

1/2013

ISSN 1105-9478

ΤΟΜΟΣ 22 ΣΕΙΡΑ II

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

- N. Grigoriadis,*
P. Chasilidis,
K. Theodoropoulos,
E. Eleftheriadou Preliminary results of the orchid's monitoring in the habitat of "Mediterranean tall humid herb grasslands of the Molinio-Holoschoenion" (6420) of the wetland Agras (GR1240004) 4-12
- E.K. Vrania,*
M. I. Meliadis,
Ch. G. Karydas,
I. Z. Gitas Land use/cover change detection in the Seich-Sou peri-urban forest of Thessaloniki after the fire of 1997 13-23
- G. Baloutsos,*
At. Bourletsikas,
K. Kaoukis Study and investigation of annual and monthly streamflow characteristics of a forest experimental watershed in the Ossa mountain of eastern Greece 24-37
- REVIEW ARTICLE**
- H. Z. Prementiotou,*
P.N. Efthymiou Design of seating-furniture according to anthropometric data 38-47
- REVIEW PAPER**
- A. Grigoriou,*
C. Lykidis Light - low density wood based panels for the furniture and building industry 48-60

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

<i>N. Γρηγοριάδης, Π. Χασιλίδης, Κ. Θεοδωρόπουλος, Ε. Ελευθεριάδου</i>	Πρώτα αποτελέσματα παρακολούθησης των ορχιδέων στον τύπο οικοτόπου “Υγροί μεσογειακοί λειμώνες με υψηλές πόες της Molinio-Holoschoenion” (6420) του υγροτόπου Αγρα (GR1240004)	4-12
<i>Ε. Κ. Βράνια, Μ. Ι. Μελιάδης, Χρ. Γ. Καρνιάς, Ι. Ζ. Γήτας</i>	Ανίχνευση αλλαγών χρήσεων/κάλυψης γης στο περιαστικό δάσος Σείχ-Σου Θεσσαλονίκης μετά την πυρκαγιά του 1997	13-23
<i>Γ. Μπαλούτσος, Αθ. Μπουρλέτσικας, Κ. Καούκης</i>	Μελέτη και διερεύνηση χαρακτηριστικών ετήσιων και μηνιαίων απορροών μιας δασικής πειραματικής υδρολογικής λεκάνης της ανατολικής Όσσας (Κισσάβου)	24-37

ΑΡΘΡΟ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

<i>Ε.Ζ. Προμενιώτου, Π.Ν. Ευθυμίου</i>	Σχεδιασμός καθίσματος εργασίας με βάση ανθρωπομετρικά στοιχεία	38-47
--	--	-------

ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

<i>Αθανάσιος Η. Γρηγορίου, Χαράλαμπος Θ. Ανκίδης</i>	Ελαφρές - μικρής πυκνότητας ξυλόπλακες για την επιπλοποιία και οικοδομική	48-60
--	---	-------

Πρώτα αποτελέσματα παρακολούθησης των ορχιδέων στον τύπο οικοτόπου “Υγροί μεσογειακοί λειμώνες με υψηλές πόες της *Molinio-Holoschoenion*” (6420) του υγροτόπου Άγρα (GR1240004)

Ν. Γρηγοριάδης¹, Π. Χασιλίδης², Κ. Θεοδωρόπουλος³, Ε. Ελευθεριάδου³

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο υγρότοπος της λίμνης Άγρα στο Νομό Πέλλας (Μακεδονία) αποτελεί μέρος του ευρωπαϊκού οικολογικού δικτύου ΦΥΣΗ 2000 (GR1240004). Μια από τις ιδιαίτερες φυσικές αξίες της περιοχής είναι οι ορχιδέες των υγρολίβαδων, για την καταγραφή και την παρακολούθηση των οποίων εγκαταστάθηκαν τυχαία 19 δειγματοληπτικές επιφάνειες μεγέθους 400 m² (20X20 m). Οι εργασίες υπαίθρου ολοκληρώθηκαν το 2009 στις αρχές του καλοκαιριού (εποχή ανθοφορίας των ορχιδέων). Κατά την απογραφή βρέθηκαν τρία είδη ορχιδέων: *Anacamptis palustris* subsp. *palustris*, *Eripactis palustris* και *Dactylorhiza kalopissii* subsp. *macedonica*. Συνολικά καταγράφηκαν 2041 άτομα. Ο μέσος όρος των ορχιδέων ήταν 107,4 ορχιδέες στα 400 m² (ή 0,27 άτομα/m²) με εύρος τιμών από 0 έως 440 ανά 400 m² (ή 0-1,1 άτομα/m²). Το μέσο ύψος των ορχιδέων κυμαίνονταν μεταξύ 22,2-39,2 cm, ενώ η άμεσα γειτονική ποώδης βλάστηση είχε ύψος 38,0-58,7 cm αποτελούμενη κυρίως από είδη των γενών *Carex*, *Cirsium*, *Poa*, *Juncus* κ.ά. Επίσης, κατά την περίοδο των μετρήσεων παρατηρήθηκαν ζημιές από βόσκηση, καθώς και είσοδος στον οικοτόπο φυτών «εισβολέων» με κάλυψη κατά μέσο όρο από 16,9-18,3%.

Λέξεις κλειδιά: υγρότοπος, ορχιδέες, παρακολούθηση, οικοτόπος

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο υγρότοπος της λίμνης Άγρα στο Νομό Πέλλας (Μακεδονία) αποτελεί μέρος του ευρωπαϊκού οικολογικού δικτύου ΦΥΣΗ 2000 (GR1240004). Οι λόγοι της ένταξής του στο δίκτυο ανάγονται στα κριτήρια των ευρωπαϊκών οδηγιών για την προστασία των οικοτόπων (92/43/ΕΟΚ) και των πουλιών (79/409/ΕΕ) και ως εκ τούτου η περιοχή χαρακτηρίζεται ως Τόπος Κοινοτικής Σημασίας (SCI) και ως Περιοχή Ειδικής Προστασίας (SPA), αντίστοιχα. Η προστατευόμενη περιοχή περιλαμβάνει φυτοκοινότητες υγροτοπικών και χερσαίων οικοσυστημάτων, γεωργικές καλλιέργειες και γεωλογικούς σχηματισμούς, όπου έχουν καταγραφεί σπάνια είδη πανίδας και αυτοφυούς χλωρίδας (Παυλίδης 1989, Ντάφης κ.ά. 1997, Grigoriadis et al. 2005).

Οι ορχιδέες είναι σημαντικά φυτικά είδη, έχουν τεθεί υπό καθεσπώς προστασίας και οι οικοτόποι τους χρίζουν λήψης μέτρων προστασίας (CITES 1979, Δημόπουλος κ.ά. 2005, Illyés et al. 2009), ενώ παράλληλα συγκεντρώνουν το ενδιαφέρον των επι-

σκεπτών και των οικοπεριηγητών.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η καταγραφή των ειδών ορχιδέων που εμφανίζονται στον τύπο οικοτόπου “Υγροί μεσογειακοί λειμώνες με υψηλές πόες της *Molinio-Holoschoenion*” (6420) του υγροτόπου Άγρα (GR1240004), η μελέτη πληθυσμιακών στοιχείων για τα συγκεκριμένα είδη και η εκτίμηση της κατάστασης διατήρησής τους.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

2.1. Περιοχή έρευνας

Η προστατευόμενη περιοχή «Λίμνη Άγρα» (GR1240004) βρίσκεται στις νότιες κλιτύς του όρους Βόρας ή Καϊμάκτσαλαν, απέχει 8 Km από την Έδεσσα, έχει έκταση 1249,75 Ha και ο πυρήνας της αποτελείται από την τεχνητή Λίμνη Άγρα-Βρυτών-Νησιού (υψόμετρο 470 m). Η λίμνη δημιουργήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1950 για τις ανάγκες του Υδροηλεκτρικού Σταθμού Άγρα, ύστερα από κατασκευή φράγματος και κατάκλυση καλλιεργήσιμων εκτάσεων των κοινοτήτων Άγρα, Νησιού και

¹ Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Θεσ/νίκης, ΕΘΙΑΓΕ, E-mail: grig_nick@fri.gr

² Δασαρχείο Εδέσσης, E-mail: hasp68@gmail.com

³ Σχολή Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, 54124 Θεσ/νίκη, E-mail: ktheodor@for.auth.gr, eelefthe@for.auth.gr

Βρυττών. Η έκταση του υγροτοπικού μέρους της λίμνης ανέρχεται περίπου σε 500 Ha και η τροφοδότησή της γίνεται κυρίως από πηγαία νερά κοντά στους οικισμούς Βρυττών και Νησίου, τα οποία και αποτελούν μετά τη λίμνη τον Εδεσσαίο ποταμό.

Γεωτεκτονικά, η περιοχή της λίμνης τοποθετείται στο όριο δύο διαφορετικών ζωνών, της Πελαγονικής και της ζώνης της Αλμωπίας (Μουντράκης 1985).

Το κλίμα της περιοχής είναι μεσογειακό με στοιχειά μετάβασης προς το μεσευρωπαϊκό-ηπειρωτικό κλίμα. Το ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται σε 850 mm περίπου, ενώ η μέση μηνιαία θερμοκρασία κυμαίνεται από 5 έως 14 °C. Η ξηροθερμική περίοδος διαρκεί από τον Ιούνιο μέχρι το τέλος Αυγούστου (Πλατής κ.ά. 2000).

Συνολικά στην προστατευόμενη περιοχή αναγνωρίστηκαν 16 τύποι οικοτόπων, από τους οποίους 12 ανήκουν στα χερσαία και τέσσερις στα υγροτοπικά οικοσυστήματα. Τα οικοσυστήματα του πυρήνα διακρίνονται στις φυτοκοινωνίες με υδροφυτική βλάστηση (τύπου Magnopotamion), με ελοφυτική βλάστηση, όπου κυριαρχούν οι καλαμώ-

νες (Phragmition) και των υγρών λιβαδιών (Υγροί μεσογειακοί λειμώνες με υψηλές πόες της Molinio-Holoschoenion) (Γρηγοριάδης κ.ά. 1998, Πλατής κ.ά. 2000, 2005, Grigoriadis et al. 2005).

Ως περιοχή έρευνας επιλέχθηκε ο πυρήνας του υγροτόπου και ειδικότερα ο οικοτόπος “Υγροί μεσογειακοί λειμώνες με υψηλές πόες της Molinio-Holoschoenion” (6420) (Σχήμα 1), λόγω της παρουσίας μεγάλου πληθυσμού ορχιδέων την άνοιξη, όπως παρατηρήθηκε τα προηγούμενα έτη, αλλά και της ανάγκης προστασίας από τους κινδύνους που διατρέχουν κυρίως από ανθρωπογενή αίτια (βόσκησις, φωτιά, χορτονομή, συλλογή κλπ).

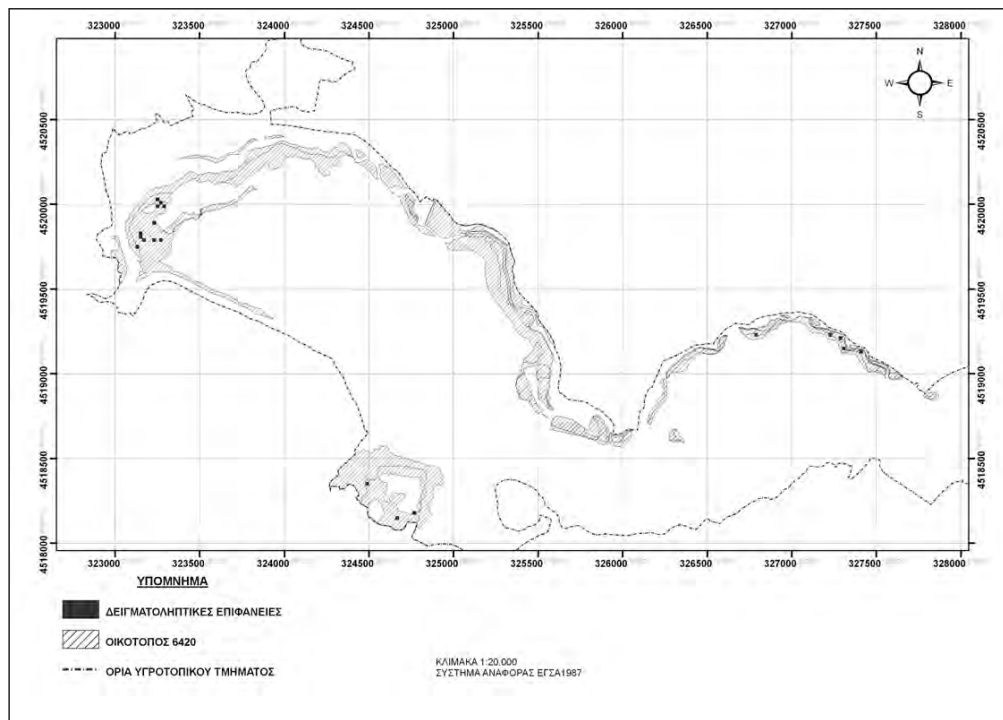
2.2. Μέθοδος έρευνας

Τη χαρτογραφική βάση για το σχεδιασμό και την εγκατάσταση των δειγματοληπτικών επιφανειών (Δ.Ε.) στην περιοχή έρευνας αποτέλεσε η χαρτογράφηση που έγινε στον υγρότοπο από προηγούμενες έρευνες (Grigoriadis et al. 2005).

Η μέθοδος έρευνας που εφαρμόστηκε ακολουθεί σε γενικές γραμμές τις οδηγίες που παρέχονται από

Σχήμα 1: Χάρτης της περιοχής έρευνας. Παρουσιάζονται οι θέσεις των δειγματοληπτικών επιφανειών και η εξάπλωση του οικοτόπου 6420.

Figure 1. Map of the research area with the sample plots and the distribution of the habitat-type 6420.



τους Δημόπουλος κ.ά. (2005). Έτσι, στον υπάρχοντα χάρτη με τα υδρολίβαδα (κωδικός 6420) εγκαταστάθηκε αρχικά κάναβος 200X200 m με κατεύθυνση βορράς-νότος και ακολούθως έγινε η παραπέρα διαίρεσή της σε ψηφίδες διαστάσεων 20X20 m. Με τυχαίο τρόπο (συνάρτηση rand Λογισμικό Excel) επιλέχθηκε δείγμα (47 Δ.Ε. των 400 m²), από το οποίο αφαιρέθηκαν οι Δ.Ε. που διαπιστώθηκε ότι είτε ανήκαν σε περισσότερους του ενός οικοτόπους (οικοτόνος) ή ανήκαν σε άλλο οικοτόπο. Ο τελικός αριθμός του δείγματος αποτελείται από 19 Δ.Ε. που ανήκουν αποκλειστικά στον οικοτόπο «Υγροί μεσογειακοί λειμώνες με υψηλές πόες από Molinio-Holoschoenion» (6420).

Το μέγεθος των Δ.Ε. (400 m²) επιλέχθηκε με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία (Δημόπουλος κ.ά. 2005, Tsiftsis et al. 2006, 2009). Ο εντοπισμός των επιφανειών στο έδαφος έγινε με τη βοήθεια GPS μονής συχνότητας δέκτη (Mobile mapper CE με το λογισμικό Arcpad. 7.0). Για την εκτίμηση της κατάστασης διατήρησης των ορχιδέων λήφθηκε δείγμα 139 ατόμων (ένα ανά είκοσι άτομα σε Δ.Ε. με πληθυσμό ορχιδέων μεγαλύτερο από 100 άτομα και ένα ανά δέκα σε Δ.Ε. με πληθυσμό ορχιδέων μικρότερο από 100 άτομα).

Για τις ανάγκες της δειγματοληψίας στο ύπαιθρο συντάχθηκε ειδικό έντυπο (πρωτόκολλο καταγραφής) με βάση τις οδηγίες που παρέχονται από τους Δημόπουλος κ.ά. (2005), όπου καταγράφονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τα είδη, τον οικοτόπο και την κατάσταση διατήρησης (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ).

Η καταγραφή του είδους περιλαμβάνει το είδος, τον αριθμό ατόμων/είδος, την κάλυψη (%) και τα πρότυπα κατανομής του είδους στο χώρο της Δ.Ε. (μεμονωμένα, κατά ομάδες, ομοιόμορφη). Σχετικά με την εκτίμηση της κατάστασης διατήρησης και τη φαινολογία των ορχιδέων οι αντίστοιχες κατηγορίες διάκρισης φαίνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ. Όσον αφορά τη ζωτικότητα, διακρίθηκαν τρεις κατηγορίες: 1= ζωηρά (ανθισμένο στέλεχος > 60%), 2= μέτρια ζωηρά (ανθισμένο στέλεχος 40-60%) και 3= καχεκτικά (ανθισμένο στέλεχος < 40%) (Δημόπουλος κ.α. 2005). Ως άμεσα γειτονική βλάστηση θεωρείται εκείνη που βρίσκεται σε ακτίνα 0,5 m γύρω από κάθε ορχιδέα.

Η περιγραφή του οικοτόπου γίνεται στις Δ.Ε. των 20X20 m με εκτίμηση της κάλυψης της βλάστησης (%), το μέσο ύψος της (cm), τις συνθήκες φωτισμού της Δ.Ε. (πλήρης φωτισμός, σκιαζόμενη, ημισκιαζόμενη, πλάγια σκίαση), την απόσταση του πλησιέστερου οικοτόπου και το μικροανάγλυφο (ομαλό, κυρτό, κοίλο, κυματοειδές).

Τέλος, σχετικά με την αξιολόγηση της κατάστασης διατήρησης του οικοτόπου καταγράφονται οι ζημιές/απειλές και τα είδη τα οποία θεωρούνται ως «εισβολείς». Ο αριθμός των ειδών «εισβολέων» και η κάλυψή τους αναφέρεται στις επιφάνειες των 400 m². Ως είδη «εισβολείς» θεωρήθηκαν τα είδη που συμμετέχουν στη βλάστηση της ευρύτερης περιοχής, αλλά δεν είναι τυπικά του τύπου οικοτόπου 6420.

Η καταμέτρηση των ορχιδέων εντός των δειγματοληπτικών επιφανειών έγινε με διαβημάτιση σε λωρίδες πλάτους 1-2 m και ταυτόχρονη σήμανση όλων των ορχιδέων. Οι εργασίες υπαίθρου ολοκληρώθηκαν το 2009 στις αρχές του καλοκαιριού (τέλος Μαΐου-αρχές Ιουλίου 2009, εποχή ανθοφορίας των ορχιδέων). Η ονοματολογία των ορχιδέων είναι σύμφωνα με Euro+Med (2006-).

Για την εκτίμηση των απειλών δεν χρησιμοποιήθηκαν οι γνωστοί κατάλογοι απειλών της ΕΕ (European Commission 2007, Δημόπουλος κ.ά. 2005), αλλά άμεσες απειλές (direct threats), οι οποίες διαπιστώθηκαν επί τόπου και συνήθως αφορούσαν ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως η απώλεια τμημάτων των φυτών λόγω βόσκησης, καταστροφή από φωτιά κ.ά.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Είδη, πληθυσμός, πυκνότητα και κατάσταση διατήρησης των ορχιδέων

Κατά την πρώτη απογραφή βρέθηκαν τρία είδη ορχιδέων: *Anacamptis palustris* (Jacq.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase subsp. *palustris*, *Epipactis palustris* (L.) Crantz και *Dactylorhiza kalopissii* E. Nelson subsp. *macedonica* (J. Hölzinger & Künkele) Kreutz.

Συνολικά στις 19 Δ.Ε. καταγράφηκαν 2041 άτομα ορχιδέων στη μεγάλη τους πλειονότητα *A. palustris* subsp. *palustris* (1924 άτομα, δηλ. 94,3%), ενώ 95 άτομα (4,6%) ήταν *E. palustris* και τα υπόλοιπα 22 άτομα (1,1%) *D. kalopissii* subsp. *macedonica*. Από τις 19 Δ.Ε., τρεις (15,79%) δεν είχαν καμία ορχιδέα, 11 (57,89%) είχαν ένα είδος, τέσσερις (21,05%) δύο και μία (5,27%) τρία είδη. Ο μέσος όρος (πυκνότητα) ήταν 107,4 ορχιδέες ανά 400 m² (0,27 άτομα/m²) με εύρος τιμών (min-max) 0-440 ανά 400 m² (0-1,1 άτομα/m²).

Η κατανομή των ορχιδέων στο χώρο (400 m²) διέφερε κατά είδος. Η *A. palustris* subsp. *palustris* είχε ομοιόμορφη κατανομή στο χώρο (100%), η *E. palustris* εμφανιζόταν κατά ομάδες (100%), ενώ η *D. kalopissii* subsp. *macedonica* είχε και τις δύο μορ-

φές κατανομής (66,6% ομοιόμορφη και 33,4% κατά ομάδες).

Από το δείγμα των 139 ορχιδέων 127 ήταν *A. palustris* subsp. *palustris*, 8 *E. palustris* και 4 *D. kalopissii* subsp. *macedonica* και αντιστοιχεί στο 6,81% των συνολικά καταμετρηθέντων ατόμων. Το μέγεθος του δείγματος για την *E. palustris* και την *D. kalopissii* subsp. *macedonica* είναι μικρό για τη εξαγωγή συμπερασμάτων, οπότε τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά. Σύμφωνα με τον Πίνακα I, κατά το διάστημα της καταγραφής “η κατάσταση διατήρησης των ορχιδέων” τα taxa *E. palustris* και *D. kalopissii* subsp. *macedonica* ήταν σχεδόν πλήρως ανάπτυξης (87,5% και 100% αντίστοιχα), ενώ το *A. palustris* subsp. *palustris* εμφάνισε αποκλίσεις, κυρίως, εξαιτίας της βόσκησης (40,2%). Το μέσο ύψος των τριών ορχιδέων ανερχόταν σε 39,1 cm, 22,2 cm και 39,2 cm. Οι ταξιανθίες (φαινολογία) αποτελούσαν το 36,1% (*A. palustris* subsp. *palustris*), 38,0% (*E. palustris*) και 34,5% (*D. kalopissii* subsp. *macedonica*) του ύψους των φυτών (Πίνακας I) με ένα πολύ μικρό

μέρος τους να έχει καρπίσει. Από την απογραφή του δείγματος των ορχιδέων (N=139) ζωτικά καλά (ζωηρά και μέτρια ζωηρά) βρέθηκαν τα είδη *A. palustris* subsp. *palustris* και *E. palustris*, ενώ η *D. kalopissii* subsp. *macedonica* βρέθηκε να μειονεκτεί (25% καχεκτικά). Τα επικρατέστερα γένη της άμεσα γειτονικής βλάστησης των ορχιδέων κατά τη χρονική περίοδο της καταμέτρησης ήταν για μεν την *A. palustris* subsp. *palustris* τα *Carex*, *Juncus*, *Cirsium*, *Poa*, για την *E. palustris* τα *Poa*, *Juncus*, *Carex*, *Cladium*, ενώ για την *D. kalopissii* subsp. *macedonica* τα *Juncus*, *Carex*, *Poa*. Το μέσο ύψος της άμεσα γειτονικής βλάστησης του πρώτου είδους ήταν 38,0 cm, του δεύτερου 58,7 cm και του τρίτου 52,0 cm.

3.2. Περιγραφή του οικοτόπου (ενδιαιτήματος) των ορχιδέων

Οι συνθήκες φωτισμού, που επικρατούσαν στις Δ.Ε. των υδρολίβαδων (οικότοπος 6420), ήταν πλήρης φωτισμός, δηλ. χωρίς επίδραση κάποιας σκίασης. Οι πεδολογικές συνθήκες των δειγματοληπτικών

Πίνακας I: Στατιστικά περιγραφικά στοιχεία των τριών ειδών ορχιδέων.

Table I: Statistical descriptive data of the three orchid's species.

Είδη		<i>A. palustris</i> ssp. <i>palustris</i>	<i>E. palustris</i>	<i>D. kalopissii</i> ssp. <i>macedonica</i>
N (139)		127	8	4
Κατάσταση διατήρησης ορχιδέων (%)	1	68 (53,5%)	7 (87,5%)	4 (100%)
	2	51 (40,2%)	1 (12,5%)	-
	3	8 (6,3%)	-	-
Ύψος (cm) M.O. (Min-Max)		39,1 (15-78)	22,2 (10-41)	39,2 (32-43)
Ταξιανθία (%) M.O. (Min-Max)		36,1 (0-95)	38 (0-100)	34,5 (3-80)
Ζωτικότητα (%)	1	91	100	75
	2	5	0	0
	3	4	0	25
Κυρίαρχα taxa άμεσα γειτονικής βλάστησης		<i>Carex</i> , <i>Poa</i> , <i>Juncus</i> , <i>Cirsium</i>	<i>Poa</i> , <i>Juncus</i> , <i>Carex</i> , <i>Cladium</i>	<i>Juncus</i> , <i>Carex</i> , <i>Poa</i>
Ύψος άμεσα γειτονικής βλάστησης (cm) M.O. (Min-Max)		38,0 (5-90)	58,7 (40-100)	52,5 (40-60)

επιφανειών χαρακτηρίζονται γενικά από την επίπεδη μορφολογία του εδάφους με κυματοειδές μικρο-ανάγλυφο, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις υπήρχαν επιφανειακά νερά λόγω κατάκλυσης.

