμβο ή στο φλοιό, εστίες σήψης, εκκρίσεις υγρών, ανοιχτές κοιλότητες ή διχαλώσεις με νεροσακκούλες) και την κατάσταση της κόμης του (π.χ. νέκρωση ή σπάσιμο κλαδιών, θύσανοι κλαδιών). Κάθε δασοπονικό είδος εμφανίζει διαφορε-

τική συμπεριφορά στη δράση των περιοριστικών παραγόντων για την ανάπτυξή του, όπως η ρύπανση, η συμπίεση του εδάφους, η ξηρασία ή οι ζημιές από ανθρώπινες δραστηριότητες. Η συμπεριφορά αυτή, καθορίζει την προσαρμογή του στο αστικό περιβάλλον και μπορεί να εκτιμηθεί με την απογραφή των προβλημάτων υγείας ή λειτουργίας του. Τέτοιου είδους προβλήματα, εμφανίζονται συχνότερα σε ορισμένα δασοπονικά είδη και τα καθιστά ανεπιθύμητα σε σχέση με τα λιγότερο ευπαθή είδη (Grey 1996, Σαμαρά και Τσιτσώνη 2003).

Η επιλογή των δασοπονικών ειδών σύμφωνα με τον Miller (1988) πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες περιβαλλοντικούς (κλίμα, έδαφος, φυσιογραφία, ρύπανση, δόμηση, χαρακτηρισ της πόλης κλπ.), κοινωνικούς (αισθητική, λειτουργικότητα, παράδοση, ιστορία κλπ.) και οικονομικούς (κόστος εγκατάστασης, συντήρησης, απομάκρυνσης κλπ). Ο Grey (1996), δίνει μεγάλη αξία στη γνώμη του κοινού και των κατοίκων της πόλης, σε ότι αφορά την αισθητική εικόνα των χώρων πρασίνου και το επιθυμητό αισθητικό αποτέλεσμα, που θα δώσει η κατάλληλη διαμόρφωσή τους. Η καταγραφή των προτιμήσεων του κόσμου και η εξαγωγή συμπερασμάτων, για τον ορθότερο και ομορφότερο σχεδιασμό των δενδροστοιχιών, είναι πολύ χρήσιμη. Το έργο των δημοτικών αρχών δεν πρέπει να περιορίζεται στην εκλογή και εγκατάσταση των δέντρων, άλλα να συνεχίζεται και μετά τη φύτευσή τους, ώστε να επιτευχθεί η διατήρηση και βελτίωσή τους (Τσιτσώνη και Σαμαρά 2002).

Στην παρούσα έρευνα έγινε απογραφή των δέντρων που απαρτίζουν τις δενδροστοιχιές της περιοχής Σαράντα Εκκλησιών, του δήμου Θεσσαλονίκης, με σκοπό τη μελέτη της κατάστασής τους, όσον αφορά την υγεία τους, ζημιές που υφίστανται και προβλήματα που δημιουργούν σε ανθρώπινες δραστηριότητες. Στόχος ήταν να αναδειχθούν τα απαραίτητα μέτρα περιποίησης και φροντίδας των δέντρων, που εξυπηρετούν το διαχειριστικό σκοπό και την κατάλληλη προσαρμογή τους στο αστικό περιβάλλον. Η καταγραφή των δασοπονικών ειδών, που εμφανίζουν την επιθυμητή συμπεριφορά και προσαρμοστικότητα στις οικολογικές ιδιαιτερότητες της περιοχής, θα βοηθήσει μελλοντικά να ληφθούν αποφάσεις για εγκατάσταση καταλληλότερων ειδών, που θα ανταποκρίνονται καλύτερα στις διαχειριστικές απαιτήσεις και θα αντικαταστήσουν τα λιγότερο ανθεκτικά στο δυσμενές αστικό περιβάλλον είδη.

Υλικά και μέθοδος

Περιοχή έρευνας ήταν η συνοικία των Σαράντα Εκκλησιών, του Α δημοτικού διαμερίσματος Θεσσαλονίκης, η οποία καλύπτει έκταση 54 ha και βρίσκεται κοντά στο περιαστικό δάσος Σείχ Σου, διατηρώντας το ιδιαίτερο ανάγλυφο του εδάφους, που εμφανίζεται κεκλιμένο και ανομοιόμορφο, με κλίσεις ως και 20%. Η βλάστηση στους χώρους πρασίνου, έχει τη μορφή μεταβατικών οικολογικών ζωνών, που συνδέουν το δασικό με το αστικό περιβάλλον.

Είδη όπως το κυπαρίσσι, η τραχεία πεύκη, η δάφνη, η ελιά και το πουρνάρι αποτελούν τη φυσική συνέχεια του δάσους.

Τέτοιοι “πράσινοι” διάδρομοι οικολογικών τόπων, είναι εντονότεροι στο αστικό τοπίο, όπου το οδικό δίκτυο και τα πολεοδομικά συγκροτήματα, κατακερματίζουν το σύνολο της βλάστησης, δημιουργώντας αυτούς τους φυσικούς διάδρομους βλάστησης (Pirnat 2000).

Σύμφωνα με στοιχεία της Διεύθυνσης Πρασίνου Θεσσαλονίκης (1990), οι πράσινοι χώροι στην περιοχή είναι περιορισμένοι και καταλαμβάνουν έκταση 1,2 ha, που αποτελεί το 2,2% της συνολικής έκτασης. Από πληθυσμιακά στοιχεία του Δήμου Θεσσαλονίκης (Ε.Σ.Υ.Ε. 2001), υπολογίστηκε ότι η αναλογία πρασίνου στην περιοχή έρευνας είναι 1,433 m² πρασίνου/κάτοικο, δηλαδή μικρότερη από αυτή στο σύνολο του Δήμου Θεσσαλονίκης (2,1 m² πρασίνου/κάτοικο) και από αυτή που επιβάλλουν τα διεθνή πρότυπα (8-10 m² πρασίνου/κάτοικο) (Hatzistathis et al. 1999, Καραμέρης 1999, Γκανάτσας κ.α. 2002).

Η ατμοσφαιρική ρύπανση στη Θεσσαλονίκη είναι σε επιτρεπτά επίπεδα για την επιβίωση των δέντρων. Από στοιχεία των κοντινότερων στο κέντρο της πόλης, σταθμών μέτρησης ρύπανσης (Πλατεία Αγ. Σοφίας, Πλατεία Δημοκρατίας, Α.Π.Θ.), για την περίοδο 2000-2003, παρατηρείται ότι το SO₂ εμφάνισε πτωτική πορεία, ενώ το NO₂, το CO και το O₃ είχαν στατικό χαρακτήρα. Από τον σταθμό που βρίσκεται στην Πλατεία Αγίας Σοφίας υπολογίστηκε ότι η κατά μέσο όρο συγκέντρωση για το SO₂ ήταν 30,3 mg/m³, για το NO₂ 59,1 mg/m³, για το CO 1,6 mg/m³ και για το O₃ 33,6 mg/m³ (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. 2003).

Σύμφωνα με στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού του Α.Π.Θ. για την περίοδο 1960-2002, το κλίμα της πόλης είναι ημίξηρο μεσογειακό και δυσμενές για την ανάπτυξη των δέντρων. Η μέση

ετήσια θερμοκρασία του αέρα είναι 15,8 °C, με μέση σχετική υγρασία 69%, ενώ το μέσο ετήσιο ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων ανέρχεται στα 446,8 mm.

Οι χιονοπτώσεις μέσα στην πόλη δεν είναι σπάνιο φαινόμενο και η διεύθυνση των ανέμων ποικίλει ανάλογα με την εποχή του έτους. Σημαντικός είναι ο τοπικός Β-ΒΔ άνεμος Βαρδάρης, που πνέει το χειμώνα, ως σφοδρός και ξηρός καταβατικός άνεμος, δημιουργώντας έντονη εξάτμιση στις ζώνες δράσης του.

Πολλές φορές ξεπερνά τα 20-25 m/sec, φτάνοντας στη βαθμίδα της θύελλας (Φλόκας 1992). Αναφέρονται στιγμές που ο άνεμος ξεπέρασε τα 53 km/h (7 Beaufort), προκαλώντας ζημιές και ανεμορριπίες σε πολλά δέντρα (Tsitsoni and Zagas 2001).

Το έδαφος της περιοχής είναι αποτέλεσμα τεχνητών διαδικασιών (επιχωματώσεων) και μπορεί να χαρακτηριστεί ανώριμο, χωρίς πεδογενετική εξέλιξη (Ματζίρης 2003). Πρόκειται για μέσο έδαφος, αβαθές ως πολύ αβαθές (5-30 cm), αμμοπηλώδες-πηλώδες, με μέτρια δομή και κιτρινόχραιο χρώμα (Τουρλακίδης 1997). Παρουσιάζει βασική αντίδραση, με υψηλό pH (7,8-8,3), λόγω της χρήσης σκύρων από ασβεστόλιθο στα οδοστρώματα (Ματζίρης 2003). Το γεωλογικό υπόβαθρο ανήκει στη ζώνη του Αξιού και χαρακτηρίζεται κυρίως από την παρουσία πράσινων γνεύσεων, τεταρτογενών αποθεμάτων, ιζημάτων βαθιάς θάλασσας (στον ανώτερο ορίζοντα) και μεταμορφωμένων πετρωμάτων (Σαπουντζής 1969, Μουντράκης 1985).

Η συλλογή των στοιχείων, πραγματοποιήθηκε το καλοκαίρι του 2001 και η ανάλυσή τους έγινε με τη βοήθεια των λογισμικών Excel 2000 και SPSS 10.0. Η καταγραφή των δασοπονικών ειδών και των γνωρισμάτων τους, έγινε σε καρτέλες επιθεώρησης, με επιτόπου παρατηρήσεις.

Προτιμήθηκαν βασικά στοιχεία απογραφής δέντρων (Grey and Deneke 1986, Grey 1996, Ντάφης 2001), τα οποία συμβολίστηκαν με 20 κωδικούς αριθμούς και διαιρέθηκαν σε 5 κατηγορίες, έπειτα από κατάλληλη μορφοποίησή τους (Πίνακας Ι). Πρόκειται για μορφολογικά χαρακτηριστικά, που έχουν σχέση με την κατάσταση της υγείας του δέντρου, αποκλίσεις από την τυπική του μορφή, επίδραση αβιοτικών (περιβαλλοντικών) ή βιοτικών (ανθρώπινων) παραγόντων και λανθασμένους χειρισμούς.

Πίνακας I. Στοιχεία απογραφής των δέντρων στις δενδροστοιχίες.**Table I.** Inventory data in streetside trees.

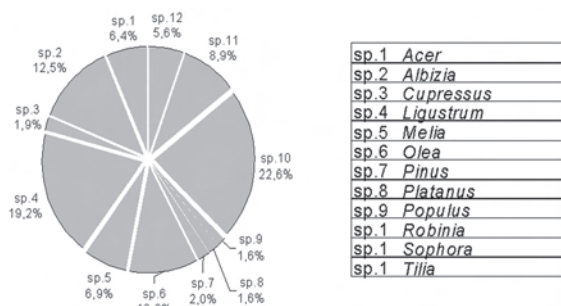
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ | ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ | ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ ΔΕΝΤΡΩΝ |
|---|--------------------|--|
| Υγεία | 1 | Νέκρωση τμήματος της κόμης (>33%) |
| | 2 | Προσβολές από ασθένειες, έντομα, μύκητες |
| | 3 | Σήψη στο ριζικό κόμβο ή στον κορμό του δέντρου |
| | 4 | Συμπτώματα που οφείλονται στη ρύπανση |
| | 5 | Έκκριση υγρών |
| Ζημιές από αβιοτικούς παράγοντες | 6 | Καταστροφή της κόμης (>33%) από ανέμους ή χιόνια |
| | 7 | Ανοητές κοιλότητες στον κορμό, παγοραγίδες, φλοιόκαυση |
| Ζημιές από βιοτικούς (ανθρώπινους) παράγοντες | 8 | Πληγές στον κορμό ή στην κόμη, από ανθρώπινες δραστηριότητες |
| | 9 | Συμπίεση του εδάφους |
| | 10 | Εκτέλεση κατασκευαστικών εργασιών |
| | 11 | Ρύπανση του λάσκου φύτευσης ή κάλυψη του ριζικού κόμβου με μπάζα |
| Αποκλίσεις από την τυπική μορφή | 12 | Αυξημένη πυκνότητα κόμης (δημιουργία θυσάνων) |
| | 13 | Εκτεταμένα κλαδιά που προκαλούν πρόβλημα |
| | 14 | Ανόμαλη διαμόρφωση του κορμού ή της κόμης |
| | 15 | Ανόμαλη διαμόρφωση ριζικού συστήματος |
| | 16 | Νερσοακτούλες, δαχλώσεις |
| Λανθασμένος χειρισμός | 17 | Αυστηρή κλάδευση της κόμης (>66%) |
| | 18 | Θέση δέντρου κοντά σε ανθρώπινες κατασκευές (δρόμους, κτίρια, κολώνες κλπ.) |
| | 19 | Στενή τοποθέτηση δέντρων (οι κόμες εφάπτονται ή εισέρχονται η μια στην άλλη) |
| | 20 | Κόμη εκτεταμένη ή πολύ χαμηλά καταπεδούσα |

Στους κωδικούς 1 και 6, συμπεριλήφθηκαν δέντρα που εμφάνισαν απώλεια κόμης, άνω του 33% του συνολικού της μεγέθους λόγω υγείας, ξηρασίας ή ζημιών από εξωτερικούς παράγοντες. Τα 2/3 της κόμης του δέντρου, είναι απαραίτητα για την ομαλή λειτουργία και ανάπτυξη του (Grey 1996, Ντάφης 2001). Οι κλαδεύσεις (κωδικός 17), κρίθηκαν αυστηρές όταν η έντασή τους συνεπάγονταν απώλεια κόμης άνω του 66% του συνολικού της μεγέθους. Ο Ντάφης (2001) αναφέρει ότι κατά τη χαλάρωση της κόμης, η μάζα της μπορεί να φτάσει το 1/3-1/2 του αρχικού της μεγέθους. Οι επιπτώσεις της ρύπανσης στο δέντρο (κωδικός 4), αναγνωρίζονται από την αφύσικη μεταβολή στο χρώμα των φύλλων ή των καρπών και είναι συνήθως ορατές ως λευκές ή έγχρωμες κηλίδες και καμένες νεκρωτικές περιοχές, που τελικά αποκόπτονται από τους ζωντανούς ιστούς του φυτού, αφήνοντας τραχιές άκρες ή τρύπες στα φύλλα (Treshow and Franklin 1989). Η απόκλιση του δέντρου από την τυπική του μορφή (κωδικοί 12-16), προκαλεί προβλήματα τόσο σε ανθρώπινες δραστηριότητες ή κατασκευές (π.χ. κίνηση πεζών ή οχημάτων, καταστροφή του πεζοδρομίου από τις ρίζες) όσο και στη βιολογική του σταθερότητα. Οι κατασκευαστικές εργασίες (κωδικός 10)

επιλέχθηκαν ως ξεχωριστή επίδραση, επειδή κατά τη διάρκειά τους, αυξάνεται η ένταση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που επιβαρύνουν το δέντρο. Καταγράφηκε οποιαδήποτε επιπρόσθετη ζημιά προκλήθηκε στο δέντρο εξαιτίας των εργασιών.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

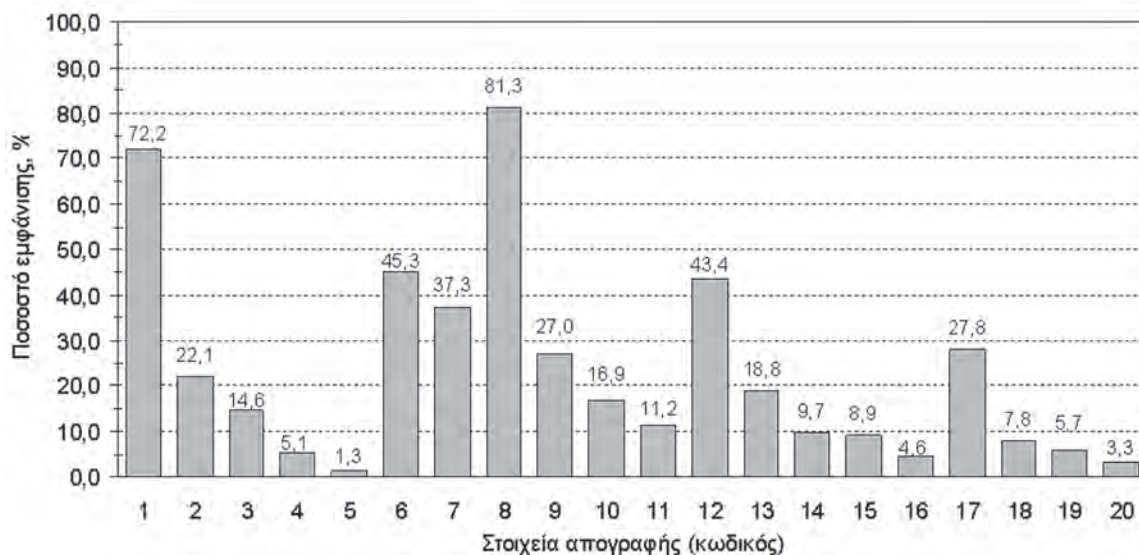
Μετρήθηκαν συνολικά 963 δέντρα, από 12 δασοπονικά είδη, τα οποία αποτελούν το 92,5% των απόμων που απαρτίζουν τις δενδροστοιχίες της περιοχής. Πρόκειται για τα είδη *Acer negundo* (sp. 1), *Albizia julibrissin* (sp. 2), *Cupressus* sp. (*C. sempervirens*, *C. arizonica*) (sp. 3), *Ligustrum japonicum* (sp. 4), *Melia azedarach* (sp. 5), *Olea europaea* (sp. 6), *Pinus brutia* (sp. 7), *Platanus hybrida* (sp. 8), *Populus* sp. (*Populus alba*, *P. nigra*, *P. deltoides*, *P. euroamericana*) (sp. 9), *Robinia pseudoacacia* (sp. 10), *Sophora japonica* (sp. 11), και *Tilia tomentosa* (sp. 12). Η ηλικία των δέντρων αυτών κυμαίνεται από 10-35 έτη περίπου και το ύψος τους δε ξεπερνά τα 10 m, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων. Τα περισσότερα δέντρα (22,6% του συνολικού πληθυσμού) ανήκουν στο είδος *Robinia pseudoacacia* και ο αριθμός τους σε κάθε δασοπονικό είδος διαφέρει σημαντικά (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Ποσοστιαία (%) αναλογία δέντρων σε κάθε δασοπονικό είδος.

Figure 1. Proportional tree percentages (%) of each tree species.

Τα περισσότερα δασοπονικά είδη (81% των δέντρων) εμφανίζουν σημάδια από ανθρώπινες επιδράσεις (κωδικός 8), που οφείλονται κυρίως σε πληγώσεις από χτυπήματα οχημάτων και κατά δεύτερο λόγο σε βανδαλισμούς, καρφιά, σύρματα, ή σπάσιμο κλαδιών (Σχήμα 2). Η κακή κατάσταση της υγείας τους, οφείλεται κυρίως στην ξηρασία, η οποία προκαλεί νέκρωση τμημάτων της κόμης (κωδικός 1) στο 72% των δέντρων. Επίσης σημαντικό είναι το ποσοστό από ζημιές λόγω έντονων καιρικών συνθηκών (45,3%), που δείχνει την σημασία του σφοδρού τοπικού ανέμου Βαρδάρη. Ως αρνητικές επιδράσεις για την ανάπτυξη και επιβίωση των δέντρων στο αστικό περιβάλλον, αναφέρονται συνήθως οι ασθένειες, η ρύπανση, οι βανδαλισμοί από μέρος των ανθρώπων και το αλάτι αποπάγωσης (Ντάφης 1993, Ζαγας 1999, Tsiotsoni and Ζαγας 2001).