Η κάλυψη της βλάστησης κυμαίνονταν κατά μέσο όρο από 82,5-93,2% και το ύψος της βλάστησης από 46,1-103,3 cm. Χαρακτηριστικό είναι ότι στις επιφάνειες που εμφανίζεται η *A. palustris* subsp. *palustris* το μέσο ύψος της βλάστησης του οικοτόπου ανέρχεται σε 46,1 cm, σε αντίθεση με τις επιφάνειες που

αρνητικές επιπτώσεις στους πληθυσμούς των ορχιδέων πιθανά εξ αιτίας της μη βλάβης του υπόγειου τμήματος.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ορισμένοι ειδικοί (Vanheche 1993, Anderson 1995, Perko 1995) τονίζουν την αναγκαιότητα της προστασίας του βιοτόπου, της μείωσης της πίεσης στο περιβάλλον, της διατήρησης των παραδοσιακών τεχνικών χρήσης γης και του ελέγχου της εισβολής

Πίνακας II: Στατιστικά περιγραφικά στοιχεία των ενδιαιτημάτων των τριών ειδών ορχιδέων.

Table II: Statistical descriptive data of the three orchid's habitats.

Χαρακτηριστικά οικοτόπου (6420)	<i>A. palustris</i> ssp. <i>palustris</i>	<i>E. palustris</i>	<i>D. kalopissii</i> ssp. <i>macedonica</i>
Αριθμός Δ.Ε.	14	5	3
Κάλυψη βλάστησης (%) Μ.Ο. (Min-Max)	93,2 (70-100)	82,5 (70-100)	83,3 (70-100)
Ύψος (cm) Μ.Ο. (Min-Max)	46,1 (10-90)	93,7 (60-180)	103,3 (60-180)
Είδη «εισβολείς» (αριθμός Δ.Ε. /συχρότητα εμφάνισης)	<i>Cirsium palustre</i> (11), <i>Salix caprea</i> (3), <i>Rubus</i> sp. (1)	<i>Salix caprea</i> (3), <i>S. alba</i> (1)	<i>Salix caprea</i> (2), <i>S. alba</i> (1)
Κάλυψη «εισβολέων» (%) Μ.Ο. (Min-Max)	16,9 (5-50)	18,3 (5-40)	18,3 (5-40)

εμφανίζονται τα άλλα δύο είδη, που είναι 93,7 και 103,3 cm αντίστοιχα (Πίνακας II).

3.3. Ζημιές/απειλές του οικοτόπου

Καταγράφηκαν μόνο άμεσες απειλές, που προέρχονταν κυρίως από τη βόσκηση και λιγότερο από άλλους παράγοντες, όπως η φωτιά και η κοπή της βλάστησης για χορτονομή. Ο οικοτόπος βόσκειται από μεγάλα ζώα (αγελάδες), αλλά η βόσκηση των ορχιδέων είναι μάλλον τυχαία, δηλ. συμπεριλαμβάνονται στη λήψη της τροφής χωρίς να υπάρχει ιδιαίτερη προτίμηση. Τα είδη που εισήλθαν στον οικοτόπο ως «εισβολείς», δηλ. είδη που κανονικά δεν συμμετέχουν στη χλωριδική σύνθεση του οικοτόπου, ήταν τα *Cirsium palustre*, *Salix caprea* και λιγότερο συχνά τα *S. alba* και *Rubus* sp., με κάλυψη 16,9-18,3% (Πίνακας II). Επισημαίνεται, από παρατηρήσεις του έτους 2010, ότι μετά από φωτιά δεν παρατηρήθηκαν

ειδών της συνανθρωπικής βλάστησης στις περιοχές όπου αυξάνουν οι ορχιδέες, καθώς και την καλλιέργεια ορχιδέων in vitro και την εισαγωγή τους σε νέες περιοχές. Επίσης, οι ορχιδέες μπορούν να διακριθούν ως δείκτες του βαθμού καταστροφής των οικοσυστημάτων (Vakhrameeva 1992).

Στην περιοχή έρευνας βρέθηκαν συνολικά 3 είδη ορχιδέων. Η *A. palustris* subsp. *palustris* είναι ένα υπομεσογειακό-εύκρατο-ηπειρωτικό γεωστοιχείο (Oberdorfer 1990), με περιορισμένη εξάπλωση στην Ελλάδα, όπου σχηματίζει τα ανατολικότερα όρια της γεωγραφικής της εξάπλωσης στα Ιόνια νησιά και τις ακτές της Δ. Ελλάδας (Kretzschmar et al. 2007). Η καταγραφή της στην περιοχή έρευνας και μάλιστα με άφθονους πληθυσμούς (1924 άτομα, 94,3% των συνολικών ορχιδέων που βρέθηκαν) προσφέρει νέα δεδομένα στη γεωγραφική της εξάπλωση. Η *E. palustris* είναι ένα ευρασιατικό(υποωκεάνιο)-

υπομεσογειακό γεωστοιχείο (Oberdorfer 1990), ωστόσο η γεωγραφική της εξάπλωση στην Ελλάδα περιορίζεται στο βόρειο τμήμα της ηπειρωτικής χώρας (Strid και Tan 1991). Η εμφάνισή της στην περιοχή έρευνας είναι σχετικά άφθονη (95 άτομα που αντιστοιχούν στο 4,6% των συνολικών ορχιδέων που βρέθηκαν). Η *D. kalopissii* subsp. *macedonica*, ένα στενότοπο ταχον ενδημικό της Β. Ελλάδας, εμφανίζεται σπάνια στην περιοχή έρευνας (22 άτομα που αντιστοιχούν στο 1,1% των συνολικών ορχιδέων που βρέθηκαν).

Συγκρίνοντας τα ανωτέρω αποτελέσματα με αντίστοιχα φυτοληψιών για την παρακολούθηση των τύπων οικοτόπων στην ίδια περιοχή (Grigoriadis et al. 2005), διαπιστώνεται ότι η *A. palustris* εμφανίζεται άφθονη και στις δύο καταγραφές, η *E. palustris* είναι λιγότερο άφθονη, ενώ η *D. kalopissii* subsp. *macedonica*, που είναι σχετικά σπάνια, δεν έχει καταγραφεί στις φυτοληψίες για την παρακολούθηση των τύπων οικοτόπων.

Οι απειλές για τις ορχιδέες αναφέρονται τόσο στις άμεσες απειλές (direct threats), όσο και στις έμμεσες ή υποκείμενες απειλές (underlying causes). Οι άμεσες απειλές αφορούν κυρίως ανθρωπογενείς δραστηριότητες, που επιδρούν απευθείας στις ορχιδέες και τους πληθυσμούς τους. Τέτοιες απειλές αναφέρονται στην έντονη αγροτική εκμετάλλευση, που αφορά την υπερβόσκηση, τις καλλιέργειες, τη χρήση φωτιάς, φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, καθώς και τη συλλογή του υπόγειου βολβού της ορχιδέας, γνωστού και ως “σαλέπι”. Οι έμμεσες απειλές αφορούν την καταστροφή, καθώς και τις αλλαγές των οικολογικών συνθηκών των βιοτόπων τους. Οι αλλαγές των συνθηκών στους οικοτόπους αφορούν τη μεταβολή της υπόγειας στάθμης νερού, τον ευτροφισμό, τη φυσική διαδοχή και την αλλαγή χρήσης γης (αποξηράνσεις, οικοπεδοποίηση κ.ά.).

Ειδικότερα, οι απειλές στην περιοχή έρευνας εντοπίστηκαν κυρίως στην άσκηση της βόσκησης, καθώς και στη μεταβολή των σταθμικών συνθηκών εξ αιτίας της λειτουργίας του ταμειυτήρα (κατάκλυση).

Το πρωτόκολλο παρακολούθησης που δημιουργήθηκε και το οποίο ακολούθησε σε γενικές γραμμές τις οδηγίες των Δημόπουλος κ.ά. (2005), βοήθησε στη συλλογή στοιχείων τόσο για τις ορχιδέες όσο και για την εκτίμηση των συνθηκών διαβίωσής τους (οικοτόπος), καθώς και για τις άμεσες απειλές. Φάνηκε όμως ότι το παρόν πρωτόκολλο επιδέχεται βελτιώσεις, έτσι ώστε να ανταποκρίνεται καλύτε-

ρα στη διαχρονική παρακολούθηση των ορχιδέων. Προέκυψαν ερωτήματα πολλά από τα οποία αναφέρονται και από άλλους (Gorchakovskii and Igosheva 2003, Δημόπουλος κ.ά. 2005) και τα οποία πρέπει να ενσωματωθούν με κατάλληλο τρόπο στο πρωτόκολλο. Τα ερωτήματα αυτά είναι: Ποιος είναι ο αριθμός των ανθισμένων βλαστών και ποιος των μη ανθισμένων; Παραμένουν φυτά σε υπόγεια ριζώματα ή βολβούς ή κονδύλους χωρίς να εκβλαστάνουν λόγω των κλιματικών και σταθμικών συνθηκών που επικρατούν από έτος σε έτος; Βόσκειται ο σταθμός; Η πίεση βόσκησης ανταποκρίνεται στη βουσκοϊκανότητα του σταθμού; Βοσκούνται οι ορχιδέες; Υπάρχει αλλαγή στη στάθμη του υπόγειου νερού; Κατακλύζονται οι σταθμοί, πόσο διαρκεί η κατάκλυση από έτος σε έτος και πως αυτή επηρεάζει την εκβλάστηση των ορχιδέων; Πότε είναι ο καλύτερος χρόνος εφαρμογής του προγράμματος παρακολούθησης; Ποιο πρέπει να είναι το μέγεθος της δειγματοληπτικής επιφάνειας και πως μπορούμε να το εκτιμήσουμε, έτσι ώστε και να μη χάνεται πληροφορία και να έχουμε αξιόπιστα αποτελέσματα; Πρέπει να γίνεται έρευνα των αναπαραγωγικών οργάνων και της ηλικιακής δομής όπως γενικά προτείνεται; Κάθε πόσα χρόνια πρέπει να γίνεται η απογραφή;

Κατά την οριοθέτηση των Δ.Ε. διαπιστώθηκε ότι ορισμένες απ' αυτές δεν ήταν ομοιογενείς σε ολόκληρη την επιφάνειά τους (20X20 m), αλλά μικτές αποτελούμενες από δύο τύπους οικοτόπων (οικότονος), γεγονός που αποδίδεται είτε στην έλλειψη λεπτομερούς χαρτογράφησης των οικοτόπων (κλίμακα), είτε σε σφάλματα χαρτογράφησης. Επίσης, αρκετές Δ.Ε. ήταν κατακλυσμένες με νερό κατά τη διάρκεια των εργασιών πεδίου.

Η σύγκριση της παρούσας μεθοδολογίας με άλλες έρευνες στις ορχιδέες της χώρας δεν είναι εύκολη εξαιτίας κυρίως των διαφορετικών πεδολογικών συνθηκών. Στην περίπτωση της παρούσας έρευνας επικρατούν ομοιόμορφες, επίπεδες και υγροτοπικές, σταθμικές συνθήκες σε αντίθεση με τις ορεινές μεταβαλλόμενες συνθήκες που μελέτησαν οι Tsiftsis et al. (2006, 2009).

Επειδή πρόκειται για την πρώτη προσπάθεια απογραφής και αξιολόγησης της κατάστασης διατήρησης των ορχιδέων στην περιοχή του υγροτόπου Άγρα στο εξής θα πρέπει να παρακολουθούνται και άλλοι σημαντικοί παράμετροι των ορχιδέων και των οικοτόπων τους, όπως είναι το μέγεθος του πληθυσμού, η ηλικιακή δομή του, το μέγεθος ελάχιστου βιώσιμου πληθυσμού, η εκτίμηση της

αναπαραγωγικής ικανότητας, η πληρέστερη περιγραφή του οικοτόπου (μέγεθος, σύνθεση ειδών, δομές, λειτουργίες, ποσοστά διαταραχής και καταστροφής του) και η εκτίμηση των απειλών (άμεσες και έμμεσες).

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στην Ελληνική

Ορνιθολογική Εταιρεία (Ε.Ο.Ε.), η οποία μέσα από το Πρόγραμμα Εθελοντών της υποστήριξε τη λήψη στοιχείων υπαίθρου, και ειδικότερα στην Ειρήνη Σκουλή, Δασοπόνο-υπεύθυνη λειτουργίας του Κέντρου Ενημέρωσης Υγροτόπου Άγρα. Επίσης, ευχαριστίες εκφράζονται στον Διδάκτορα Σπύρο Τσιφτούλη για τον έλεγχο του προσδιορισμού των ορχιδέων.

Preliminary results of the orchid's monitoring in the habitat of "Mediterranean tall humid herb grasslands of the *Molinio-Holoschoenion*" (6420) of the wetland *Agras* (GR1240004)

N. Grigoriadis¹, P. Chasilidis², K. Theodoropoulos³, E. Eleftheriadou³

ABSTRACT

The wetland *Agras* in Prefecture of Pella (Macedonia) is part of the European ecological network NATURA 2000 (GR1240004). Of special natural value is the orchid's population of the wet meadows. A monitoring system established including 19 sample plots in the size of 400 m² (20X20 m). Field work finished in the beginning of summer 2009 (flowering time). In this inventory three orchid species were identified: *Anacamptis palustris* subsp. *palustris*, *Epipactis palustris* and *Dactylorhiza kalopissii* subsp. *macedonica*. The total number of the individuals was 2041. The orchid's density was 107.4 orchids per 400 m² (or 0.27 individuals/m²) with high variation (extreme values) from 0 to 440 per 400 m² (or 0-1.1 individuals/m²). The mean height of the orchids fluctuated between 22.2-39.2 cm, since the direct neighbour herb layer had a height of 38.0-58.7 cm consisting mainly of species of the genera: *Carex*, *Cirsium*, *Poa*, *Juncus* etc. Also, during the inventory damages were observed and the additional introduction of aggressive species was in a rate of 16.9-18.3%.

Keywords: wetland, orchids, monitoring, habitat

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anderson, P. 1995. Ecological Restoration and Creation, Proc. Conf. Nature Trust and Conservation: 100 Years, London, June 20-21, 1994. Biol. J. Linn. Soc. 56: 187-211; Suppl. A.

CITES (UNEP-WCMC). 1979. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Bonn.

Γρηγοριάδης, Ν., Πλατής, Π., Παπαρηόστου, Θ., Δημαλέξης, Α. & Βαβούρη, Σ. 1998. Μελέτη Έργων Υγροβιοτόπου Άγρα (SPA). Έργο

LIFE Nature B4 3200/97/243 «Διαχειριστικές δράσεις Περιοχής Ειδικής Προστασίας». Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας - Ινστιτούτο Δασικών Έρευνών. Σελ. 49.

Δημόπουλος, Π., Bergmeier, E., Θεοδωρόπουλος, Κ., Fischer, P. & Τσιαφούλη, Μ. 2005. Οδηγός Παρακολούθησης τύπων οικοτόπων και φυτικών ειδών στις περιοχές του Δικτύου Natura 2000 με Φορείς Διαχείρισης στην Ελλάδα. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων και Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων.

¹ Forest Research Institute Thessaloniki, N.AG.RE.F., E-mail: grig_nick@fri.gr

² Forest Service of Edessa, E-mail: hasp68@gmail.com

³ Faculty of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, E-mail: ktheodor@for.auth.gr, eelefthe@for.auth.gr

- Αγρίνιο, Ελλάδα. Σελ. 172.
- Euro+Med (2006-): Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Published on the Internet <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/> [accessed 21-12-2010].
- European Commission, DG Environment. 2007. Interpretation Manual of European Union Habitats. EUR 27, July 2007, Brussels. Pp. 144.
- Gorchakovskii, P.L. & Igosheva, N.I. 2003. Monitoring of Orchid Populations in a Unique Area of Their Concentration in the Middle Urals. *Russian Journal of Ecology* 34(6): 363-369.
- Grigoriadis, N., Donth, S., Theodoropoulos, K. & Eleftheriadou, E. 2005. Establishment of a habitat monitoring system in Agras wetland (Pella, Greece). *Annali di Botanica* 18(1): 135-147.
- Illyés, Z., Halász, K., Rudnóy, S., Ouanphanivanh, N., Garay, T. & Bratek, Z. 2009. Changes in the diversity of the mycorrhizal fungi of orchids as a function of the water supply of the habitat. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 83(1): 28-36.
- Kretzschmar, H., Eccarius, W. & Dietrich, H. 2007. Die Orchideengattungen *Anacamptis*, *Orchis*, *Neotinea*. Phylogeny, taxonomy, morphology, biology, distribution, ecology and hybridization. *EchinoMedia*. Pp. 544.
- Μουντράκης, Μ.Α. 1985. Γεωλογία της Ελλάδος. University Studio Press. Σελ. 207.
- Ντάφης, Σ., Παπαστεργιάδου, Ε., Γεωργίου, Κ., Μπαμπάλωνας, Δ., Γεωργιάδης, Θ., Παπαγεωργίου, Μ., Λαζαρίδου, Θ. & Τσιαούση, Β. 1997. Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Το Έργο Οικοτόπων στην Ελλάδα. Δίκτυο ΦΥΣΗ 2000. Συμβόλαιο αριθμός B4-3200/84/756, Γεν. Διεύθυνση XI Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας –Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων. Σελ. 932.
- Oberdorfer, E. 1990. Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart. Pp. 1050.
- Perko, M. 1995. Nachruf auf einige bedeutende Orchideenbiotope und kritische Situation einiger Orchideensippen Karintens. *Carinthia II* 105(1): 205-213.
- Παυλίδης, Γ. 1989. Η βλάστηση των υδροβίων μακροφύτων της τεχνητής λίμνης του Άγρα. Επετηρίδα Τμήματος Βιολογίας Α.Π.Θ. 1(παράρτημα): 159-170.
- Πλατής, Π., Γρηγοριάδης, Ν., Παπαχρήστου, Θ., Κασιούμης, Κ., Χατζηλάκου, Δ., Δημαλέξης, Α. & Μπούσμπουρας, Δ. 2000. Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Περιοχής Ειδικής Προστασίας (Σχέδιο Διαχείρισης) Υγροβιότοπου “Λίμνης Άγρα”. ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.-Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών. Θεσσαλονίκη. Σελ. 253.
- Πλατής, Π., Τρακόλης, Δ., Παπαχρήστου, Θ., Γρηγοριάδης, Ν., Μελιάδης, Ι. & Καζαντζίδης, Σ. 2005. Βιοποικιλότητα και διαχείριση του περιβάλλοντος στον υγρότοπο Άγρα και την πέριξ λεκάνη απορροής. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα-Σειρά II* 16(3): 53-63.
- Strid, A. & Tan, K. 1991. Mountain Flora of Greece. Vol. 2. Edinburgh University Press. London and Oxford. Pp. 974.
- Tsiftsis, S., Tsiripidis, I. & Karagiannakidou, V. 2006. Study of the orchid flora of Mount Falakro (NE Greece). *Jour. Eur. Orch.* 38 (1): 57 – 78.
- Tsiftsis, S., Tsiripidis, I. & Karagiannakidou, V. 2009. Identifying areas of high importance for orchid conservation in east Macedonia (NE Greece). *Biodiversity and Conservation* 18(7):1765-1780.
- Vakhrameeva, M.G. 1992. Different Anthropogenic Effects on the State of Some Orchid Populations in the Moscow Region. *Ekologicheskie issledovaniya v Moskve I Moskovskoi oblasti: Sostoyanie rastitel'nogo pokrova. Okhrana prirody (Ecological Investigations in Moscow and Moscow Oblast: The State of Plant Cover and Nature Conservation)*, Moscow: Otd. Obshch. Biol. Ross. Akad. Nauk, 1992: 92-97.
- Vanheche, L. 1993. Die problematische Achterung von onze inheemse Orchideen: Is Regionalisering van de Wetgeving zinnig, kan Herintroductie? *Dumortiera* 53-54: 1-13.

Ανίχνευση αλλαγών χρήσεων/κάλυψης γης στο περιαστικό δάσος Σείχ-Σου Θεσσαλονίκης μετά την πυρκαγιά του 1997

Ελευθερία Κ. Βράνια, Μιλτιάδης Ι. Μελιάδης, Χρήστος Γ. Καρυδάς, Ιωάννης Ζ. Γήτας*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο κύριος στόχος αυτής της εργασίας ήταν η ανίχνευση και χαρτογράφηση των διαχρονικών αλλαγών χρήσεων/κάλυψης γης στο αισθητικό, περιαστικό δάσος Σείχ-Σου της Θεσσαλονίκης, μετά την μεγάλη πυρκαγιά του 1997. Το 30.000 περίπου στρεμμάτων δάσος βρίσκεται σε χαμηλά υψόμετρα και αποτελείται κυρίως από κωνοφόρα είδη. Αρχικά η μελέτη επικεντρώθηκε στην ανίχνευση των βραχυπρόθεσμων αλλαγών που επέφερε η πυρκαγιά στη δασική βλάστηση, με φωτοερμηνεία σε αεροφωτογραφίες του 1996 και επιβλεπόμενη ταξινόμηση δορυφορικής εικόνας IKONOS του 2000. Στη συνέχεια οι μεσοπρόθεσμες αλλαγές ανιχνεύθηκαν σε έγχρωμες αεροφωτογραφίες του 2007. Οι χαρτογραφήσεις τα τρία αυτά έτη έδειξαν ότι αρχικά ένα τμήμα του δάσους μετατράπηκε σε χορτολιβαδικές εκτάσεις (45% της συνολικής έκτασης του δάσους), ωστόσο μετά από τις εκτεταμένες αναδασώσεις του 1998/2000, το 80% του αρχικού δάσους παρέμεινε δάσος, δηλαδή το μεγαλύτερο μέρος του δάσους κατάφερε να διατηρήσει τις αρχικές χρήσεις γης. Αλλά και η αισθητική αξία του δάσους αποκαταστάθηκε μερικώς, όπως έδειξε η ψηφιακή ανάλυση θέασης. Από την άλλη πλευρά, το δυναμικό της βλάστησης έχει πληγεί σημαντικά, κάτι που φαίνεται και ποσοτικά στη μείωση του μέσου κανονικοποιημένου δείκτη βλάστησης (NDVI) μέσα στην καμένη έκταση (από 0,58 σε 0,20) κατά την δεκαετία 1996-2006. Ειδικές μελέτες θα πρέπει να αναδείξουν πιθανά οικολογικά προβλήματα από αυτήν την έντονη αλλαγή στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του δάσους. Παράλληλα με τις κλασικές μεθόδους οπτικής φωτοερμηνείας και επιβλεπόμενης ταξινόμησης εικόνας, δοκιμάστηκε επίσης (σε πιλοτική περιοχή μέσα στο δάσος) η αντικειμενοστρεφής ανάλυση της δορυφορικής εικόνας του 2000 με την ανάπτυξη κανόνων. Η μέθοδος αυτή μπορεί να υποστηρίξει μία πλήρως αυτοματοποιημένη χαρτογράφηση, στην κατεύθυνση της τακτικής, γρήγορης και αντικειμενικής μελλοντικής παρακολούθησης του δάσους.

Λέξεις κλειδιά: Δασικές πυρκαγιές, Σείχ-Σου, Αεροφωτογραφίες, IKONOS, Αντικειμενοστρεφής ανάλυση εικόνας

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εργασία αυτή μελετάται η διαχρονική μεταβολή των χρήσεων/κάλυψης γης στο περιαστικό δάσος του Σείχ-Σου της Θεσσαλονίκης, μετά την καταστροφική πυρκαγιά του 1997 (6 Ιουλίου). Η πυρκαγιά έκαψε 16.640 στρέμματα δάσους, που αντιστοιχούν στο 55% περίπου της συνολικής του έκτασης. Σύμφωνα με τον Certini (2005), τέτοια μεγάλα συμβάντα έχουν συνήθως σημαντικές επιπτώσεις στην οικολογία ενός δάσους, αφού πολλές φυσικές, χημικές, ορυκτολογικές, και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους κινδυνεύουν να επηρεαστούν από την

πυρκαγιά. Τα αποτελέσματα είναι ανάλογα της δριμύτητας και της διάρκειας της καύσης. Κάποιοι από τις επιπτώσεις αυτών των πυρκαγιών μπορεί να είναι ακόμη και μόνιμες.

Επομένως, όταν μια δασική περιοχή πληγεί από πυρκαγιά, καθίσταται απαραίτητη τόσο η χαρτογράφηση της καμένης έκτασης, όσο και η παρακολούθηση των αλλαγών στη βλάστηση και στις χρήσεις γης κατά τα επόμενα χρόνια. Ώστε με βάση τα ευρήματα, να εκτιμηθούν οι οικονομικές και οι οικολογικές επιπτώσεις της πυρκαγιάς, αλλά επίσης και να προβλεφθούν οι επιπτώσεις της καμένης βιομάζας στην ατμόσφαιρα και το κλίμα.

* Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης, Σχολή Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Π.Θ. 248, Α.Π.Θ., Τηλ: 2310992699, E-mail: igitas@for.auth.gr

Σημαντικό ρόλο σήμερα στη μελέτη των καμένων δασικών εκτάσεων, αλλά και της φυσικής ή τεχνητής τους αναγέννησης, ειδικά για δάση που εκτείνονται σε μεγάλες εκτάσεις και καλύπτουν ανώμαλο ανάγλυφο, παίζει η Τηλεπισκόπηση (Gitas et al., 2004). Η οπτική φωτοερμηνεία και η ταξινόμηση δορυφορικών εικόνων και αεροφωτογραφιών είναι δύο από τις πιο συνηθισμένες μεθόδους για τη δημιουργία περιβαλλοντικών χαρτών. Μσα στο ψηφιακό περιβάλλον των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ), οι εικόνες μπορούν πλέον να συνδυασθούν με γεωγραφικά δεδομένα από άλλες πηγές (π.χ. παλιοί χάρτες ή μετρήσεις στο πεδίο) (Conzales και Wintz 1977, Campell 1987, Καρτέρης 1992), δίνοντας με αυτόν τον τρόπο τη δυνατότητα για διαχρονική σύγκριση χαρτών και περιβαλλοντική παρακολούθηση (Thomson et al. 1997, Rongxing 1997, Burgan et al. 1998).

Ανάμεσα στα μέτρα που ελήφθησαν στο Σέιχ-Σου αμέσως μετά την πυρκαγιά του 1997, ήταν και το έργο διαχείρισης ομβρίων υδάτων με χωμάτινα φράγματα και αναβαθμούς από συρματοκιβώτια (πηγή: ENM ΕΠΕ). Στη συνέχεια, το Δασαρχείο Θεσσαλονίκης και η Διεύθυνση Αναδάσωσης της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας (Π.Κ.Μ.) χαρτογράφησαν την περίμετρο της καμένης έκτασης. Κατόπιν, έγινε καταγραφή των ειδών βλάστησης που κήκαν αλλά και οι εκτάσεις αυτών. Τέλος, έγινε συνολική μελέτη από τη Διεύθυνση Αναδάσωσης για την αναδάσωση του περιαστικού δάσους. Οι μεγαλύτερες αναδάσώσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν αυτές του 1998 και του 2000 (προσωπική επικοινωνία με υπεύθυνο της Διεύθυνσης Αναδάσωσης της Π.Κ.Μ). Επίσης, έγιναν και μικρότερες αναδάσώσεις από εθελοντικές ομάδες και κινήσεις πολιτών μετά το 2003. Ωστόσο, δε βρέθηκε κάποια πληροφορία για την εξέλιξη των βασικών χρήσεων γης του δάσους από την πυρκαγιά μέχρι σήμερα, κάτι που είναι απαραίτητο για την εκτίμηση της σημερινής και μελλοντικής κατάστασης στο Σέιχ-Σου.

Κύριος στόχος της εργασίας είναι η ανίχνευση των διαχρονικών αλλαγών μετά την πυρκαγιά του 1997 στο Σέιχ-Σου. Η εργασία διεκπεραιώνεται μέσα από την ψηφιακή χαρτογράφηση των χρήσεων/κάλυψης γης πριν και μετά από την πυρκαγιά, καθώς και στη σύγκριση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Η χαρτογράφηση πριν από την πυρκαγιά βασίστηκε σε αεροφωτογραφίες γκριζου τόνου του έτους 1996 (δηλαδή ένα έτος πριν από την πυρκαγιά), ενώ οι χαρτογραφήσεις μετά την πυρκαγιά

βασίστηκαν σε μία πολυφασματική δορυφορική εικόνα IKONOS του έτους 2000 (δηλαδή, τρία έτη μετά από την πυρκαγιά) και σε έγχρωμη αεροφωτογραφία του έτους 2007 (δηλαδή, δέκα έτη μετά από την πυρκαγιά). Πιο συγκεκριμένα, οι στόχοι της εργασίας είναι:

- Η επισήμανση των βραχυπρόθεσμων αλλαγών από το 1996 έως το 2000 εξαιτίας της πυρκαγιάς.
- Η διαχρονική εξέλιξη των χρήσεων/κάλυψης γης στο Σέιχ-Σου κατά τη διάρκεια των ετών 1996 – 2007, υπό την επίδραση της πυρκαγιάς.
- Η διερεύνηση της αξιοποίησης των πολυφασματικών δορυφορικών εικόνων IKONOS (μέγεθος εικονοστοιχείου 4 μ), προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον για αυτόματη χαρτογράφηση εκτάσεων που έχουν πληγεί από πυρκαγιά.

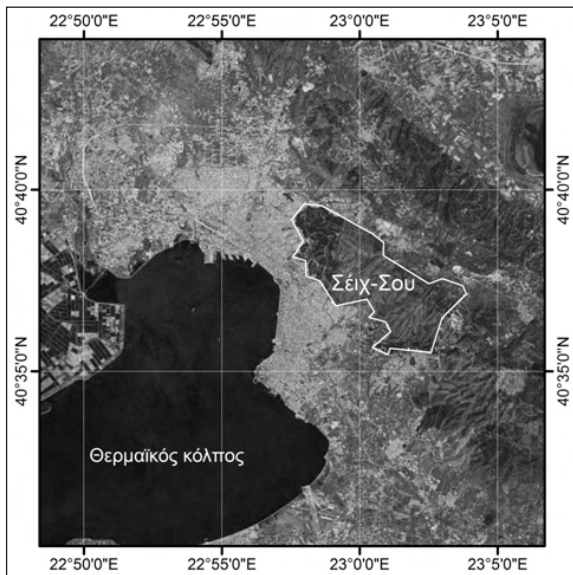
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή μελέτης

Το περιαστικό δάσος του Σέιχ-Σου εκτείνεται στους λόφους που βρίσκονται ανάμεσα στην πόλη της Θεσσαλονίκης (στα Δ, ΝΔ και Ν όρια του δάσους) και τα προάστια Πεύκα, Ασβεστοχώρι και Πανόραμα (στα Β και ΒΑ όρια του δάσους). Πιο συγκεκριμένα, το δάσος βρίσκεται μεταξύ 22° 55' και 23° 05' ανατολικό γεωγραφικό μήκος και μεταξύ 40° 35' και 40° 40' βόρειο γεωγραφικό πλάτος. Από το ΝΔ τμήμα του δάσους και για μεγάλο μήκος περνά η περιφερειακή οδός του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης. Η έκταση του δάσους ανέρχεται σε 30.140 στρέμματα (Εικ.1).

Το δάσος του Σέιχ-Σου προήλθε από συστηματικές αναδάσώσεις που έγιναν σε χέρσες εκτάσεις κατά τη δεκαετία του 1930 και αποτελεί το μοναδικό μεγάλο πράσινο πνεύμονα της πόλης της Θεσσαλονίκης και σημαντικό χώρο αναψυχής για τους κατοίκους της. Το όνομά του οφείλεται πιθανώς σε κάποιο νεκρικό μουσουλμανικό μνημείο της Οθωμανικής περιόδου και σε κάποια βρύση που υπήρχε στη περιοχή και σημαίνει 'νερό του Σέιχη'. Το δάσος φιλοξενεί 277 είδη φυτών, με κυρίαρχα την τραχεία πεύκη και την κοκκοναριά. Υπάρχουν επίσης διάσπαρτες μικρές εκτάσεις με χαλέπιο πεύκη, κυπαρίσσια, πλατάνια και λεύκες. Η βλάστηση συμπληρώνεται από αυτοφυείς εκτάσεις με πουρνάρι και πρίνο (πηγή: Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Θεσσαλονίκης). Φυτοκοινωνιολογικά, το Σέιχ-Σου

Εικ.1. Περιοχή Μελέτης (περιαστικό δάσος Σείχ-Σου)
Fig.1. Study area (peri-urban forest Seich-Sou)



ανήκει στην Παραμεσογειακή Ζώνη Βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*), στην οποία εντάσσονται όλες οι λοφώδεις και υποορεινές περιοχές της χώρας (Ντάφης 1972).

Από τα διαθέσιμα ψηφιακά γεωγραφικά δεδομένα, υπολογίστηκε ότι το μέσο υψόμετρο της περιοχής του δάσους είναι 302 μ., ενώ το ελάχιστο και το μέγιστο 80 μ. και 550 μ., αντίστοιχα. Επίσης, η μέση κλίση της περιοχής υπολογίστηκε σε 16,7% περίπου, ενώ η τυπική απόκλιση της κλίσης σε 8,5%. Οι τιμές αυτές φανερώνουν ένα ήπιο και αρκετά ομοιογενές ανάγλυφο. Οι πλαγιές του δάσους έχουν κυρίως νότια-νοτιοδυτική έκθεση (το 61% της επιφάνειάς του), δηλαδή το δάσος είναι αρκετά ορατό από την πόλη της Θεσσαλονίκης και από το Θερμαϊκό κόλπο, κάτι που προσθέτει ιδιαίτερη αισθητική σημασία στην μεγάλη οικολογική του αξία.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία στην περιοχή της Θεσσαλονίκης είναι 15,7° C, η μέση ετήσια υγρασία 67%, με την ελάχιστη σχετική υγρασία κατά το μήνα Ιούλιο, ενώ η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 579 χλσ. (πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, σταθμός Μίκρας).

2.2 Ονοματολογία

Για τη χαρτογράφηση της περιοχής επιλέχθηκαν 5 ευρείες κατηγορίες χρήσεων/κάλυψης γης, η διάκριση των οποίων βασίστηκε στην τρέχουσα δασική νομοθε-

σία της χώρας. Πιο συγκεκριμένα, οι χαρτογραφούμενες εκτάσεις μέσα στο δάσος διακρίθηκαν σε:

- Αστικές.
- Δασικές.
- Γεωργικές.
- Γυμνές.
- Χορτολιβαδικές.

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν.998/79, όπως αντικαταστάθηκε και τροποποιήθηκε με το άρθρο 1 του Ν.3208/2003:

- Ως δασικές εκτάσεις ορίζονται οι εκτάσεις, στις οποίες τα δασικά είδη έχουν κατακόρυφη δομή (δηλ. ορόφους) και οι κόμες καλύπτουν ποσοστό μεγαλύτερο του 30% του εδάφους.
- Ως χορτολιβαδικές εκτάσεις ορίζονται οι εκτάσεις, οι οποίες βρίσκονται επί πεδινών εδαφών ή επί ανώμαλου εδάφους ή λόφων και που μπορεί να περιβάλλονται από δάση και δασικές εκτάσεις και οι οποίες δεν έχουν εδαφοκάλυψη μεγαλύτερη του 30%.

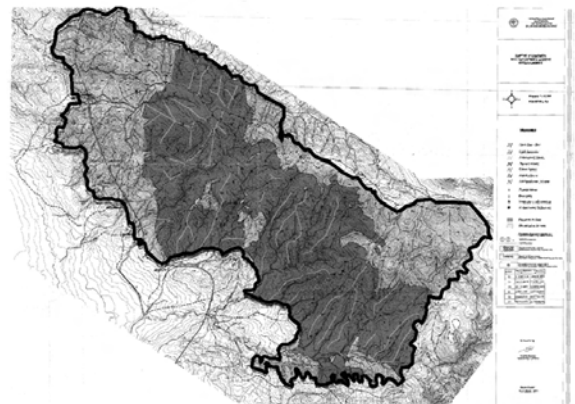
2.3 Δεδομένα και κλίμακα

Τα γεωγραφικά δεδομένα συλλέχθηκαν από διάφορες πηγές και οργανώθηκαν σε κοινή γεωγραφική βάση, σύμφωνα με το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ87). Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία ήταν τα εξής :

- Τοπογραφικός χάρτης της καμένης έκτασης από το Δασαρχείο Θεσσαλονίκης. Πάνω σε αυτόν το χάρτη έγινε ο λεπτομερής προσδιορισμός των ορίων της περιοχής μελέτης, καθώς και της καμένης έκτασης από την πυρκαγιά του 1997 (Εικ.2).

Εικ.2. Χάρτης καμένης έκτασης του Σείχ-Σου από τη μεγάλη πυρκαγιά του 1997

Fig.2. Burned area map of Seich-Sou due to the big fire of 1997



- Έντεκα αεροφωτογραφίες (α/φ) γκριζου τόνου, ορθογραφικά διορθωμένες (ορθοφωτογραφίες), έτους 1996. Οι α/φ, προέλευσης Υπουργείου Γεωργίας, ενοποιήθηκαν σε φωτομωσαϊκό (δηλ. σε ενιαία εικόνα).
- Έγχρωμη ορθοφωτογραφία έτους 2007, προέλευσης 'Κτηματολόγιο ΑΕ'.
- Μια πολυφασματική δορυφορική εικόνα IKONOS έτους 2000, με μέγεθος εικονοστοιχείου 4 μ., προέλευσης European Space Imaging GmbH, Germany.

Η χρήση διαφορετικού τύπου δεδομένων για τα τρία έτη ελέγχου δημιουργεί ερωτηματικά για τη γεωμετρική σύμπτωση και γενικότερα για την κλίμακα των δεδομένων εισόδου και των αποτελεσμάτων. Η παρατήρηση έδειξε ότι μεταξύ του φωτομωσαϊκού γκριζου τόνου και της έγχρωμης ορθοφωτογραφίας υπάρχει μεγάλη γεωμετρική σύμπτωση. Η σύγκριση αυτών με την IKONOS, όμως, δείχνει μια μέση απόκλιση της τάξης των 15 μ. Η κλίμακα χαρτογράφησης των α/φ που χρησιμοποιήθηκαν εκτιμάται σε 1:5.000, ενώ της δορυφορικής σε 1:25.000. Είναι προφανές ότι η σύγκριση μεταξύ των α/φ μπορεί να δώσει ακριβέστερα αποτελέσματα, ενώ μεταξύ των α/φ και της δορυφορικής εικόνας λιγότερο ακριβή.

Με βάση, επομένως, τη γενική γεωμετρική σύμπτωση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν (δηλ. μέση απόκλιση 15 μ.) και τους ορισμούς του νόμου για τα δάση και τις χορτολιβαδικές εκτάσεις (δηλ. όριο 30% κάλυψης με κόμη για τη διάκριση των δύο κατηγοριών), επιλέχθηκε ως ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα (EXM) το 1 στρέμμα και κλίμακα χαρτογράφησης των αλλαγών η 1:25.000, δηλ. η μικρότερη μεταξύ των δεδομένων εισόδου. Διότι με EXM ίση ένα στρέμμα (δηλ. 1000 τ.μ.), μία μέση απόκλιση 15 μ. θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία αβέβαιων επιφανειών (κατά τη σύγκριση των χαρτών) της τάξης των 225 τ.μ. (15μ x 15μ), δηλ. 22,5% του στρέμματος. Αυτή η τιμή είναι μικρότερη από το όριο του 30% που απαιτείται για τη διάκριση των κατηγοριών και άρα εξασφαλίζει ότι σε κάθε περίπτωση ένα στρέμμα είναι αρκετό για να κριθούν πιθανές αλλαγές στην κατηγορία στην οποία ανήκει μία επιφάνεια.

2.4 Μέθοδοι χαρτογράφησης

Για την χαρτογράφηση των χρήσεων/κάλυψης γης του δάσους του Σείχ-Σου εφαρμόστηκαν διάφορες μέθοδοι τηλεπισκόπησης, ανάλογα με το είδος των

δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν και πιο συγκεκριμένα:

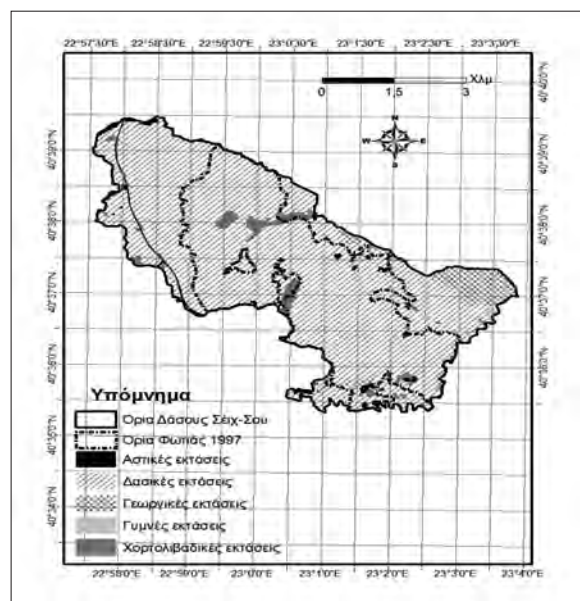
- Για τα έτη 1996 και 2007, που χρησιμοποιήθηκαν α/φ γκριζου τόνου (1996) και έγχρωμες α/φ (2007), εφαρμόστηκε οπτική φωτοερμηνεία.
- Για το έτος 2000, που χρησιμοποιήθηκε πολυφασματική δορυφορική εικόνα IKONOS, εφαρμόστηκε:
 - ο Μία επιβλεπόμενη μέθοδος ψηφιακής ταξινόμησης, με χρήση του αλγόριθμου μεγίστης πιθανοφάνειας.
 - ο Μία μέθοδος ταξινόμησης, που ονομάζεται αντικειμενοστρεφής ανάλυση εικόνας (ΑΣΑΕ), πιλοτικά σε τμήμα μόνο της περιοχής μελέτης.

Σε καμία περίπτωση δεν ήταν δυνατή η επαλήθευση των χαρτογραφήσεων αυτών, λόγω της χρονικής απόστασης από τα έτη καταγραφής (1996, 2000 και 2007) και της ανυπαρξίας δεδομένων πεδίου, ή οποιονδήποτε άλλων στοιχείων αναφοράς, κατά τα έτη αυτά. Στη συνέχεια δίνεται μία σύντομη περιγραφή όλων των τεχνικών που ακολουθήθηκαν.

2.4.1 Οπτική φωτοερμηνεία των αεροφωτογραφιών

Για την οπτική φωτοερμηνεία του φωτομωσαϊκού του 1996, οι διαβαθμίσεις του γκριζου τόνου χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με το σχήμα, προκειμένου να διακριθεί ο αστικός ιστός και οι κατασκευές από

Εικ.3. Χάρτης χρήσεων/κάλυψης γης του Σείχ-Σου έτους 1996
Fig.3. Seich-Sou land use/cover map of 1996



τη φυσική βλάστηση γενικά (δηλ. τόσο το δάσος όσο και τις χορτολιβαδικές εκτάσεις), η οποία εμφανίζεται με σκουρότερες αποχρώσεις και χωρίς ιδιαίτερο σχήμα. Για το διαχωρισμό, στη συνέχεια, των δασικών από τις χορτολιβαδικές εκτάσεις, η έμφαση δόθηκε και πάλι στη διαβάθμιση του γκριζού τόνου, αφού οι δασικές εκτάσεις εμφανίζονται με έντονα σκούρους τόνους. Οι άγονες εκτάσεις εμφανίζονται με ιδιαίτερα ανοιχτό τόνο, ενώ η διάκρισή τους από τις γεωργικές εκτάσεις βασίζεται στο γεγονός ότι οι τελευταίες χαρακτηρίζονται από γραμμική διάταξη. Οι χορτολιβαδικές εκτάσεις χαρακτηρίζονται από απαλή υφή, ενώ αντίθετα η κομοστέγη του δάσους χαρακτηρίζεται από τραχεία υφή, λόγω των σκιάσεων που δημιουργεί το διαφορετικό ύψος των δένδρων και τα διάκενα ανάμεσά τους (Καρτέρης, 1990). Τα αποτελέσματα της χαρτογράφησης του 1996 φαίνονται στην (Εικ.3).

Στη έγχρωμη αεροφωτογραφία του 2007, η αναγνώριση και ταυτοποίηση των αντικειμένων έγινε με μεγαλύτερη ευκολία απ' ό,τι στο φωτομωσαϊκό γκριζό τόνο του 1996. Η αξία της έγχρωμης αεροφωτογραφίας αναγνωρίστηκε ήδη από το 1967, οπότε και τονίστηκε η χρησιμότητά της ως μέσω εκτίμησης

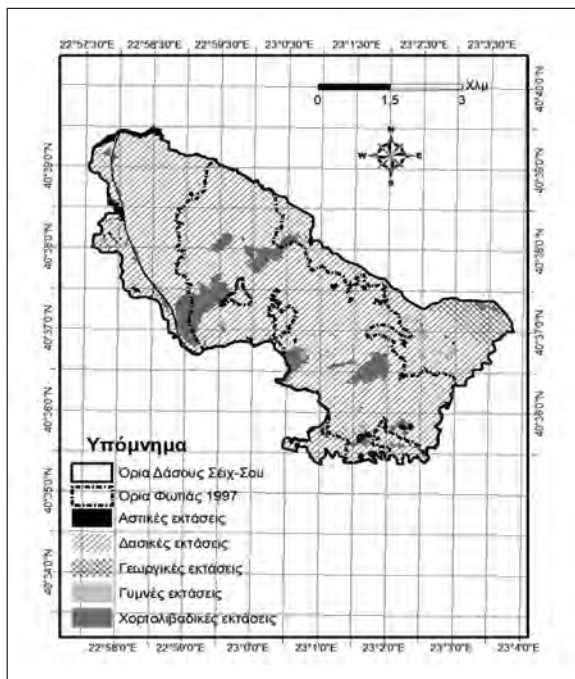
της υπορόφου βλάστησης, αφού οι δασικές εκτάσεις εμφανίζονται με σκουρότερους τόνους πράσινου σε σχέση με αυτές των χορτολιβαδικών εκτάσεων (Gyde et al., 1967). Επίσης, η ύπαρξη χρώματος βελτίωσε την τοπική αντίθεση στην εικόνα και με αυτόν τον τρόπο ανέδειξε ακόμη καλύτερα τα φωτοερμηνευτικά κλειδιά που βασίζονται σε γεωμετρικά χαρακτηριστικά, όπως σχήμα, υφή, κλπ. Για παράδειγμα, ο διαχωρισμός των γυμνών εκτάσεων, που δε χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένη γεωμετρία και υφή, διακρίθηκαν ευκρινέστερα από τις αστικές εκτάσεις. Τα αποτελέσματα της χαρτογράφησης του 2007 φαίνονται στην (Εικ.4).

2.4.2 Επιβλεπόμενη ταξινόμηση της δορυφορικής εικόνας

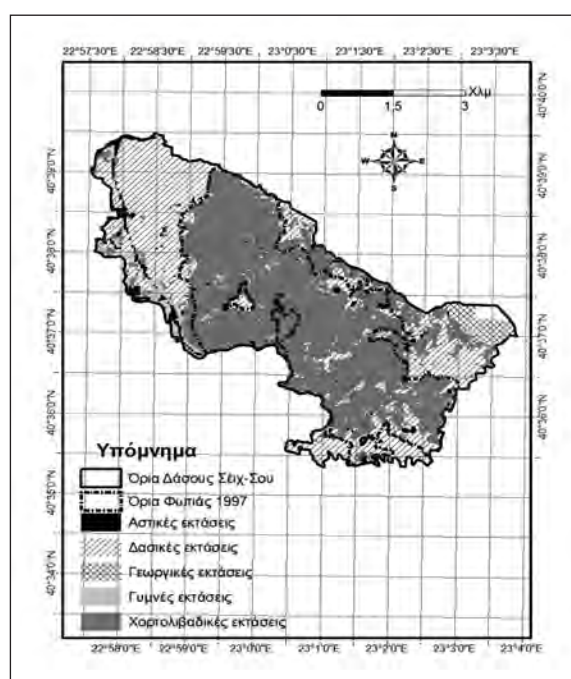
Η επιβλεπόμενη ταξινόμηση βασίζεται στη φασματική πληροφορία που αντιστοιχεί σε κάθε κατηγορία σύμφωνα με την ονοματολογία που έχει υιοθετηθεί για τη χαρτογράφηση (και που ονομάζεται 'φασματική υπογραφή') και υλοποιείται με την εκπαίδευση του ταξινομητή από ομάδες εικονοστοιχείων που περιέχονται στα δείγματα της κάθε κατηγορίας (Καρτάλης και Φειδάς 2006).

Οι λόγοι για τους οποίους δεν εφαρμόστηκε οπτική φωτοερμηνεία της δορυφορικής IKONOS

Εικ.4. Χάρτης χρήσεων/κάλυψης γης του Σείχ-Σου έτους 2007
Fig.4. Seich-Sou land use/cover map of 2007



Εικ.5. Χάρτης χρήσεων/κάλυψης γης του Σείχ-Σου έτους 2000
Fig.5. Seich-Sou land use/cover map of 2000



(όπως δηλαδή έγινε με τις αεροφωτογραφίες) είναι οι παρακάτω:

- Η ΙΚΟΝΟΣ διαθέτει μικρότερη ευκρίνεια από τις αεροφωτογραφίες (δηλ. μέγεθος εικονοστοιχείου 4 μ. έναντι 1 ή 0,5 μ. των α/φ) και διαφορετική γεωμετρία.
- Η ύπαρξη του υπέρυθρου διαύλου στην ΙΚΟΝΟΣ προσφέρει επιπλέον φασματική πληροφορία (σε σχέση με τις α/φ), κατάλληλη για το διαχωρισμό διαφορετικών τύπων βλάστησης, π.χ. δασικής από χορτολιβαδική (Συλλαίος και Γήτας 2007).
- Η επιβλεπόμενη ταξινόμηση πλεονεκτεί ως προς την ταχύτητα διεκπεραίωσης σε σχέση με την οπτική φωτοερμηνεία των εικόνων.

Ο αλγόριθμος ταξινόμησης που εφαρμόστηκε ήταν ο αλγόριθμος μεγίστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood) (Καρτάλης και Φειδάς 2006), ενώ επιλέχθηκαν δείγματα με στρωματοποιημένα τυχαίο τρόπο για καθεμιά από τις 5 κατηγορίες χρήσεων/άλυψης γης (Swain και Davis 1978). Τα αποτελέσματα της χαρτογράφησης του 2000 φαίνονται στην (Εικ.5).

2.4.3 Αντικειμενοστρεφής ανάλυση της δορυφορικής εικόνας

Η αντικειμενοστρεφής ανάλυση εικόνας (ΑΣΑΕ) ονομάζεται έτσι διότι, αντί να εξετάζει και να κατηγοριοποιεί τα εικονοστοιχεία ένα-ένα, εφαρμόζει την ταξινόμηση σε αντικείμενα που έχουν προηγουμένως δημιουργηθεί από ομάδες εικονοστοιχείων. Τα εικονοστοιχεία ομαδοποιούνται έτσι ώστε να εμφανίζουν ελάχιστη τοπική ετερογένεια, μέσα από μία επαναληπτική διαδικασία που ονομάζεται τεμαχισμός της εικόνας (image segmentation) (Baatz et al. 2002).