Σχήμα 2. Ποσοστό εμφάνισης (%) των στοιχείων απογραφής στο σύνολο των δέντρων.

Figure 2. Percentage (%) that inventory data revealed at the total of trees.

Το ξηρόθερμο κλίμα φαίνεται ότι αποτελεί επιπρόσθετο πρόβλημα στο δυσμενές περιβάλλον της πόλης και επιβαρύνει τις δενδροστοιχίες της περιοχής. Η εξοικονόμηση αρδευτικού νερού και το συχνό πότισμα των δέντρων σε περιόδους ξηρασίας, θα αποτελούσε σημαντική διαχειριστική επέμβαση (Παπαδόπουλος 1999). Τα είδη *Pinus brutia* και *Populus sp.*, δείχνουν να επηρεάζονται εντονότερα από τις συνθήκες αυτές εμφανίζοντας σε υψηλότε-

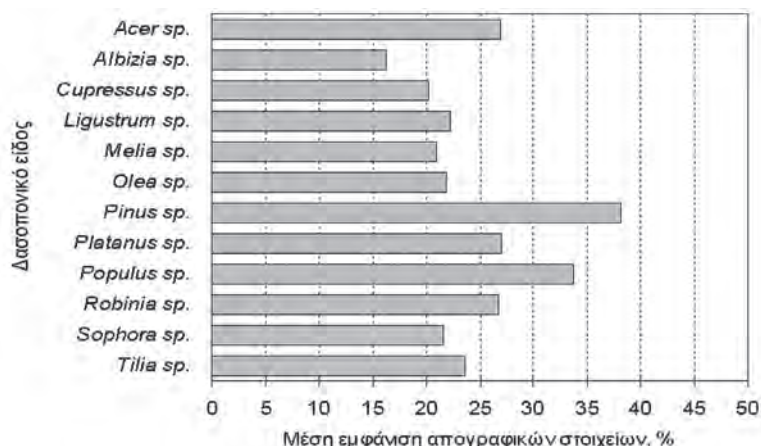
ρο ποσοστό νέκρωση της κόμης (άνω του 33% της συνολικής της μάζας), με το 100% και 90,3% των δέντρων τους αντίστοιχα να εμφανίζει ξήρανση. Τα είδη *Albizia julibrissin* και *Tilia tomentosa* αντίθετα εμφανίζουν τα μικρότερα ποσοστά νέκρωσης της κόμης, με 33,3% και 61,1% αντίστοιχα (Πίνακας II). Τα είδη *Pinus brutia*, *Populus sp.* και *Platanus hybrida*, εμφανίζουν κατά μέσο όρο τα υψηλότερα ποσοστά προβλημάτων, με το 38,2%, 33,7% και 27,0% των δέντρων τους αντίστοιχα, να εμφανίζει κάποιο από τα στοιχεία της απογραφής. Τα είδη *Albizia julibrissin* και *Cupressus sp.* αντίθετα, εμφανίζουν κατά μέσο όρο τα μικρότερα ποσοστά προβλημάτων με 16,3% και 20,3% αντίστοιχα (Σχήμα 3).

Πίνακας II. Ποσοστιαία (%) συχνότητα εμφάνισης των στοιχείων απογραφής στα δέντρα κάθε δασοπονικού είδους.
Table II. Percentage (%) of frequency that inventory data revealed at the trees of each species.

| Κατηγορία απογραφής | Κωδικός στοιχείων απογραφής | Είδος | | | | | | | | | | | | Σύνολο δέντρων |
|--|-----------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|----------------|
| | | sp.1 | sp.2 | sp.3 | sp.4 | sp.5 | sp.6 | sp.7 | sp.8 | sp.9 | sp.10 | sp.11 | sp.12 | |
| | | Συχνότητα εμφάνισης (αριθμός δέντρων) από κάθε δασοπονικό είδος, % | | | | | | | | | | | | |
| Υγεία | 1 | 74,2 | 33,3 | 72,2 | 90,3 | 69,7 | 72,4 | 100 | 86,7 | 80,0 | 73,9 | 80,2 | 61,1 | 695 |
| | 2 | 16,1 | 7,5 | 61,1 | 4,9 | 6,1 | 27,6 | 89,5 | 20,0 | 80,0 | 33,5 | 20,9 | 33,3 | 213 |
| | 3 | 8,1 | 3,3 | 5,6 | 4,3 | 12,1 | 24,8 | 52,6 | 6,7 | 40,0 | 22,5 | 12,8 | 22,2 | 141 |
| | 4 | 53,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 13,3 | 0,0 | 3,2 | 1,2 | 9,3 | 49 |
| | 5 | 3,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 26,3 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 2,3 | 3,7 | 13 |
| Αβιοτικοί παράγοντες | 6 | 43,5 | 34,2 | 66,7 | 37,8 | 31,8 | 53,3 | 100 | 86,7 | 86,7 | 46,3 | 40,7 | 51,9 | 436 |
| | 7 | 32,3 | 27,5 | 50,0 | 26,5 | 39,4 | 23,8 | 94,7 | 53,3 | 80,0 | 51,4 | 15,1 | 63,0 | 359 |
| Βιοτικοί παράγοντες | 8 | 85,5 | 75,0 | 55,6 | 88,1 | 72,7 | 83,8 | 100 | 86,7 | 93,3 | 83,0 | 72,1 | 77,8 | 783 |
| | 9 | 64,5 | 5,0 | 22,2 | 49,7 | 42,4 | 15,2 | 31,6 | 0,0 | 13,3 | 17,0 | 24,4 | 14,8 | 260 |
| | 10 | 0,0 | 3,3 | 0,0 | 73,0 | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 80,0 | 26,7 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 163 |
| | 11 | 0,0 | 5,0 | 11,1 | 1,1 | 1,5 | 3,8 | 36,8 | 46,7 | 13,3 | 27,1 | 9,3 | 18,5 | 108 |
| Απόκλιση από την τυπική μορφή | 12 | 79,0 | 57,5 | 0,0 | 1,6 | 62,1 | 25,7 | 0,0 | 0,0 | 20,0 | 67,4 | 83,7 | 13,0 | 418 |
| | 13 | 12,9 | 5,0 | 33,3 | 31,9 | 28,8 | 23,8 | 36,8 | 20,0 | 6,7 | 6,9 | 16,3 | 33,3 | 181 |
| | 14 | 3,2 | 10,0 | 0,0 | 5,9 | 19,7 | 13,3 | 42,1 | 6,7 | 6,7 | 9,8 | 3,5 | 13,0 | 93 |
| | 15 | 12,9 | 9,2 | 0,0 | 2,2 | 1,5 | 14,3 | 5,3 | 13,3 | 80,0 | 8,3 | 12,8 | 5,6 | 86 |
| Λανθασμένος χειρισμός | 16 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 1,6 | 3,0 | 23,8 | 5,3 | 0,0 | 0,0 | 2,8 | 0,0 | 11,1 | 44 |
| | 17 | 46,8 | 44,2 | 0,0 | 1,1 | 13,6 | 7,6 | 0,0 | 0,0 | 20,0 | 60,1 | 30,2 | 13,0 | 268 |
| | 18 | 1,6 | 3,3 | 16,7 | 5,4 | 13,6 | 7,6 | 10,5 | 13,3 | 13,3 | 8,7 | 4,7 | 20,4 | 75 |
| | 19 | 0,0 | 0,0 | 11,1 | 12,4 | 1,5 | 8,6 | 21,1 | 6,7 | 6,7 | 5,5 | 0,0 | 3,7 | 55 |
| | 20 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 5,4 | 0,0 | 2,9 | 10,5 | 0,0 | 6,7 | 5,5 | 1,2 | 3,7 | 32 |
| Σύνολο δέντρων δασοπονικού είδους | | 62 | 120 | 18 | 185 | 66 | 105 | 19 | 15 | 15 | 218 | 86 | 54 | 963 |
| Μέσος αριθμός δέντρων από κάθε δασοπονικό είδος που εμφανίζει κάποιο στοιχείο της απογραφής, % | | 26,9 | 16,3 | 20,3 | 22,2 | 21,0 | 21,9 | 38,2 | 27,0 | 33,7 | 26,8 | 21,6 | 23,6 | 23,2 |

Το *Acer negundo*, φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στη ρύπανση, εμφανίζοντας σχετικά συμπτώματα και αφύσικη μεταβολή στο χρώμα των φύλλων

του σε εντονότερο βαθμό (53,2%) από τα υπόλοιπα είδη. Τα είδη *Populus sp.*, σε ποσοστό 80% διαμόρφωσαν επιπόλαιο και εκτεταμένο ριζικό σύστημα,



Σχήμα 3. Μέση ποσοστιαία (%) συχνότητα εμφάνισης των στοιχείων απογραφής στα δέντρα κάθε δασοπονικού είδους.

Figure 3. Average percentage (%) of frequency that inventory data revealed at the trees of each tree species.

με αποτέλεσμα την υπερύψωση ή χαλάρωση του καταστρώματος των πεζοδρομίων, ενώ σε παρόμοιο ποσοστό (80%) εμφάνισαν νέκρωση τμημάτων της κόμης τους. Ο περιορισμένος αυξητικός χώρος των ριζών και το συμπιεσμένο έδαφος, δημιουργώντας δυσμενείς συνθήκες αερισμού, προκαλούν νέκρωση των ριζών, ξήρανση τμημάτων του δέντρου και μείωση της μηχανικής του αντοχής, με συνέπεια να είναι ευπαθές στους ισχυρούς ανέμους και να καθίσταται επικίνδυνο λόγω της αστάθειάς του (Ντάφης 2001). Τα είδη *Acer negundo* και *Ligustrum japonicum* εμφανίζουν σε υψηλότερο ποσοστό, συμπίεση του εδάφους στο λάκκο φύτευσης (Πίνακας II).

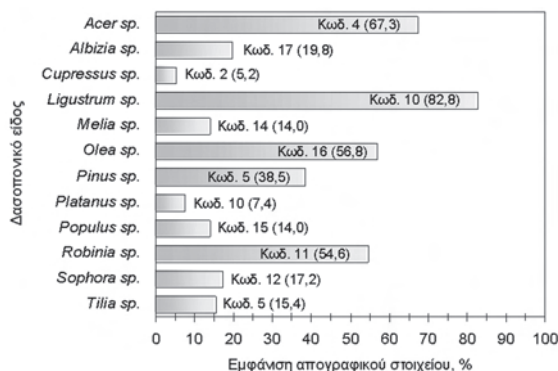
Για κάθε δασοπονικό είδος υπολογίστηκε η ποσοστιαία (%) μέση συχνότητα εμφάνισης (μέσος αριθμός δέντρων) των απογραφικών στοιχείων σε κάθε κατηγορία απογραφής (Πίνακας III). Όπως φαίνεται στον πίνακα III, προβλήματα υγείας (κωδικοί 1-5) αντιμετωπίζουν σε υψηλότερο κατά μέσο όρο ποσοστό, τα είδη *Pinus brutia* (54%), *Populus sp.* (40%) και *Ligustrum japonicum* (31%), ενώ χαμηλότερο τα είδη *Albizia julibrissin* (9%) και *Melia azedarach* (18%). Ζημιές από αβιοτικούς (περιβαλλοντικούς) παράγοντες (κωδικοί 6-7) εμφανίζουν περισσότερο τα είδη *Pinus brutia* (97%), *Populus sp.* (83%) και *Platanus hybrida* (70%), ενώ χαμηλότερο τα είδη *Sophora japonica* (28%) και *Albizia julibrissin* (31%). Ζημιές από βιοτικούς (ανθρώπινους) παράγοντες (κωδικοί 8-11) εμφανίζουν περισσό-

τερο τα είδη *Ligustrum japonicum* (53%), *Populus sp.* (53%) και *Pinus brutia* (42%), ενώ χαμηλότερο τα είδη *Albizia julibrissin* (22%) και *Cupressus sp.* (22%). Αποκλίσεις από την τυπική τους μορφή (κωδικοί 12-16) παρουσιάζουν περισσότερο τα είδη *Melia azedarach* (23%), *Populus sp.* (23%) και *Sophora japonica* (23%), ενώ χαμηλότερο τα είδη *Cupressus sp.* (7%) και *Platanus hybrida* (8%). Τέλος λανθασμένους χειρισμούς σε εντονότερο βαθμό έχει υποστεί (κωδικοί 17-20) το είδος *Robinia pseudoacacia* (20%), ενώ χαμηλότερο το είδος *Platanus hybrida* (5%). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα είδη *Ligustrum japonicum*, *Platanus hybrida*, και *Populus sp.*, δέχονται εντονότερα την επιβάρυνση κατασκευαστικών εργασιών, που εκτελούνται στην περιοχή.

Πίνακας III. Μέση ποσοστιαία (%) συχνότητα εμφάνισης των δασοπονικών ειδών σε κάθε κατηγορία απογραφής.
Table III. Average percentage (%) of frequency that tree species appeared in every division of inventory data.

| Κατηγορία απογραφής | Κωδικός στοιχείων απογραφής | Είδος | | | | | | | | | | | | Σύνολο δέντρων |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|----------------|
| | | sp.1 | sp.2 | sp.3 | sp.4 | sp.5 | sp.6 | sp.7 | sp.8 | sp.9 | sp.10 | sp.11 | sp.12 | |
| | | Μέσος αριθμός δέντρων, % | | | | | | | | | | | | |
| Υγεία | 1-5 | 31 | 9 | 28 | 20 | 18 | 25 | 54 | 25 | 40 | 27 | 23 | 26 | 222 |
| Αβιοτικοί παράγοντες | 6-7 | 38 | 31 | 58 | 32 | 36 | 39 | 97 | 70 | 83 | 49 | 28 | 57 | 398 |
| Βιοτικοί παράγοντες | 8-11 | 38 | 22 | 22 | 53 | 29 | 26 | 42 | 53 | 37 | 32 | 26 | 28 | 329 |
| Απόκλιση μορφής | 12-16 | 22 | 17 | 7 | 9 | 23 | 20 | 18 | 8 | 23 | 19 | 23 | 15 | 164 |
| Λάθος χειρισμός | 17-20 | 12 | 12 | 7 | 6 | 7 | 7 | 11 | 5 | 12 | 20 | 9 | 10 | 108 |
| Σύνολο δέντρων δασοπονικού είδους | | 62 | 120 | 18 | 185 | 66 | 105 | 19 | 15 | 15 | 218 | 86 | 54 | 963 |

Στον πίνακα IV φαίνεται το ποσοστό των δέντρων που υπάρχει σε κάθε δασοπονικό είδος από το σύνολο των δέντρων σε κάποιο απογραφικό στοιχείο. Στο σχήμα 4 δίνονται οι υψηλότερες τιμές που παρουσιάζει κάθε είδος στον πίνακα IV. Το υψηλό ποσοστό από το είδος *Robinia pseudoacacia* που εμφανίζει κάλυψη του ριζικού κόμβου με ρυπογόνα υλικά (54,6%), εξηγείται από το μεγάλο αριθμό ατόμων του είδους και από το γεγονός ότι τα περισσότερα δέντρα βρίσκονται σε πολυσύχναστους δρόμους με αυξημένη συχνότητα επίδρασης ανθρώπινων εργασιών. Σημαντικές είναι οι παρατηρήσεις στο είδος *Olea europaea*, το οποίο παρουσιάζει σε εντονότερο βαθμό δημιουργία διχαλώσεων ή κοιλιοτήτων με νερό (νεροσακκούλες) και στα είδη *Melia azedarach* και *Sophora japonica*, τα οποία δείχνουν να εμφανίζουν αυξημένη προδιάθεση απόκλισης από την τυπική τους μορφή (κωδικοί 12, 14), κυρίως στην κόμη, χωρίς την άμεση επίδραση αυστηρών κλαδεύσεων.



Σχήμα 4. Μέγιστη τιμή του ποσοστού (%) δέντρων που υπάρχει σε κάθε δασοπονικό είδος από το σύνολο των δέντρων που εμφάνισε κάποιο απογραφικό στοιχείο.
Figure 4. Maximum value of tree percentages (%) in each tree species from the total of trees appeared a certain inventory data.

Πίνακας IV. Ποσοστό (%) δέντρων σε κάθε δασοπονικό είδος, από το σύνολο των δέντρων που εμφανίζει κάποιο από τα στοιχεία απογραφής.

Table IV. Tree percentages (%) in each tree species, from the total of trees presenting a certain inventory data.

| Κατηγορία απογραφής | Κωδικός στοιχείων απογραφής | Είδος | | | | | | | | | | | | Σύνολο δέντρων |
|--------------------------------------|-----------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|----------------|
| | | sp.1 | sp.2 | sp.3 | sp.4 | sp.5 | sp.6 | sp.7 | sp.8 | sp.9 | sp.10 | sp.11 | sp.12 | |
| | | Συχνότητα εμφάνισης (αριθμός δέντρων) από κάθε πρόβλημα, % | | | | | | | | | | | | |
| Υγεία | 1 | 6,6 | 5,8 | 1,9 | 24,0 | 6,6 | 10,9 | 2,7 | 1,9 | 1,7 | 23,2 | 9,9 | 4,7 | 695 |
| | 2 | 4,7 | 4,2 | 5,2 | 4,2 | 1,9 | 13,6 | 8,0 | 1,4 | 5,6 | 34,3 | 8,5 | 8,5 | 213 |
| | 3 | 3,5 | 2,8 | 0,7 | 5,7 | 5,7 | 18,4 | 7,1 | 0,7 | 4,3 | 34,8 | 7,8 | 8,5 | 141 |
| | 4 | 67,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 4,1 | 0,0 | 14,3 | 2,0 | 10,2 | 49 |
| | 5 | 15,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,7 | 38,5 | 0,0 | 0,0 | 7,7 | 15,4 | 15,4 | 13 |
| Αβιοτικοί παράγοντες | 6 | 6,2 | 9,4 | 2,8 | 16,1 | 4,8 | 12,8 | 4,4 | 3,0 | 3,0 | 23,2 | 8,0 | 6,4 | 436 |
| | 7 | 5,6 | 9,2 | 2,5 | 13,6 | 7,2 | 7,0 | 5,0 | 2,2 | 3,3 | 31,2 | 3,6 | 9,5 | 359 |
| Βιοτικοί παράγοντες | 8 | 6,8 | 11,5 | 1,3 | 20,8 | 6,1 | 11,2 | 2,4 | 1,7 | 1,8 | 23,1 | 7,9 | 5,4 | 783 |
| | 9 | 15,4 | 2,3 | 1,5 | 35,4 | 10,8 | 6,2 | 2,3 | 0,0 | 0,8 | 14,2 | 8,1 | 3,1 | 260 |
| | 10 | 0,0 | 2,5 | 0,0 | 82,8 | 0,0 | 1,8 | 0,0 | 7,4 | 2,5 | 3,1 | 0,0 | 0,0 | 163 |
| | 11 | 0,0 | 5,6 | 1,9 | 1,9 | 0,9 | 3,7 | 6,5 | 6,5 | 1,9 | 54,6 | 7,4 | 9,3 | 108 |
| Απόκλιση από την τυπική μορφή | 12 | 11,7 | 16,5 | 0,0 | 0,7 | 9,8 | 6,5 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 35,2 | 17,2 | 1,7 | 418 |
| | 13 | 4,4 | 3,3 | 3,3 | 32,6 | 10,5 | 13,8 | 3,9 | 1,7 | 0,6 | 8,3 | 7,7 | 9,9 | 181 |
| | 14 | 2,2 | 12,9 | 0,0 | 11,8 | 14,0 | 15,1 | 8,6 | 1,1 | 1,1 | 22,6 | 3,2 | 7,5 | 93 |
| | 15 | 9,3 | 12,8 | 0,0 | 4,7 | 1,2 | 17,4 | 1,2 | 2,3 | 14,0 | 20,9 | 12,8 | 3,5 | 86 |
| Λανθασμένος χειρισμός | 16 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 6,8 | 4,5 | 56,8 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 13,6 | 0,0 | 13,6 | 44 |
| | 17 | 10,8 | 19,8 | 0,0 | 0,7 | 3,4 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 48,9 | 9,7 | 2,6 | 268 |
| | 18 | 1,3 | 5,3 | 4,0 | 13,3 | 12,0 | 10,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 25,3 | 5,3 | 14,7 | 75 |
| | 19 | 0,0 | 0,0 | 3,6 | 41,8 | 1,8 | 16,4 | 7,3 | 1,8 | 1,8 | 21,8 | 0,0 | 3,6 | 55 |
| Σύνολο δέντρων δασοπονικού είδους, % | 20 | 0,0 | 3,1 | 0,0 | 31,3 | 0,0 | 9,4 | 6,3 | 0,0 | 3,1 | 37,5 | 3,1 | 6,3 | 32 |
| | | 6,4 | 12,5 | 1,9 | 19,2 | 6,9 | 10,9 | 2,0 | 1,6 | 1,6 | 22,6 | 8,9 | 5,6 | 963 |

Η αυστηρή κλάδευση των δέντρων (άνω του 66% της συνολικής μάζας της κόμης) αποτελεί έντονη και βίαιη επέμβαση, που μειώνει την αισθητική αξία των δέντρων και ιδίως για κάποια δασοπονικά είδη, έχει ως συνέπεια την εμφάνιση μορφολογικών αποκλίσεων (αυξημένη πυκνότητα κόμης, παραμόρφωση κλαδιών, θύσανοι) και προβλημάτων υγείας (ξήρανση, προσβολές εντόμων και μυκήτων). Η συσχέτιση των απογραφικών στοιχείων με τους κωδικούς 1, 12 και 17 στα επτά είδη που εμφάνισαν ποσοστό δέντρων άνω του 6,4% του συνολικού πληθυσμού (Πίνακας V) δείχνει ότι η επίδραση της αυστηρής κλάδευσης στη διαμόρφωση αυξημένης πυκνότητας κόμης, δίνει υψηλότερο συντελεστή συσχέτισης στο είδος *Robinia pseudoacacia* (0,853) και εμφανίζει θετική γραμμική σχέση. Η ξήρανση της κόμης (κωδικός 1) συσχετίζεται ισχυρό-

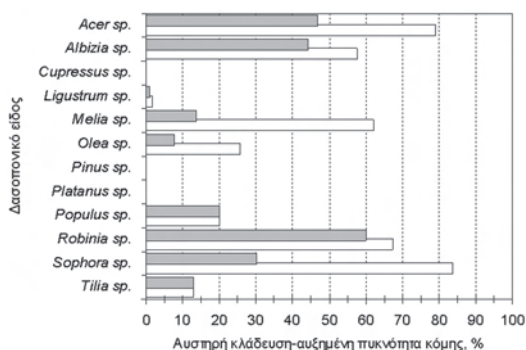
τερα με την αυξημένη πυκνότητα της κόμης στο είδος *Sophora japonica* (0,888).