Η αντικειμενοστρεφής ανάλυση διαθέτει ορισμένα πλεονεκτήματα, έναντι της επιβλεπόμενης ταξινόμησης με εικονοστοιχεία, και πιο συγκεκριμένα (Blaschke 2010):

- Δίνεται η δυνατότητα για διαχείριση και αποφυγή της ενδογενούς ετερογένειας μιας κατηγορίας, π.χ. μεμονωμένα δένδρα σε ένα λιβάδι.
- Δίνεται η δυνατότητα για ανάπτυξη μιας ιεραρχικά δομημένης ταξινόμησης, π.χ. συσχέτιση των συνολικών δασικών εκτάσεων με τις κωνοφόρες, τις πλατύφυλλες, κ.ο.κ.
- Δίνεται η δυνατότητα για χρήση κριτηρίων πέρα από τα φασματικά, όπως για παράδειγμα, κριτήρια σχήματος των αντικειμένων (π.χ. το σχήμα ενός αγροτεμαχίου), γειννίας (π.χ. εγγύτητα

ενός κτιρίου σε κάποιο δρόμο), υψής (π.χ. έντονη υφή κοινοστέγης σε σχέση με τη χαμηλή βλάστηση), κ.ά.

Τα παραπάνω πλεονεκτήματα φέρνουν τη μέθοδο κοντά στην κλασική φωτοερμηνεία, με έναν τρόπο όμως πιο αντικειμενικό αφού βασίζεται σε ποσοτικές σχέσεις. Δημιουργούνται έτσι οι προϋποθέσεις για να έχουμε μόνιμα κριτήρια χαρτογράφησης κατά τις διαχρονικές μελέτες και την παρακολούθηση του δασικού περιβάλλοντος. Η ΑΣΑΕ μπορεί να εφαρμοσθεί, είτε ως επιβλεπόμενη μέθοδος, δηλαδή με την επιλογή δειγματοληπτικών περιοχών και την εκπαίδευση του ταξινομητή, είτε με βάση την ανάπτυξη κανόνων. Η δημιουργία των κανόνων στην αντικειμενοστρεφή ανάλυση βασίζεται στη γνώση μας για το βαθμό και τον τρόπο με τον οποίο τα αντικείμενα του πραγματικού περιβάλλοντος χώρου συνδέονται με γεωγραφικά αντικείμενα σε ένα περιβάλλον προσομοίωσης (το οποίο παρέχεται από ειδικά λογισμικά ανάλυσης εικόνας). Η γνώση αυτή ονομάζεται δομική. Ο τρόπος με τον οποίο η δομική γνώση μετατρέπεται σε πάγιους κανόνες ονομάζεται διαδικαστική και εκφράζεται με συνδυασμό λογικών και αριθμητικών προτάσεων (Blaschke et al. 2008). Η μέθοδος έχει δοκιμασθεί (κυρίως μετά το 2000) σε διαφορετικά περιβάλλοντα με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Οι Lu and Weng (2007) αναφέρουν ότι η αντικειμενοστρεφής ανάλυση εικόνας δίνει γενικά καλύτερα αποτελέσματα από τις μεθόδους ταξινόμησης με βάση τα εικονοστοιχεία και ειδικότερα όταν χαρτογραφούνται εξατομικευμένα στοιχεία του τοπίου (π.χ. συστάδες δένδρων ή θάμνων, δρόμοι, κτίσματα, κλπ).

Η αντικειμενοστρεφής ανάλυση, ωστόσο, είναι ιδιαίτερα χρονοβόρος, διότι η δημιουργία των αντικειμένων πετυχαίνεται με δοκιμές: διαφορετικοί συνδυασμοί παραμέτρων εισόδου μπορούν να έχουν αρκετά διαφορετικά αποτελέσματα στο μέγεθος και το σχήμα των αντικειμένων, επηρεάζοντας έτσι καθοριστικά το αποτέλεσμα της ταξινόμησής τους. Επομένως, η αποτελεσματικότητα της μεθόδου κρίνεται σε δύο φάσεις: πρώτον, στη φάση της δημιουργίας των αντικειμένων, κατά πόσον δηλαδή τα αντικείμενα είναι ρεαλιστικά και αντιπροσωπευτικά των βιοφυσικών στοιχείων του περιβάλλοντος και δεύτερον, στη φάση της ταξινόμησης των αντικειμένων, δηλαδή σε ποιο βαθμό αυτά ταξινομήθηκαν σωστά. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο, η ΑΣΑΕ δεν εφαρμόστηκε

Πίν.Ι. Πίνακας βραχυπρόθεσμων αλλαγών στο Σείχ-Σου (1996-2000)**Tab.I.** Table of short term changes in Seich-Sou (1996-2000)

Αρχική\Τελική	Δάσος		Γυμνά		Χορτολιβαδικά		Αστικά		Γεωργικά	
	στρ.	%	στρ.	%	στρ.	%	στρ.	%	στρ.	%
Δάσος	6.614,95	22,10	2.723,23	9,10	13.569,30	45,33	534,11	1,78	3302,17	11,03
Γυμνά	16,32	0,05	54,41	0,18	27,05	0,09	29,71	0,10	29,81	0,10
Χορτολιβαδικά	110,02	0,37	184,08	0,61	534,69	1,79	101,42	0,34	323,11	1,08
Αστικά	34,68	0,12	138,80	0,46	23,47	0,08	167,24	0,56	1,66	0,01
Γεωργικά	145,46	0,49	122,43	0,41	548,02	1,83	44,12	0,15	556,81	1,86

Πίν.ΙΙ. Πίνακας μεσοπρόθεσμων αλλαγών στο Σείχ-Σου (2000-2007)**Tab.II.** Table of medium term changes in Seich-Sou (2000-2007)

Αρχική\Τελική	Δάσος		Γυμνά		Χορτολιβαδικά		Αστικά		Γεωργικά	
	στρ.	%	στρ.	%	στρ.	%	στρ.	%	στρ.	%
Δάσος	6.572,56	21,95	12,29	0,04	150,29	0,50	91,62	0,31	94,67	0,32
Γυμνά	2.457,32	8,21	30,39	0,10	450,09	1,50	201,49	0,67	83,65	0,28
Χορτολιβαδικά	1.2810,57	42,79	65,94	0,22	1.318,24	4,40	85,64	0,29	422,13	1,41
Αστικά	564,09	1,88	15,97	0,05	52,79	0,18	211,88	0,71	31,87	0,11
Γεωργικά	3.336,11	11,14	32,25	0,11	354,59	1,18	17,35	0,06	473,27	1,58

Πίν.ΙΙΙ. Πίνακας μεσοπρόθεσμων αλλαγών στο Σείχ-Σου (1996-2007)**Tab.III.** Table of medium term changes in Seich-Sou (1996-2007)

Αρχική\Τελική	Δάσος		Γυμνά		Χορτολιβαδικά		Αστικά		Γεωργικά	
	στρ.	%	στρ.	%	στρ.	%	στρ.	%	στρ.	%
Δάσος	24.468,81	81,16	116,30	0,39	1.843,30	6,11	232,27	0,77	84,52	0,28
Γυμνά	96,35	0,32	14,46	0,05	1,15	0,00	37,25	0,12	8,14	0,03
Χορτολιβαδικά	677,27	2,25	21,67	0,07	475,57	1,58	56,25	0,19	23,24	0,08
Αστικά	76,72	0,25	4,41	0,01	4,40	0,01	280,76	0,93	0,00	0,00
Γεωργικά	426,25	1,41	0,00	0,00	57,16	0,19	2,10	0,01	1.138,76	3,78

σε όλη την περιοχή μελέτης, αλλά σε μια μικρή μόνο υποπεριοχή, η οποία ωστόσο περιλάμβανε όλες τις χαρτογραφούμενες κατηγορίες. Αυτό το σημείο της έρευνας έδειξε ότι η ΑΣΑΕ έδωσε πιο ρεαλιστικά αποτελέσματα από την ταξινόμηση των εικονοστοιχείων με τη μέθοδο της μεγίστης πιθανοφάνειας, ειδικά όσον αφορά τα λιβάδια, τη γεωργική γη και τις αναδασωτές εκτάσεις (Vrania et al. 2012).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η δημιουργία χαρτών με τις αλλαγές χρήσεων/ κάλυψης γης βασίστηκε στη σύγκριση των χαρτών ανά ζεύγη μεταξύ των ετών 1996, 2000 και 2007, με υπέρθεση των διανυσματικών τους επιπέδων. Ως

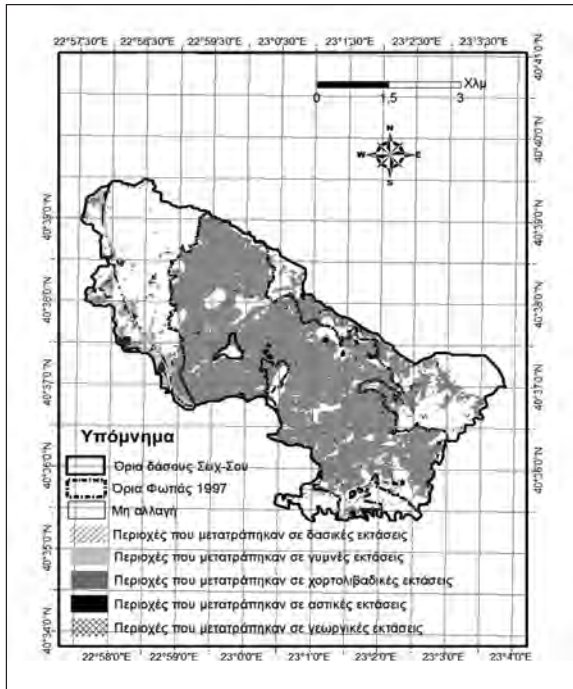
αποτέλεσμα, δημιουργήθηκαν τρεις διανυσματικοί χάρτες αλλαγών και πιο συγκεκριμένα:

- Χάρτης αλλαγών 1996–2000.
- Χάρτης αλλαγών 2000-2007.
- Χάρτης αλλαγών 1996–2007.

Με βάση τους χάρτες αυτούς, προσδιορίστηκαν όλες οι αλλαγές από οποιαδήποτε κατηγορία χρήσης/ κάλυψης σε οποιαδήποτε άλλη, π.χ. από δάσος σε χορτολιβαδικά, από γυμνά σε αστικά, κλπ. Οι αλλαγές αυτές εκφράστηκαν τόσο σε απόλυτη έκταση (στρέμματα), όσο και σε σχετική αλλαγή, δηλαδή ως ποσοστό επί τοις εκατό (%) της συνολικής έκτασης του δάσους του Σείχ-Σου. Τόσο οι βραχυπρόθεσμες (1996-2000), όσο και οι μεσοπρόθεσμες (2000-2007 και 1996-2007) μεταβολές φαίνονται στους (Πίν. Ι, ΙΙ, ΙΙΙ).

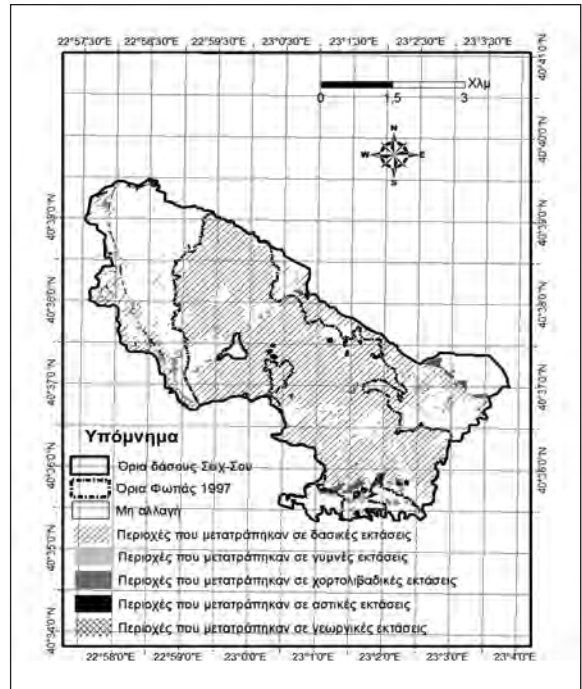
Εικ.6. Χάρτης αλλαγών χρήσεων/κάλυψης γης Σείχ-Σου περιόδου 1996-2000

Fig.6. Seich-Sou land use/cover changes map of the period 1996-2000



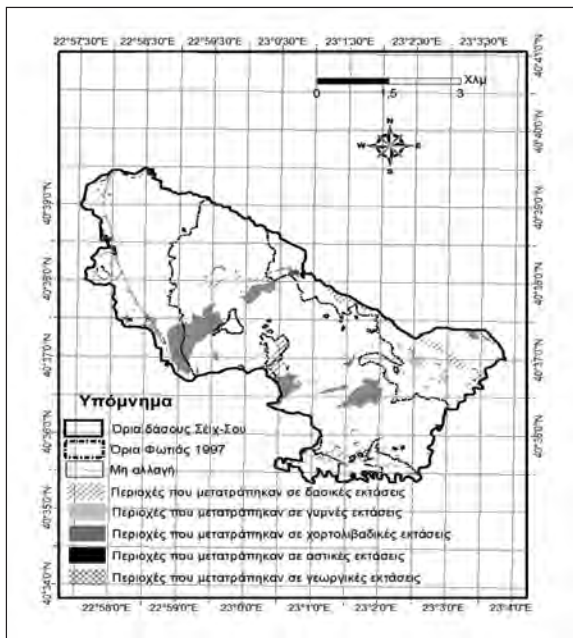
Εικ.7. Χάρτης αλλαγών χρήσεων/κάλυψης γης Σείχ-Σου περιόδου 2000-2007

Fig.7. Seich-Sou land use/cover changes map of the period 2000-2007



Εικ.8. Χάρτης αλλαγών χρήσεων/κάλυψης γης Σείχ-Σου περιόδου 1996-2007

Fig.8. Seich-Sou land use/cover changes map of the period 1996-2007



Για την καλύτερη οπτική απόδοση των αλλαγών, ωστόσο, έγινε ομαδοποίησή τους ανά κατηγορία χρήσεων/κάλυψης γης και πιο συγκεκριμένα σε:

- Περιοχές που μετατράπηκαν σε δασικές εκτάσεις.
- Περιοχές που μετατράπηκαν σε γυμνές εκτάσεις.
- Περιοχές που μετατράπηκαν σε αστικές εκτάσεις.
- Περιοχές που μετατράπηκαν σε γεωργικές εκτάσεις.
- Περιοχές που μετατράπηκαν σε χορτολιβαδικές εκτάσεις.

Έτσι, δημιουργήθηκαν τρεις νέοι, απλοποιημένοι χάρτες αλλαγών για τις τρεις χρονικές περιόδους, δηλαδή 1996-2000, 2000-2007 και 1996-2007 (Εικ. 6, 7 και 8, αντίστοιχα). Είναι προφανές, ότι η ψηφιακή γεωγραφική βάση που δημιουργήθηκε δίνει τη δυνατότητα για την απόδοση οποιασδήποτε αλλαγής ή ομάδας αλλαγών με όση λεπτομέρεια έχει καταγραφεί στις αρχικές χαρτογραφίες.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή πετύχαμε να χαρτογραφήσουμε τις διαχρονικές μεταβολές στο δάσος του Σείχ-Σου μετά την πυρκαγιά του 1997, τόσο με την φωτοερμηνεία δύο διαφορετικών τύπων α/φ (γκρίζου τόνου του 1996 και έγχρωμων του 2007), αλλά και με διαφορετικές μεθόδους ταξινόμησης της δορυφορικής εικόνας IKONOS του 2000 (αλγόριθμος μεγίστης πιθανοφάνειας και αντικειμενοστρεφής ανάλυση με ανάπτυξη κανόνων). Αν και η μελέτη αφορά ολόκληρη την έκταση του Σείχ-Σου, ο οπτικός έλεγχος έδειξε ότι οι περισσότερες από αυτές τις αλλαγές παρατηρούνται μέσα στην καμένη περιοχή και είναι συνέπεια της πυρκαγιάς). Στη συνέχεια αναφέρονται οι πιο αξιοσημείωτες αλλαγές που καταγράφηκαν στις χαρτογραφήσεις.

Κατά τη χρονική περίοδο 1996–2000:

- το 45% του δάσους μετατράπηκε σε χορτολιβαδικές εκτάσεις,
- το 11% του δάσους μετατράπηκε σε αγροτικές εκτάσεις και
- το 9% του δάσους μετατράπηκε σε γυμνές εκτάσεις.

Αυτές οι αλλαγές πρέπει να θεωρηθούν ως οι πλέον άμεσες επιπτώσεις της πυρκαγιάς του 1997.

Κατά τη χρονική περίοδο 2000-2007:

- το 43% περίπου των χορτολιβαδικών εκτάσεων μετατράπηκαν πάλι σε δασικές εκτάσεις,
- το 11% περίπου των γεωργικών εκτάσεων και το 8% περίπου των γυμνών εκτάσεων μετατράπηκαν επίσης σε δασικές εκτάσεις.

Αυτές οι αλλαγές πρέπει να θεωρούνται κυρίως ως οι συνέπειες της εκτεταμένης τεχνητής αναδάσωσης σε διάφορες ημερομηνίες, έπειτα από πρωτοβουλίες διαφορετικών φορέων, δηλαδή των μεγάλων αναδασώσεων του 1998/2000 και των μικρότερων μετά το 2003.

Κατά τη χρονική περίοδο 1996-2007 (δηλαδή, κατά το σύνολο της χρονικής περιόδου της μελέτης):

- περισσότερο από το 80% των δασικών εκτάσεων παρέμειναν δασικές όσον αφορά την έκταση που καλύπτουν,
- το 6% περίπου των δασικών εκτάσεων έχουν μετατραπεί σε χορτολιβαδικές και τέλος
- το 0,8% των δασικών εκτάσεων έχουν μετατραπεί σε αστικές.

Ωστόσο, ο χαρακτήρας του δάσους μέσα στα όρια της πυρκαγιάς άλλαξε σημαντικά, δεδομένου ότι το αρχικό δάσος (πριν το 1997) ήταν πυκνόφυτο και με μεγάλης ηλικίας δένδρα (άνω των 60 ετών), ενώ το σύγχρονο (από το 2007 και εξής) είναι προϊόν πρόσφατων αναδασώσεων (νεαρά δένδρα) ύστερα από την εκτεταμένη και σοβαρή πυρκαγιά του 1997. Η διαφορά αυτή γίνεται και ποσοτικά αντιληπτή με τη σύγκριση μέσων τιμών δείκτη βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (NDVI) πριν και μετά την πυρκαγιά. Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται από πολυφασματικές δορυφορικές εικόνες και αποτελεί διεθνώς ένα μέτρο χαρτογράφησης του γενικού δυναμικού της βλάστησης (Swain and Davis, 1978). Σύμφωνα με τις μέσες τιμές του NDVI που υπολογίστηκαν από σύνθεση χειμερινών εικόνων SPOT διαφόρων ημερομηνιών και ετών, το δυναμικό υγιούς βλάστησης μέσα στην καμένη έκταση λίγα χρόνια πριν την πυρκαγιά κυμαίνονταν κατά μέσο όρο περί το 0,58, ενώ το 2006 (9 χρόνια μετά την πυρκαγιά) περί το 0,20. Πρέπει να σημειωθεί, ότι λόγω της μεγάλης κάλυψης με κωνοφόρα, οι εποχιακές (φαινολογικές) διαφορές της βλάστησης δεν είναι σημαντικές. Οι τιμές NDVI για περιοχές με βλάστηση που βρέθηκαν σε διάφορα μέρη του δάσους που δεν επλήγησαν από την πυρκαγιά κυμαίνονταν (το 2006) στο εύρος 0,20-0,65. Μελλοντικά, θα πρέπει ο NDVI (ή και άλλοι δείκτες βλάστησης) να χρησιμοποιηθούν πιο συστηματικά (παράλληλα με τις χαρτογραφήσεις των χρήσεων γης) ως ένα μέτρο παρακολούθησης της εξέλιξης της βλάστησης στη μετά την πυρκαγιά εποχή.

Συμπερασματικά, η εργασία αυτή έδειξε ότι:

- Στο δάσος του Σείχ-Σου οι χρήσεις γης δεν έχουν επηρεαστεί σημαντικά από τη μεγάλη πυρκαγιά του 1997 και το δάσος έχει επανέλθει σχεδόν στην αρχική του έκταση. Σταδιακά, το δάσος βελτιώνεται και αισθητικά (η νότια-νοτιοδυτική πλευρά του είναι ορατή από τη Θεσσαλονίκη και το Θερμαϊκό κόλπο), αν και υπολείπεται δραματικά της αρχικής του αξίας.
- Το δυναμικό της βλάστησης μέσα στην περίμετρο της πυρκαγιάς έχει πληγεί σε μεγάλο βαθμό. Οι οικολογικές συνέπειες αυτού του γεγονότος (στην χλωρίδα και πανίδα) θα ήταν απαραίτητο να μελετηθούν από ειδικούς.
- Ο συνδυασμός δεδομένων από διαφορετικές πηγές έδωσε τη δυνατότητα για τη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης ψηφιακής γεωγραφι-

κής βάσης, ικανής για τη χαρτογράφηση των αλλαγών των χρήσεων/κάλυψης γης και του γενικού δυναμικού της βλάστησης στο Σείχ-Σου. Η βελτίωση και η ενημέρωση της βάσης με νεότερα δεδομένα, καθώς και η εφαρμογή της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης με ανάπτυξη κανόνων σε όλη την έκταση του δάσους, μπορούν να βοηθήσουν στην αποτελεσματική παρακολούθηση των χρήσεων/κάλυψης γης και

της ποιοτικής εξέλιξης το δάσους του Σείχ-Σου τα επόμενα χρόνια.

Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες οφείλονται στο Δασαρχείο Θεσσαλονίκης και τη Διεύθυνση Αναδάσωσης της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, για την παροχή δεδομένων και πληροφοριών.

Land use/cover change detection in the Seich-Sou peri-urban forest of Thessaloniki after the fire of 1997

Eleftheria K. Vrania, Miltiadis I. Meliadis, Christos G. Karydas, Ioannis Z. Gitas*

ABSTRACT

The aim of this research was to detect and map land use/cover changes as well as vegetation status in the Seich-Sou aesthetic peri-urban forest of Thessaloniki after the big fire of 1997. This 3000 ha Mediterranean type forest lies at low elevation and originally comprised mainly coniferous species. First, the research focused on tracing the short-term changes on the forest vegetation caused by the fire with visual photointerpretation of a set of air photos of 1996 and with a supervised classification of an IKONOS satellite image of 2000. Then, the medium-term land use/cover changes were assessed by visually interpreting a set of coloured air photos of 2007. The mapping results indicated that initially a large part of the forest land was converted into grassland (45% of the total forest extent). However, 80% of the original forest remained forest in the end, thus the original land use/cover were preserved in a large degree, due mainly to an extensive reforestation conducted shortly after the fire (1998/2000). A viewshed analysis showed that the aesthetic value of the forest has also been partially restored. On the other hand, the vegetation status inside the burnt area (in terms of Normalized Difference Vegetation Index values derived from a series of SPOT satellite images) seems to have been affected seriously, as the mean index value in the period 1996-2006 decreased from 0.58 to 0.20. Ecological studies should be conducted in order to investigate for possible problems due to this rapid change in the quality of the forest. In parallel with the classical methods of visual photointerpretation and supervised image classification, the satellite image of 2000 was classified in a pilot area (part of the forest) with object-based image analysis (OBIA) using rules. OBIA is considered to be a fully automated method, towards regular, fast, and objective forest monitoring in the future.

Keywords: Forest fires, Seich-Sou, Air photos, IKONOS, OBIA

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αθανασιάδης Ν. (1986). Δασική Φυτοκοινωνιολογία, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.
Batz, M., Benz, U., Deghani, S., Heynen, M., Holtje, A., Hofmann, P., Lingenfelder, I., Mimler, M., Sohlbach, M., Weber, M. And Willhauck, G. (2002). ECognition User's Guide (Munich, Germany: Definiens Imaging GmbH), digital.
Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. ISPRS Journal of Photogrammetry

and Remote Sensing, 65, pp. 2–16.

Blaschke, T., S. Lang, G.J. Hay (2008). Object-Based Image Analysis: Spatial Concepts for Knowledge-Driven Remote Sensing Applications, Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 817 pp.

Καρτάλης, Κ., Φειδάς, Χ. (2006). Αρχές και εφαρμογές δορυφορικής τηλεπισκόπησης, Εκδόσεις Β.Γκιούρδας.

Καρτέρης, Μ. (1990). Δασική αεροφωτογραφία, University Press, 243: 246-255

* Lab of Forest Management and Remote Sensing, School of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, Greece, P.O. Box 248, University campus, 54124 Thessaloniki. Tel.: +30 2310992699, E-mail:igitas@for.auth.gr

- Καρέρης, Μ. (1992). Τηλεπισκόπηση φυσικών πόρων και γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, Θεσσαλονίκη.
- Ντάφης, Σ. (1972): Δασική φυτοκοινωνιολογία, Θεσσαλονίκη.
- Συλλαίος, Ν., Γήτας, Ι., Καρυδάς, Χ., Μουτζίκη, Ε. (2005). Πολυγλωσσικός εκπαιδευτικός ψηφιακός δίσκος (CD) στην τηλεπισκόπηση και τα Γ.Σ.Π.
- Συλλαίος, Ν., Γήτας, Ι., (2007). Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και στην Τηλεπισκόπηση, Θεσσαλονίκη.
- Burgan, R.E., Klaver, R.W., Klaver, J.M. (1998). Fuel Models and Fire Potential From Satellite and Surface Observations, *International Journal of Wildland Fire*: 8 (3), pp. 159-170.
- Certini, G. (2005). Effects of fire on properties of forest soils: a review, *Concepts Reviews and Synthesis*, 143: 1-10
- Gitas, I., Mitri, G., Ventura, G. (2004). Object-based image classification for burned area mapping of Creus Cape, Spain, using NOAA-AVHRR imagery, *Remote Sensing of Environment*, 92:409-413.
- Gonzales, R.F., Wintz, P. (1977). *Digital Image Processing*. AddisonWesley: 503.
- Lu, D. and Weng, Q. (2007). A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing*, 28, pp. 823–870.
- Lund, G.H., Fahnestock, G.R., Wear, J.F. (1967). Aerial photo interpretation of understories in two Oregon oak stands, Pacific North West, Forest and Range Experiment Station.
- Rongxing, R.L. (1997). Potential of High-Resolution Satellite Imagery for National Mapping Products. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Sept. 1997.
- Swain, P.H., Davis, S.M. (eds.) (1978): *Remote Sensing: The Quantitative Approach* N.Y, McGraw-Hill.
- Thomson M.C., Connor S.J., Milligan P., Flasse S.P. (1997). Mapping malaria risk in Africa: What can satellite data contribute? *Parasitology Today* 13(8) : 313-318.
- Vrania, E.K., M.I. Meliadis, C.G. Karydas, I.Z. Gitas (2012). Mapping the peri-urban forest of Thessaloniki after the big fire of 1997 using IKONOS imagery, *EARSel eProceedings* 11, 1/2012.

Ηλεκτρονικές πηγές

- Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.): http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams_html?dr_city=Thessaloniki_Mikra
- Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Θεσσαλονίκης (ΟΡ.ΘΕ.): http://www.seihsou.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=32
- ENM ΕΠΕ: http://www.enm.gr/pdf/B_1_3.pdf

Μελέτη και διερεύνηση χαρακτηριστικών ετήσιων και μηνιαίων απορροών μιας δασικής πειραματικής υδρολογικής λεκάνης της ανατολικής Όσσας (Κισσάβου)

Γ. Μπαλούτσος¹, Αθ. Μπουρλέτσικας², Κ. Καούκης²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μετρήθηκαν και αναλύθηκαν οι ετήσιες και μηνιαίες απορροές 32 υδρολογικών ετών (1973-74 / 2004-05) για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών τους, σε πειραματική υδρολογική λεκάνη 260 ha με δάσος οξιάς στην ανατολική Όσσα. Επίσης εξετάστηκαν οι δυνατότητες βελτίωσης της δίαιτας του ρεύματος των θερινών μηνών για αποδοτικότερη αξιοποίηση του νερού στις κατάντη του στομίου της λεκάνης γεωργικές καλλιέργειες. Η μέση ετήσια απορροή της λεκάνης ανήλθε στο 58% (συντελεστής απορροής) των αντίστοιχων κατακρημνισμάτων (1.804 mm). Το ποσοστό αυτό ήταν το υψηλότερο που είχε καταμετρηθεί σε δασικές πειραματικές λεκάνες απορροής στην Ελλάδα. Το εύρος των 32 ετήσιων απορροών κυμάνθηκε από 129,0 έως 2.245,0 mm, ο μέσος όρος και η τυπική τους απόκλιση ήταν 1.052,0 και 485,0 mm αντίστοιχα και ο συντελεστής μεταβλητότητας ανήλθε στο 46,1%. Το εύρος των μέσων μηνιαίων απορροών κυμάνθηκε από 12,8 mm (Αυγούστου) έως 183,0 mm (Απριλίου) και ο συντελεστής μεταβλητότητας αυτών από 46,1% (Αυγούστου) έως 256,9% (Σεπτεμβρίου). Οι μήνες με τη μεγαλύτερη απορροή ήταν ο Απρίλιος (183,0 mm) και ο Μάρτιος (167,4 mm). Αυτό οφείλονταν στην κορύφωση του λιωσίματος του χιονιού των χειμωνιάτικων μηνών. Οι μήνες με τη μικρότερη απορροή ήταν ο Αύγουστος, Ιούλιος και Σεπτέμβριος με ποσοστό επί της μέσης ετήσιας απορροής (1.052 mm) 1,2%, 1,7% και 2,0% αντίστοιχα και συνολικά οι τρεις τους με 4,9%. Το πολύ μικρό αυτό ποσοστό της απορροής των θερινών μηνών ήταν ανεπαρκές για την άρδευση των καλλιεργειών των κατοίκων. Έτσι η αύξηση της βασικής απορροής του ρεύματος και η ταμίευση νερού για ρύθμιση της δίαιτας ήταν αναγκαίες ενέργειες που έπρεπε να γίνουν. Για το σκοπό αυτό προτάθηκαν και εξετάστηκαν τεχνικά, φυτοτεχνικά και φυτοκομικά έργα στο σύστημα υδατορεύματος – λεκάνης, για την εξομάλυνση της μεγάλης διαφοράς μεταξύ της προσφοράς και ζήτησης νερού τη θερινή περίοδο και την αποτελεσματικότερη έτσι άρδευση των καλλιεργειών στα κατάντη της λεκάνης απορροής.

Λέξεις κλειδιά: πειραματική λεκάνη, δάσος οξιάς, ετήσιες – μηνιαίες απορροές, δίαιτα ροής, αρδεύσεις καλλιεργειών, ανατολική Όσσα.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαθεσιμότητα του όγκου και της χρονικής κατανομής της απορροής σε συγκεκριμένη διατομή ενός υδατορεύματος, είναι χρησιμότερες πληροφορίες για την υλοποίηση πληθώρας οικονομικών, κοινωνικών, τεχνικών και επιστημονικών εφαρμογών (Parada και Liang, 2010). Τέτοιες εφαρμογές, μεταξύ άλλων, είναι η υλοποίηση αναπτυξιακών έργων (έργα ύδρευσης, άρδευσης, γεφυρών, φραγμάτων κ.λπ.), η ορθολογική διαχείριση της απορροής του ρεύματος, ο προσδιορισμός της ποιότητας του νερού, η βαθμονόμηση παραμέτρων υδρολογικών

μοντέλων για την εφαρμογή τους σε παρόμοια υδατορεύματα χωρίς μετρήσεις απορροής κ.λπ.

Παρά τη σπουδαιότητα όμως αυτή, η διαθεσιμότητα τέτοιων πληροφοριών απορροής ανά τον κόσμο είναι περιορισμένη σε σχέση με τις βροχές, αφού μετρήσεις της γίνονται σε λίγες μόνο θέσεις της κοίτης οριζομένων υδατορευμάτων. Και αυτό γιατί το κόστος κατασκευής αλλά και μακράς λειτουργίας ενός υδρομετρικού σταθμού ώστε να καταγραφούν όλες οι διακυμάνσεις της απορροής, είναι μεγάλο.

Στην Ελλάδα, μετρήσεις της απορροής των υδατορευμάτων γίνονται σήμερα από τη Δημόσια Επι-

1. Δρ Δασολόγος – Υδρολόγος, Διατελέσας Τακτικός Ερευνητής του ΕΘΙΑΓΕ. Σημερινή Δ/ση: Εμμανουήλ Μπενάκη 138, Τ.Κ. 11473, Αθήνα. Τηλ. 210 3300578, κιν. 6946 903659, e-mail: balgeorg@otenet.gr.

2. Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – Δήμητρα. Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τεχν. Δασικών Προϊόντων. Τηλ. 210 7782125, e-mail: mpat@fria.gr.

χείριση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ), το Υπουργείο Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων (πρώην Υπουργείο Δημοσίων Έργων), το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, την ΕΥΔΑΠ κ.λπ. Από τις μετρήσεις όμως αυτές ελάχιστες γίνονται στα βουνά και γενικά στις ορεινές περιοχές της χώρας μας, ασχέτως αν και αυτές είναι εξίσου σημαντικές και χρήσιμες με τις αντίστοιχες των πεδινών περιοχών. Και αυτό γιατί τα κατακρημνίσματα των βουνών, ως ορογραφικού τύπου, είναι παραπάνω από διπλάσια σε ύψος από εκείνα των πεδινών περιοχών. Κατά συνέπεια και οι απορροές των ορεινών ρευμάτων είναι υψηλές και έτσι, εκτός της συντήρησης των ορεινών οικοσυστημάτων, συμβάλλουν σημαντικότερα στην άρδευση των πεδινών περιοχών και στην ύδρευση του αντίστοιχου αγροτικού και αστικού πληθυσμού. Για το λόγο αυτό τα βουνά μας θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως «φυσικοί πύργοι» με γλυκό νερό που τροφοδοτούν τις πεδινές περιοχές με την απορροή των ρευμάτων τους.

Εκτός των παραπάνω, οι ορεινές περιοχές είναι και πολύ ευαίσθητες στην αλλαγή του κλίματος (Marks et.al. 2009, Moran-Tejada et.al. 2010). Έτσι πιθανή μείωση των κατακρημνισμάτων τους και αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, θα συμβάλλουν στη μείωση του όγκου και στη μεταβολή της χρονικής κατανομής της απορροής των ρευμάτων τους. Τέτοιες μεταβολές όμως πρέπει να συνδυάζονται και μελετώνται με τις επιπτώσεις της απορροής στα τοπικά ορεινά οικοσυστήματα, στην ύδρευση των πόλεων και των οικισμών και στην άρδευση των καλλιερχειών των πεδινών περιοχών. Όλα τα παραπάνω θέματα και προβλήματα δείχνουν τη μεγάλη σημασία των μετρήσεων και της διερεύνησης των χαρακτηριστικών της απορροής των ορεινών ρευμάτων.

Στη χώρα μας μετρήσεις της απορροής έγιναν στο παρελθόν σε έναν περιορισμένο αριθμό ορεινών ρευμάτων από τη Δασική Υπηρεσία και σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων (ΙΜΔΟ & ΤΔΠ) και το FAO. Αναλυτικότερα, μέσα στο πρώτο μισό της δεκαετίας του 1970, επιλέχθηκαν σε δασικές περιοχές της δυτικής, κεντρικής και ανατολικής Ελλάδας, ένδεκα μικρές πειραματικές υδρολογικές λεκάνες και εξοπλίστηκαν πλήρως με υδρομετρικούς σταθμούς και άλλα υδρομετεωρολογικά όργανα (Καραμήτρος 1974, Μπαλούτσος 2001). Σήμερα, σε ελάχιστες από τις λεκάνες αυτές συνεχίζεται η συλλογή κάποιων στοιχείων.

Από τις παραπάνω υδρολογικές λεκάνες μία είναι εγκατεστημένη στην ανατολική πλευρά της Όσ-

σας (Κισσάβου) και καλύπτεται πλήρως από δάσος οξιάς. Η λεκάνη αυτή εκπροσωπεί επίσης και όλα τα δάση οξιάς της ευρύτερης περιοχής και είναι η μοναδική στην Ελλάδα με δάσος οξιάς και υδρομετεωρολογικές εγκαταστάσεις. Διακρίνεται ακόμα τόσο για τα ακραία επεισόδια βροχής και απορροής που εκδηλώνονται σχετικά συχνά στις πλαγιές της, όσο και για τις δασικές, περιβαλλοντικές και οπωροκηπευτικές δραστηριότητες των κατοίκων και κυρίως στα κατάντη αυτής. Για όλους τους λόγους που αναφέρθηκαν, σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη και διερεύνηση των χαρακτηριστικών των ετήσιων και μηνιαίων απορροών της παραπάνω υδρολογικής λεκάνης και επιπλέον, η εφαρμογή αυτών σε μία προσπάθεια ανάδειξης των δυνατοτήτων ανάπτυξης της απορροής και χρήσης αυτής στην άρδευση των καλλιερχειών στα κατάντη, τη θερινή περίοδο.

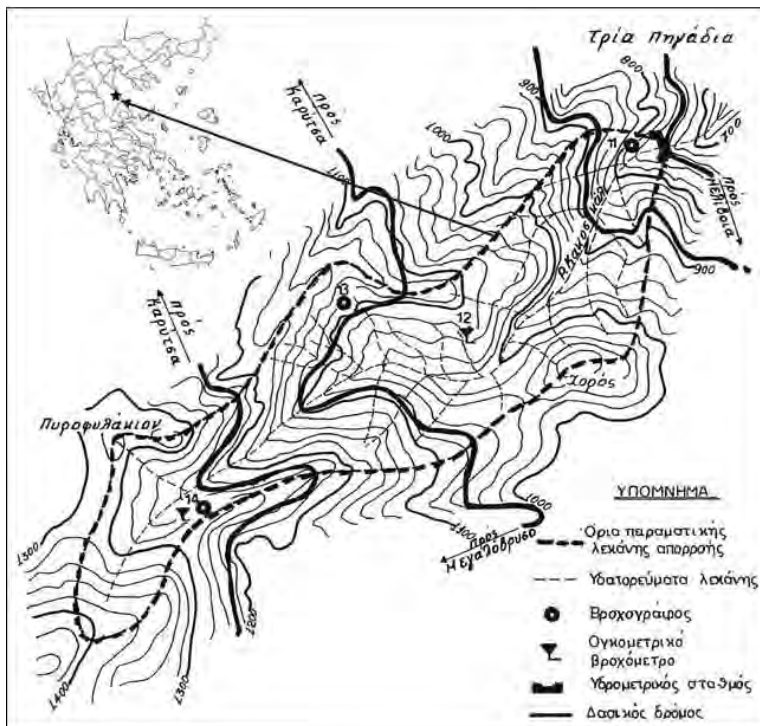
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1 Περιγραφή της λεκάνης απορροής

Η λεκάνη απορροής όπου έγινε η έρευνα βρίσκεται, όπως αναφέρθηκε, στην ανατολική πλευρά της Όσσας και το στόμιο αυτής έχει γεωγραφικό πλάτος ($39^{\circ} 48' 04''$) και ανατολικό μήκος ($22^{\circ} 46' 44''$). Αποτελεί το ανώτερο τμήμα της λεκάνης του ρεύματος «Κακοσκάλι» το οποίο πηγάζει από τα 1.420 μέτρα και καταλήγει στη θάλασσα (Σχήμα 1). Η λεκάνη άρχισε να λειτουργεί ως πειραματική από το Νοέμβριο του 1972, ενώ πλήρη στοιχεία απορροής υπάρχουν από τον Οκτώβριο του 1973. Η επιλογή της έγινε με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να αποφευχθούν σφάλματα μη σύμπτωσης του επιφανειακού υδροζοιτίου με τον υπόγειο.

Η έκταση της λεκάνης ανέρχεται σε 2.600 στρέμματα και το σχήμα της είναι επιμήκης με μέγιστο μήκος και πλάτος 4,1 και 1,0 χιλιόμετρα, αντίστοιχα. Το υψόμετρο κυμαίνεται από 740 – 1.420 μέτρα και η μέση κλίση της είναι 33%. Υπάρχουν όμως και πλαγιές και κυρίως εκατέρωθεν της κοίτης του κατώτερου τμήματος του ρεύματος, που η κλίση τους φθάνει μέχρι και 100%. Η γενική έκθεση της λεκάνης είναι Α, αλλά πολλές πλαγιές της έχουν Β, Ν, ΝΑ ή ΝΔ έκθεση. Το μήκος του κεντρικού ρεύματος είναι 4,66km, η πυκνότητα όλων των ρευμάτων της ανέρχεται σε 3,89km/km² και η πυκνότητα των συμβολών τους σε 8,0/km².

Τα πετρώματα της λεκάνης είναι μεταμορφωσιγενή και αποτελούνται κυρίως από την ενότητα των μπλε σχιστόλιθων, ενώ ένα μικρό ποσοστό (5,3%) κοντά στο στόμιο της λεκάνης είναι βασικά οφιολιθι-



Σχήμα 1. Η λεκάνη απορροής όπου υλοποιήθηκε η εργασία πεδίου
Figure 1. Watershed where the work was carried out

κά (Γεωλογικός Χάρτης ΙΓΜΕ, κλίμακας 1:50.000). Οι ορίζοντες Α και Β του εδάφους είναι πηλώδεις και ο C αμμοπηλώδης. Το βάθος του εδάφους κυμαίνεται από 0,5 έως 1,0 μέτρο.

Η λεκάνη καλύπτεται πλήρως από πυκνό δάσος δασικής οξιάς (*Fagus sylvatica*) το οποίο είναι κατά θέσεις τόσο κηπευτοειδούς μορφής όσο και κατά ομήλικα πρεμνοφυή αθροίσματα. Η ηλικία του κυμαίνεται από 75-140 χρόνων και η μέση του είναι 100 χρόνων περίπου. Ο αριθμός των κορμών οξιάς ανά εκτάριο κυμαίνεται από 475-500 και η συγκρόμωση από 0,8-1,0. Επισημαίνεται όμως πως στις ανώτερες θέσεις της λεκάνης υπάρχουν και ορισμένα διάσπαρτα άτομα ελάτης. Κάτω από την οξιά υπάρχει δασική φυλλάδα μέσου πάχους 5 εκατοστών και οι μόνες γυμνές θέσεις της λεκάνης είναι εκείνες των δρόμων, καθώς και οι υγρές και βραχύδεις επιφάνειες των ρευμάτων που εκτιμήθηκαν στο 2,7% της συνολικής έκτασης (δρόμοι 1,92% και ρεύματα 0,78%).

Οι τελευταίες υλοτομίες πριν την έναρξη λειτουργίας της λεκάνης ως πειραματική, έγιναν το 1964. Μετά την έναρξή της, παρέμεινε εκτός σχεδίου

ου διαχείρισης ως το 1990 και στη συνέχεια, σύμφωνα με το διαχειριστικό σχέδιο του Δασοχειρίου Λαρίσης, υλοτομήθηκαν οι συστάδες της το 1992 και το 2002.

2.2 Εγκατάσταση οργάνων

Ο υδρομετρικός σταθμός που εγκαταστάθηκε στο στόμιο της λεκάνης είχε τραπεζοειδή εκχειλιστή και ήταν εφοδιασμένος με σταθμηγράφο για τη συνεχή καταγραφή της στάθμης του ρεύματος (Εικόνα 1). Η ταινία καταγραφής του σταθμηγράφου ήταν μηνιαία και το όργανο ελεγχόταν από τον τοπικό παρατηρητή εβδομαδιαίως για τη διαπίστωση και αποκατάσταση τυχόν δυσλειτουργιών.

Επιπλέον, για τη μέτρηση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων επιλέγησαν τρεις θέσεις στις οποίες εγκαταστάθηκαν τα όργανα του Πίνακα 1. Αρκετές λεπτομέρειες των οργάνων φαίνονται στην Εικόνα 2.

Το πρόβλημα εξάτμισης του νερού (βροχής) από τα όργανα του καλοκαιρι και του παγώματος το χειμώνα, αντιμετωπίστηκε με την προσθήκη ποσότητας λαδιού και αντιψυκτικού, αντίστοιχα. Το αντιψυκτικό διευκόλυνε επίσης και το λιώσιμο του χιονιού. Προβλήματα στα όργανα παρουσιάστηκαν επίσης και εξαιτίας του ύψους του χιονιού το οποίο αφενός τα σκέπαζε τελείως το χειμώνα και αφετέρου προσκολλάτο στο εσωτερικό μέρος του στομίου και βαθμιαία κάλυπτε ολόκληρη την επιφάνεια αυτού. Στην πρώτη περίπτωση το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με την τοποθέτηση των οργάνων σε μεταλλικές ή ξύλινες εξέδρες ύψους 2,0-2,5 μέτρων από το έδαφος (Εικόνα 2) και στη δεύτερη με τη χρήση οργάνων σημαντικά μεγάλης διαμέτρου στομίου. Μερικά όργανα και ειδικότερα εκείνα των θέσεων μεγάλου υψομέτρου, ήταν εφοδιασμένα και με αλεξήνεμο (wind shield) ώστε να μειώνεται όσο το δυνατόν περισσότερο το σφάλμα μέτρησης των κατακρημνισμάτων εξαιτίας της ταχύτητας του ανέμου. Τέλος επισημαίνεται πως η λεκάνη απορροής ήταν εφοδιασμένη και με πολλά άλλα υδρομετεωρολογικά όργανα τα οποία εκφεύγουν του σκοπού αυτής της εργασίας.

Εικόνα 1. Ο υδρομετρικός σταθμός στο στόμιο της λεκάνης απορροής

Picture 1. The hydrometric station in the outlet of the watershed



Εικόνα 2. Βροχογράφοι και ογκομετρικό βροχόμετρο στη θέση 13 της λεκάνης

Picture 2. Recording raingauges and volumetric rain gauge in site 13 of the watershed



2.3 Ανάλυση υδρομετεωρολογικών στοιχείων

Για τον υπολογισμό του όγκου της απορροής της λεκάνης οποιασδήποτε χρονικής περιόδου (ημέρας, μηνός, έτους) χρησιμοποιήθηκαν οι μηνιαίες ταινίες καταγραφής της στάθμης του ρεύματος στον υδρομετρικό σταθμό και η γνωστή σχέση ύψους στάθμης τραπεζοειδούς εκχειλιστού και παροχής (Reinhart and Pierce, 1964). Αντίθετα, για τον υπολογισμό των κατακρημνισμάτων, αναλύθηκαν οι καταγρα-

φές των εβδομαδιαίων και μηνιαίων ταινιών των βροχογράφων και οι αναγνώσεις των βροχομέτρων. Διευκρινίζεται όμως πως το ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων ολοκλήρου της περιόδου μελέτης (32 ετών), προσαυξήθηκε κατά 14%, αφού αυτό είναι το μέσο ετήσιο ύψος της ομιχλοβροχής η οποία σχηματίζεται στην ατμοσφαιρική ζώνη της κομοστέγης της οξιάς, και η οποία δεν σχηματίζεται προφανώς στα διάκενα του δάσους, όπου λειτουργούσαν οι βροχογράφοι και τα βροχόμετρα. Το ύψος αυτό της ομιχλοβροχής εκτιμήθηκε από έρευνα που έγινε στην περιοχή μελέτης την περίοδο 1998-2002 (Μπαλούτσος κ.α. 2004α).

Επισημαίνεται ακόμα πως στην ανάλυση των κατακρημνισμάτων δεν χρησιμοποιήθηκαν οι καταγραφές των οργάνων της θέσης 14 (Πίνακας Ι), λόγω έλλειψης καταγραφών το χειμώνα ορισμένων ετών και λόγω των ανεμώπληκτων συνθηκών αυτής. Έτσι για τον προσδιορισμό του μέσου ύψους των κατακρημνισμάτων της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα όργανα των θέσεων 11 και 13 και εφαρμόστηκε μια παραλλαγή «της μεθόδου Thiessen», λόγω των ιδιοτήτων της τοπογραφίας και του σχήματος αυτής. Αναλυτικότερα, με την υψομετρική καμπύλη των 1000 μέτρων η λεκάνη πρακτικά διαχωρίζεται στο χαμηλότερο τμήμα (πλαγιά), μέσης κλίσης 40% και στο υψηλότερο, μέσης κλίσης 25%. Τα όργανα 11 και 13 ευρίσκονται στο μέσον περίπου των τμημάτων αυτών και αντιπροσωπεύουν το 26% (676 στρέμματα) και το 74% (1924 στρέμματα) της συνολικής έκτασης της λεκάνης. Έτσι το μέσο ύψος των κατακρημνισμάτων της λεκάνης προσδιορίστηκε από το άθροισμα των δύο γινομένων του «βάρους» κάθε τμήματος (0,26 και 0,74 αντίστοιχα) επί το αντίστοιχο ύψος των κατακρημνισμάτων στη χρονική περίοδο που εξετάζοταν (Σακκάς, 2004).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Σχέσεις της μέσης ετήσιας απορροής της λεκάνης με άλλες παραμέτρους του υδατικού ισοζυγίου.

Η αξιολόγηση του μεγέθους της μέσης ετήσιας απορροής της λεκάνης για αξιοποίηση αυτής σε διάφορες χρήσεις, θα μπορούσε να γίνει πιο αντικειμενικά συγκρίνοντας την τιμή της με την αντίστοιχη των άλλων παραμέτρων του υδατικού ισοζυγίου της. Η εξίσωση του ισοζυγίου δίνεται, ως γνωστό, από τη σχέση:

$$P=Q+IE+TR\pm\Delta S, \text{ όπου:}$$

$P=$ το μέσο ετήσιο ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων,

Πίνακας I. Τύποι και χαρακτηριστικά γνωρίσματα βροχομέτρων
Table I. Categories and characteristics of raingauges

Ονομασία θέσης οργάνων	Υψόμετρο θέσης (m)	Είδος οργάνων	Τύπος οργάνων	Διάμετρος στομίου οργάνων (mm)	Ευαισθησία καταγραφής οργάνων (mm)	Μέγιστο ύψος καταγραφής οργάνων (mm)
11	780	Βροχογράφος	BELFORT	203	0,25	300
		Βροχογράφος	BELFORT	287	0,50	750
13	1.120	Βροχογράφος	BELFORT	203	0,25	300
		Βροχογράφος	BELFORT	287	0,50	750
		Βροχόμετρο	Ογκομετρικό	460	-	1.000
14	1.250	Βροχογράφος	BELFORT	287	0,50	750
		Βροχόμετρο (Αλεξήνεμο)	Ογκομετρικό	200	-	500

Πίνακας II. Το υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής
Table II. The water balance equation of the watershed

1	2	3	4	5
Παράμετρος	Κατακρημνίσματα= (mm)	Απορροή (mm) +	Υδατοσυγκράτηση και εξάτμιση (mm) +	Διαπνοή (mm)
Μέγεθος (mm)	1.804 =	1.052 +	325 +	427
Ποσοστό (%)	100 =	58 +	18 +	24

$$2 = 3 + 4 + 5$$

Q= η μέση ετήσια απορροή,

IE= η μέση ετήσια υδατοσυγκράτηση από τη βλάστηση και στη συνέχεια η εξάτμιση αυτής,

TR= η μέση ετήσια διαπνοή της δασικής βλάστησης και

ΔS= οι μέσες ετήσιες αυξομειώσεις του όγκου της υγρασίας του εδάφους και του υπόγειου νερού της λεκάνης. Οι τιμές όλων των παραπάνω παραμέτρων είναι σε χιλιοστά.