Παρατηρείται ότι, στα είδη *Melia azedarach*, *Sophora japonica* και *Acer negundo*, η αυξημένη πυκνότητα της κόμης εκδηλώθηκε σε εντονότερο βαθμό, σχετικά με την αυστηρή κλάδευση που είχαν υποστεί (Σχήμα 5). Αυστηρές κλαδεύσεις στην περιοχή έρευνας, εφαρμόστηκαν σε ένα σημαντικό ποσοστό των δέντρων (27,8%) με τα περισσότερα άτομα (48,9% των δέντρων που κλαδεύτηκαν) να ανήκουν στο είδος *Robinia pseudoacacia* (60,1% των ατόμων του είδους). Η επέμβαση αυτή ήταν ανούσια, επειδή δημιούργησε αυξητικά προβλήματα στο είδος, με το 67,4% των ατόμων του να εμφανίζει αυξημένη πυκνότητα κόμης και δεν επιδιόρθωσε λειτουργικά προβλήματα, αφού το 37,5% των δέντρων που εμφανίζουν εκτεταμένη ή

Πίνακας V. Σχέση μεταξύ των απογραφικών στοιχείων με κωδικούς 1, 12 και 17, χρησιμοποιώντας το συντελεστή γραμμικής συσχέτισης Pearson (r_p) και δίπλευρο έλεγχο υποθέσεων σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha \leq 0,01$.

Table V. Correlation between inventory data with code 1, 12 and 17 using Pearson correlation coefficients (r_p) and two tailed significant test at significance level $\alpha \leq 0,01$.

| Συσχέτιση μεταξύ απογραφικών στοιχείων (κωδικοί) | Δασοπονικό είδος | | | | | | |
|--|------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------|
| | sp.1 | sp.2 | sp.4 | sp.5 | sp.6 | sp.10 | sp.11 |
| κωδ. 12 x κωδ. 17 | 0,483 | 0,765 | 0,814 | 0,310 | 0,488 | 0,853 | 0,290 |
| κωδ. 12 x κωδ. 1 | 0,873 | 0,608 | * $\alpha > 0,01$ | 0,844 | 0,363 | 0,856 | 0,888 |
| κωδ. 17 x κωδ. 1 | 0,553 | 0,795 | * $\alpha > 0,01$ | 0,262 | * $\alpha > 0,01$ | 0,730 | 0,327 |



Σχήμα 5. Συγκριτικό γράφημα που δείχνει το ποσοστό (%) δέντρων από κάθε δασοπονικό είδος, που έχει υποστεί αυστηρή κλάδευση και εμφάνισε αυξημένη πυκνότητα κόμης. Η ράβδος με το σκούρο χρώμα αντιστοιχεί στα άτομα που έχουν κλαδευτεί ισχυρά.

Figure 5. Comparative graphic showing tree percentages (%) of each tree species that have been topped and presented increased crown thickness. The dark colored bar refers to trees that have been topped.

χαμηλά κατανεύουσα κόμη (κωδικός 20), προέρχεται από το είδος της ψευδακακίας.

Οι κλαδεύσεις των κατώτερων κλαδιών, είναι καλό να ακολουθούν τον κανόνα που λέει ότι στο δέντρο, πρέπει να υπάρχει ζωντανή κόμη που αντιστοιχεί στα 2/3 του ύψους του (Grey 1996). Οι Grey and Deneke (1986) αναφέρουν ότι, οι αυστηρές κλαδεύσεις εφαρμόζονται λόγω της λανθασμένης άποψης που επικράτησε, ότι η ύπαρξη πλούσιας κόμης καθιστά το δέντρο πιο ευάλωτο σε ισχυρούς ανέμους, με συνέπεια να γίνεται ασταθές και επικίνδυνο. Χαρακτηριστικά αναφέρουν ότι η έντονη κλάδευση δεν επιφέρει το επιθυμητό αποτέλεσμα και πρέπει να επιδιώκεται η ύπαρξη κόμης. Η ορθή και επιμελημένη κλάδευση πρέπει να περιορίζεται σε δέντρα με ανομοιόμορφη κόμη και σε κλαδιά ξηρά, σπασμένα, ασθενικά ή εκτεταμένα, τα οποία προκαλούν πρόβλημα στην αύξηση του δέντρου ή σε ανθρώπινες δραστηριότητες. Η ύπαρξη κόμης σε ένα υγιές δέντρο είναι φορέας σταθερότητας του ίδιου του δέντρου ιδίως όταν δέχεται επιμελημένη φροντίδα.

Όπως αναφέρουν οι Long and Nair (1999), τα δέντρα που συνήθως χρησιμοποιούνται και πρέπει να χρησιμοποιούνται, σε δασοπονικές ή άλλους χώρους της πόλης, είναι αντιπροσωπευτικά σειράς δασοπονικών ειδών, που υπάρχουν στα τριγύρω

περιαστικά δάση και αστικά τοπία. Τα ιθαγενή είδη, λόγω της ιδιαίτερης προσαρμοστικότητας και αντοχής που παρουσιάζουν, ενισχύουν τη βιολογική σταθερότητα, απαιτούν μικρότερες δαπάνες συντήρησης, εμπεριέχουν ιστορική και αισθητική αξία και αναδεικνύουν τη χλωρίδα του τόπου (Χατζηλιάδης 1999). Ωστόσο, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη τα προβλήματα που δημιουργεί το δέντρο, κατά την αύξησή του, σε ανθρώπινες δραστηριότητες και το πόσο ανταποκρίνεται στο διαχειριστικό σκοπό. Στην περιοχή έρευνας ιδιαίτερο πρόβλημα δημιουργείται από το βαμβάκι, που παράγεται σε είδη λεύκης και τους κολλώδεις καρπούς του *Ligustrum japonicum* την άνοιξη. Το βαμβάκι είναι ενοχλητικό επειδή σχηματίζεται σε μεγάλες ποσότητες και προκαλεί αλλεργίες (Tsitsoni and Zagas 1999, Παπαγεωργίου κ.α. 2002).

Συμπεράσματα

- Τα περισσότερα προβλήματα στις δασοπονικές της περιοχής οφείλονται σε πληγώσεις και ζημιές από ανθρώπινες δραστηριότητες και κακή κατάσταση της υγείας τους, λόγω ξηρασίας.
- Τα επίπεδα ρύπανσης είναι τέτοια που δεν επιδρούν σημαντικά στις δασοπονικές της περιοχής, με εξαίρεση το *Acer negundo*, που εμφανίζεται ευαίσθητο, λόγω του υψηλού ποσοστού δέντρων με αφύσικο χρώμα φύλλων και νεκρωτικές κηλίδες στα άκρα.
- Η αυστηρή κλάδευση των δέντρων αποτελεί απερίσκεπτη επέμβαση και πρέπει να αποφεύγεται, επειδή αλλοιώνει την αισθητική εικόνα (τυπική μορφή) του δέντρου και προκαλεί αυξητικά προβλήματα σε κάποια δασοπονικά είδη. Παρατηρήθηκε ότι αυστηρή κλάδευση εφαρμόστηκε σε εντονότερο βαθμό στο είδος *Robinia pseudoacacia* και εμφανίζει ισχυρά, γραμμική και θετική συσχέτιση με την αυξημένη πυκνότητα της κόμης του ($r=0,853$).
- Τα είδη *Acer negundo* και *Sophora japonica* εμφάνισαν τα υψηλότερα ποσοστά αυξημένης πυκνότητας της κόμης και δείχνουν να έχουν μια αυξημένη προδιάθεση απόκλισης από την τυπική τους μορφή.
- Το είδος *Olea europaea* παρουσιάζει σε εντονότερο βαθμό δημιουργία διχαλώσεων ή κοιλοτήτων με νερό (νεροσακκούλες).
- Τα είδη *Populus sp.*, λόγω του επιπόλαιου και εκτεταμένου ριζικού τους συστήματος και του περιορισμένου αυξητικού χώρου στο φυτευτικό λάκκο, διαμορφώνουν σε εντονότερο βαθμό ανώμαλο ριζικό σύστημα, με συνέπεια να καταστρέφουν η να

υπερψώνουν το κράσπεδο.

▪ Τα είδη *Acer negundo* και *Ligustrum japonicum* εμφανίζουν σε υψηλότερο ποσοστό συμπίεση του εδάφους στο λάκκο φύτευσης.

▪ Τα είδη *Pinus brutia* και *Populus sp.*, επειδή εμφανίζουν τα περισσότερα προβλήματα έναντι των άλλων ειδών, καθίστανται ανεπιθύμητα για τις δενδροστοιχίες της περιοχής, μολονότι αποτελούν τυπικά ιθαγενή είδη της ελληνικής χλωρίδας και έχουν υποστεί τη διαδικασία της φυσικής επιλογής.

Δασοκομικά μέτρα, για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που παρουσιάζουν οι δενδροστοιχίες στην περιοχή, μπορούν να είναι τα εξής: (α) επιλογή κατάλληλων δασοπονικών ειδών, τα οποία δεν διαμορφώνουν επιπόλαιο ριζικό σύστημα και εμφανίζουν αντοχή στην ξηρασία και τους ισχυρούς ανέμους. Τα ξηρανθεκτικά και μετρίου μεγέθους είδη *Celtis australis*, *Cercis siliquastrum*, *Fraxinus angustifolia*, *Fraxinus ornus*, και *Quercus pubescens*, που εμφανίζουν επιθυμητή προσαρμοστικότητα και βιολογική σταθερότητα στην Ελλάδα, είναι κατάλληλα για τις δενδροστοιχίες της περιοχής. Δέντρα των ειδών *Pinus brutia* και *Populus sp.*, με ιδιαίτερα λειτουργικά προβλήματα και κακή κατάσταση υγείας, θα ήταν συνετό να αντικατασταθούν από τα παραπάνω είδη, (β) περιποίηση των δέντρων (ποτίσματα σε ξηρές περιόδους, επικάλυψη πληγών, χρήση εντομοκτόνων ή μυκητοκτόνων σε περιόδους έξαρσης ασθενειών κλπ.), (γ) περιορισμός των αυστηρών κλαδεύσεων. Χαλαρωτικές κλαδεύσεις για λόγους ασφαλείας και αποκατά-

στασης ζημιών της κόμης, ενισχύουν τη σταθερότητα του δέντρου, (δ) διαμόρφωση κατάλληλου αυξητικού χώρου για την ανάπτυξη των δέντρων, με νέες θέσεις (λάκκους) και απομάκρυνση δέντρων που βρίσκονται κοντά σε κτίρια, κολώνες, καλώδια, δρόμους κλπ., (ε) μηχανική χαλάρωση και κατεργασία του συμπιεσμένου εδάφους, κυρίως στους λάκκους των ειδών *Acer negundo* και *Ligustrum japonicum*, (στ) σε πολυσύχναστες περιοχές, τοποθέτηση προστατευτικών κατασκευών που αποτρέπουν το χτύπημα των δέντρων, από αυτοκίνητα, εργασίες ή άλλες δραστηριότητες, (ζ) το είδος *Ligustrum japonicum* θα πρέπει να εγκαθίσταται σε λιγότερο πολυσύχναστες οδούς, μακριά από καταστήματα και χώρους δραστηριότητας, ώστε να αποφεύγεται η ανεπιθύμητη κατάσταση που δημιουργείται την άνοιξη από τους κολλώδεις καρπούς που παράγει, (η) ενίσχυση των φυσικών διαδρόμων βλάστησης, με στόχο τη βελτίωση των οικολογικών συνθηκών και την ανάδειξη της φυσικής ομορφιάς της περιοχής, (θ) συχνός έλεγχος της κατάστασης των δέντρων.

Η αναβάθμιση της παιδείας των πολιτών σε θέματα οικολογικής ή αισθητικής αντίληψης, η ανάπτυξη αισθημάτων αγάπης και σεβασμού προς το περιβάλλον και η επιμόρφωση του υπεύθυνου, για τα πάρκα και τις δενδροστοιχίες, τεχνικού προσωπικού, με σχετικά σεμινάρια και προγράμματα επιμόρφωσης, αποτελούν βασική προϋπόθεση για την επιτυχία των παραπάνω δασοκομικών μέτρων και τη βελτίωση του αστικού πρασίνου.

Study of streetside trees growth condition in a region of Thessaloniki

Moschos N. Tombaziotis¹, Thekla K. Tsitsoni², Theocharis D. Zagas³

ABSTRACT

The research deals with the tree species are used in street corridors at the region of Saranta Ekklisies in the city of Thessaloniki. Aims of this study were to inventor the trees and examine their health condition, damage or functional troubles with human activities, in order to reveal the suitable silviculture measures for their adaptation in the adverse urban environment conditions and face the management purposes. It was observed that most of the trees revealed damages (81.3% of their total) and desiccation (72.2% of their total). Among 12 tree species compiling street corridors, *Acer negundo* seemed to be mostly affected by atmospheric pollution presenting relative symptoms at the highest percentage of 53.2%, *Populus sp.* mostly formed abnormal

¹ Msc AUTH, Department of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Silviculture, Thessaloniki, Greece, Address: Aristotle University of Thessaloniki, Department of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Silviculture, P.O. Box 265, 54124 Thessaloniki, Greece, Tel.: 30 2310 217713, Email: ntombas@agro.auth.gr

² Assoc. Professor. Aristotle University of Thessaloniki, Department of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Silviculture

³ Assoc. Professor. Aristotle University of Thessaloniki, Department of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Silviculture

root system (80%), that brakes up the pavement deck, and finally *Pinus brutia* and *Populus sp.* disqualified for the local urban environment, due to the highest percentage of health, damage and function problems presented; in average 38.2% and 33.7% of the trees respectively faced a problem. On the contrary *Albizia julibrissin* and *Cupressus sp.*, presented the lowest percentages of inventory data; in average 16.3% and 20.3% of the trees respectively faced a problem. Severe pruning (topping) applied at the 27.8% of the total population of trees and constitutes an intense intervention which does not correspond in the requirements of management purposes, creating additional aesthetic and crown morphological deviation problems. *Robinia pseudoacacia* have been topped at the highest percentage of 60.1%. Regular examine of streetside trees, selection of suitable tree species, prevention or restriction of topping, removal or replacement of infected trees, and tree irrigating at dry periods constitute essential silviculture measures to improve their condition.

Key words: Urban forestry, Streetside trees, Green spaces, Urban environment

Βιβλιογραφία

- Α.Π.Θ. 2002. Μετεωρολογικές παρατηρήσεις στη Θεσσαλονίκη. Μετεωρολογικός σταθμός Α.Π.Θ. Τμήμα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας.
- Αποστολίδης Χ. 1999. Ανάπτυξη πρασίνου σε πυκνοδομημένες περιοχές. Πρακτικά ημερίδας ΓΕΩ.ΤΕ.Ε. “Ανθρώπινες πόλεις και οικισμοί. Το φυσικό περιβάλλον”. Θεσσαλονίκη 27/11/99, σελ. 25-32.
- Γκανάτσας Π., Τσιτσώνη Θ., Ζάγκας Θ. και Τσακαλδήμη Μ. 2002. Αξιολόγηση του αστικού πρασίνου στο πολεοδομικό συγκρότημα της Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου “Έρευνα Προστασία και Διαχείριση Χερσαίων Οικοσυστημάτων, Περιαστικών Δασών και Αστικού Πρασίνου”, Τρίπολη, 26-29/5/02, σελ. 627-637.
- Διεύθυνση Πρασίνου Θεσσαλονίκης. 1990. Στοιχεία απογραφής πράσινων χώρων στην περιοχή των Σαράντα Εκκλησιών του Δήμου Θεσσαλονίκης. Τμήμα Μηχανικών.
- Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε.). 2001. Απογραφή πληθυσμού 2001. Πραγματικός και Νόμιμος πληθυσμός. Πραγματικός πληθυσμός. Νομοί, δήμοι, κοινότητες.
- Ζάγκας Θ. 1998. Συμβολή του αστικού και περιαστικού πρασίνου στην ποιότητα ζωής μας. Πρακτικά Ημερίδας “Πράσινο και Τοπική Αυτοδιοίκηση”. ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Αε, Καβάλα, σελ. 33-40.
- Grey G.W. and Deneke F.J. 1986. Urban Forestry. Second edition. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida, p. 299.
- Grey G.W. 1996. The urban forest. Comprehensive management. John Wiley&Sons, New York, p. 156.
- Hatzistathis A., Zagas Th., Trakolis P., Ganatsas P. and Malamidis G. 1999. Report on the state of art of Greece In: Research and Development in Urban Forestry in Europe. Report of COST Action E12 “urban Forests and Trees on the State of Art of Urban Forestry Research and Development in Europe”, Forrest M., Konijnendijk C.C., Randrup T.B. (eds), European Communities, Luxemburg, ISBN 92-828-7578-4, p. 142-156.
- Καραμέρης Α. 1999. Πολιτική δασικής αναψυχής. Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Εκδ. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 110.
- Long A.J. and Nair P.K.R. 1999. Trees outside forests: Agro-community and urban forest. New Forests. Vol. 17 (1-3): 145-174.
- Ματζίρης Ε. 2003. Μελέτη εδαφικών συνθηκών των πάρκων της Θεσσαλονίκης και διαχείριση του εδάφους ως μέσου ανάπτυξης του αστικού πρασίνου. Πρακτικά Επιστημονικής ημερίδας. Δράμα, 6/6/2003, σελ. 203-224.
- Miller R.W. 1988. Urban Forestry: Planning and Managing Urban Green spaces. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs N.J. p. 188.
- Μουντράκης Δ. 1985. Γεωλογία της Ελλάδας. Univ. Studio Press, σελ. 207.
- Ντάφης Σ. 1993. Οικολογικά αποτελέσματα της αστικής και περιαστικής Δασοκομίας. Πρακτικά Συμποσίου “Αρχιτεκτονική Τοπίου Αστικών Υπαίθριων Χώρων”, 1-3/4/93, σελ. 97-113.
- Ντάφης Σ. 2001. Δασοκομία πόλεων. Art of text, σελ. 198.
- Παπαγεωργίου Β., Παναγιωτίδης Σ., Ζάγκας Θ. και Αθανασιάδης Ν. 2002. Αλλεργικές επιπτώσεις φυτών αστικού πρασίνου: μια άγνωστη και υποτιμημένη παράμετρος. Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου “Έρευνα Προστασία και Διαχείριση Χερσαίων Οικοσυστημάτων, Περιαστικών Δασών και Αστικού Πρασίνου”, ΓΕΩΤΕΕ (εκδ.). Τρίπολη, 26-29/5/02, σελ. 148-155.