Όσον αφορά όμως στην τελευταία παράμετρο της εξίσωσης, επισημαίνεται πως οι ετήσιες μεταβολές της υγρασίας του εδάφους και του υπόγειου νερού λειτουργικά και πρακτικά αντισταθμίσθηκαν (±) και πλησίασαν την τιμή του μηδενός στην περίοδο των 32 ετών που διήρκεσαν οι μετρήσεις της απορροής και των κατακρημνισμάτων. Επομένως η παράμετρος αυτή θα μπορούσε να παραληφθεί από την εξίσωση χωρίς σημαντικό σφάλμα στην εκτίμη-

ση της διαπνοής της βλάστησης, η οποία δεν μετρήθηκε κατ' ευθείαν στο πεδίο. Η ενέργεια αυτή είναι γενικά αποδεκτή και εφαρμόζεται σε υδρολογικές λεκάνες με μετρήσεις της απορροής τους για πολλά χρόνια (Ledger 1975, Dunne και Leopold 1978, Rowe και Fahey 1991, Osuch et.al. 2009, Leaner et al. 2010).

Οι μέσες ετήσιες τιμές των παραμέτρων της εξίσωσης του υδατικού ισοζυγίου, εκτός της διαπνοής, υπολογίσθηκαν από τις μετρήσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως και παρουσιάζονται στον Πίνακα II. Η τιμή της διαπνοής του Πίνακα θεωρήθηκε ίση με τη διαφορά του αθροίσματος απορροής και υδατοσυγκράτησης, από τα κατακρημνίσματα. Για τον έλεγχο όμως της αξιοπιστίας της και λόγω έλλειψης άλλων στοιχείων διαπνοής της οξιάς στη χώρα μας, η τιμή συγκρίθηκε με εκείνες που προέκυψαν από μετρήσεις σε δάση οξιάς της Γερμανίας και της νό-

τιας Αγγλίας. Τα δασικά οικοσυστήματα της οξιάς των παραπάνω χωρών είχαν βέβαια μικρότερο υψόμετρο από εκείνο της περιοχής μελέτης στην Όσσα. Υποστηρίζεται όμως πως το μειονέκτημα αυτό και ειδικότερα οι κλιματικές τους συνθήκες, αντισταθμίζονται εν μέρει από το μεγαλύτερο γεωγραφικό τους πλάτος. Αναλυτικότερα, η ετήσια διαπνοή που μετρήθηκε με την εφαρμογή μικρομετεωρολογικών μεθόδων σε δασικά οικοσυστήματα της Γερμανίας κυμάνθηκε από 288-421 χιλιοστά (Herbst et al. 1999, Schirpka et al. 2005) και της νότιας Αγγλίας από 334-444 χιλιοστά (Roberts και Rosier 1994). Με βάση τις τιμές αυτές της διαπνοής οξιάς στην Ευρώπη, την ακρίβεια των μετρήσεων των υπόλοιπων παραμέτρων του υδατικού ισοζυγίου της Όσσας και επιπλέον τις ευνοϊκές της κλιματικές συνθήκες για διαπνοή το καλοκαίρι (μελέτεια και υψηλή θερμοκρασία αέρα), υποστηρίζεται πως τα εκτιμώμενα 427 χιλιοστά διαπνοής στην περιοχή μελέτης δεν αποκλίνουν σημαντικά της πραγματικής τους τιμής.

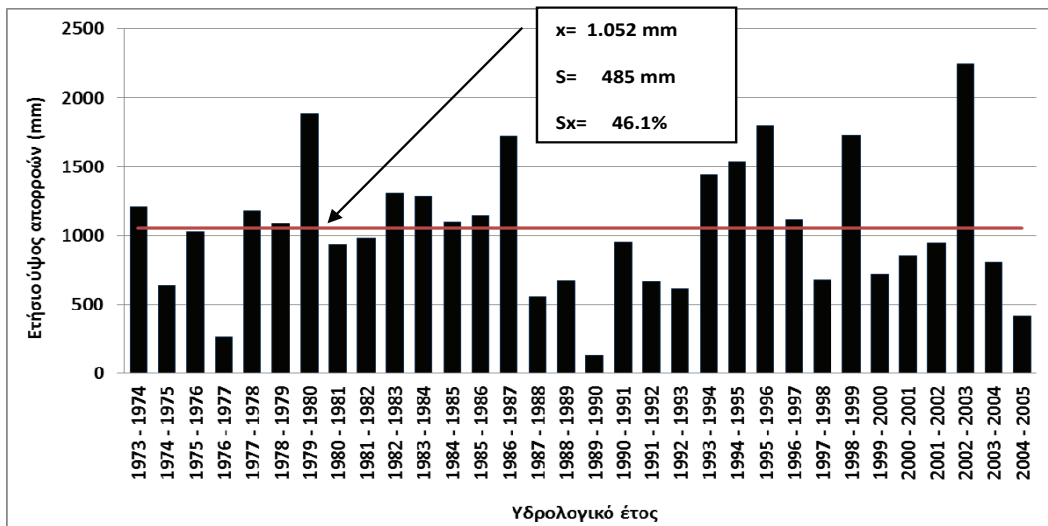
Όσον αφορά στις υπόλοιπες παραμέτρους του υδατικού ισοζυγίου, η μέση ετήσια απορροή ανέρχεται σε 1.052 χιλιοστά ($1,052\text{m}^3/\text{m}^2$) και αντιπροσωπεύει το 58% των αντίστοιχων κατακρημνισμάτων. Είναι ακόμα η μεγαλύτερα απορροή από όλες που έχουν καταμετρηθεί τόσο σε ορεινές λεκάνες αιψύλλων πλατυψύλλων της δυτικής Ελλάδας (συντελεστές απορροής από 27-31%, Vouzargas 1999) όσο και σε λεκάνες ελατοδάσους της κεντρικής Ελλάδας (συντελεστές απορροής από 37-45%). Η ετήσια απορροή της Όσσας είναι ακόμα 3,2 και 2,5 φορές μεγαλύτερη της αντίστοιχης υδατοσυγκράτησης και διαπνοής.

Οι κυριότεροι παράγοντες που, κατά τη γνώμη μας συμβάλλουν στο μετασχηματισμό του μεγαλύτερου ποσοστού των κατακρημνισμάτων σε απορροή στην Όσσα είναι τα ακραία επεισόδια βροχής που εκδηλώνονται κυρίως την περίοδο Σεπτεμβρίου-Δεκεμβρίου. Αυτά αποφορτίζουν 500-700 χιλιοστά βροχής σε διάστημα 24-60 ωρών περίπου και έχουν περίοδο επαναφοράς 3-4 ετών. Σημαντική είναι επίσης και η συνεισφορά μικρότερων σχετικά επεισοδίων βροχής ύψους 300-400 χιλιοστών που μπορούν να εκδηλωθούν οποιονδήποτε μήνα του έτους και έχουν περίοδο επαναφοράς 1-2 έτη. Τα παραπάνω επεισόδια βροχής και κυρίως τα ακραία, είναι ορογραφικά και εκδηλώνονται με B/BA υγρούς ανέμους που διασχίζουν το Αιγαίο πέλαγος και στη συνέχεια προσκρούουν στις αντίστοιχες πλαγιές της Όσσας και ανυψώνονται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την

αποφόρτιση του μεγάλου ύψους βροχής που αναφέρεται. Εκτός των επεισοδίων βροχής, σημαντική πρέπει να είναι επίσης η συνεισφορά της στεγανότητας της λεκάνης στον μετασχηματισμό των κατακρημνισμάτων σε απορροή.

Προστίθεται ακόμα πως ανεξαρτήτως του μεγέθους της ετήσιας απορροής μιας λεκάνης, οι δυνατότητες αύξησης αυτής, είναι πάντα μία μεγάλη πρόκληση για τους τεχνικούς που ασχολούνται με την ανάπτυξη και διαχείριση των υδατικών πόρων. Στην προκειμένη περίπτωση όμως και σύμφωνα με τη μετασχηματισμένη εξίσωση του υδατικού ισοζυγίου [$Q=P-(IE+TR)$], η αύξηση αυτή θεωρητικά θα μπορούσε να επιτευχθεί με την αύξηση των κατακρημνισμάτων και (ή) τη μείωση της υδατοσυγκράτησης και διαπνοής της δασικής βλάστησης. Η πρώτη περίπτωση όμως είναι πρακτική ανέφικτη, ενώ η δεύτερη, αν και εφικτή με υλοτομικές παρεμβάσεις στη βλάστηση της λεκάνης, δεν μπορεί να εφαρμοστεί στην περιοχή μελέτης λόγω του σχηματισμού ομοχλοβροχής, όταν επικρατούν ευνοϊκές καιρικές συνθήκες. Και αυτό γιατί με την υλοτομία ενός ποσοστού της βλάστησης, μειώνονται και οι επιφάνειες της κομοστέγης των δένδρων όπου προσκρούει και υγροποιείται η ομίχλη. Κατά συνέπεια, ό,τι κερδίζεται σε «νερό» από τη μείωση της υδατοσυγκράτησης και διαπνοής με «λιγότερη» βλάστηση, «χάνεται» από τη μείωση της ομιχλοβροχής, αφού μειώνονται έτσι και τα ετήσια κατακρημνίσματα της λεκάνης και με τη σειρά της, και η απορροή.

Επομένως η διαχείριση της βλάστησης με σκοπό την αύξηση και της απορροής της λεκάνης, δεν δίνει θετικά αποτελέσματα επειδή επικρατούν ευνοϊκές καιρικές συνθήκες για δημιουργία ομιχλοβροχής (Μπαλούτσος κ.α. 2004α, Μπαλούτσος κ.α. 2005). Βέβαια, στη συγκεκριμένη λεκάνη, και αν ακόμα δεν σχηματίζονταν ομιχλοβροχή, υλοτομικές επεμβάσεις ισχυρότερες εκείνων που προτείνουν οι διαχειριστικές μελέτες της αρμόδιας δασικής υπηρεσίας, θα περιελάμβαναν μεγάλο ρίσκο διάβρωσης του εδάφους, γεωλισθήσεων κ.λπ. κατά τη διάρκεια των ακραίων επεισοδίων βροχής που αναφέρθηκαν. Κατά συνέπεια, τυχόν παρεμβάσεις στην απορροή της συγκεκριμένης λεκάνης μπορούν να αναφέρονται μόνο στη ρύθμιση της δίαιτας αυτής. Το θέμα αυτό εξετάζεται και συζητείται αναλυτικά στην παρουσίαση των μηνιαίων απορροών της λεκάνης.



Σχήμα 2. Ετήσιες απορροές της περιόδου 1973-74 / 2004-05
 Figure 2. Annual streamflow of the period 1973-74 / 2004-05

3.2 Ετήσιες απορροές της λεκάνης

Το ετήσιο ύψος των απορροών της περιόδου έρευνας απεικονίζεται στο Σχήμα 2. Ο μέσος όρος αυτών, όπως αναφέρθηκε, είναι 1.052mm, ενώ η τυπική τους απόκλιση και ο συντελεστής μεταβλητότητας 485 mm και 46,1%, αντίστοιχα. Η τιμή του συντελεστή μεταβλητότητας δείχνει τη μεγάλη μεταβλητότητα των τιμών των απορροών από το μέσο όρο τους. Όμως οι ακραίες τιμές της απορροής του ξηρότερου και υγρότερου έτους της περιόδου έρευνας διαφέρουν κατά πολύ περισσότερο από την παραπάνω απόκλιση. Αναλυτικότερα η τιμή της απορροής του ξηρότερου έτους (129,8 mm, 1989-90), διαφέρει από το μέσο όρο κατά -1,9 μονάδες τυπικής απόκλισης και η τιμή της απορροής του υγρότερου έτους (2.245,5 mm, 2002-03), κατά 2,46 μονάδες τυπικής απόκλισης. Οι τιμές των απορροών των υπόλοιπων ετών κυμαίνονται σε μονάδες τυπικής απόκλισης μεταξύ των δύο ακραίων τιμών που αναφέρθηκαν.

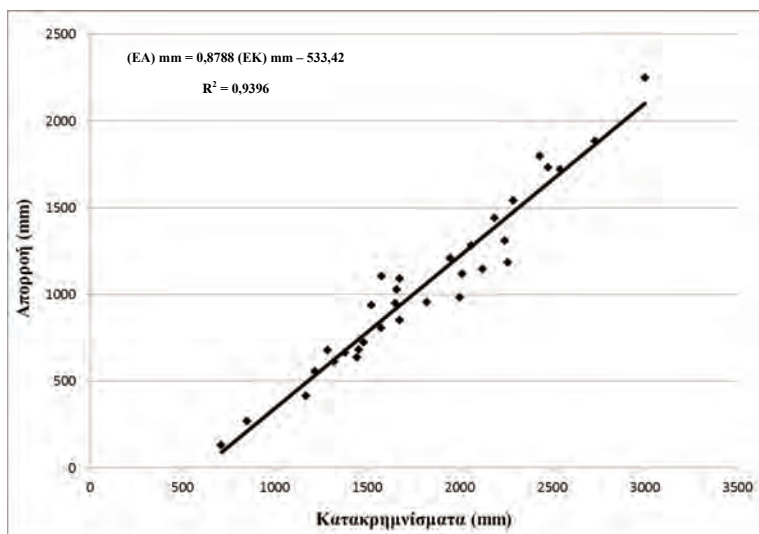
Μια οπτική εξέταση της ετήσιας μεταβλητότητας της χρονοσειράς των απορροών του σχήματος 2, δείχνει πως πρακτικά χαρακτηρίζονται από εναλλασσόμενες «ομάδες» κανονικών ή υγρών ετών που διαχωρίζονται μεταξύ τους από ένα ή περισσότερα ξηρά έτη. Ιδιαίτερα αισθητή είναι, όπως αναφέρθηκε, η μείωση της απορροής το 1989-90 όταν εκδηλώθηκε η μεγαλύτερη ξηρασία των 32 υδρολογικών ετών και η απορροή κατήλθε

στο 18,3% των αντίστοιχων κατακρημνισμάτων. Ισχυρές επίσης ξηρασίες αλλά «ηπιότερες» της παραπάνω, εκδηλώθηκαν το 1976-77 και το 2004-05 και η απορροή κατήλθε σε 267,4 και 413,8 mm, αντίστοιχα, ή στο 31,6 και 35,4% των αντίστοιχων κατακρημνισμάτων.

Η εναλλαγή «ομάδων» κανονικών ή υγρών και ξηρών ετών σε σχέση με το μέγεθος της απορροής, είναι πιθανόν να υποκρύπτει την ύπαρξη κάποιας περιοδικότητας. Η υπόθεση αυτή, και παρά την αναγνώριση της αβεβαιότητας λόγω της μικρής διάρκειας της χρονοσειράς, δοκιμάστηκε με τη φασματική ανάλυση ή ανάλυση κατά Fourier (Θαλασσινός, 1991). Το περιοδικόγραμμα όμως που προέκυψε δεν κατέδειξε την ύπαρξη περιοδικότητας, γεγονός που ήταν αναμενόμενο αφού είναι σε ακολουθία και με την ανάλυση των βροχοπτώσεων της περιοχής μελέτης που έχει γίνει σε προηγούμενη εργασία των συγγραφέων (Μπαλούτσος κ.α. 2004β).

Εκτός των παραπάνω χαρακτηριστικών των ετήσιων απορροών, εξετάστηκε και η σχέση αυτών με τα αντίστοιχα κατακρημνίσματα. Η αναζήτηση του μαθηματικού μοντέλου σύνδεσης των δυο μεταβλητών θεωρήθηκε χρήσιμη ώστε να υπάρχει η δυνατότητα εκτίμησης μελλοντικά των ετήσιων απορροών της λεκάνης από τα κατακρημνίσματα αυτής, αφού μόνο αυτά μετρώνται τελευταία.

Το γραμμικό μοντέλο παλινδρόμησης (Σχή-



Σχήμα 3. Σχέση ετήσιων απορροών και κατακρημνισμάτων
Figure 3. Relationship between annual streamflow and precipitation

μα 3) που επιλέχθηκε μεταξύ ετήσιων απορροών (EA) και ετήσιων κατακρημνισμάτων (EK) είναι: $(EA)mm=0,8788(EK)mm-533,42$ ($R^2=0,9396$). Ο συντελεστής προσδιορισμού (R^2) μας δείχνει μια καλή προσαρμογή της εξίσωσης στα δεδομένα των μετρήσεων και τη μεγάλη συμμεταβλητότητα μεταξύ των ετήσιων απορροών και των κατακρημνισμάτων. Η καλή αυτή σχέση από φυσικής άποψης θα μπορούσε να αποδοθεί στη μεγάλη πρακτικά ακρίβεια μέτρησης των δύο μεταβλητών στο πεδίο, καθώς και στα αδιαπέραστα πετρώματα της υδρολογικής λεκάνης που επιτρέπουν τη δημιουργία σταθερών μηχανισμών μετασχηματι-

σμού της βροχής και του χιονιού σε απορροή.

3.3 Μηνιαίες απορροές της λεκάνης

Το μέσο μηνιαίο ύψος των απορροών των 32 ετών, η αντίστοιχη τυπική τους απόκλιση και ο συντελεστής μεταβλητότητας, παρουσιάζονται στον Πίνακα III. Από αυτόν διαπιστώνεται πως οι μέσες μηνιαίες τιμές της απορροής κυμαίνονται από 12,8 mm (Αυγούστου) έως 183,0 mm (Απριλίου). Στη συνέχεια της τιμής του Απριλίου και με φθίνουσα τάξη ακολουθούν εκείνες του Μαρτίου, Δεκεμβρίου, Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου με (167,4), (130,3), (124,9), και (121,8) mm, αντίστοιχα. Οι τιμές όλων των υπόλοιπων μηνών είναι μικρότερες των 85,0 mm.

Ιδιαίτερης όμως σημασίας είναι και η μεταβλητότητα των παραπάνω απορροών η οποία κυμαίνεται από 0,46 (Αυγούστου) έως 2,57 (Σεπτεμβρίου) μονάδες τυπικής απόκλισης. Μεταξύ αυτών υπάρχουν και άλλες μηνιαίες τιμές με μεγάλη σχετικά μεταβλητότητα, όπως π.χ. εκείνες του Οκτωβρίου, Δεκεμβρίου και Νοεμβρίου με (1,59), (1,38) και (1,37) μονάδες τυπικής απόκλισης, αντίστοιχα.

Επισημαίνεται ακόμα πως η μεγάλη μεταβλητότητα της απορροής των παραπάνω μηνών οφείλεται κυρίως στα ακραία επεισόδια βροχής που αναφέρθηκαν προηγουμένα, αλλά και σε άλλα σχετικά

Πίνακας III. Μέσος όρος, τυπική απόκλιση και συντελεστής μεταβλητότητας των μηνιαίων απορροών (1973-74 / 2004-05)
Table III. Mean value, standard deviation and coefficient of variation of monthly streamflow (1973-74 / 2004-05)

Μήνας	Μέσος όρος (X), (mm)	Τυπική απόκλιση S (mm)	Συντελεστής μεταβλητότητας Sx (%)	Μήνας	Μέσος όρος (X), (mm)	Τυπική απόκλιση S (mm)	Συντελεστής μεταβλητότητας Sx (%)
Οκτώβριος	63,7	101,3	159,0	Απρίλιος	183,0	124,8	68,2
Νοέμβριος	88,5	121,2	137,0	Μάιος	82,4	53,5	64,9
Δεκέμβριος	130,3	179,9	138,1	Ιούνιος	37,8	19,7	52,1
Ιανουάριος	124,9	106,7	85,4	Ιούλιος	18,2	9,1	50,0
Φεβρουάριος	121,8	62,5	51,3	Αύγουστος	12,8	5,9	46,1
Μάρτιος	167,4	84,1	50,2	Σεπτέμβριος	20,9	53,7	256,9

Πίνακας IV. Ελάχιστο και μέγιστο μηνιαίο ύψος απορροής (1973-74 / 2004-05)
Table IV. Minimum and maximum monthly streamflow (1973-74 / 2004-05)

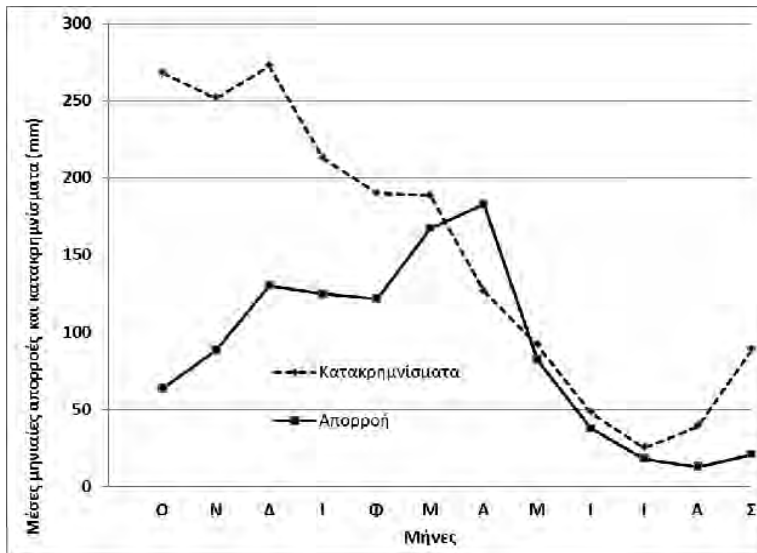
Μήνας	Ελάχιστο και μέγιστο ύψος απορροής (mm)	Υδρολογικό έτος που εκδηλώθηκε	Μήνας	Ελάχιστο και μέγιστο ύψος απορροής (mm)	Υδρολογικό έτος που εκδηλώθηκε
Οκτώβριος	5,2-465,4	Ελάχ: 1990-91 Μεγ: 1994-95	Απρίλιος	7,0-487,1	Ελάχ: 1989-90 Μεγ: 1983-84
Νοέμβριος	11,8-555,1	Ελάχ: 2002-03 Μεγ: 1979-80	Μάιος	7,0-223,1	Ελάχ: 1989-90 Μεγ: 1996-97
Δεκέμβριος	18,1-753,5	Ελάχ: 1989-90 Μεγ: 1995-96	Ιούνιος	3,2-79,2	Ελάχ: 1989-90 Μεγ: 2002-03
Ιανουάριος	15,0-523,3	Ελάχ: 1976-77 Μεγ: 2002-03	Ιούλιος	1,8-39,7	Ελάχ: 1989-90 Μεγ: 1991-92
Φεβρουάριος	15,3-254,6	Ελάχ: 1976-77 Μεγ: 1993-94	Αύγουστος	1,5-26,8	Ελάχ: 1989-90 Μεγ: 1993-94
Μάρτιος	7,4-358,9	Ελάχ: 1989-90 Μεγ: 1980-81	Σεπτέμβριος	1,3-313,7	Ελάχ: 2000-01 Μεγ: 1977-78

μικρότερα, τα οποία αποφορτίζουν μεγάλο ύψος βροχής στη λεκάνη. Αυτά με τη σειρά τους «παράγουν» στη συνέχεια και πολύ υψηλές απορροές. Για παράδειγμα, στις 16 Σεπτεμβρίου 1978, ένα τέτοιο επεισόδιο αποφόρτισε 758 mm βροχής σε 39 ώρες και σχηματίστηκαν 313,7 mm απορροής (41,4%), παρά την μεγάλη χωρητικότητα του εδάφους της λεκάνης πριν την βροχή, λόγω της μεγάλης ανομβρίας των τριών προηγούμενων μηνών του καλοκαιριού. Η απορροή το συγκεκριμένο εκείνο μήνα ήταν μεγαλύτερη της ελάχιστης τιμής του (1,3 mm, Πίνακας IV) των 32 ετών, κατά 241 φορές. Τέτοια ακραία επεισόδια βροχής εκδηλώθηκαν βέβαια και πολλές άλλες φορές και κυρίως την περίοδο Οκτωβρίου – Δεκεμβρίου των 32 ετών, όταν το έδαφος της λεκάνης ήταν υγρό και σχημάτισαν πολύ υψηλότερες απορροές από αυτή που αναφέρθηκε (Πίνακας IV).