- Παπαδόπουλος Θ. 1999. Εξοικονόμηση αρδευτικού νερού στις αστικές περιοχές. Πρακτικά ημερίδας του ΓΕΩ.ΤΕ.Ε. “Ανθρώπινες πόλεις και οικισμοί. Το φυσικό περιβάλλον”. Θεσσαλονίκη 27/11/99, σελ. 63-70.
- Pirnat, J. 2000. Conservation and management of forest patches and corridors in suburban landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 52 (2-3): 135-143.
- Σαμαρά Θ., Τσιτσώνη Θ. 2003. Ποιοτικός έλεγχος και μέτρα περιποίησης των δέντρων στον αστικό χώρο. Πρακτικά 11^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου “Δασική Πολιτική-Πρεμνοφυή Δάση-Προστασία Περιβάλλοντος”, ΓΕΩ.ΤΕ.Ε. (εκδ.). Αρχαία Ολυμπία, 30/9/2003-3/10/2003, σελ. 705-721.
- Σαπουντζής Η. 1969. Πετρογραφία και γεωλογική τοποθέτηση των πράσινων γνεύσεων της Θεσσαλονίκης. Διδακτορική διατριβή Φυσικομαθηματικής Σχολής, Α.Π.Θ., σελ. 130.
- Τουρλακίδης Χ. 1997. Ειδική οριστική μελέτη αντιδιαβρωτικών-αντιπλημμυρικών έργων του καμένου περιαστικού δάσους Θεσσαλονίκης. Διεύθυνση Αναδάσωσης Θεσσαλονίκης.
- Tsitsoni Th. and Zagas Th. 1999. Estimation of adaptability of tree species on the basis of tree condition and human activities. Proc. of the International Conference “The Urban Greening and Landscape Architecture”, Randrup T.B. (ed.), Copenhagen, Denmark, 23-25/6/99, 2: 58-59.
- Tsitsoni Th. and Zagas Th. 2001. Silvicultural measures for improved adaptability of tree species in the urban environment. Proc. Int. Conf. “Ecological Protection of the Planet Earth”, Tsihritzis V., Tsalides Ph. (eds), Xanthi, Greece, 5-8/6/01, 2: 415-422.
- Τσιτσώνη Θ. και Σαμαρά Θ. 2002. Υπάρχουσα κατάσταση και διαχείριση του αστικού πρασίνου στη Δ. Μακεδονία. Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου “Έρευνα Προστασία και Διαχείριση Χερσαίων Οικοσυστημάτων, Περιαστικών Δασών και Αστικού Πρασίνου”, ΓΕΩ.ΤΕ.Ε. (εκδ.). Τρίπολη, 26-29/5/02, σελ. 136-147.
- Treshow M. and Franklin K.A. 1989. Plant Stress from Air Pollution. John Wiley & Sons, Chichester/New York/Brisbane/Toronto/Singapore, p. 221.
- Φλόκας Α. 1992. Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδ. Ζήτη. Θεσσαλονίκη, σελ. 465.
- Χατζηλιάδης Α. 1999. Ανάδειξη της τοπικής μεσογειακής χλωρίδας του ελληνικού τοπίου. Πρακτικά ημερίδας του ΓΕΩ.ΤΕ.Ε. “Ανθρώπινες πόλεις και οικισμοί. Το φυσικό περιβάλλον”. Θεσσαλονίκη 27/11/99, σελ. 71-76.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ). 2003. Εθνικό Δίκτυο Πληροφοριών Περιβάλλοντος. Ποιότητα ατμόσφαιρας. Μέσες ετήσιες τιμές.
- Zagas Th. 1999. Early growth of silver lime tree in the city of Thessaloniki. Proc. Res. Symp. “The Urban Greening and Landscape Architecture”, Randrup T.B. (ed.), Copenhagen, Denmark, 23-25/6/99, 2: 122-123.

Η ανάγκη δασεργατικής εκπαίδευσης στην ελληνική δασοπονία

Πέτρος Α. Τσιώρας¹ και Παύλος Ν. Ευθυμίου²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι δασικές εργασίες χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερη δυσκολία και έχουν αναγνωριστεί ως από τις πλέον επικίνδυνες εργασίες στο σύνολο των τομέων της παραγωγής. Η ύπαρξη ενός εξειδικευμένου συστήματος επαγγελματικής εκπαίδευσης πάνω στις ανάγκες του δασικού χώρου έχει υιοθετηθεί από πολλές χώρες όχι όμως και από την Ελλάδα. Η ύπαρξη δασεργατών με πιστοποιημένες γνώσεις αποτελεί προϋπόθεση για την άσκηση σύγχρονης και πολυλειτουργικής Δασοπονίας και συνοδεύεται από μια μεγάλη σειρά περιβαλλοντικών, οικονομικών, εργονομικών και κοινωνικών πλεονεκτημάτων. Τα οφέλη που προκύπτουν είναι συνδυαστικά και σε κάθε περίπτωση πολλαπλάσια από την αξία της επένδυσης σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα δασεργατικής εκπαίδευσης για την Ελληνική Δασοπονία.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία ανασκόπηση της σύγχρονης Ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας ως προς την αναγκαιότητα και τα προκύπτοντα οφέλη από την ύπαρξη ενός Συστήματος Δασεργατικής Εκπαίδευσης για την Ελληνική Δασοπονία. Παρουσιάζονται και αναλύονται οι ιδιαίτερες απαιτήσεις και χαρακτηριστικά των δασικών εργασιών και παραθέτονται παραδείγματα από χώρες του εξωτερικού.

Λέξεις κλειδιά: Δασεργατική εκπαίδευση, δασεργάτης, δασικές εργασίες.

1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες είμαστε όλοι μάρτυρες ριζικών αλλαγών στον τομέα της εργασίας. Μία από τις σημαντικότερες αποτελεί η αναβάθμιση του ανθρώπινου παράγοντα αφενός γιατί απαιτούνται πλέον από αυτόν εξειδικευμένες γνώσεις και αφετέρου γιατί δίδεται μεγάλη σημασία στην ανάγκη προστασίας του κατά τη διάρκεια της εργασίας. Παράγοντες που παλαιότερα αγνοούνταν ή θεωρούνταν αμελητέοι αποτελούν πλέον αντικείμενο μελέτης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού αποτελούν, οι κλάδοι της Εργονομίας, Ψυχολογίας και Φυσιολογίας της Εργασίας, οι οποίοι εξετάζουν το πώς μπορεί να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση του εργατικού δυναμικού σε ασφαλείς και προσαρμοσμένες σε αυτό συνθήκες εργασίας.

Μέσα στο πλαίσιο των μεγάλων αλλαγών, η φύση της απασχόλησης έχει αλλάξει. Γίνεται πλέον λόγος για κινητικότητα στον εργασιακό χώρο, εισαγωγή νέων μηχανημάτων και τεχνολογιών, αλλά και πιστοποίηση των επαγγελματικών προσόντων. Υπάρχει πίεση για νέες ειδικότητες, ενώ ορισμένα επαγγέλματα αντικαταστάθηκαν από κάποια άλλα.

Η είσοδος μας σε αυτή τη νέα εποχή έφερε το τέλος της εμπειρικής εκμάθησης ενός επαγγέλματος αλλά και της βεβαιότητας απασχόλησης σε έναν μόνο τομέα ή αντικείμενο, από την έναρξη έως το τέλος της επαγγελματικής δραστηριότητας και με τις γνώσεις που αρχικά αποκτήθηκαν.

Αποφασιστικής σημασίας είναι η ανάπτυξη θεσμών, δομών και συστημάτων επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης, οι οποίοι θα ικανοποιούν τις ανάγκες της παρούσας αγοράς εργασίας και θα εξασφαλίζουν τη δυνατότητα έγκαιρης και σύγχρονης επιμόρφωσης και ενημέρωσης. Σε αυτήν την κατεύθυνση εργάζονται εθνικοί και διεθνείς οργανισμοί (π.χ. ο Οργανισμός Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης (ΟΕΕΚ) στην Ελλάδα, το Ομοσπονδιακό Ίδρυμα για την Επαγγελματική εκπαίδευση (BIBB) στη Γερμανία, σε ευρωπαϊκό επίπεδο το Κέντρο για την Επαγγελματική Εκπαίδευση (CEDEFOP), σε παγκόσμιο το Διεθνές Γραφείο Εργασίας (ILO) κ.α.).

Η σημασία ύπαρξης συστήματος δασεργατικής εκπαίδευσης έχει διαπιστωθεί εδώ και πολλά χρόνια στην πλειοψηφία των ευρωπαϊκών και πολλών

¹ Δρ. Δασολόγος, Εργαστήριο Υλοχρηστικής ΑΠΘ, email: ptsioras@for.auth.gr

² Καθηγητής Υλοχρηστικής στη Σχολή Δασολογίας και Φ.Π. ΑΠΘ, email: pnfthy@for.auth.gr

άλλων κρατών. Αρκεί εδώ να αναφέρουμε την περίπτωση των νησιών Fiji που με τη βοήθεια του ILO και χρηματοδότηση από τη Φινλανδία και την Ευρωπαϊκή Ένωση, προχώρησαν στη σύσταση Εθνικού Κώδικα για τη Συγκομιδή Ξύλου σε συνδυασμό με την ίδρυση δασεργατικής σχολής. Στο διάστημα 1990-1993 εκπαιδεύτηκαν σε αυτή περί τους 2000 δασεργάτες διαφόρων ειδικοτήτων (Naisau 1994, Strehlke 2002, FAO 2005).

Πρέπει να αναφερθεί ότι ένα σύστημα δασεργατικής εκπαίδευσης αποτελεί ένα σύστημα επαγγελματικής εκπαίδευσης εξειδικευμένο στις ανάγκες της δασοπονίας. Σύμφωνα με τον ορισμό του ILO (1984), ο όρος «δασεργάτης» αναφέρεται στους απασχολούμενους σε πάσης φύσεως δασικές εργασίες, χωρίς όμως να περιλαμβάνει τους εργαζόμενους στα πριστήρια και στην κατεργασία του ξύλου. Ο όρος παλαιότερα χρησιμοποιούνταν κυρίως για τους υλοτόμους, σήμερα όμως έχει αποκτήσει ευρύτερο νόημα και αντικείμενο εργασίας, καλύπτοντας το σύνολο των εργασιών που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε δασικές εκτάσεις.

Οι λόγοι που συνηγορούν στην οργάνωση και υλοποίηση σχολών και συστημάτων δασεργατικής εκπαίδευσης είναι πολλοί και θα μπορούσαν αδρομερώς να διακριθούν σε οφέλη που αφορούν:

- Την άσκηση αειφορικής και πολυλειτουργικής Δασοπονίας,
 - Την ασφαλή εκτέλεση των δασικών εργασιών και την υγεία των δασεργατών,
 - Την αύξηση της παραγωγικότητας στις δασικές εργασίες,
 - Την έντονη κοινωνική διάσταση των δασικών εργασιών
- Συγκεκριμένα:

2.1 Οφέλη ως προς την άσκηση αειφορικής και πολυλειτουργικής Δασοπονίας

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία βαθμιαία μετάβαση από μία ανθρωποκεντρική σε μία φυσιοκεντρική θεώρηση, όπου αρχίζει να αναγνωρίζεται ο πολυλειτουργικός ρόλος του δάσους και η ανάγκη προστασίας του ως βασικό στοιχείο του περιβάλλοντος (Καραμέρης 2001β). Σύμφωνα με τον Slee (2000), η άσκηση Δασοπονίας χωρίζεται σε τρεις περιόδους: την προ-βιομηχανική, τη βιομηχανική και την μετά-βιομηχανική, με την πρώτη και την τρίτη περίοδο να χαρακτηρίζονται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από πολυλειτουργικότητα. Η βιομηχανική Δασοπονία αντιθέτως, είχε σαφή προσανατολισμό

στην παραγωγή ξυλείας, φτάνοντας, σε μερικές περιπτώσεις, ακόμα και σε ληστρική εκμετάλλευση των δασικών πόρων (Παπασταύρου και Γούπος, 2000).

Από τη δεκαετία του 1980 και μετά, παρατηρείται η αυξημένη αναγνώριση του πολλαπλού ρόλου των δασών, με ιδιαίτερη αναβάθμιση των προστατευτικών τους λειτουργιών, της δασικής αναψυχής και του κοινωνικού ρόλου του δάσους (Joint FAO/ECE/ILO Committee on Forest Technology, Management and Training 1997, Κασιούμης και Παπαγεωργίου 2001). Η εύστοχη αξιοποίηση των δασικών πόρων απαιτεί μέτρο και επιστημονικά τεκμηριωμένο σχεδιασμό μέσα στο πλαίσιο των ακόλουθων θεμελιωδών αρχών, απαραίτητων για την άσκηση σύγχρονης ορθολογικής Δασοπονίας (Ευθυμίου 1992):

- Της δυναμικής αειφορίας των καρπώσεων δηλαδή της εξασφάλισης των δασικών παροχών και υπηρεσιών στην αιωνιότητα, με παράλληλη συνεχή βελτίωση του δυναμικού των δασών
- Της πολλαπλής χρήσης των δασικών πόρων, με επιδίωξη κάρπωσης ενός άριστου συνδυασμού προϊόντων και υπηρεσιών από αυτά και
- Της εφαρμογής της αρχής της οικονομικότητας πάνω σε ευρεία βάση οικονομικών και κοινωνικών κριτηρίων, με συναίνεση όλων των ενδιαφερόμενων φορέων

Οι προστατευτικές, αναψυχικές και παραγωγικές λειτουργίες είναι φυσικό να έρχονται πολλές φορές σε σύγκρουση, μπορούν όμως να συνυπάρχουν (Καράμερης 1989). Στο πλαίσιο των οικολογικών ανησυχιών, η έννοια του τουρισμού τροποποιείται και προσαρμόζεται στα πλαίσια της αειφορίας, κάνοντας πλέον λόγο για αειφορικό τουρισμό (Καράμερης 2001α). Η επιτυχής εκτέλεση των στόχων της αειφορικής διαχείρισης και της Δασοπονίας πολλαπλών σκοπών απαιτεί λεπτομερή προγραμματισμό, με συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων φορέων, σε συνδυασμό με μακροχρόνια πολιτική.

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάστηκε ένας αριθμός συστημάτων πιστοποίησης, τα οποία αποσκοπούν στην επιβεβαίωση παραγωγής δασικών προϊόντων, βάση συγκεκριμένων κριτηρίων πάνω στη δυναμική αειφορία των καρπώσεων (Castaneda 1993, Poschen 2000, Strehlke 2002). Τα προτεινόμενα συστήματα, παρά τον κοινό στόχο που έχουν, διαφοροποιούνται αρκετά μεταξύ τους (Rametsteiner 2000, Raunetsalo et al. 2002), αναγνωρίζουν όμως την κεντρική θέση και σημασία της δασεργατικής εκπαίδευσης (Garland 1996, Forest Stewardship Council 2003). Γίνεται πεποίθηση, ότι η ορθολογική

αξιοποίηση του δασικού παραγωγικού δυναμικού αποτελεί προϋπόθεση για την επίτευξη των στόχων κάθε σύγχρονης Δασοπονίας (Jokiluoma 1997, Ευσταθιάδης 2001). Η εκτέλεση των δασικών εργασιών είναι εξαιρετικής σημασίας, διότι αποτελούν την πρακτική υλοποίηση του σχεδιασμού. Όταν αυτές χωλαίνουν στην πραγματοποίησή τους, αυτόματα αναρρούνται οι προσπάθειες που έχουν καταβληθεί, που στην ειδική περίπτωση της Δασοπονίας είναι πολυετείς.

Η χρήση βαρέων μηχανημάτων, χωρίς την κατάλληλη εκπαίδευση και απουσία προδιαγραφών ασφάλειας, εγκυμονεί αυξημένους κινδύνους για το δασικό οικοσύστημα καθώς και για τους ίδιους τους δασεργάτες. Μπορεί να προκαλέσει πληγές στον κορμό και τις ρίζες, διευκολύνοντας τις προσβολές μυκήτων και εντόμων και τη συμπίεση του εδάφους με τα επακόλουθά της, δηλαδή, μείωση της διηθητικής ικανότητας του εδάφους και της αυξητικής ικανότητας των δένδρων με παράλληλα αυξημένη επιφανειακή απορροή (Efthymiou 2001α). Επομένως, η εκπαίδευση είναι απαραίτητη για να διασφαλίσει, ότι η χρήση των μηχανημάτων γίνεται σύμφωνα με τις οικολογικές και οικονομικές απαιτήσεις διαχείρισης του δάσους (Κατενίδης 1996).

Τα μη ξυλωδή δασικά προϊόντα μπορούν να αποτελέσουν σημαντική πηγή εσόδων (FAO 1991, Glück 1997). Αξίζει να αναφερθεί ότι το 1996, το εμπόριο μόνο φαρμακευτικών φυτών ανήλθε σε 1,3 δις δολάρια Η.Π.Α (Mulliken 2003). Σε μερικές περιπτώσεις, η εμπορία μη ξυλωδών δασικών προϊόντων μπορεί να είναι μεγαλύτερη από την αξία της ξυλείας (Maas 2003). Για να γίνει αυτό, επιβάλλεται η εκπαίδευση των ενδιαφερομένων στους τομείς της προστασίας, παραγωγής, επεξεργασίας και εμπορικής προώθησής τους (Özukurlu και Düzgün 2003).

Σύμφωνα με τον Brevig (1997) η γνώση είναι η προϋπόθεση για την επιτυχή άσκηση της αειφορικής και πολυλειτουργικής Δασοπονίας. Οι παραγωγικές λειτουργίες θα συνυπάρχουν με νέα προϊόντα και υπηρεσίες και θα απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις και τεχνικές. Η παροχή υψηλού επιπέδου δασεργατικής εκπαίδευσης μας καθιστά ικανούς να σχεδιάζουμε και να θέτουμε σε εφαρμογή αποτελεσματικότερα συστήματα συγκομιδής (Weiss 1991, Warkotsch 1997, Poschen 1997, Efthymiou 2001α). Με αυτόν τον τρόπο, η Δασοπονία θα ασκείται σε ένα νέο επίπεδο, με νέες διαστάσεις και προοπτικές, πιο κοντά στις απαιτήσεις του κοινωνικού συνόλου, διότι θα διακρίνεται από τα καλύτερα περιβαλλοντι-

κά και οικονομικά αποτελέσματα.

2.2 Οφέλη ως προς την ασφαλή εκτέλεση των εργασιών και την υγεία των δασεργατών

Η φύση της δασικής εργασίας είναι ιδιαίτερος δύσκολη. Ο δασεργάτης καθημερινά καλείται να αντιμετωπίσει ακραίες καιρικές συνθήκες, μεγάλες εδαφικές κλίσεις αλλά και βλάβηση που τον παρεμποδίζει. Εκτίθεται σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και η ιδιαιτερότητα του έντονου τοπογραφικού ανάγλυφου αποτελεί επιβαρυντικό παράγοντα (Driscoll κ.α. 1995, Davis κ.α. 2001, Nieuwenhuis και Lyons 2002).

Πέραν όλων αυτών, η απουσία σωστών καταλυμάτων, κατάλληλου ρουχισμού, διαλειμμάτων κατά την εργασία και σωστής διατροφής επιτείνουν την ήδη αρνητική εικόνα του επαγγέλματος. Η χρήση κατάλληλων εξαρτημάτων προστασίας μπορεί να αποδειχθεί πολύ χρήσιμη στη πρόληψη ατυχημάτων. Στη Νέα Ζηλανδία η χρήση ειδικών φορμών εργασίας και προστατευτικών στα πόδια οδήγησε σε σημαντική μείωση των τραυματισμών σε αυτό το σημείο του σώματος (Poschen 1993). Στην ίδια χώρα βρέθηκε συσχέτιση ανάμεσα στη συχνότητα των ατυχημάτων και τη διάρκεια του ύπνου και των διαλειμμάτων των δασεργατών (Lilley κ.α. 2002), ενώ στη Βραζιλία παρατηρήθηκε μείωση της παραγωγικότητας και αύξηση των ατυχημάτων από κακή διατροφή κατά τη διάρκεια υλοτομιών (Minette 1997). Αντίθετα, έχει αποδειχθεί η συμβολή της σωστής διατροφής στην αύξηση της παραγωγικότητας (Apud και Valdes, 1986). Τα αποτελέσματα οδήγησαν στην υιοθέτηση των ερευνητικών προτάσεων από μεγάλες δασικές επιχειρήσεις (Apud κ.α. 1993).

Η ρύψη των δένδρων, ακόμα και μικρών διαστάσεων, εμπεριέχει κίνδυνο για σοβαρότατα ατυχήματα, όταν πραγματοποιείται χωρίς τις προδιαγραφές ασφαλείας και καλή τεχνική κατάρτιση. Το ίδιο ισχύει και για την αποκλάδωση, τη στοιβάξη του ξύλου αλλά και την φόρτωση του στην κορμοπλατεία σε φορητά, καθώς έχουν γίνει πολλά ατυχήματα κατά την εκτέλεσή αυτών των φάσεων εργασίας.

Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι οι δασικές εργασίες να έχουν υψηλότερο ποσοστό ατυχημάτων από το σύνολο σχεδόν των τομέων βιομηχανικής παραγωγής (Poschen 1993). Σύμφωνα με τον ILO (1984) η πιθανότητα ατυχήματος για ένα δασεργάτη είναι τριπλάσια ή και τετραπλάσια σε σχέση με έναν αγρότη. Στη Φινλανδία, το ποσοστό δασεργατικών ατυχημάτων ανά εκατομμύριο ωρών εργασίας

ανέρχεται σε 53,7 ατυχήματα, σε αντίθεση με 29,8 ατυχήματα για όλους τους τομείς της βιομηχανίας (Salminen et al. 1999).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός, ότι το 65-80% των ατυχημάτων γίνονται κατά τη διάρκεια της συγκομιδής του ξύλου (Efthymiou 1994). Στη Νορβηγία, τα θανατηφόρα ατυχήματα σε δασικές εργασίες ανέρχονται σε 0,8 ανά 1.000 άτομα και χρόνο, ενώ στη γεωργία σε 0,3 και στη βιομηχανία σε 0,05 ατυχήματα αντίστοιχα. Η αναλογία αυτή μειώνεται σε 0,2 ατυχήματα, όταν αναφερόμαστε σε εκπαιδευμένους δασεργάτες (Dammerud 1989). Ενδεικτικά αναφέρεται, ότι στην Ινδονησία και για την περίοδο 1977 – 1984 αναλογούσε ένα θανατηφόρο ατύχημα ανά 150.000m³ συγκομισθέντος λήμματος και 2.000 δασεργάτες έχασαν τη ζωή τους, ενώ 5.000 τραυματίστηκαν πολύ σοβαρά ή ακρωτηριάστηκαν (Strehlke 1993). Όμως, ο συνδυασμός εκπαίδευσης και εξοπλισμού μπορεί να επιφέρει εντυπωσιακά αποτελέσματα, όπως μείωση των ατυχημάτων κατά 54% ανά έτος στην Αυστρία, στην περίοδο 1981-1994 (Stadlmann 1997). Σε μεγάλες γαλλικές δασικές επιχειρήσεις, η μείωση των ατυχημάτων ανήλθε σε ποσοστό 50-85% σε μία περίοδο πέντε έως οκτώ ετών (Petit 1997).

Η εισαγωγή του αλυσοπρίονου συνδυάστηκε με μεγάλη αύξηση της παραγωγικότητας αλλά και την εισαγωγή νέων κινδύνων για τους δασεργάτες. Είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο μηχάνημα, ειδικά για δασεργάτες που το χρησιμοποιούν χωρίς να έχουν προηγουμένως εκπαιδευτεί, αλλά βασιζόμενοι αποκλειστικά στην εμπειρία τους. Σοβαρά ατυχήματα που θα μπορούσαν να αποφευχθούν αποτελούν δυστυχώς ρουτίνα. Ένα από τα πλέον συνήθη λάθη, λόγω άγνοιας της σωστής τεχνικής, αποτελεί η χρήση αλυσοπρίονων με μεγάλη λάμα. Αυτή δίνει τη ψευδαίσθηση της μεγαλύτερης παραγωγικότητας, λόγω της μεγάλης διάστασης της, γεγονός που δεν επαληθεύεται από σχετικές έρευνες. Αντίθετα μάλιστα, είναι πολλαπλώς ανεπιθύμητη λόγω μεγαλύτερου βάρους του αλυσοπρίονου και συνεπώς μεγαλύτερης κόπωσης του δασεργάτη, μεγαλύτερου κόστους συντήρησης και λειτουργίας κ.λ.π. (Strehlke 2002).

Η χρήση του αλυσοπρίονου συνοδεύεται και από έκθεση σε δονήσεις, θόρυβο, ρύπους και μεγάλο στρες κατά τη διάρκεια της εργασίας. Με την πάροδο του χρόνου τα αλυσοπρίονα έχουν βελτιωθεί σημαντικά, με την προσθήκη αντικραδασμικής λαβής, σύστημα καθαρισμού αέρος που προστατεύει τον κινητήρα, φρένο αλυσίδας που ενεργοποιείται

με αδράνεια, άγκιστρο συγκράτησης της αλυσίδας, ασφάλεια γκαζιού που αποτρέπει την κατά λάθος ενεργοποίηση του πριονιού και προφυλακτήρα για το δεξί χέρι. Έχουν προστεθεί και εργονομικές λαβές (μπροστινή λαβή με γωνιακό σχήμα για καλύτερο πιάσιμο) και μάλιστα κάποιες είναι και θερμοαυτόματες (Husqvarna 2003). Ακόμα όμως, κάποιες από αυτές τις προσθήκες παραμένουν ανεκμετάλλευτες, καθώς οι δασεργάτες εξακολουθούν να χρησιμοποιούν τα εργαλεία χωρίς την κατάλληλη τεχνική και εκπαίδευση, βασιζόμενοι πάντα στον εμπειρισμό.

Η σωματική καταπόνηση που υφίστανται οι δασεργάτες είναι πολλαπλάσια σε τμήματα των δασικών εργασιών, τα οποία χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό μηχανοποίησης. Είναι δε συχνή η εναλλαγή της στατικής καταπόνησης σε δυναμική (π.χ. όταν ο δασεργάτης σταματά το αλυσοπρίονο). Αποτέλεσμα της χρήσης του αλυσοπρίονου χωρίς αντικραδασμική λαβή, γάντια κ.τ.λ. είναι η ασθένεια των λευκών δακτύλων (TVD = Traumatic Vasospastic Disease) λόγω κακής κυκλοφορίας του αίματος σε αυτά (Grammel 1978, Ευθυμίου 2003).

Η έκθεση σε πολύ δυνατό θόρυβο αποτελεί ένα ακόμα πρόβλημα. Μηχανήματα και εργαλεία που χρησιμοποιούνται ξεπερνούν κατά πολύ τα όρια επιτρεπόμενου θορύβου για τον ανθρώπινο οργανισμό. Έχει βρεθεί, ότι συνεχής έκθεση στο θόρυβο αλυσοπρίονου (σε πλήρη φόρτο) για δεκαπέντε μόνο λεπτά μπορεί να επιφέρει μείωση της ακοής (Poschen 1993). Τα αλυσοπρίονα παράγουν κατά τη λειτουργία τους επίπεδα θορύβου που μπορούν να προκαλέσουν μόνιμο πρόβλημα. Αποτέλεσμα αυτών είναι πολλοί δασεργάτες να αντιμετωπίζουν πρόβλημα ακοής που συνήθως αυξάνεται ανάλογα με τα χρόνια εμπειρίας τους. Ειδικά προστατευτικά, ωτοασπίδες ή και κράνη με ενσωματωμένα ακουστικά μπορούν να βοηθήσουν. Το κρατίδιο της Βάδης – Βυρτεμβέργης (Γερμανία) αναγνωρίζοντας το μέγεθος του προβλήματος ήδη από τη δεκαετία του 1970, διέθετε 15 γερμανικά μάρκα ανά δασεργάτη και έτος μόνο για την αγορά ωτοασπίδων (Grammel 1978).

Εξίσου συνηθισμένα είναι τα μυοσκελετικά προβλήματα ανάμεσα στους δασεργάτες. Το βάρος του εξοπλισμού ενός δασεργάτη κυμαίνεται από 10 έως 25Kg (Grammel 1978, Jokiluoma 1997). Αυτό συνεπάγεται μεγάλη καταπόνηση των μυών αλλά και της σπονδυλικής στήλης, ιδιαίτερα αν συνυπολογιστούν και οι συνθήκες εργασίας (μεγάλες κλίσεις

εδάφους). Από εκτεταμένη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Γερμανία βρέθηκε, ότι μετά από δέκα χρόνια εργασίας το 33% των δασεργατών υπέφεραν από πόνους στην μέση τους, ποσοστό που στην περίπτωση παλαιότερων δασεργατών έφθανε στο 66% (Poschen 1993).

Σε χώρες με μεγάλο βαθμό μηχανοποίησης των δασικών εργασιών συχνό πρόβλημα αποτελούν οι τραυματισμοί στον αυχένα και στους ώμους, ως αποτέλεσμα της πολύωρης και μονότονης εργασίας με μεγάλα δασικά μηχανήματα. Επιβαρυντικός παράγοντας εδώ είναι οι αυξημένες ώρες εργασίας. Έτσι π.χ. στη Σουηδία οι δασεργάτες στον ιδιωτικό τομέα εργάζονται κατά μέσο όρο 59 ώρες την εβδομάδα έχοντας μεγάλη διαφορά με τις 40 ώρες στον αντίστοιχο Δημόσιο. Αν συνυπολογιστεί και ο χρόνος μετάβασης στη συστάδα, ο συνολικός χρόνος εργασίας ανέρχεται σε 10-12 ώρες ημερησίως για έξι ημέρες την εβδομάδα. (Lidén 1988).

Η επένδυση σε καλό εξοπλισμό έχει αποδειχθεί, ότι μπορεί να συνδέεται με έμμεσο οικονομικό αντίκτυπο. Στην Ελβετία το 1985, κάθε δασεργατικό απύχημα κόστιζε κατά μέσο όρο 4.000 ελβετικά φράγκα. Αξίζει να τονίσουμε, ότι το 1989 το κόστος του εξοπλισμού πλήρους προστασίας ανερχόταν στη χώρα αυτή σε 1.000 ελβετικά φράγκα (Johansson και Strehlke 1996).

Η μεγάλη συχνότητα ατυχημάτων και οι σχετιζόμενες με το επάγγελμα ασθένειες αποτελούν ζητήματα υψίστης σημασίας για το χώρο των δασικών εργασιών. Υπάρχουν όμως μεγάλα περιθώρια βελτίωσης για την ασφαλέστερη εκτέλεση των δασικών εργασιών και την υγεία των εργαζομένων σε αυτές. Αυτοί είναι τομείς, στους οποίους η δασεργατική εκπαίδευση μπορεί να δώσει ουσιαστικές λύσεις μειώνοντας την επικινδυνότητα του επαγγέλματος (Smith και Thomas 1993, Nieuwenhuis και Lyons 2002).

2.3 Οφέλη ως προς την αύξηση της παραγωγικότητας.

Η συσχέτιση της κατάλληλης εκπαίδευσης με αύξηση της παραγωγικότητας των δασεργατών είναι καταγεγραμμένη σε πλήθος ερευνών και αφορά και το σύνολο των δασικών εργασιών. Σε μερικές περιπτώσεις τα αποτελέσματα είναι εντυπωσιακά, αποδεικνύοντας την ανάγκη για επένδυση στην δασεργατική εκπαίδευση.

Στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1974/1975 η παραγωγικότητα των εργασιών συγκομιδής ξύλου (υλοτομία και μετατόπιση) ανερχόταν σε 0,32m³/h.

ενώ στη Δ. Γερμανία σε περιοχές με αντίστοιχες τοπογραφικές συνθήκες σε 0,65m³/h (Ευθυμίου 1982, Efthymiou 1989). Η σημαντική αυτή διαφορά οφείλεται, σύμφωνα με το συγγραφέα, εν μέρει στη διαφορά των συστημάτων συγκομιδής αλλά κυρίως στο διαφορετικό επίπεδο υπηρεσιακής προετοιμασίας και εκπαίδευσης των δασεργατών.

Η σημασία καλά εκπαιδευμένου δυναμικού, δικαιολογείται με παραδείγματα από περιπτώσεις ανεμορριψιών μεγάλης έκτασης στη Γερμανία το 1969 και το 1985 (Pedersen 1987). Η στατιστική ανάλυση δεδομένων δασικών εργασιών σε αντίστοιχες περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης φέρνει στο προσκήνιο μεγάλη διαφορά ανάμεσα στις αποδόσεις των καλών δασεργατών από αυτές του μέσου δασεργάτη. Οι μεγάλες αυτές διαφορές δεν μπορούν να μειωθούν, αν δεν προηγηθούν αλλαγές στην ποιότητα και τις εργονομικές συνθήκες της εργασίας (Dummel 1987).

Η εφαρμογή των πορισμάτων της έρευνας στην πράξη, όταν αντικαθιστά παραδοσιακές μεθόδους και εμπειρισμό αποδίδει σε πολλαπλά επίπεδα. Η εφαρμογή συστήματος εναλλαγής θέσεων εργασίας στη Χιλή οδήγησε σε αύξηση της παραγωγικότητας κατά 10% και σε μείωση των χτύπων της καρδιάς κατά 10 στο λεπτό. Αν συνυπολογιστεί και ο τρόπος αμοιβής (εργομίσθιο), η αλλαγή αυτή οδήγησε στη σημαντική ελάφρυνση της σωματικής καταπόνησης με αύξηση της αμοιβής (Apud και Valdés, 1993).

Η χρήση μιας νέας τεχνικής και εργαλείου φύτευσης στη νότια Γερμανία συνοδεύτηκε από μικρότερη επιβάρυνση της σπονδυλικής στήλης και αύξηση της παραγωγικότητας κατά 50% (Johansson και Strehlke, 1996). Οι ίδιοι συγγραφείς αναφέρουν, ότι ο συνδυασμός βελτιωμένων εργαλείων και εκπαίδευσης είχαν ως αποτέλεσμα αυξημένη παραγωγικότητα κατά 23%, μείωση του κόστους συγκομιδής κατά 11% (συμπεριλαμβανομένου του κόστους εκπαίδευσής τους) και μείωση των χτύπων της καρδιάς από 110 σε 101.

Η εκπαίδευση των δασεργατών καθιστά ευκολότερη την εισαγωγή σύγχρονων και αποδοτικότερων συστημάτων συγκομιδής. Αλλαγή του χρησιμοποιούμενου συστήματος συγκομιδής στην πρώην Γιουγκοσλαβία μείωσε τον απαιτούμενο χρόνο συγκομιδής κατά 2,6 και 1,9 φορές, στις περιπτώσεις της στρογγύλης και στοιβακτής ξυλείας αντίστοιχα (Tomanic 1988). Ταυτόχρονα, το ποσοστό μηχανοποίησης της εργασίας αυξήθηκε από 9% σε 46% και το κόστος συγκομιδής μειώθηκε κατά 27% για τη στρογγύλη

και κατά 28% για τη στοιβακτική ξυλεία αντίστοιχα.

Η εκπαίδευση δασεργατών στην Ινδία πάνω στη χρήση νέων μηχανημάτων και τεχνικών για διάστημα δύο μηνών, συνοδεύτηκε με αύξηση της παραγωγικότητάς τους κατά 25%, ενώ και η απώλεια λήμματος λόγω κακής εκτέλεσης των υλοτομιών μειώθηκε από 15% σε 7%. Ο FAO (1991) τονίζει την αναγκαιότητα της δασεργατικής εκπαίδευσης στην περίπτωση των τροπικών δασών, όπου οι αντίστοιχες απώλειες κατά τις υλοτομίες ανέρχονται έως και το 45% του λήμματος.

Επίσης οι Asar κ.α. (2003) αναφέρουν, ότι η εκπαίδευση και η κατάλληλη επιλογή εργαλείων συντελούν στην καλύτερη παραγωγικότητα ρητίνευσης καθώς και στην ποιότητα ρητίνης, με παράλληλη προστασία του οικοσυστήματος.

Η απόσβεση δαπανών για εκπαιδευτικούς σκοπούς μπορεί να είναι πολύ σύντομη. Ο Garland (1989) αναφέρει την περίπτωση εταιρίας που εκπαίδευσε 30 εργαζόμενούς της σε θέματα μετατόπισης για διάστημα έξι εβδομάδων. Η βελτίωση στην κατοπινή απόδοσή τους επέτρεψε την απόσβεση της δαπάνης σε έναν μόνο μήνα.

Διαπιστώνεται από τα παραπάνω, ότι η εκπαίδευση των δασεργατών συνοδεύεται από αύξηση της παραγωγικότητάς τους, βελτίωση του ποιοτικού αποτελέσματος της εργασίας τους και παράλληλη μείωση της σωματικής καταπόνησης. Εάν συνυπολογισθεί η γρήγορη απόσβεση του κόστους εκπαίδευσης από την αύξηση στην παραγωγικότητα, τότε εύκολα γίνεται αντιληπτή η σημασία της καλής επαγγελματικής κατάρτισης των απασχολούμενων στις δασικές εργασίες.

2.4 Κοινωνική διάσταση των δασικών εργασιών

Τα κοινωνικά οφέλη που προκύπτουν, έχουν έμμεσο χαρακτήρα και αποτελούν πολλές φορές συνδυασμό των προαναφερθέντων. Μπορούν με τη σειρά τους να διακριθούν σε ατομικά-οικογενειακά, εθνικά και περιβαλλοντικά. Συγκεκριμένα:

Η συμβολή της δασεργατικής εκπαίδευσης στη διατήρηση ή αύξηση της απασχόλησης σε συνδυασμό με μεγαλύτερη ασφάλεια αλλά και παραγωγικότητα είναι μείζονος σημασίας. Μπορεί να συμβάλλει στην μείωση απώλειας εσόδων από χαμένες ώρες λόγω ατυχημάτων και καταστροφή εξοπλισμού αλλά και στην αύξηση των εσόδων από άλλες υπηρεσίες και προϊόντα που έως τώρα ήταν ανεκμετάλλευτα.