Εκτός των παραπάνω χαρακτηριστικών των μηνιαίων απορροών, πρέπει ακόμα να τονισθεί πως για την ανάπτυξη και διαχείριση του «νερού» του ρεύματος «Κακοσγάλι», έχει μεγάλη σημασία και

η μελέτη της κατανομής των μεγεθών τους στους 12 μήνες του υδρολογικού έτους. Η κατανομή αυτή απεικονίζεται, μαζί με το αντίστοιχο ύψος των κατακρημνισμάτων, στο Σχήμα 4, ενώ στον Πίνακα V παρουσιάζονται και οι ποσοστιαίες αναλογίες των τιμών των μηνιαίων απορροών ως προς τη μέση ετήσια απορροή της λεκάνης.

Από το Σχήμα 4 που αναφέρθηκε παραπάνω διαπιστώνεται πως οι απορροές των μηνών Οκτωβρίου έως Φεβρουαρίου, αλλά και του Σεπτεμβρίου, είναι πολύ μικρότερες των αντίστοιχων κατακρημνισμάτων. Σε αντίθεση όμως με τους ανωτέρω μήνες, οι απορροές των υπόλοιπων διαφέρουν πρακτικά ελάχιστα των αντίστοιχων κατακρημνισμάτων, ή και ξεπερνούν αυτά. Η «περιπλοκή» αυτή των μηνιαίων απορροών και κατακρημνισμάτων γίνεται κατανοητή και επεξηγείται αν ληφθεί υπόψη πως τα χειμωνιάτικα κατακρημνίσματα (κυρίως Ιανουαρίου-Φεβρουαρίου) συγκροτούνται από χιόνι. Αυτά ανέρχονται στο 20-22% του ετήσιου ύψους των κατακρημνισμάτων (1.804 mm) και το λιώσιμο



Σχήμα 4. Χρονική κατανομή των μέσων μηνιαίων απορροών και κατακρημνισμάτων

Figure 4. Time distribution of mean monthly streamflow and precipitation

αυτού αυξάνει σημαντικά την υπεδάφια απορροή των πλαγιών της λεκάνης και στη συνέχεια και την απορροή του ρεύματος. Αναλυτικότερα, το λιώσιμο του χιονιού αρχίζει κυρίως από το Μάρτιο, κορυφώνεται τον Απρίλιο και τερματίζεται στις αρχές

αυτών ανέρχονται σε 82,4 και 37,8 mm και οι συντελεστές απορροής τους σε 89,6 και 78,8%, αντίστοιχα. Τα μεγάλα αυτά μεγέθη της απορροής τους φανερώνουν πως σχηματίζονται, εκτός της βροχής

Μαΐου. Το τελευταίο αυτό λιώσιμο προέρχεται από το χιονόστρωμα των υψηλότερων θέσεων της λεκάνης. Κατά συνέπεια, η απορροή του Μαρτίου (167,0 mm), υπολείπεται των αντίστοιχων κατακρημνισμάτων του (188,0 mm) μόνο κατά 21,0 mm, ενώ η απορροή του Απριλίου (183,0 mm) υπερβαίνει τα κατακρημνίσματα αυτού (127,0 mm) κατά 56,0 mm. Έτσι οι απορροές των δύο αυτών ανοιξιάτικων μηνών είναι υψηλότερες όλων των υπόλοιπων και αντιπροσωπεύουν το 15,9 και 17,4% αντίστοιχα, της μέσης ετήσιας απορροής της λεκάνης (Πίνακας V).

Εκτός των υψηλών απορροών του Μαρτίου και Απριλίου, δυσανάλογα υψηλές είναι επίσης και εκείνες του Μαΐου και Ιουνίου, αν συγκριθούν με τις αντίστοιχες βροχές τους. Οι απορροές των μηνών

Πίνακας V. Μέσες μηνιαίες απορροές και ποσοστιαία αναλογία τους ως προς τη μέση ετήσια απορροή
Table V. Mean monthly streamflow and percentage of it to the mean annual streamflow

Μήνας	Μέση μηνιαία απορροή (mm)	Ποσοστιαία αναλογία ως προς τη μέση ετήσια απορροή (%)	Μήνας	Μέση μηνιαία απορροή (mm)	Ποσοστιαία αναλογία ως προς τη μέση ετήσια απορροή (%)
Οκτώβριος	63,7	6,1	Απρίλιος	183,0	17,4
Νοέμβριος	88,5	8,4	Μάιος	82,4	7,8
Δεκέμβριος	130,3	12,4	Ιούνιος	37,8	3,6
Ιανουάριος	124,9	11,9	Ιούλιος	18,2	1,7
Φεβρουάριος	121,8	11,6	Αύγουστος	12,8	1,2
Μάρτιος	167,4	15,9	Σεπτέμβριος	20,9	2,0
Σύνολο έτους				1.052,0	100,0%

και από το τελευταίο λιώσιμο του χιονιού και κυρίως από υπεδάφια απορροή των πλαγιών της λεκάνης, η οποία κινούμενη εντός των μακροπόρων του εδάφους, καταλήγει βαθμιαία στην κοίτη του ρεύματος και αυξάνει την απορροή του.

Οι υψηλές και με κάποια χρονική υστέρηση απορροές των τεσσάρων μηνών που αναφέρθηκαν, ενώ είναι σημαντικότερες για τα παραρεμάτια ορεινά και πεδινά οικοσυστήματα, δεν λύνουν το οξύ πρόβλημα ζήτησης νερού για την άρδευση των καλλιέργειών στα κατάντη της λεκάνης. Και αυτό γιατί η μεγάλη ζήτηση νερού παρατηρείται το τρίμηνο Ιουλίου-Αυγούστου-Σεπτεμβρίου, όταν η απορροή του ρεύματος είναι ελάχιστη. Αναλυτικότερα η απορροή των τριών αυτών μηνών ανέρχεται μόνο σε (18,2), (12,8) και (20,9) mm, αντίστοιχα και αναλογεί μόνο στο (1,7), (1,2) και (2,0)% της μέσης ετήσιας απορροής της λεκάνης (Πίνακας V). Κατά συνέπεια, παρεμβάσεις στο ρεύμα «Καουσάλι» για συνεχή και αυξημένη ροή τη θερινή περίοδο, αλλά και ταμίευση νερού κοντά στις καλλιέργειες για την άρδευση αυτών την ίδια περίοδο, έχουν άμεση προτεραιότητα. Οι παρεμβάσεις αυτές περιγράφονται περιληπτικά στο επόμενο υποκεφάλαιο.

3.4 Παρεμβάσεις για ρύθμιση και αύξηση της απορροής του ρεύματος τη θερινή περίοδο

Οι παρεμβάσεις για ρύθμιση και αύξηση της βασικής απορροής ενός υδατορεύματος τη θερινή περίοδο που περιγράφονται παρακάτω, έχουν προταθεί από ειδικούς επιστήμονες ξηροθερμικών κυρίως χωρών και θα μπορούσαν να διακριθούν σε διάφορες κατηγορίες:

Αναλυτικότερα, στις παρεμβάσεις αυτές περιλαμβάνονται διάφοροι τύποι φραγμάτων που κατασκευάζονται στην κοίτη του ρεύματος για προσωρινή ταμίευση μέρους της απορροής του την υγρή περίοδο και αξιοποίηση αυτής την άνομβρη περίοδο (Baurne 1984, Ponce & Lindquist 1990). Σημαντική παρέμβαση είναι επίσης η διαχείριση των πρανών της κοίτης του ρεύματος και της παραρεμάτιας ζώνης αυτού για αύξηση της υγρασίας τους την υγρή περίοδο και τη βαθμιαία αποστράγγιση αυτής προς την κοίτη του ρεύματος και κατά τη θερινή περίοδο (DeBano & Heede 1987). Επιπλέον, διάφορες άλλες φυτοκομικές και φυτοτεχνικές ενέργειες στις πλαγιές της λεκάνης για προστασία του εδάφους από διάβρωση και αύξηση της ταχύτητας διήθησης αυτού ώστε να απορροφά την επι-

φανειακή απορροή, συμβάλλουν σημαντικά στην επιμήκυνση του χρόνου της απορροής τη θερινή περίοδο και στην αύξηση αυτής (Van Haveren 1986, Higgins et.al. 1989). Παρόμοιες παρεμβάσεις, αλλά εκτός των παρακείμενων θέσεων του υδρογραφικού δικτύου του ρεύματος και κοντά στις καλλιέργειες, είναι και η κατασκευή δεξαμενών και μικρών λιμνοκατασκευών, η ταμίευση νερού σ' αυτές κατά την υγρή περίοδο και η χρήση του κατά την περίοδο της μεγάλης ζήτησης (Μπαλούτσος, 2009).

Τέτοιες παρεμβάσεις, εκτός από το ρεύμα «Καουσάλι» της συγκεκριμένης εργασίας, μπορούν και πρέπει να γίνουν και σε άλλα ορεινά ρεύματα της χώρας μας για εξοικονόμηση νερού τη θερινή περίοδο. Διαφορετικά η Ελλάδα, ενώ είναι «πλούσια» χώρα σε ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, καταλήγει «φτωχή» σε νερό το καλοκαίρι. Αυτό γίνεται εμφανέστατο όχι μόνο κατά τη διάρκεια ξηρασιών, αλλά και συχνότερα, κατά την άνομβρη θερινή περίοδο όταν «στερεύουν» όλα τα ορεινά και περιβαλλοντικά υποβαθμισμένα ρεύματα. Η έλλειψη αυτή του νερού θα γίνει πιο αισθητή σύντομα στη χώρα μας αφού μεγάλος αριθμός νέων ανθρώπων (όπως κατέδειξαν τελευταία διάφορες δημοσκοπήσεις στα ΜΜΕ) σκοπεύει, λόγω της μεγάλης οικονομικής κρίσης, να στραφεί σε γεωργοκτηνοτροφικές και αγροτουριστικές δραστηριότητες στην περιφέρεια.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση, παρουσίαση και συζήτηση των αποτελεσμάτων της εργασίας μπορούν να εξαχθούν συνοπτικά τα παρακάτω συμπεράσματα:

Η μέση ετήσια απορροή της λεκάνης της περιόδου 1973-74 / 2004-05 και η τυπική της απόκλιση ανέρχονται σε 1052,00 mm και 485 mm αντίστοιχα. Το μέγεθος αυτό της απορροής αντιπροσωπεύει το 58% των αντίστοιχων κατακρημνισμάτων (συντελεστής απορροής) και είναι 3,2 και 2,5 φορές μεγαλύτερο από την αντίστοιχη υδατοσυγκράτηση και διαπνοή του δάσους της οξιάς. Η μέση ετήσια απορροή είναι ακόμα η υψηλότερη που έχει μετρηθεί σε δασικές πειραματικές λεκάνες στην Ελλάδα.

Οι ετήσιες απορροές των 32 ετών κυμαίνονται από 129,8 mm (1989-90) έως 2.245,5 mm (2002-03) και διαφέρουν από εκείνη του μέσου όρου της λεκάνης κατά -1,9 και 2,46 μονάδες τυπικής απόκλι-

σης, αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες ετήσιες απορροές κυμαίνονται σε μονάδες τυπικής απόκλισης μεταξύ των ακραίων παραπάνω τιμών. Οι ετήσιες απορροές παρουσιάζουν επίσης μεγάλη μεταβλητότητα, η οποία όμως δεν εμφανίζει περιοδικότητα, αλλά είναι τυχαία.

Οι μέσες μηνιαίες απορροές κυμαίνονται από 12,8 mm (Αυγούστου) έως 183,0 mm (Απριλίου). Σε συνέχεια του Απριλίου ακολουθούν ο Μάρτιος, Δεκέμβριος και Ιανουάριος με 167,4 – 130,3 – και 124,9 mm, αντίστοιχα. Οι υψηλές απορροές του Απριλίου και Μαρτίου οφείλονται στην κορύφωση του λιωσίματος του χιονιού που συσσωρεύεται τους χειμωνιάτικους μήνες.

Οι μήνες με τη μικρότερη απορροή είναι ο Αύγουστος, Ιούλιος και Σεπτέμβριος και οι τιμές τους αντιπροσωπεύουν το 1,2%, 1,7% και 2,0% αντίστοιχα της μέσης ετήσιας απορροής της λεκάνης. Και οι τρεις μήνες μαζί (θερινή περίοδος) αντιπροσωπεύουν το 4,9% της παραπάνω τιμής της ετήσιας απορροής της.

Η άκρως ανισομερής κατανομή των μηνιαίων απορροών της λεκάνης φανερώνει και επεξηγεί πλήρως τα μεγάλα προβλήματα έλλειψης νερού για άρδευση των καλλιεργειών των κατοίκων τη θερινή περίοδο στα κατάντη του στομίου της. Στην περίπτωση αυτή, έργα ρύθμισης της δίκαιας του ρεύματος (τεχνικά, φυτοτεχνικά και φυτοκομικά) και αύξησης της βασικής του απορροής τους καλοκαιρινούς μήνες, αλλά και έργα ταμίευσης νερού κοντά στις καλλιεργείες (δεξαμενές και μικρές λιμνοκατασκευές) είναι η καλύτερη λύση του προβλήματος. Τα έργα αυτά, στο σύστημα υδατορεύματος-λεκάνης για μείωση της μεγάλης διαφοράς μεταξύ προσφοράς και ζήτησης νερού το καλοκαίρι, υποστηρίζονται και προτείνονται και από πληθώρα ειδικών επιστημόνων ανά τον κόσμο. Η τεχνική αυτή ρύθμισης της ροής αφορά όχι μόνο στο συγκεκριμένο ρεύμα της μελέτης αλλά και σε πληθώρα άλλων στις ορεινές περιοχές της χώρας μας γενικότερα.

Study and investigation of annual and monthly streamflow characteristics of a forest experimental watershed in the Ossa mountain of eastern Greece

G. Baloutsos¹, At. Bourletsikas², K. Kaoukis²

ABSTRACT

The annual and monthly streamflow data for 32 water years (1973-74 / 2004-05) were measured and analyzed to determine streamflow characteristics in an experimental watershed 260 ha in area covered with beech forest, in the Ossa Mountain of eastern Greece. Also, the possibility of improvement the flow regime of the stream during summer months, for profitable utilization of the water in the cultivated land downstream of the watershed, was considered. The mean annual streamflow of the watershed was 58% of the corresponding precipitation (1,804 mm). This percentage was the highest that had ever been observed in forest experimental watersheds in Greece. The streamflow of the 32 water years ranged from 129.8 to 2,245.0 mm and the mean value and standard deviation were 1,052.0 and 485.0 mm, respectively. The coefficient of variation was 46.1%. The mean monthly values of streamflow ranged from 12.8 mm (August) to 183.0 mm (April) and the coefficient of variation from 46.1% (August) to 256.9% (September). April and March were the months with the highest streamflow (183.0 and 164.7 mm respectively) and this was due to peaked melting snow. August, July and September were the months with the lowest streamflow (12.8, 18.2 and 20.9 mm respectively) and these values, as a percentage of the mean annual streamflow of the watershed, were 1.2, 1.7 and 2.0%, respectively. This very small percentage of streamflow during the summer months was insufficient for irrigation of the cultivated land downstream of the watershed. So, increase of base flow of the stream and water storage for regulating the flow regime of it, were the necessary actions to be taken. For this purpose,

1 Forester-Hydrologist, former senior researcher of the National Agriculture Research Foundation, Athens. Present address: 138, Emm. Benaki street, 114-73, Athens. Teleph.: 210 3300578, e-mail: balgeorg@otenet.gr.

2 Hellenic Agricultural Organization – “Demeter”. Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology. Tel.: 2107782125, e-mail: mpai@fria.gr.

technical, bio-technical and biological works in the channel – basin system of the stream were proposed and evaluated, for mitigating the large difference between water supply and demand in summer periods and improving the irrigation results in the cultivated land downstream of the watershed.

Key words: experimental watershed, beech forest, annual-monthly streamflow, flow regime, irrigation, cultivated land.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Baurne, G., 1984.** Trap dams: Artificial subsurface storage of water. *Water International*, Vol. 9:2-9.
- De Bano, L. F. and Heede B. H., 1987.** Enhancement of riparian ecosystems with channel structures. *Water Resources Bulletin*, Vol. 23 (3): 463-470.
- Dunne, T. and Leopold L.B., 1978.** Water in Environmental Planning. Freeman W.H. and Company, U.S.A., pp.818.
- Herbst, M., Eschenbach, C. and Kappen, L., 1999.** Water use in neighboring stands (*Fagus sylvatica* L.) and black alder (*Alnus glutinosa* L.), *Gaertn. Ann. For. Sci*, 56: 107-120.
- Higgins, D.A., Tiedemann, A.R., Guigley, T.M. and Marx, D. B., 1989.** Streamflow characteristics of small watersheds in the Blue Mountains of Oregon. *Water Resources Bulletin*, Vol. 25 (6): 1131-1149.
- Θαλασσινός, Ελ., 1991.** Ανάλυση χρονολογικών σειρών, Μεθοδολογία Βοξ-Jenkins. Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Εκδόσεις Α. Σταμούλης, σελ. 180.
- Καραμήτρος, Ε., 1974.** Αι εν Ελλάδι έρευναί επί πειραματικών λεκανών απορροής. Ελληνική Γεωλογική Εταιρεία, Τομ. Χ1 (1): 155-173.
- Ledger, D. C., 1975.** The water balance of an exceptionally wet catchment area in West Africa. *J. Hydrol*, 24: 207-214.
- Lehner, I., Teuling, A.J., Quartz, J. and Seneviratne, S.I. 2010.** Long term water balance in the pre-alpine Rietholzbach catchment: First comparison of evapotranspiration estimates. In "Status and Perspective of Hydrology in Small Basins, edited by A. Herrmann and S. Schumann, IAHS Publication 336, pp: 54-58.
- Marks, D., Hock, R., Lehnig, M., Hayashi, M. and Gurney, R., 2009.** Hydrology in Mountain Regions: Observations, Processes and Dynamics. IAHS Publication 326, pp.182.
- Moran – Tejada, E., Ceballos-Barbancho, A. and Llorente-Pinto, J.M., 2010.** Hydrological response of Mediterranean headwaters to climate oscillations and land-cover changes: The mountains of Duero River basin (Central Spain). *Global and Planetary Change*, 72: 39-49.
- Μπαλούτσος, Γ., 2001.** Δασικές πειραματικές λεκάνες απορροής: Η συμβολή τους στη διαχείριση των υδατικών πόρων της Ελλάδας. Περιοδικό «ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.», Τεύχος 16: 8-9.
- Μπαλούτσος Γ., Μπουρλέτσικας Αθ. και Καούκης Κων., 2004α.** Υδατοσυγκράτηση, διαπερώσα βροχή και κορμοαπορροή με συνθήκες ομιχλοβροχής σε συστάδα οξιάς της Α. Όσσας. Δασική Έρευνα, Τομ. 17: 55-72.
- Μπαλούτσος Γ., Καούκης Κων., Μπουρλέτσικας Αθ. και Τσαγκάκη Κ., 2004β.** Τα ατμοσφαιρικά κατακορημνίσματα στην Καρίτσα της Όσσας (Κισιάβου) της περιόδου 1971-2003. Δασική Έρευνα, Τομ. 17: 87-98.
- Μπαλούτσος Γ., Μπουρλέτσικας Αθ. και Καούκης Κων., 2005.** Μελέτη και διερεύνηση χαρακτηριστικών ομιχλοβροχής στο ελατοδάσος Αγίου Νικολάου Ευρυτανίας. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, Τομ. 16(1): 34-45.
- Μπαλούτσος Γ., 2009.** Μέτρα εξοικονόμησης νερού από τις βροχές στα βουνά της χώρας μας: Μία πρώτη γραμμή άμυνας κατά των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος. Περιοδικό «ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.», Τεύχ. 37: 20-25.
- Osuch, B., Gadek , W., Homa, A., Cebulska, M., Szczepanek, R. and Hebda-Malocha, A., 2009.** Methods of estimating the elements of water balance in a forested catchment basin. *J. of Water and Land Development*, Vol. 13a: 19-40.
- Parada, L.M. and Liang Xu, 2010.** A novel approach to infer streamflow signals for ungauged basins. *Advances in Water Resources*, Vol. 33: 372-386.
- Ponce, V.M. and Lindquist, D. S., 1999.** Management of base flow augmentation: A review. *Water Resources Bulletin* , Vol. 26(2): 259-268.
- Reinhart, K. and Pierce, R., 1964.** Stream-gaging stations for research on small watersheds. U.S.D.A., Forest Service, Agriculture Handbook N° 268.
- Roberts, J. and Rosier, P.T.W., 1994.** Comparative estimates of transpiration of ash and beech forest

- at a chalk site in southern Britain. *J. Hydrol.*, 162: 229-245.
- Rowe, L.K. and Fahey, B.D., 1991.** Hydrology and water chemistry changes after harvesting small indigenous forest catchments, Westland, New Zealand. In *Sediment and Stream Water Quality in a Changing Environment: Trends and Explanation*, IAHS, Publication 203, pp: 259-266.
- Σακκάς, Ι.Γ., 2004.** Τεχνική Υδρολογία, Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων. Τόμος 1, εκδόσεις Αϊβάζη, Θεσσαλονίκη, σελ. 787.
- Schipka, F., Heimann, J. and Leuschner, Ch., 2005.** Regional variation in canopy transpiration of Central European beech forests. *Oecologia*, Vol. 143:260-270.
- Van Haveren, B.P., 1986.** Management of instream flows through runoff detention and retention. *Water Resources Bulletin*, Vol. 22(3):399-404.
- Vouzaras, A., 1999.** A forest treatment applied to mature evergreen sclerophyllous forests of Western Greece increases water yield and serves multiple purposes. In "Proceedings of the International Occasional Symposium of the European Grassland Federation", Thessaloniki, Greece, edited by Papanastasis, V.P., Frame, J. and Nastis, A.S., pp:317-322.

Σχεδιασμός καθίσματος εργασίας με βάση ανθρωπομετρικά στοιχεία

Ε.Ζ. Πρεμενιώτου, Π.Ν. Ευθυμίου*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παραθέσει τις βασικές αρχές του εργονομικού σχεδιασμού καθίσματος εργασίας με βάση ανθρωπομετρικά στοιχεία. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι βασικές εργονομικές διαστάσεις που πρέπει να ακολουθούνται κατά τον σχεδιασμό καθισμάτων εργασίας σύμφωνα με διεθνή και εθνικά πρότυπα καθώς και μελέτες που έχουν εκπονηθεί από επιστήμονες για το συγκεκριμένο αντικείμενο.

Τα καθίσματα εργασίας όπως και όλα τα έπιπλα πρέπει να σχεδιάζονται με γνώμονα το ανθρώπινο σώμα και τις ανάγκες του, έτσι ώστε να είναι λειτουργικά. Συγκεκριμένα οι καρέκλες πρέπει να σχεδιάζονται σύμφωνα με ανθρωπομετρικά στοιχεία και διαστάσεις.

Η εφαρμογή των αρχών της Εργονομίας στο σχεδιασμό επίπλων εργασίας γενικότερα αλλά και στο σχεδιασμό καθισμάτων εργασίας ειδικότερα, είναι επιβεβλημένη. Η προσαρμογή των επίπλων στον άνθρωπο θεωρείται αναγκαία, αφού δημιουργεί όλες εκείνες τις προϋποθέσεις για αύξηση της παραγωγικότητας, της ασφάλειας και της υγιεινής κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιακών καθηκόντων.

Λέξεις κλειδιά: ανθρωπομετρικά στοιχεία, διαστασιακές απαιτήσεις καθίσματος, σχεδιασμός καθισμάτων, ανθρωπομετρικές διαστάσεις, κάθισμα εργασίας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σημερινή τεχνολογικά αναπτυγμένη και αναπτυσσόμενη κοινωνία, ο σχεδιασμός σε όλα τα επίπεδα της βιομηχανικής παραγωγής κρίνεται απαραίτητος για την εμπορική επιτυχία των προϊόντων.

Ο μελετητής θα πρέπει να γνωρίζει τις διαστάσεις και τις σχέσεις μεταξύ των μερών του ανθρώπου, τον χώρο που καταλαμβάνει ο άνθρωπος σε διάφορες θέσεις, τις διαστάσεις των διαφόρων αντικειμένων που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για να προσδιορίζει από αυτά τα κατάλληλα μεγέθη των επίπλων, την ενδεδειγμένη τοποθέτησή τους για να εξυπηρετείται στην εργασία του και τις ελάχιστες διαστάσεις των χώρων όπου κινείται καθημερινά (Neufert 2000).

Ειδικότερα ο σχεδιασμός καθίσματος απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις τεχνολογίας ξύλου και υλικών, αρχών αισθητικής, τέχνης, βιομηχανικού σχεδιασμού, σχεδιασμού εσωτερικών χώρων, αρχιτεκτονικής, εργονομίας και ανθρωπομετρίας. Σύμφωνα με τον Postell (2007) ο Mies van der Rohe κάποτε είπε: «Η καρέκλα είναι πολύ δύσκολο αντικείμενο. Ένας ουρανοξύστης είναι ευκολότερος». Η παραπάνω άποψη μπορεί εύκολα να εξηγηθεί αν κάποιος

λάβει υπόψη ότι :

- η καρέκλα είναι προέκταση του σώματος του χρήστη της και κανένας χρήστης δεν είναι ίδιος με τον άλλο
- η καρέκλα χρησιμοποιείται για διαφορετικούς σκοπούς (π.χ. για διάβαση, γράψιμο, ξεκούραση κ.τ.λ.)
- κατά τη διάρκεια της καθιστής στάσης το σώμα έχει ανάγκη να κουνιέται και να αλλάζει θέσεις.