Το πλήγμα που δέχεται κάθε οικογένεια όταν μέλος της πάθει ατύχημα είναι μεγάλο, καθώς συνο-

δεύεται από σαφή μείωση του οικογενειακού εισοδήματος. Ο Fenner (1997) αναφέρει, ότι σε μεγάλη δασική επιχείρηση στη Βραζιλία, το κάθε ατύχημα στερούσε, κατά μέσο όρο, 18 ημέρες εργασίας από τον δασεργάτη. Ο Pausch (1997) υπολόγισε το χρονικό διάστημα αυτό να ανέρχεται κατά μέσο όρο σε 16,5 και 24,6 ημέρες για κάθε εκπαιδευμένο και μη εκπαιδευμένο αντίστοιχα (περιοχή Odenwald στη Γερμανία, για τη χρονική περίοδο 1985-1992). Στην Ελλάδα, σε έρευνα που έγινε το 1986, βρέθηκε ιδιαίτερα μεγάλη σφοδρότητα τραυματισμών, με το κάθε ατύχημα να συνοδεύεται από κατά μέσο όρο 38 χαμένες ημέρες εργασίας (Efthymiou 1989). Επιπλέον, τίθεται το ζήτημα της επανένταξης του πληγέντος στην αγορά εργασίας που είναι κάποιες φορές αδύνατη λόγω της σφοδρότητας των τραυματισμών.

Η δασική επιχείρηση καλείται πολλές φορές να καλύψει τις συνέπειες ενός ατυχήματος. Τα άμεσα κόστη ενός ατυχήματος, όπως η αποζημίωση και το κόστος θεραπείας, συνοδεύονται από τα έμμεσα κόστη που μπορεί να είναι πολλαπλάσια. Ο Poschen (1993) αναφέρει την περίπτωση θανατηφόρου ατυχήματος στην Μαλαισία, όπου ο χειριστής σκοτώθηκε και το μηχάνημα καταστράφηκε. Τα άμεσα έξοδα υπολογίστηκαν σε 19.400 δολάρια Μαλαισίας ενώ τα έμμεσα σε 111.000 δολάρια Μαλαισίας, χωρίς να συνυπολογισθεί η απώλεια κέρδους της επιχείρησης.

Ζητούμενο κάθε επιχείρησης είναι η βέλτιστη χρησιμοποίηση του διαθέσιμου προσωπικού της. Ο Fenner (1997) υπολόγισε την απώλεια λόγω ατυχημάτων σε μεγάλη δασική επιχείρηση να ανέρχεται σε 421,3 ημέρες εργασίας ανά εκατομμύριο δεδουλευμένων εργατοωρών. Το κόστος για την επιχείρηση ήταν σημαντικό, παρά την ύπαρξη 4.700 εργαζομένων. Εύκολα αντιλαμβανόμαστε, τον μεγαλύτερο αντίκτυπο των ατυχημάτων σε μία μεσαίου ή μικρού μεγέθους δασική επιχείρηση ή συνεταιρισμό.

Η μεγάλη συχνότητα ατυχημάτων λειτουργεί επιβαρυντικά και μπορεί να απειλήσει ακόμα και τη βιωσιμότητα των δασικών επιχειρήσεων. Στις Η.Π.Α. το κόστος ασφάλειας μπορεί να ανέρθει στο 40% της αξίας εργασίας, λόγω της μεγάλης συχνότητας ατυχημάτων (Garland 1989). Σε πολλές περιπτώσεις ατυχήματα ή ασθένειες αποτελούν τους λόγους εξόδου από το επάγγελμα (Hagen 1997), μειώνοντας έτσι τον ήδη μικρό αριθμό των δασεργατών. Συντηρείται έτσι η εικόνα του εξαιρετικά δύσκολου και επικίνδυνου επαγγέλματος, αποτρέποντας την ενα-

σχόληση νέων με αυτό.

Με την εξασφάλιση απασχόλησης μειώνεται και το κύμα φυγής από το επάγγελμα και από τους ορεινούς οικισμούς, πολλοί από τους οποίους είναι στα όρια της ύπαρξής τους (Ευθυμίου 2001). Είναι σημαντικό να αναφερθεί, ότι η αναλογία των ημερομισθίων της πρωτογενούς δασικής παραγωγής σε σχέση με τα ημερομίσθια της μεταποίησης ξύλου υπολογίστηκε σε 1:2,5 (Παπασταύρου 1986). Πρακτικά αυτό σημαίνει, ότι η καταβαλλόμενη στο δάσος εργασία συνοδεύεται από πολλαπλάσια δημιουργία απασχόλησης σε βιομηχανικό επίπεδο για την μεταποίηση της. Επιπλέον, η εκπαίδευση και η μεταφορά γνώσης θα δώσει τα ερεθίσματα, για την ανάπτυξη νέων προϊόντων και υπηρεσιών σε απάντηση στις σύγχρονες απαιτήσεις της κοινωνίας. Η ανάπτυξη των ανθρώπινων πόρων έχει αναγνωριστεί ως βασικής σημασίας για την βέλτιστη χρήση των δασικών πόρων, άρα και της Περιφερειακής Ανάπτυξης (Παπασταύρου 1983, Buck 2000). Δεν πρέπει όμως να λησμονηθεί και η πολιτιστική διάσταση του ζητήματος καθώς, με την ερημοποίηση οικισμών χάνεται μαζί κομμάτι της πολιτιστικής μας ποικιλότητας (Weber 2000).

Θα αποτελούσε σημαντική παράλειψη να μην τονισθεί ο διπλός ρόλος της Δασεργατικής Εκπαίδευσης: Δεν περιορίζεται στη στείρα παροχή των βασικών γνώσεων και δεξιοτήτων που απαιτούνται για τη άσκηση του συγκεκριμένου επαγγέλματος αλλά αποτελεί το εφαλτήριο για συνέχιση της επιμόρφωσης και ενημέρωσης στο επάγγελμα (για συνεταιριστικά ζητήματα, παραγωγή προϊόντων προστιθέμενης αξίας, Αγροτουρισμό κ.α.). Δίνονται δηλαδή, κατευθύνσεις ουσιαστικής περιφερειακής ανάπτυξης καθώς το άτομο αποκτά μία νέα προοπτική προσέγγισης και επίλυσης των προβλημάτων και κατ' επέκταση και η κοινωνία μέσα στην οποία ζει και εργάζεται.

3. Συμπεράσματα

Η ύπαρξη δασεργατών με πιστοποιημένες γνώ-

σεις δημιουργεί μια μεγάλη σειρά περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών πλεονεκτημάτων. Τα οφέλη που προκύπτουν είναι συνδυαστικά και σε κάθε περίπτωση πολλαπλάσια από την αξία της επένδυσης σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα δασεργατικής εκπαίδευσης για την ελληνική Δασοπονία. Η ύπαρξη διαφορετικών αντίστοιχων συστημάτων στον ευρωπαϊκό και διεθνή χώρο συνηγορεί στην αναγκαιότητα και τη σημασία τους.

Από την αναβάθμιση των γνώσεων και δεξιοτήτων των απασχολούμενων με τις δασικές εργασίες θα προκύψουν σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη ως απόρροια της εισαγωγής φιλικότερων συστημάτων και τεχνικών αξιοποίησης. Γίνεται πεποίθηση ότι οι αυξημένες και εξειδικευμένες απαιτήσεις δεν μπορούν πλέον να ικανοποιηθούν από εμπειροτεχνίτες δασεργάτες. Αντίθετα, η ύπαρξη κατάλληλα εκπαιδευμένου δασεργατικού δυναμικού αποτελεί την προϋπόθεση για την αποτελεσματική εφαρμογή σύγχρονης Αειφορικής και Πολυλειτουργικής Δασοπονίας και της πολύπλευρης κοινωνικής συνεισφοράς της.

Η αναγκαιότητα ενός συστήματος επαγγελματικής εκπαίδευσης που θα φροντίζει για τη σωστή θεωρητική και πρακτική κατάρτιση των Ελλήνων δασεργατών φαίνεται επίσης από την μεγάλη σημασία της ασφαλούς εκτέλεσης των δασικών εργασιών και της ισχυρής κοινωνικής διάστασης τους. Η οργάνωση και λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος θα συμβάλει αποφασιστικά στην κάλυψη των μεγάλων ελλείψεων που παρουσιάζονται στους τομείς ενημέρωσης, πληροφόρησης και κατάρτισης των εργαζομένων στις δασικές εργασίες της χώρας μας. Ο συνδυασμός αυτού του συστήματος με απαραίτητες θεσμικές αλλαγές θα δώσει νέα δυναμική στην Ελληνική Δασοπονία αναβαθμίζοντάς την και θα την επαναφέρει στο προσκήνιο της εθνικής οικονομικής δραστηριότητας με θετικά κοινωνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά αποτελέσματα, ιδιαίτερα για μία ουσιαστική και ταχύρρυθμη περιφερειακή ανάπτυξη στην ξεχασμένη Ορεινή Ελλάδα.

Need for Forest Workers Training in Greek Forestry

Petros A. Tsioras¹, Paul N. Efthymiou²

SUMMARY

Forest operations belong to the most dangerous jobs in all sectors of production. The special training of forest workers represents a major precondition for a sustainable, efficient and multifunctional forestry with environmental, economic, ergonomic and social benefits. These reasons have led to the organization of forestry workers training systems in many countries except Greece. The investment in a forest workers' training system should be regarded as a high priority for the Greek forestry.

This paper is a review of recent Greek and international literature, focusing on the importance and the benefits deriving from the organization and operation of a modern system for forest workers' training in Greek forestry. The special needs and characteristics of the forest operations are presented and analyzed, as well as cases from all over the world.

Key - words: Forestry workers training, forestry workers, forest operations.

Βιβλιογραφία

- Acar, H. Barli, Ö. and T. Yoshimura 2003. The effect of harvesting, transportation and stockpiling activities in the resin tapping on the resin productivity and quality. In the proceedings of the FAO/ECE/ILO International Seminar "Harvesting of Non-Wood Products", held at Izmir, 2-8 Oct. 2000, pp. 271-279. FAO, Rome.
- Apud, E and S. Valdés 1993. Ergonomics in the Chilean Forestry. In *Unasylva*. 44(172). FAO, Rome.
- Apud, E. and S. Valdés 1986. Use of ergonomics to improve workers' conditions in a Chilean Forest enterprise. Proceedings of the 18th IUFRO World Congress, Division 3.
- Brevig, F.K. 1997. Forest Extension, Training and Continuing Education. In *People, Forests and Sustainability. Social elements of Sustainable Forest Management in Europe*, pp. 37-53. ILO, Geneva.
- Buck, A. 2000. Forestry aspects in the EU rural development policy. In the proceedings of the International Seminar "The role of Forests and Forestry in Rural Development – Implications for Forest Policy", held at Vienna, 5-7 July 2000, pp. 29-32. MCPFE – Liaison Unit, Vienna.
- Castaneda, F. 1993. Criteria and indicators for sustainable forest management: International processes, current status and the way ahead. In *Unasylva* 203(51): 34- 40. FAO, Rome.
- Dammerud, O. 1989. Training prevents accidents. In the Proceedings of the Joint FAO/ECE/ILO Committee Seminar "The Training of professional forest workers" held at Jämsänkoski, 22-26 May 1989, pp. 259-262. The Finnish Government Printing Centre, Helsinki.
- Davis, G.A. et al. 2001. Effects of ventilated helmets in a hot environment. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 27: 321-329.
- Driscoll, T. Ansari, G., Harrison J., Frommer M. A. and E.A. Ruck 1995. Traumatic work related fatalities in forestry and sawmill workers in Australia. *Journal of Safety Research* Vol. 26(4): 221-233.
- Dummel, K. 1987. Forest labour-related problems in coping with acute forest damage. In the Proceedings of the FAO/ECE/ILO "Seminar on the impact of acute forest damage on Harvesting and Silvicultural Operations" held in Bonn-Röttgen.
- Efthymiou, P.N. 1989. Ergonomic problems and accidents in the mountain logging of Greece. In the "Seminar on the mechanization of Harvesting Operations in mountainous terrain", held by the Joint FAO/ECE/ILO Committee, Antalya 20-24 Nov. 1989.
- Efthymiou, P.N. 1994. Die Prinzipien einer multi-dimensionalen Optimierung der Holzerntesysteme. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 146(6):457-470.

¹ Dr. Forest Engineer, Aristotle University of Thessaloniki, email: ptsioras@for.auth.gr

² Professor of Forest Utilization, Aristotle University of Thessaloniki, email: pnfthy@for.auth.gr

- Efthymiou, P.N. 2001α. Efficiency problems in harvesting small dimensioned wood. FAO/ECE/ILO Workshop on New Trends in Wood Harvesting with Cable Systems for Sustainable Forest Management in the Mountains, Ossiach, 18-24 June 2001.
- Efthymiou, P.N. 2001β. Major Environmental Issues in Forest Products Utilization. Proceedings of the International Conference: "FOREST RESEARCH: A challenge for an integrated European approach" held in Thessaloniki, 27 Aug. - 1 Sep. 2001.
- Ευθυμίου Π.Ν. και Θ.Ν. Καραμπατζάκης, 1992. Αξιολόγηση του συστήματος συγκομιδής και εμπορίας ξύλου από τους δασεργατικούς συνεταιρισμούς με το Π.Δ. 126/86. Πρακτικά 5^{ου} συνεδρίου Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας, Καλαμάτα 4-6 Μαΐου 1992, σελ. 262-270.
- Ευθυμίου, Π.Ν. 1982. Η εκμετάλλευση των δασών και οι ορεινοί πληθυσμοί. Εισήγηση στο 2^ο Δασολογικό Συνέδριο με τίτλο «Στόχοι και αρχές για μια νέα Δασική Πολιτική», Αθήνα, 6-8 Δεκ. 1982. σελ. 35-44. Ειδ. Έκδοση Γεωτεχνικά.
- Ευθυμίου, Π.Ν. 1992. Σύγχρονες τάσεις στην αξιοποίηση των δασών. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα Τομ.(1): 17-24.
- Ευθυμίου, Π.Ν. 2001. Προστασία Δασών και Δασική εργασία – Το πολυσήμαντο των δασικών εργασιών. Εισήγηση στην ειδική ημερίδα «Ανάπτυξη και Προστασία Δασών – Δασική εργασία» του Υπ. Γεωργίας και ΕΘΙΑΓΕ στα πλαίσια της AGROTICA – ΔΕΘ, 1.2.2001, Θεσσαλονίκη.
- Ευθυμίου, Π.Ν. 2003. Συγκομιδή Δασικών προϊόντων. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Ευσταθιάδης, Σ. 2001. Οι στόχοι της πολυλειτουργικής Δασοπονίας από την πλευρά της Πολιτείας. Εισήγηση στην Ημερίδα «Η πολλαπλή χρήση των δασών ως μέσο ανάπτυξης και προστασίας του περιβάλλοντος», Θεσσαλονίκη, 29 Μαΐου 1999.
- FAO, 1991. Forest Harvesting Training Programme. FAO, Rome.
- FAO, 2005. Information retrieved from: <http://www.fao.org>.
- Joint FAO/ECE/ILO Committee on Forest Technology, Management and Training, 1997. People, Forests and Sustainability: Social elements of Sustainable Forest Management in Europe. Industrial Activities Branch. ILO, Geneva
- Fenner, P. 1997. Job accidents in a Brazilian Forest company. In the proceedings of the seminar "Safety and Health in Forestry are feasible!", held in Konolfingen, 6-11 Oct. 1996, pp. 173-181. BUWAL, Berne.
- Forest Stewardship Council, 2003. Information retrieved from the website: <http://www.fsoax.org/html/1-2.html>.
- Garland, J. 1989. Forest Harvesting Training issues in the United States of America. In the Proceedings of the FAO/ECE/ILO Seminar "Training of Professional Forestry Workers", Jämsänkoski/Finland, 22-26 May 1989. Finnish Government Printing Press, Helsinki.
- Garland, J. 1996. Sustainable Forest Initiative stimulates U.S. logger Education. In Forworknet Update Dec. 1996, pp.4-5.
- Glück, P. 1997. Sustainable Forestry in the context of Rural Development. In People, Forests and Sustainability. Social elements of Sustainable Forest Management in Europe. ILO, Geneva.
- Grammel, R. 1978. Forstliche Arbeitslehre. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Hagen, K.B. 1997. New troubles for old health and safety hazards in highly mechanized operations. In the proceedings of the seminar "Safety and Health in Forestry are feasible!" held in Konolfingen 6-11 Oct. 1996, pp. 157-172. BUWAL, Berne.
- Husqvarna, 2003. Information retrieved from the website www.husqvarna.com.
- ILO, 1984. The Vocational Training of Forest workers. Report prepared for the Joint FAO/ECE/ILO Committee on Forest workers techniques and Training of Forest workers, Geneva.
- Johansson, K. and B. Strehlke 1996. Improving working conditions and increasing profits in Forestry. ILO, Geneva.
- Jokiluoma, H. 1997. Experiences in Forestry Programmes in safety work in Finland. In the proceedings of the seminar "Safety and Health in Forestry are feasible!" held in Konolfingen, 6-11 Oct. 1996, pp.287-297. BUWAL, Berne.
- Karameris, A. 1989. Die Entwicklung der Walderholung in Griechenland. Allgemeine Forstzeitschrift 44(4): 74-77.
- Καραμέρης, Α. 2001α. Αειφορικός Τουρισμός και δάση. Εισήγηση στο 13^ο Συνέδριο του Πανελληνίου Δικτύου Οικολογικών Οργανώσεων: "Δάση – Χωροταξία – Τουρισμός", Ρόδος, 8-10 Νοεμβρίου 2001. Διαθέσιμο στο διαδίκτυο στην ιστοθέση: www.econet.gr/13sinedr/13karameris.htm.

- Καραμέρης, Α. 2001β. Η ανάδειξη της πολυλειτουργικότητας του δάσους ως βασική προϋπόθεση της αγροτικής ανάπτυξης. Εισήγηση στην Ημερίδα «Η πολλαπλή χρήση των δασών ως μέσο ανάπτυξης και προστασίας του περιβάλλοντος», Θεσσαλονίκη, 29 Μαΐου 1999, σελ. 77-81.
- Κασιούμης, Κ. και Κ. Παπαγεωργίου 2001. Διεύρυνση αντιλήψεων ως μέσο διαμόρφωσης δασικής πολιτικής. Το ερευνητικό έργο Multifor RD. Εισήγηση στην Ημερίδα «Η πολλαπλή χρήση των δασών ως μέσο ανάπτυξης και προστασίας του περιβάλλοντος», Θεσσαλονίκη, 29 Μαΐου 1999, σελ. 30-50.
- Κατενίδης, Κ. 1996. Συγκομιδή του ξύλου και εκπαίδευση. Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με τίτλο «Αξιοποίηση Δασικών Πόρων», Καρδίτσα 11-13 Οκτωβρίου 1995. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη.
- Lidén, E. 1988. Contract work in Swedish Forestry enterprises. In the proceedings of the FAO/ECE/ILO Joint Committee Seminar "Employment of Contractors in Forest Work". Ministry of Agriculture and Forestry, Paris.
- Lilley, R. Feyer A.-M, Kirk P. and P. Gander 2002. A survey of Forest workers in New Zealand. Do hours of work, rest and recovery play a role in accidents and injury? Journal of Safety Research Vol. 33: 53-71.
- Maas, J. 2003. The role of research in NFTP management. In the proceedings of the FAO/ECE/ILO International Seminar "Harvesting of Non-Wood Products", held at Izmir, 2-8 Oct. 2000, pp. 407-411. FAO, Rome.
- Minette, L. J. 1997. Nutritional conditions of chain-saw operators in a timber cutting operation in Brazil. Voluntary paper in the XI World Forestry Congress, Antalya.
- Mulliken, T. 2003. The sustainable use of medicinal plants: A multisectoral challenge and opportunity. In the proceedings of the FAO/ECE/ILO International Seminar "Harvesting of Non-Wood Products", held at Izmir, Turkey 2-8 Oct. 2000, pp. 411-415. FAO, Rome.
- Naisau, P. 1994. The Fiji Logging Training Project. Forworknet News (1): 1-2.
- Nieuwenhuis, M. and M. Lyons 2002. Health and safety issues and perceptions of Forest Harvesting contractors in Ireland. In the International Journal of Forest Engineering, Vol. 13(2) 69-76.
- Özu urlu, E. and M. Düzgün 2003. Policies to promote sustainable operations and utilization of non-wood forest products in Turkey. In the proceedings of the FAO/ECE/ILO International Seminar "Harvesting of Non-Wood Products", held at Izmir, 2-8 Oct. 2000, pp. 113-127. FAO, Rome.
- Παπασταύρου, Α. 1983. Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις από τη χρήση γενικά των φυσικών πόρων. ΑΠΘ – Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π., Σπουδαστήριο Δασικής Πολιτικής, Θεσσαλονίκη.
- Παπασταύρου, Α. 1986. Δασική Πολιτική – Τεύχος Β.
- Παπασταύρου, Α. και Χ. Γούπος 2000. Αναπτυξιακή Πολιτική και Ευρωπαϊκή Ένωση, Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Υπηρεσία δημοσιευμάτων ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Pausch, R. 1997. Improvement of work safety in small-scale forestry cost effect analysis "Odenwald Projekt", time period 1989-1994. In the proceedings of the seminar "Safety and Health in Forestry are feasible!" held in Konolfingen, 6-11 Oct. 1996, pp. 231-242. BUWAL, Berne.
- Pedersen, I. 1987. Felling of disaster-hit Forests – The problem of manpower. In Proceedings of the Seminar on the impact of acute forest damage on Harvesting and Silvicultural Operations. FAO/ECE/ILO, Bonn-Röntgen.
- Petit, H. 1997. Information, awareness-raising and trainings for Forestry workers: An absolute necessity for increased safety. Significant reduction of accidents. In the proceedings of the seminar "Safety and Health in Forestry are feasible!" held in Konolfingen, 6-11 Oct. 1996, pp. 247-261. BUWAL, Berne.
- Poschen, P. 1993. Forestry, a safe and healthy profession? In Unasyva 172 (44):3-12. FAO, Rome.
- Poschen, P. 1997. Forestry and employment – much more than meets the eye. Retrieved from the website: www.fao.org/montes/foda/wforcong/public/v5/t34E/default.htm.
- Poschen, P. 2000. People, Forests and Sustainability. In FORWORKNET Update, Dec 2000. ILO, Geneva.
- Rametsteiner, E. 2000. Sustainable Forest Management Certification. Ministerial Conference on the protection of Forests in Europe – Liaison Office, Vienna.
- Raunetsalo, J., Juslin, H., Hansen, E. and K. Forsyth 2002. Forest certification update for the UNECE region, summer 2002. United Nations, New York

- and Geneva.
- Salminen, S., Klen, T. and K. Ojanen 1999. Risk taking and accident frequency among Finnish Forestry workers. *Safety Science* Vol. 33(3):143-153.
- Slee, B. 2000. Methods of measuring the contribution of Forestry to Rural Development. In the proceedings of the International Seminar “The role of Forests and Forestry in Rural Development – Implications for Forest Policy”, held at Vienna, 5-7 July 2000, pp. 81-95. MCPFE – Liaison Unit, Vienna.
- Smith, L.A. and R.E. Thomas 1993. Ergonomics research in the Southern United States. *Unasylva* No. 172, Vol. 44. FAO, Rome.
- Stadlmann, H. 1997. The accident situation in Austrian Forestry, with particular reference to Farm Forests. In the proceedings of the seminar “Safety and Health in Forestry are feasible!”, held in Kohnfingen, 6-11 Oct. 1996, pp.127-131. BUWAL, Berne.
- Strehlke, B. 1993. Forest management in Indonesia: employment, working conditions and occupational safety. In *Unasylva* No. 172, Vol. 44. FAO, Rome
- Strehlke, B. 2002. Η επίδραση της παγκοσμιοποίησης στις εργασιακές δραστηριότητες και στις κοινωνικές συνθήκες στην Ευρωπαϊκή Δασοπονία. Ομιλία στα πλαίσια της Σειράς Προχωρημένων Σεμιναρίων “Σύγχρονη Δασοπονία” (Συντονιστής: Καθ. Π. Ευθυμίου), του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, 17/10/2003.
- Tomanic, S. 1988. Twenty years in Forestry work study in Yugoslavia. In the proceedings of the International symposium “Developments on work studies in Forestry” held in Thessaloniki 22-24 June 1988. Department of Forest Engineering, Forest Research Institute, Vassilika – Thessaloniki.
- Warkotsch, W. 1997. The future of Forest work in Central Europe. In *People, Forests and Sustainability. Social elements of Sustainable Forest Management in Europe*. ILO, Geneva.
- Weber, G. 2000. The future of rural areas from a holistic viewpoint. In the proceedings of the International Seminar “The role of Forests and Forestry in Rural Development – Implications for Forest Policy”, held at Vienna, 5-7 July 2000, pp. 23-29. MCPFE – Liaison Unit, Vienna.
- Weiss, R. 1991. Der Forstarbeiter von morgen – Chancenlos? *Osterreichische Forstzeitung* 7: 18-19.

Πιστοποίηση δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού στην Ελλάδα

Δ. Παϊταρίδου¹, Ι. Τάκος², Κ. Ραδόγλου³

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η θέσπιση Οδηγιών από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε) έχει ως αντικειμενικό σκοπό τη διασφάλιση γενετικής υπεροχής και υψηλής ποιότητας δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού το οποίο συλλέγεται, παράγεται, διακινείται και εμπορεύεται. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται το νομικό και θεσμικό πλαίσιο που έχει θεσπισθεί από τη χώρα μας ώστε να επιτευχθεί ο σκοπός που έθεσε η Ε.Ε. και αφορά στην επιλογή κατάλληλου δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού, στον έλεγχο και πιστοποίηση αυτού, καθώς και τον έλεγχο της παραγωγής και εμπορίας αυτού.

Λέξεις κλειδιά: Δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό, νομικό πλαίσιο.

Εισαγωγή

Τα δάση καλύπτουν μεγάλο τμήμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) και διαδραματίζουν πολυλειτουργικό ρόλο βάσει των κοινωνικών, περιβαλλοντικών, οικολογικών, οικονομικών και πολιτιστικών λειτουργιών τους (UNECE 2004).

Η Δασοκομική έρευνα έχει αποδείξει ότι τα δάση προκειμένου να έχουν αυξημένη αξία από άποψη σταθερότητας, προσαρμογής, ανθεκτικότητας και ποικιλομορφίας, για την ίδρυσή τους, μεταξύ άλλων, πρέπει να χρησιμοποιείται δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό υψηλής γενετικής και φαινοτυπικής ποιότητας προσαρμοσμένο στην τοποθεσία εγκατάστασης (Οδηγία 1999/105/ΕΚ).

Η επιλογή λοιπόν δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού, αποτελεί τον σπουδαιότερο παράγοντα για την επιτυχία των αναδασώσεων, δασώσεων και γενικότερα της βελτίωσης του αστικού και φυσικού τοπίου. Η διασφάλιση της επιτυχίας αυτής εξαρτάται κατά ένα σημαντικό ποσοστό από την επιλογή του δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού, τον έλεγχο ποιοτικών χαρακτηριστικών και την πιστοποίηση αυτού.

Η χώρα μας, ως μέλος της Ε. Ε, έχει την υποχρέωση να εναρμονίζεται προς τις Οδηγίες που εκδίδο-

νται από τα αρμόδια όργανά της. Ο αντικειμενικός σκοπός της θέσπισης Οδηγιών είναι να διασφαλίσουν ότι το δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό το οποίο συλλέγεται, παράγεται, διακινείται και εμπορεύεται εξασφαλίζει γενετική υπεροχή και γνησιότητα.

Με βάση την υφιστάμενη νομοθεσία, την ευθύνη για τη συλλογή, επεξεργασία, αποθήκευση, συντήρηση, διακίνηση καθώς και τον ποιοτικό έλεγχο της ποιότητας του δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού έχει η Διεύθυνση Αναδασώσεων & Ορεινής Υδρονομίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων που προμηθεύουν με πολλαπλασιαστικό υλικό τα δασικά φυτώρια της Χώρας και στους ιδιώτες εφ' όσον το επιθυμούν. Συγκεκριμένα, τροφοδοτούν με δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό τα 45 περίπου δασικά φυτώρια που λειτουργούν σήμερα στα διάφορα Δασαρχεία της Χώρας (Τουρλακίδης 1999, Παϊταρίδου 2003, Στάμου 2003).

Νομικό Πλαίσιο

Το νομικό πλαίσιο που ίσχυε μέχρι το τέλος του 2002 ήταν οι Οδηγίες: 66/404/ΕΟΚ «περί εμπορίας δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού», 71/161/ΕΟΚ «περί κανόνων εξωτερικής ποιότητας του δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού που αποτελεί αντικείμε-

¹ Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, Γενική Δ/ση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος, Δ/ση Αναδασώσεων και Ορεινής Υδρονομικής, Τμήμα Δασικών Φυτωρίων και Σποροπαραγωγής, E-mail: xa31u046@minagric.gr / paitaridou@yahoo.gr., Τηλ. Εργ.: 210-5242445, 2124574

² Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος
E mail: italos@teikav.edu.gr., Τηλ. Εργ.: 25210 60401, 60428

³ Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, ΕΘΙΑΓΕ, Βασιλικά, 57 006 Θεσσαλονίκη,
E-mail: radoglou@fri.gr.

νο εμπορίας στο εσωτερικό της Κοινότητας». Η Χώρα μας στα πλαίσια της εναρμόνισης είχε εκδώσει το Π.Δ. 135/1987.

Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα αντιλαμβανόμενη τις όλο και αυξανόμενες ανάγκες σε πιστοποιημένο δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό και άλλων δασοπονικών ειδών, διεύρυνε τον κατάλογο των ειδών που πρέπει να καλύπτουν ορισμένες προδιαγραφές και έτσι εξέδωσε νέα Οδηγία, την 1999/105/Ε.Κ «σχετικά με την εμπορία του δασικού πολ/κού υλικού». Η χώρα μας, ως όφειλε, έπρεπε εκ νέου να εναρμονισθεί και έτσι εξέδωσε νέο Προεδρικό Διάταγμα (Π.Δ.17/2003) σε συμμόρφωση προς την

Οδηγία 1999/105/Ε.Κ. Με το νέο αυτό Προεδρικό Διάταγμα θεσπίζονται διατάξεις που εφαρμόζονται στην παραγωγή με σκοπό την εμπορία του δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού εντός και εκτός της Κοινότητας.

Στο σημείο αυτό θα αναφερθούμε στα βασικά στοιχεία του Διατάγματος αυτού τα οποία είναι τα ακόλουθα:

1. Για να καλυφθούν οι ανάγκες σε δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό αυξήθηκε ο κατάλογος των ειδών και των τεχνητών υβριδίων τα οποία είναι σημαντικά για δασοκομικούς σκοπούς στο σύνολο ή μέρος της Κοινότητας (Πίνακας Ι).

Πίνακας Ι. Κατάλογος σημαντικών δασικών δένδρων και τεχνητών υβριδίων που χρησιμοποιούνται από την Ευρωπαϊκή Ένωση για δασοκομικούς σκοπούς

Table I. Catalogue of important forest tree species and artificial hybrids used for silvicultural purposes in European Union

| | | |
|---|---|--|
| <p><i>Abies alba</i> Mill <i>Abies cephalonica</i> Loud <i>Abies grandis</i> Lindl. <i>Abies pinsapo</i> Boiss <i>Acer platanoides</i> L. <i>Acer pseudoplatanus</i> L. <i>Alnus glutinosa</i> Gaertn. <i>Alnus incana</i> Moench <i>Betula pendula</i> Roth <i>Betula pubescens</i> Ehrh. <i>Carpinus betulus</i> L. <i>Castanea sativa</i> Mill. <i>Cedrus atlantica</i> Carr. <i>Cedrus libani</i> A.Richard <i>Fagus sylvatica</i> L. <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.</p> | <p><i>Fraxinus excelsior</i> L. <i>Larix decidua</i> Mill. <i>Larix x eurolepis</i> Henry <i>Larix kaempferi</i> Carr. <i>Larix sibirica</i> Ledeb. <i>Picea abies</i> Karst. <i>Picea sitchensis</i> Carr. <i>Pinus brutia</i> Ten. <i>Pinus canariensis</i> C.Smith <i>Pinus cembra</i> L. <i>Pinus contorta</i> Loud. <i>Pinus halepensis</i> Mill. <i>Pinus leucodermis</i> Antoine <i>Pinus nigra</i> Arnold <i>Pinus pinaster</i> Ait. <i>Pinus pinea</i> L. <i>Pinus radiata</i> D.Don</p> | <p><i>Pinus silvestris</i> L. <i>Populus spp & τεχνητά υβρίδια μεταξύ των ειδών</i> <i>Prunus avium</i> L. <i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco <i>Quercus cerris</i> L. <i>Quercus ilex</i> L. <i>Quercus petraea</i> Liebl. <i>Quercus pubescens</i> Willd. <i>Quercus robur</i> L. <i>Quercus rubra</i> L. <i>Quercus suber</i> L. <i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Tilia cordata</i> Mill <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.</p> |
|---|---|--|

Αυτό το πολλαπλασιαστικό υλικό των ειδών του Πίνακα Ι μπορεί να είναι:

- **Μονάδα σπόρου :** κώνοι, ταξιανθίες, καρποί και σπόροι που προορίζονται για την παραγωγή μητρικού υλικού.
- **Μέρη φυτών:** μοσχεύματα βλαστού, μοσχεύματα φύλλων και ριζών, έμφυτα ή έμβρυα για μικροπολλαπλασιασμό, οφθαλμοί, καταβολάδες, ρίζες, εμβόλια, παραφυάδες και άλλα μέρη φυτών που προορίζονται για την παραγωγή μητρικού υλικού.

- **Μητρικό υλικό:** φυτά που έχουν παραχθεί από μονάδες σπόρου, από μέρη φυτών ή από φυτά με φυσική αναγέννηση.

2. Το βασικό υλικό από το οποίο προήλθε το δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό μπορεί να είναι: Πηγή σπόρου, Δασοσυστάδα, Αγρός σποροπαραγωγής, Γονικά φυτά οικογένειας, Κλώνος, Μείγμα κλώνων

3. Το βασικό υλικό θα πρέπει να πληροί ορισμένες στοιχειώδεις απαιτήσεις προκειμένου να εγκριθεί ως υλικό κατάλληλο για παραγωγή (ενδεικτικά βλ. Παράρτημα). Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- Γνωστής πηγής (Πηγή σπόρου, Δασοσυστάδα)
- Επιλεγμένο (Δασοσυστάδα)
- Χαρακτηρισμένο (Αγρός σποροπαραγωγής, Γονικά φυτά οικογένειας, Κλώνος, Μείγμα κλώνων)
- Δοκιμασμένο (Αγρός σποροπαραγωγής, Γονικά φυτά οικογένειας, Κλώνος, Μείγμα κλώνων)**4.** Εφόσον προσδιοριστούν οι περιοχές προέλευσης από τις οποίες μπορεί να συλλεχθεί το βασικό υλικό και συγκεκριμένα από τις κατηγορίες Γνωστής Πηγής και Επιλεγμένο, τότε με απόφαση του Υπουργού Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων οριοθετούνται αυτές οι περιοχές προέλευσης και στη συνέχεια καταρτίζονται και δημοσιεύονται χάρτες με αυτές τις περιοχές. Αυτό δίνει τη δυνατότητα να γνωρίζει κανείς όχι μόνο τους τόπους συλλογής αλλά και τις οικολογικές συνθήκες στις οποίες αναπτύσσεται το βασικό υλικό.

5. Επίσης, με απόφαση του Υπουργού Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων μπορεί να απαγορευθεί η παραγωγή και εμπορία ειδών στο σύνολο ή μέρος της επικράτειας

Η Επιτροπή της Κοινότητας προκειμένου να αντιμετωπίσει επιμέρους θέματα που απορρέουν από την οδηγία 1999/105/Ε.Κ. έχει εκδώσει αντίστοιχους Κανονισμούς. Οι Κανονισμοί αυτοί είναι δεσμευτικοί ως προς όλα τα μέρη τους και ισχύουν άμεσα σε κάθε Κράτος Μέλος. Αυτοί είναι :

- Κανονισμός 1597/2002/ΕΚ «Εθνικός κατάλογος βασικού υλικού»
- Κανονισμός 2301/2002/ΕΚ «Καθορισμός μικρών ποσοτήτων»
- Κανονισμός 1602/2002/ΕΚ « Άδεια που παρέχει κράτος μέλος για την απαγόρευση εμπορίας συγκεκριμένου βασικού υλικού»
- Κανονισμός 1598/2002/ΕΚ «Περί αμοιβαίας διοικητικής συνδρομής από τους επίσημους φορείς»

Εκτός όμως από τους όρους και τις τεχνικές προδιαγραφές που πρέπει να πληροί το δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό απαραίτητος είναι και ο φυτοϋγειονομικός έλεγχος. Την αρμοδιότητα αυτή ασκεί η Δ/ση Φυτοπροστασίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Στα πλαίσια των αρμοδιοτήτων της έχει εναρμονιστεί με τις Κοινοτικές Οδηγίες «περί φυτοϋγείας» εκδίδοντας το Π.Δ. 365/2002.

Κάθε κράτος μέλος εκτός από τις απαιτήσεις και τα είδη που αναφέρονται στο Προεδρικό Διάταγμα, μπορεί στα πλαίσια της δικής του δασικής πολιτικής να θεωρήσει και άλλα αυτόχθονα είδη και τεχνητά

υβρίδια ως δασοπονικά και να θέτει τους ίδιους ή διαφορετικούς όρους όσον αφορά την παραγωγή τους και την εμπορία τους.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η χώρα μας, πέρα από την ανάγκη που απορρέει από το Π.Δ 17/2003 για τη δημιουργία ενός Εθνικού Καταλόγου, ο οποίος στη συνέχεια θα πρέπει να κοινοποιηθεί και στην Κοινότητα, έτσι ώστε να έχουν πρόσβαση όλα τα Κράτη Μέλη, είχε ήδη καθορίσει με εγκύκλιο διαταγή του 1979 (Εγκ.Διαταγή161446/1369/1979) ένα δίκτυο δασοσυστάδων με σκοπό την σποροσυλλογή σε όλη τη χώρα με τα σπουδαιότερα δασοπονικά είδη.

Τα παραπάνω αφορούν το δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό το οποίο προορίζεται για δασοπονικούς σκοπούς (αναδασώσεις, δασοτεχνικά έργα).

Στην περίπτωση όμως που το πολλαπλασιαστικό υλικό των ειδών και τεχνητών υβριδίων του Π.Δ17/2003 δεν προορίζεται για δασοπονικούς σκοπούς, αλλά για καλλωπιστικούς σκοπούς, τότε δεν υπόκεινται στους περιορισμούς του Π.Δ 17/2003.

Συλλογή - προμήθεια δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού

Όπως προαναφέρθηκε με την εγκύκλιο διαταγή του 1979 αναπτύχθηκε ένα δίκτυο δασοσυστάδων με σκοπό την σποροσυλλογή σε όλη τη χώρα με τα σπουδαιότερα δασοπονικά είδη. Αυτό το δίκτυο την εποχή εκείνη αφορούσε τα κυριότερα δασοπονικά είδη και μάλιστα κωνοφόρα, κυρίως για ξυλοπαραγωγικές αναδασώσεις. Για το σκοπό αυτό αξιολογήθηκαν με βάση διεθνώς αναγνωρισμένα κριτήρια (Κανόνες Ο.Ο.Σ.Α) και οριοθετήθηκαν γύρω στις 70 σποροπαραγωγές συστάδες.

Την ίδια εποχή δημιουργήθηκαν σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Αθηνών και τέσσερις σποροπαραγωγικοί κήποι: Ένας χαλεπίου πεύκης στην Αμφιλοχία και τρεις μαύρης πεύκης στη Σπερχειάδα, Ελασσόνα και Πύργο αντίστοιχα.

Καθώς όμως αυξήθηκαν οι ανάγκες σε αισθητικές αναδασώσεις, δημιουργήθηκαν και ελεύθεροι τόποι σποροσυλλογής, κυρίως για καλλωπιστικά είδη.

Στον πίνακα II αναφέρονται ενδεικτικά είδη δένδρων και θάμνων από τα οποία συλλέχθηκαν σπόροι και διατέθηκαν τόσο στα δασικά φυτώρια όσο και σε ιδιώτες φυτωριούχους από την Κεντρική Αποθήκη Δασικών Σπόρων (ΚΑΔΣ) της Δ/σης Αναδασώσεων & Ορεινής .Υδρονομίας. του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων.

Πίνακας II. Κατάλογος δασοπονικών ειδών των οποίων οι σπόροι τους διακινούνται από την Κεντρική Αποθήκη Δασικών Σπόρων (ΚΑΔΣ)

Table II. Catalogue of forest species whose seeds transporting by the National Seed Store

| | | | |
|---|---|---|--|
| Abies x borissi-regis Mattf. | Carpinus betulus L. | Eucalyptus camaldulensis Dehnh. | Picea abies (l) H. Karsten (=P.excelsa (Lam.)Link) |
| Abies cephalonica J.W.Loudon | Carpinus orientalis Miller | Eucalyptus viminalis Labill. | Pinus halepensis Miller subsp.brutia (Ten)Holomboe(=P.brutia Ten.) |
| Acacia saligna (Labill) Wendl.fil (=A.cyanophylla Lindley | Casuarina equisetifolia L. | Fraxinus angustifolia Vahl | Pinus halepensis Miller subsp.halepensis |
| Acacia dealbata Link | Catalpa bignonioides Walter | Fraxinus excelsior L. | Pinus heldreichii H. Christ(=P.leucodermis Antoine) |
| Acer negundo L. | Cedrus atlantica (Endl.) Carriere | Fraxinus ornus L. | Pinus nigra J.F.Arnold |
| Acer campestre L. | Cedrus deodora (D.Don)G. Don | Juniperus communis L.subsp. nana (Willd.)Syme | Pinus pinaster Aiton |
| Acer sempervirens L. (=A.creticum L.) | Cedrus libani A. Richard | Juniperus drupacea Labill. | Pinus pinea L. |
| Acer pseudoplatanus L. | Celtis australis L. | Juniperus excelsa M. Bieb. | Pinus radiata D.Don |
| Acer tataricum L. | Ceratonia siliqua L. | Juniperus phoenicea L. | Pinus sylvestris L. |
| Ailanthus altissima (Miller) Swingle | Cercis siliquastrum L. | Laurus nobilis L. | Pistacia lentiscus L. |
| Albizia julibrissin Durazzini | Cornus mas L. | Ligustrum vulgare L. | Pistacia terebinthus L. |
| Alnus glutinosa (L.)Gaertner | Cornus sanguinea L. | Medicago arborea L. | Pittosporum tobira (Thunb.) Aiton |
| Arbutus unedo L. | Cotoneaster spp. | Nerium oleander L. | Platanus orientalis L. |
| Betula pendula Roth | Crataegus laevigata (Poir.)DC.(=C.oxyacantha L. Emend. Jacq.) | Phoenix canariensis Hort. Ex Chabaub | Cerasus mahaleb (L)Miller(=Prunus mahaleb L.) |
| Brachychiton diversifolium R.Br. | Cupressus arizonica E.L.Greene | | Rhus coriaria L. |
| Buxus sempervirens L. | Cupressus sempervirens L. | | Robinia pseudoacaia L. |
| | Elaeagnus multiflora Thunb. | | Sophora japonica L. |
| | Elaeagnus angustifolia L. | | Spartium junceum L. |
| | Erica arborea L. | | Taxodium distichum (L.)Rich. |
| | Erica manipuliflora Salisb. | | Taxus baccata L. |
| | | | Thuja orientalis L. |

Η προμήθεια σε δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό γίνεται:

1. Από την Κεντρική Αποθήκη Δασικών Σπόρων (ΚΑΔΣ) της Δ/σης Αναδασώσεων και Ορεινής Υδρονομίας, του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων

2. Από τις Δ/σεις Δασών ή τα Δασαρχεία

3. Από οπουδήποτε στην Ε.Ε. ή Τρίτη Χώρα

Διαδικασία συλλογής δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού από ιδιώτες

Εάν κάποιος ιδιώτης επιθυμεί να συλλέξει δασι-

κό πολλαπλασιαστικό υλικό ο ίδιος, τότε η διαδικασία συλλογής γίνεται ως εξής:

1. Ζητείται άδεια συλλογής από την Δ/ση Δασών ή το Δασαρχείο, σύμφωνα με τη διαδικασία απόληψης δασικών προϊόντων που περιλαμβάνονται στον Πίνακα διατίμησης (σπόρους, καρπούς, μοσχεύματα)

2. Σε περίπτωση κώνων συντάσσεται πρωτόκολλο εξέλεξης

3. Μετά τη συγκομιδή το δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό υπόκειται σε έλεγχο από την δασική υπηρεσία και

4. Εκδίδεται Πιστοποιητικό Ταυτότητας/Προέλευσης

Προϋποθέσεις παραγωγής και εμπορίας δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού

Ας δούμε στη συνέχεια τι απαιτείται για να παράγει κάποιος ή και να εμπορευθεί δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό.

1. Εγκεκριμένη τεχνοοικονομική μελέτη ίδρυσης δασικού φυτωρίου η οποία θα πρέπει να συνταχθεί από ιδιώτη δασολόγο σύμφωνα με την 81214/2495/29-6-95 Απόφαση Υπουργού Γεωργίας.
2. Άδεια παραγωγής και εμπορίας δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού. Αυτή καθορίζεται με την 60308/224/95 απόφαση του Υπουργού Γεωργίας.

Συζήτηση

Υπάρχουσα κατάσταση

Το νομικό πλαίσιο που έχει θεσμοθετηθεί από την πολιτεία, αν και εξασφαλίζει άριστης ποιότητας δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό, ελάχιστα έχει υλοποιηθεί τόσο από το δημόσιο όσο και από τον ιδιωτικό τομέα. Αυτό οφείλεται κυρίως:

1. Στην έλλειψη χρηματοδότησης των περιφερειακών δασικών υπηρεσιών, με αποτέλεσμα ούτε η σποροσυλλογή να γίνεται σωστά αλλά ούτε και η διαχείριση των σποροπαραγωγών δασοσυστάδων.

2. Στην απουσία πρωτοκόλλων παραγωγής φυταρίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην μπορούν τα δασικά φυτώρια να παράγουν και άλλα σημαντικά για τη χώρα μας δασοπονικά είδη, χρήσιμα για αναδάσωση, δασώσεις, δασοτεχνικά έργα και όπου αλλού κρίνονται απαραίτητα.

3. Στην ελλιπή ενημέρωση σχετικά με την αξία της αυτοφυούς βλάστησης με αποτέλεσμα την εισαγωγή πολλών ξενικών καλλωπιστικών ειδών. Είναι γνωστό όμως ότι η εγκατάσταση ξενικών ειδών οδηγείται συχνά σε αποτυχία, ιδιαίτερα σε αστικές περιοχές (Ντούρος 1995, Τάκος 2003).

4. Στην απουσία ελέγχου των φυτωριακών επιχειρήσεων και την ανεξέλεγκτη εισαγωγή ειδών.

Στόχοι

Σήμερα από πλευράς Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων γίνονται οι παρακάτω προσπάθειες:

Πρώτον, να επαναξιολογηθεί το δίκτυο σποροσυλλογής (σποροπαραγωγές δασοσυστάδες, σποροπαραγωγοί κήποι) της χώρας και όπου κριθεί αναγκαίο η ίδρυση νέων δασοσυστάδων σποροσυλ-

λογής καθώς και επέκταση του δικτύου και με άλλα αυτόχθονα είδη της χώρας που κρίνονται σημαντικά για δασοπονικούς και μη σκοπούς.

Δεύτερον, να εκσυγχρονισθεί η Κεντρική Αποθήκη Δασικών Σπόρων (ΚΑΔΣ) του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Σχεδόν όλο το δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό που συλλέγεται από τις περιφερειακές δασικές υπηρεσίες αποστέλλεται για εκκόκκιση και αποθήκευση στις εγκαταστάσεις της ΚΑΔΣ. Στόχος είναι η βελτίωση των μεθόδων εκκόκκισης, και αποθήκευσης (ψυγεία, τρόπος συσκευασίας κ.ά) που χρησιμοποιούνται καθώς επίσης και ο ποιοτικός έλεγχος των δασικών σπόρων τόσο κατά την είσοδο τους στην αποθήκη όσο και κατά την διάρκεια παραμονής τους σε αυτά (Κωνσταντινίδου κ.ά 2003). Για αυτό το λόγο έχει δημιουργήσει στις εγκαταστάσεις της εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου και πιστοποίησης δασικών σπόρων.

Τρίτον γίνεται προσπάθεια ενημέρωσης όλων των φορέων για συνεργασία στον τομέα παραγωγής φυταρίων και σποροσυλλογής.

Τέλος, εφαρμογή σε όλα τα επίπεδα του νομικού πλαισίου το οποίο διασφαλίζει και βοηθάει στην κατεύθυνση παραγωγής και εμπορίας άριστης ποιότητας δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στοιχειώδεις απαιτήσεις για την έγκριση του βασικού υλικού που προορίζεται για παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού που πιστοποιείται ως «ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟ».

Γενικά: η δασοσυστάδα κρίνεται σε σχέση με το δηλωμένο ειδικό σκοπό για τον οποίο προορίζεται το πολλαπλασιαστικό υλικό και πρέπει να δίνεται σημασία στις απαιτήσεις των παρακάτω σημείων (1 – 10), ανάλογα με τον ειδικό σκοπό:

1. Καταγωγή: Πρέπει να προσδιορίζεται είτε με ιστορικές μαρτυρίες είτε με άλλα μέσα εάν η δασοσυστάδα είναι αυτόχθονη/ιθαγενής, μη αυτόχθονη/μη ιθαγενής ή άγνωστης καταγωγής και για το μη αυτόχθονη/μη ιθαγενές βασικό υλικό πρέπει να αναφέρεται η καταγωγή εφόσον είναι γνωστή.

2. Απομόνωση: Οι δασοσυστάδες πρέπει να βρίσκονται σε επαρκή απόσταση από υποβαθμισμένες συστάδες των ίδιων ειδών ή από συστάδες συγγενικού είδους ή ποικιλίας που μπορεί να διαμορφώσουν υβρίδια με τα εν λόγω είδη. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην απαίτηση αυτή όταν οι δασοσυστάδες που περιβάλλουν αυτόχθονες/ιθαγενείς δασοσυστάδες

είναι μη αυτόχθονες/μη ιθαγενείς ή άγνωστης καταγωγής.

3. Πυκνότητα του πληθυσμού: Οι δασοσυστάδες πρέπει να αποτελούνται από μία ή περισσότερες ομάδες δένδρων ορθά κατανεμημένων και σε επαρκή αριθμό, ώστε να εξασφαλίζεται η ικανοποιητική μεταξύ τους επικονίαση. Για να αποφευχθούν οι ανεπιθύμητες επιπτώσεις της ενδοδιασταύρωσης οι επιλεγμένες δασοσυστάδες πρέπει να αποτελούνται από επαρκή αριθμό και πυκνότητα δένδρων στη συγκεκριμένη περιοχή.

4. Ηλικία και ανάπτυξη: Οι δασοσυστάδες πρέπει να αποτελούνται από δένδρα των οποίων η ηλικία ή το στάδιο ανάπτυξης επιτρέπουν να εκτιμώνται σαφώς τα κριτήρια επιλογής.

5. Ομοιομορφία: Οι συστάδες πρέπει να παρουσιάζουν κανονικό βαθμό ατομικής απόκλισης των μορφολογικών γνωρισμάτων. Εφόσον είναι αναγκαίο, πρέπει να απομακρύνονται τα μειονεκτούντα δένδρα.

6. Προσαρμοστικότητα: Η προσαρμογή στις οικολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιφέρεια προέλευσης πρέπει να είναι προφανής.

7. Υγεία και ανθεκτικότητα: Τα δένδρα των δασοσυστάδων πρέπει γενικά να μην έχουν προσβληθεί από επιβλαβείς οργανισμούς και να είναι ανθεκτικά στις δυσμενείς κλιματικές και τοπικές συνθήκες πλίν των βλαβών από τη ρύπανση εκεί όπου φύονται.

8. Όγκος παραγωγής: Για την έγκριση των επιλεγμένων δασοσυστάδων, ο όγκος παραγωγής ξύλου πρέπει κανονικά να υπερβαίνει το μέσο αποδεκτό όριο σε παρεμφερείς οικολογικές συνθήκες και συνθήκες διαχείρισης.

9. Ποιότητα του ξύλου: Η ποιότητα της ξυλείας λαμβάνεται υπόψη και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να αποτελεί ουσιώδες κριτήριο.

10. Μορφολογία ή τρόπος ανάπτυξης: Τα δένδρα των δασοσυστάδων πρέπει να εμφανίζουν ιδιαίτερα καλά μορφολογικά χαρακτηριστικά ιδίως ευθύγραμμο και ομοιόμορφο κυκλικό κορμό, ορθή διακλάδωση, μικρό μέγεθος των κλάδων και ορθό φυσικό κλάδεμα. Επιπλέον, η αναλογία των διακλαδωμένων δένδρων και εκείνων που παρουσιάζουν σπειροειδή διεύθυνση πρέπει να είναι χαμηλή.

Ευχαριστίες

Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και από Εθνικούς Πόρους (ΕΠΕΑΕΚ - ΙΙ) ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ

Οι συγγραφείς ευχαριστούν τον κ. Κ. Θεωδορόπουλο για την συμβολή του στην σωστή ονοματολογία της λίστας των ειδών στους πίνακες The project is co-funded by the European Social Fund and National Resources (ΕΠΕΑΕΚ-ΙΙ)ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ

The authors thank Mr. K. Theodoropoulos for help in preparing the list of the species in the tables.

Certification of forest reproductive material in Greece

D. Paitaridou¹, I. Takos² and K. Radoglou³

SUMMARY

The aim of European Union's directives concerning certification of reproductive material is to ensure genetic superiority and high quality of the material collected, produced or traded within Union. The legal and institutional framework issued in Greece as response to the European directives is presented in the present work. It refers to the selection of appropriate forest reproductive material, its control and certification and to the control of its production and trading as well.

Key words: forest reproductive material, legal framework

Βιβλιογραφία

- Απόφαση Υπουργού Γεωργίας 60308/224/18-1-1995. Καθορισμός προϋποθέσεων χορήγησης άδειας παραγωγής και εμπορίας δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού και υποχρεώσεων των δικαιούχων (ΦΕΚ Βα 58/31-1-1995).
- Απόφαση Υπουργού Γεωργίας 81214/2495/29-6-1995. Έγκριση διαγράμματος Έγλης τεχνοοικονομικής μελέτης Ίδρυσης Δασικών Φυτωρίων.
- Εγκύκλιος Διαταγή 161446/1369/1979. Καθορισμός σποροπαραγωγών συστάδων.
- Κανονισμός 1597/2002. Για τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής της οδηγίας 1999/105/ΕΚ του Συμβουλίου όσον αφορά τη μορφή των εθνικών καταλόγων βασικού υλικού για την παραγωγή δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού. L240/34/7-9-02.
- Κανονισμός 1598/2002. Για τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής της οδηγίας 1999/105/ΕΚ του Συμβουλίου όσον αφορά την παροχή διοικητικής συνδρομής από τους επίσημους φορείς. L240/39/7-9-02.
- Κανονισμός 1602/2002. Για τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων για την εφαρμογή της οδηγίας 1999/105/ΕΚ του Συμβουλίου όσον αφορά την άδεια που παρέχει κράτος μέλος για την απαγόρευση της εμπορίας συγκεκριμένου βασικού πολλαπλασιαστικού υλικού στον τελικό χρήστη. L242/18/10-9-02.
- Κανονισμός 2301/2002. Σχετικά με τις λεπτομέρειες εφαρμογής της οδηγίας 1999/105/ΕΚ του Συμβουλίου όσον αφορά τον καθορισμό των μικρών ποσοτήτων σπόρων. L348/75/21-12-02.
- Κωνσταντινίδου, Ε., Ι. Τάκος και Θ. Μέρου 2003. Μέθοδοι και διαδικασίες ελέγχου δασικών σπόρων. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. Σειρά II, Τόμος 14, Τεύχος 3/2003, σελ. 49-58.
- Ντούρος, Γ. 1995. (Αε μέρος) Ξενικά και αυτόχθονα είδη φυτών στις αναδασώσεις και την κηποτεχνία Η Νέα Οικολογία, σελ. 40-44 (Απρίλιος 1995). (Βα μέρος) Ξενικά και αυτόχθονα είδη φυτών. Τα ξενικά δασοπονικά είδη στην Ελλάδα. Η Νέα Οικολογία, σελ. 32-36 (Μάιος 1995).
- Οδηγία 1999/105/ΕΚ. Σχετικά με την εμπορία του δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού. L11/17/15-1-00.
- Παϊταρίδου Δ. 2003. Εναρμόνιση της Ελληνικής – Ευρωπαϊκής νομοθεσίας για τη διακίνηση του δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού. Πρακτικά επιστημονικής ημερίδας με θέμα «Επιλογή φυτικών ειδών για δασώσεις, αναδασώσεις και βελτιώσεις αστικού και φυσικού τοπίου», Δράμα 6-6-2003, σελ. 105-112. Τμήμα Δασοπονίας Δράμας, Τ.Ε.Ι. Καβάλας.
- Προεδρικό Διάταγμα 17/2003. Δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 1999/105/Ε.Κ. ΦΕΚ. 14/27-1-03.
- Προεδρικό Διάταγμα 365/2002. Μέτρα προστασίας

¹ Ministry of Rural Development and Food, General Directorate of Development and Protection of Forest and Natural Environment Directorate of Reforestation and Management of Mountainous Watersheds, Section of Forest nurseries and Seed production 31 Xalkokondili str, GR-10164 Athens

² Department of Forestry, Technological Education Institute of Kavala, GR-661 00 Drama.

³ N.AG.RE.F., Forest Research Institute, GR-570 06 Vassilika.

- ας εισαγωγής σε συμμόρφωση προς τις οδηγίες 2000/29/ΕΚ, 92/90/ΕΟΚ, 93/50/ΕΟΚ, 93/51/ΕΟΚ, 94/3/ΕΟΚ, 2001/33/ΕΚ, 2002/28/ΕΚ και 2002/29/ΕΚ. ΦΕΚ307/10-12-02.
- Στάμου, Ι. 2003. Υφιστάμενη κατάσταση για το πολλαπλασιαστικό υλικό αναδασώσεων στην Ελλάδα. Πρακτικά επιστημονικής ημερίδας με θέμα «Επιλογή φυτικών ειδών για δασώσεις, αναδασώσεις και βελτιώσεις αστικού και φυσικού τοπίου», Δράμα 6-6-2003, σελ. 93-104. Τμήμα Δασοπονίας Δράμας, Τ.Ε.Ι. Καβάλας.
- Τάκος, Ι. 2003. Εκλογή αυτοχθόνων και ξενικών ειδών στην Ελλάδα. Πρακτικά επιστημονικής ημερίδας με θέμα «Επιλογή φυτικών ειδών για δασώσεις, αναδασώσεις και βελτιώσεις αστικού και φυσικού τοπίου», Δράμα 6-6-2003, σελ. 23-38. Τμήμα Δασοπονίας Δράμας, Τ.Ε.Ι. Καβάλας.
- Τουρλακίδης, Χ. 1999. Νομικό πλαίσιο παραγωγής και διάθεσης δασικού φυτευτικού και πολλαπλασιαστικού υλικού. Πρακτικά επιστημονικού διημέρου που έγινε στη Θεσσαλονίκη από 28-29 Ιανουαρίου 1999. Επιμέλεια έκδοσης Κ. Ραδόγλου και Ι. Ραυτογιάννης, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Ε.Θ.Ι.ΑΓ.Ε.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) 2004. The condition of Forests in Europe. Executive Report, p. 51.