Αρχές Ανθρωπομετρίας στον σχεδιασμό προϊόντων

Η διαδικασία σχεδιασμού χώρων και εξοπλισμού με βάση ανθρωπομετρικά στοιχεία περιλαμβάνει τα εξής βήματα (Λάιος κ.α., 2004):

1. Προσδιορισμός του πληθυσμού των χρηστών πελατών του προϊόντος

Βασικό ερώτημα που τίθεται κατά τον σχεδιασμό αντικειμένων είναι με ποια μεθοδολογία μπορεί να επιτευχθεί η χρήση ανθρωπομετρικών στοιχείων και αν τα αντικείμενα πρέπει να ταιριάζουν απόλυτα στα μέτρα του κάθε χρήστη. Είναι σαφές πως αν ληφθούν υπόψη οι μεγάλες ατομικές διαφορές ο εξατομικευμένος σχεδιασμός θα είχε ως αποτέλεσμα τεράστιο οικονομικό κόστος που θα καθι-

* Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης - Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος - Τομέας Συγκομιδής και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων - Τ.Θ. 227 - Τ.Κ. 54124, Θεσσαλονίκη - τηλ.: 2310998873.

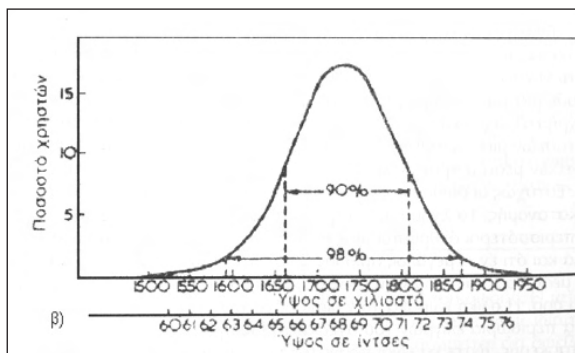
στούσε αδύνατη την παραγωγή τέτοιων προϊόντων. Επομένως θα πρέπει να υπάρχει ένας αποδεκτός βαθμός προσαρμογής των χρηστών σε προϊόντα που δεν είναι απόλυτα προσαρμοσμένα στις σωματικές τους διαστάσεις (Λάιος κ.α., 2004). Γι' αυτό, οι σχεδιαστές προσπαθούν να καλύψουν τις ανάγκες όσο το δυνατό περισσότερων ανθρώπων. Έτσι συνήθως καλύπτουν το 90% της κατανομής των ανθρώπων (κανονική κατανομή, Σχήμα 1) που σημαίνει ότι ένα ποσοστό 10% (5% σε κάθε άκρη) δεν λαμβάνεται υπόψη στην σχεδίαση (Μπάμπαιλης, 2007).

2. Προσδιορισμός των διαστάσεων του αντικειμένου (προϊόν, χώρος, θέση εργασίας κλπ.) που σχετίζονται με ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.
3. Αντίληψη ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών από υπάρχουσες σχετικές πηγές ή μέσω μετρήσεων.
4. Ανάλυση των περιορισμών που επιβάλλουν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά στον σχεδιασμό, π.χ. από πλευράς ανοχών, προσπέλασης, οπτικών γωνιών, στάσης σώματος, ανατομίας, κινήσεων. (Pheasant, 1996)
5. Καθορισμός κριτηρίων που καθορίζουν την αποδεκτή εναρμόνιση χρηστών και αντικειμένου (ασφάλεια, αποτελεσματικότητα, άνεση, αισθητική).

Ανθρωπομετρικές διαστάσεις και αίτια διακυ-

Σχήμα 1. Το 90% αυτού του δείγματος χρηστών διαφέρει στο ύψος κατά 150 mm, το 98% κατά 280 mm και το 100% κατά ένα μεγαλύτερο αλλά άγνωστο αριθμό (Λάιος, 2004).

Figure 1. 90% of this sample of users differs in height by 150 mm, 98% by 280 mm and 100% by a higher but unknown number

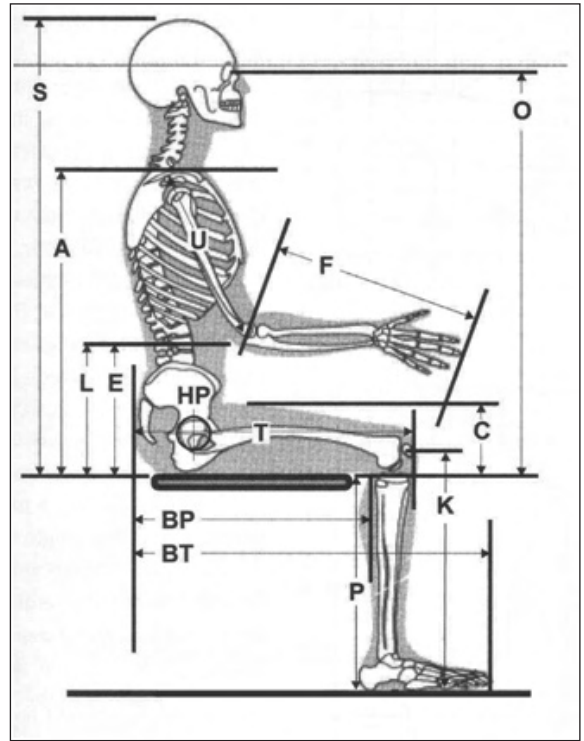


μάνσεών τους

Ο αριθμός των ανθρωπομετρικών διαστάσεων είναι άπειρος αφού κάθε νέα θέση εργασίας προσδιορίζεται από διαφορετικές στάσεις και κινήσεις και το κάθε νέο προϊόν μπορεί να απευθύνεται όχι

Σχήμα 2. Παράδειγμα μέτρησης ανθρωπομετρικών διαστάσεων (Postell, 2007)

Figure 2. Example of measuring anthropometric dimensions (Postell, 2007)



- S ύψος σε καθιστή κάθετη στάση
- O ύψος οράσεως
- A ύψος ώμου
- U μήκος ανώτερου βραχίονα
- F μήκος πήχyu χεριού
- L ύψος οσφυϊκής περιοχής
- E ύψος αγκώνα
- C πάχος μηρών (για ελεύθερη κίνηση κάτω από το γραφείο)
- K ύψος γονάτου
- P ύψος δαπέδου-πίσω μέρος γονάτου(κλειδώση)
- BP μήκος γλουτού-πίσω μέρος γονάτου
- BT μήκος γλουτού-άκρη δαχτύλων ποδιού

μόνο σε τοπικές, αλλά και σε παγκόσμιες αγορές. Παρόλα αυτά, για λόγους οικονομίας, οι ανθρωπομετρικές διαστάσεις παρουσιάζονται με τη μορφή πινάκων ανάλογα με την ηλικία, το φύλο, την εθνότητα, την στάση κ.τ.λ. Στο Σχήμα 2 φαίνονται βασικές ανθρωπομετρικές διαστάσεις, χωρίς βέβαια αυτό να σημαίνει ότι υπάρχουν μόνο αυτές.

Οι άνθρωποι διαφέρουν όχι μόνο στο ύψος αλλά και σε άλλες διαστάσεις και μάλιστα υπάρχει μεγά-

λη απόκλιση μεταξύ αυτών. Οι γεωμετρικές διαστάσεις του ανθρώπου εξαρτώνται από: το φύλο, την ηλικία, την φυλή, το πολιτισμικό επίπεδο και την εξέλιξη-γήρανση (Schmidtke, 1981 και Pheasant, 1996).

Οι γυναίκες στην Κεντρική Ευρώπη π.χ. είναι κατά μέσο όρο 10 cm κοντότερες από τους άνδρες, τα άκρα τους σε σχέση με το σώμα τους είναι κοντότερα, η λεκάνη φαρδύτερη και οι ώμοι σχετικά στενοί.

Διαφορές σε δείγματα πληθυσμών από διαφορετικές χώρες παρατηρούνται τόσο σε απόλυτα μεγέθη όσο και σε αναλογίες μεγεθών. Το ανάστημα π.χ. των λαών της Μεσογείου είναι βραχύτερο εκείνων των Βορείων Ευρωπαίων, όμως οι αναλογίες των διαστάσεων είναι περίπου όμοιες, ενώ ο μαύρος πληθυσμός των λαών της Αφρικής έχει αναλογικά μακρύτερους μηρούς από τους Ευρωπαϊκούς λαούς.

Οι ανθρωπομετρικές διαστάσεις αλλάζουν ακόμα λόγω της διατροφής, της περιθάλψης, της βελτίωσης της οικονομικής κατάστασης. Μεγάλες αλλαγές παρατηρούνται σε χώρες όπου οι συνθήκες διαβίωσης βελτιώθηκαν πρόσφατα. Στις δυτικές οικονομίες, η αλλαγή στις ανθρωπομετρικές διαστάσεις είναι μικρότερη σήμερα σε σχέση με το παρελθόν αφού το βιοτικό επίπεδο παραμένει σταθερά υψηλό τα τελευταία 30-50 χρόνια.

Από όλα τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι απαιτείται συνεχής ενημέρωση των ανθρωπομετρικών δεδομένων έτσι ώστε να σχεδιάζονται όσο το δυνατόν καλύτερα προϊόντα προσαρμοσμένα στους χρήστες. Στους Πίνακες I, II και III φαίνονται οι διακυμάνσεις στις ανθρωπομετρικές διαστάσεις πληθυσμών της Ελλάδας, της Β. Αμερικής και του Βελγίου.

Κάθισμα εργασίας

Ο σκοπός του καθίσματος είναι να παρέχει σταθερή υποστήριξη στο ανθρώπινο σώμα όταν βρίσκεται σε καθιστή στάση (Pheasant 1996), δηλαδή πρέπει να παρέχει στον χρήστη του:

- Άνεση για το χρονικό διάστημα χρήσης του

Πίνακας I. Μετρήσεις για καθιστή στάση από δείγμα Ελληνικού πληθυσμού ηλικίας 19-65 ετών, σε χιλιοστά.

Table I. Measurements of seated position from sample of Greek population aged 19-65 years, in millimetres.

Διαστάσεις, σε mm	Άντρες			Γυναίκες		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
Ύψος	1655	1777	1898	1500	1620	1731
Εσωτερικό γονάτου-πάτωμα	487	513	548	383	400	454
Εσωτερικό γονάτου-γλουτοί	451	482	524	359	427	500
Αγκώνας-ύψος καθίσματος	208	226	282	190	216	280
Ωμοί-ύψος καθίσματος	580	626	672	545	590	607
Ύψος για κάθισμα	846	913	977	841	900	935
Πλάτος ισχίων	301	321	364	282	359	415
Εξωτερική απόσταση αγκώνων	425	509	541	314	437	495
Εξωτερική απόσταση ώμων	396	456	496	307	380	456

Πηγή : Λάιος κ.α., 2004

Πίνακας II. Ανθρωπομετρικές διαστάσεις (μαζί με τα ρούχα) από την BIFMA (=Business and Institutional Furniture Manufactures Association) (Ergonomics Guidelines, 2002).

Table II. Anthropometric dimensions (with clothes) from BIFMA (=Business and Institutional Furniture Manufactures Association) (Ergonomics Guidelines, 2002).

Διάσταση	Σχήμα 3.14	Γυναίκα (σε mm)	Άνδρας(σε mm)
Μέγιστο ύψος προσέγγισης ὀρθίου ανθρώπου	A	1902-2205	2062-2380
Ύψος ανθρώπου	B	1529-1737	1646-1867
Ύψος οράσεως ὀρθίου ανθρώπου	C	1445-1651	1560-1773
Μέγιστη ἔκταση χεριῶν ὀρθίου ανθρώπου	D	782-917	859-1003
Ύψος καθισμένου ανθρώπου	E	795-909	853-973
Ύψος οράσεως καθισμένου ανθρώπου	F	1082-1240	1176-1336
Ύψος γονάτου καθισμένου ανθρώπου	G	503-589	544-635
Βάθος καθίσματος	H	429-518	450-536

Πηγή: Openshaw et al, 2006

- Ικανοποίηση
 - Καταλληλότητα για την χρήση που προορίζεται
- Το μέγεθος, το υλικό και η μορφή των καθισμάτων πρέπει να παρέχουν εργονομική υποστήριξη και πρακτική λειτουργία. Οι διαστάσεις και τα λειτουργικά καθήκοντα του χρήστη θεωρούνται πολύ σημαντικά στοιχεία κατά το σχεδιασμό καθισμάτων. Επιπλέον κατά τον σχεδιασμό υποστηρικτικών μέσων (επίπλων) του ανθρώπινου σώματος πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τέσσερις λειτουργικοί παράγοντες (Postell 2007):

Πίνακας III. Κατανομή του πληθυσμού του Βελγίου (ανδρών και γυναικών ηλικίας 18-65 ετών) (2005).

Table III. Distribution of the population of Belgium (men and women aged 18-65 years) (2005).

Διάσταση, mm	Ηλικία 18-65				
	1%	5%	M.O.	95%	99%
Ύψος γλουτών	794	823	894	965	994
Ύψος οράσεως	689	716	782	848	875
Ύψος ώμου	515	538	594	650	673
Ύψος αγκώνα	188	204	244	284	300
Κάθετη απόσταση δαπέδου-πίσω μέρος γονάτου	385	403	446	489	507
Πάχος μηρών	116	126	149	172	182
Μήκος γλουτού-πίσω μέρος γονάτου	435	453	496	539	557
Μήκος γλουτού-εμπρόσθιο μέρος γονάτου	532	554	607	660	682
Μήκος γλουτού- φτέρνας	928	966	1058	1150	1188
Μήκος αγκώνα-ακροδαχτύλων	277	294	335	376	393
Μέγιστη έκταση χεριών	651	685	767	850	884
Κοιλιακό πλάτος	167	188	237	287	307
Πλάτος γοφών	305	329	387	445	469
Πλάτος ώμων	363	385	438	491	513
Πλάτος αγκώνων	365	391	454	517	543

Πηγή: Motmans, 2005

1. Υποστήριξη του βάρους του χρήστη
2. Ελάττωση πίεσης σε επίμαχα σημεία του σώματος
3. Ελευθερία κίνησης
4. Διατήρηση οσφυϊκής λόρδωσης

Η τεχνολογική ανάπτυξη έχει ως συνέπεια οι άνθρωποι να παραμένουν καθιστοί για πολλές ώρες την ημέρα και μάλιστα στην ίδια θέση. Κάτι τέτοιο δημιουργεί πολλά προβλήματα. Ένα κάθισμα όσο προσεκτικά σχεδιασμένο κι αν είναι, δεν εγγυάται απόλυτη άνεση και αποδοτικότητα για μεγάλο διάστημα (Λάιος κ.α., 2004).

Σύμφωνα με την αρχιτέκτονα Παπαγεωργίου - Σεφερτζή (1975) υπάρχουν τρεις προϋποθέσεις για αναπαικτική στάση :

1. Η στάση του καθισμένου πρέπει να είναι τέτοια ώστε τα φορτία του σώματος να παραλαμβάνονται ομοιόμορφα από τις αντίστοιχες μυϊκές ομάδες έτσι ώστε να μην προκαλούνται υπέρμετρες τάσεις σε μεμονωμένες μυϊκές ομάδες.
2. Ο καθισμένος πρέπει να έχει τη δυνατότητα κατά διάφορα χρονικά διαστήματα να αλλάζει θέσεις έτσι ώστε να εναλλάσσονται οι φορτίσεις στις δι-

άφορες μυϊκές ομάδες γιατί σε αντίθετη περίπτωση προκαλείται κόπωση.

3. Κατά την καθιστή στάση καμιά λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού, όπως π.χ. κυκλοφορία αίματος, εφίδρωση δεν πρέπει να παρεμποδίζεται ούτε και πρέπει να πιέζεται και να διαταράσσεται το νευρικό σύστημα.

Ανθρωπομετρικά στοιχεία στον σχεδιασμό καθισμάτων

Η στήριξη του βάρους του κορμού, η υποστήριξη της πλάτης και της οσφυϊκής περιοχής, η στήριξη των χεριών, των ποδιών και του κεφαλιού είναι ορισμένα από τα αντικείμενα που μελετά ο υποκλάδος της Ανθρωπομετρίας κατά τον εργονομικό σχεδιασμό επίπλων (Παπαγεωργίου-Σεφερτζή, 1975).

Οι σχεδιαστές καθισμάτων τις περισσότερες φορές δίνουν μεγάλη σημασία στη διαμόρφωση της επιφάνειας του καθίσματος πιστεύοντας πως με την κατασκευή επιφανειών μεγάλων διαστάσεων εξασφαλίζουν ένα αναπαικτικό και ξεκούραστο κάθισμα για τον άνθρωπο. Πιστεύουν πως με αυτόν τον τρόπο πετυχαίνουν καλύτερη κατανομή του βάρους του

ανθρώπινου σώματος και σταθερή ξεκούραση των μηρών. Κάτι τέτοιο όμως, αν και φαίνεται λογικό, δε συμβαίνει.

Από τη μελέτη της ανατομίας του ανθρώπινου σώματος έχει αποδειχθεί ότι οι μαλακοί ιστοί των μηρών δεν μπορούν να στηρίξουν ούτε το δικό τους βάρος, πόσο μάλλον το βάρος όλου του σώματος. Το μόνο στοιχείο του μηρού που μπορεί να δεχθεί πιέσεις είναι το μηριαίο οστό, το οποίο όμως αν φορτιστεί με ολόκληρο το βάρος του πάνω μέρους του σώματος θα καταπονηθεί. Αυτό έχει επιζήμιες επιδράσεις στους μυς και στα νεύρα, περιορίζει τη ροή αίματος και καταπονεί τις διακλαδώσεις των νεύρων που βρίσκονται στο κάτω μέρος των μηρών. Έτσι ο καθισμένος αισθάνεται δυσφορία και συχνά μούδιασμα στα κάτω άκρα.

Για να κάθεται κάποιος αναπαικτικά δεν αρκεί μόνο να υπάρχει στήριξη στους γλουτούς του, αλλά και στην οσφυϊκή περιοχή και έπειτα στην περιοχή της πλάτης. Έχει παρατηρηθεί από σχετικές έρευνες ότι άνθρωποι ηλικίας πάνω από τα 30 χρόνια αρχίζουν να αισθάνονται ενοχλήσεις στο κάτω μέρος

της πλάτης τους μετά κυρίως από πολύωρο κάθισμα, λόγω μη υποστήριξης της οσφυϊκής περιοχής. Μια αναπαικτική και ισορροπημένη καθιστή στάση πετυχαίνεται όταν η γωνία του κορμού με τους μηρούς είναι 135°. Κάθε μείωση της γωνίας αυξάνει την πίεση στους χαμηλούς μεσοσπονδύλιους δίσκους δηλ. στην οσφυϊκή περιοχή.

Η υποστήριξη των χεριών σε ένα κάθισμα δεν είναι απαραίτητη κυρίως όταν υπάρχει μπροστά στο κάθισμα μια επιφάνεια όπου μπορεί να ακουμπήσει αυτός που κάθεται τα χέρια του. Σε περιπτώσεις όμως ανάπαυσης (διάβασμα βιβλίου, θέσεις κινηματογράφου κ.λ.π.) είναι σωστότερο να υπάρχουν στηρίγματα για τα χέρια, γιατί όταν κρέμονται δημιουργείται από το βάρος τους κόπωση στην περιοχή των ώμων και της ωμοπλάτης.

Η στήριξη των ποδιών σε ένα αναπαικτικό κάθισμα κρίνεται απαραίτητη. Όταν τα πόδια κρέμονται ή μόλις ακουμπούν στο πάτωμα παρατηρείται μούδιασμα και κακή κυκλοφορία του αίματος, επειδή πιέζεται το κάτω μέρος των μηρών άρα και οι αρτηρίες και τα νεύρα που περνούν από εκεί. Μια ξεκούραστη θέση σύμφωνα με την Παπαγεωργίου-Σεφερτζή (1975) για τα πόδια είναι όταν το γόνατο είναι λυγισμένο περίπου στις 45°.

Τέλος, η υποστήριξη του κεφαλιού δεν είναι απαραίτητη στις περισσότερες περιπτώσεις καθιστικής εργασίας. Η απαίτηση αυτή παρουσιάζεται σε μερικές περιπτώσεις μόνο όπως οδήγηση αυτοκινήτου, χαλαρό διάβασμα κ.α. για να μη δημιουργείται κόπωση στους μύς του λαιμού.

Διαστασιακές απαιτήσεις καθίσματος

Οι κυριότερες διαστασιακές απαιτήσεις του καθίσματος που προκύπτουν από τα ανθρωπομετρικά μεγέθη του πληθυσμού, την ειδική χρήση για την οποία προορίζεται το κάθισμα και άλλα στοιχεία του περιβάλλοντος είναι: το ύψος του καθίσματος, το βάθος επιφάνειας του καθίσματος, το πλάτος επιφάνειας του καθίσματος, η θέση των χειροστηριγμάτων, η κλίση της επιφάνειας και της πλάτης του καθίσματος και οι διαστάσεις της πλάτης του καθίσματος (Παπαγεωργίου-Σεφερτζή, 1975).

Ύψος καθίσματος

Το ύψος του καθίσματος πρέπει να είναι τέτοιο ώστε το μεγαλύτερο μέρος των μηρών του ατόμου που κάθεται (περίπου τα 2/3) να ακουμπά στο υπόστρωμα του καθίσματος, να ακουμπά ολόκληρο το πέλμα του ποδιού στο δάπεδο και να υπάρχει

ελεύθερος χώρος κίνησης για τα πόδια. Αν το ύψος του καθίσματος της καρέκλας είναι υψηλό, τότε παρεμποδίζεται η κυκλοφορία του αίματος στα κάτω άκρα αφού πιέζονται οι μηροί στο υπόστρωμα, ενώ αν το ύψος της καρέκλας είναι χαμηλό τότε επιβαρύνεται το πίσω μέρος των γλουτών (Μανδρούκας, 1999) (Σχήματα 3,4,5 και 6).

Το ύψος το οποίο κάθεται κανείς εξαρτάται από το μήκος της κνήμης και την καμπυλότητα των μηρών. Η καμπυλότητα των μηρών είναι διαφορετική σε κάθε άνθρωπο. Γενικά, στις γυναίκες είναι μεγαλύτερη αλλά όταν φορούν παπούτσια με τακούνι η διαφορά αυτή εξισώνεται (Παπαγεωργίου-Σεφερτζή, 1975).

Μια σταθερή καρέκλα που απευθύνεται και στα δύο φύλα πρέπει να έχει ύψος 40-42 cm. Τέτοια καρέκλα είναι κατάλληλη για το 75% του ανδρικού πληθυσμού και το 40% του γυναικείου (ή το 60% όταν φορούν τακούνια) (Παπαγεωργίου-Σεφερτζή, 1975).

Για ρυθμιζόμενα ύψη καθισμάτων επιστήμονες και οργανισμοί που δραστηριοποιούνται στον χώρο της Εργονομίας προτείνουν:

Οι Grandjean (1979) και Schmitdke (1981) προτείνουν τα καθίσματα να έχουν ρυθμιζόμενο ύψος 38-53 cm, ο Lange (1981) 42-50 cm σύμφωνα με τα πρότυπα DIN 4551 και 4552, ο REFA (1984) 35-50 cm, ο Μανδρούκας (1999) 39-54 cm, ο Neufert (2004) 42-54 cm, οι Λάιος κ.α. (2004) προτείνουν 38-56 cm με δυνατότητα προσαρμογής 11,4 cm σύμφωνα με τα πρότυπα από τη Διεθνή Εταιρεία Ανθρώπινου Παράγοντα και Εργονομίας (BSR/HFES 100, 2002) και η Breimer (2005) 40-51 cm (DIN 4551). Στην Ελλάδα ο ΕΛΟΤ (=Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης) υιοθέτησε το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 1335-1:2000 όσον αφορά τις διαστάσεις καθισμάτων εργασίας γραφείου το οποίο αναφέρει ως ύψος ρυθμιζόμενου καθίσματος 40-51 cm. Σημειώνεται ακόμα πως αν δεν ρυθμίζεται το ύψος του καθίσματος είναι καλύτερα να επιλέγεται ύψος καθίσματος κοντά στο κατώτερο όριο της κλίμακας.

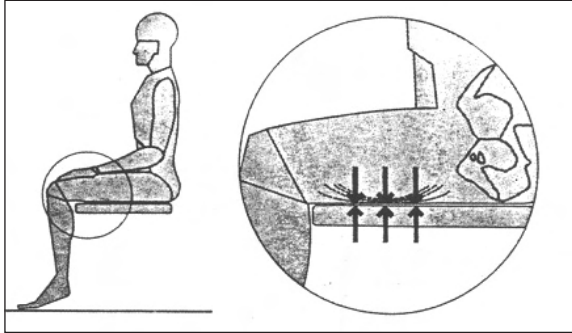
Όλες οι παραπάνω απόψεις απεικονίζονται στον Πίνακα IV.

Βάθος επιφάνειας του καθίσματος

Η ανθρωπομετρική διάσταση που καθορίζει το μέγιστο βάθος είναι το μήκος των μηρών. Το βάθος της καρέκλας δεν πρέπει να ξεπερνάει τη διάσταση αυτή γιατί τότε ο καθισμένος αρχίζει να αισθάνεται ενοχλήσεις στις γάμπες ή πρέπει να καθίσει πολύ

Σχήμα 3. Οι μυϊκές επιφάνειες κάτω από τους μηρούς πιέζονται πάνω στο κάθισμα λόγω του βάρους όταν η επιφάνεια του καθίσματος είναι σε μεγάλο ύψος (Κυριακάκης, 1986).

Figure 3. The muscular regions under the legs are pressed because of the weight, when the seat-surface is in great height.



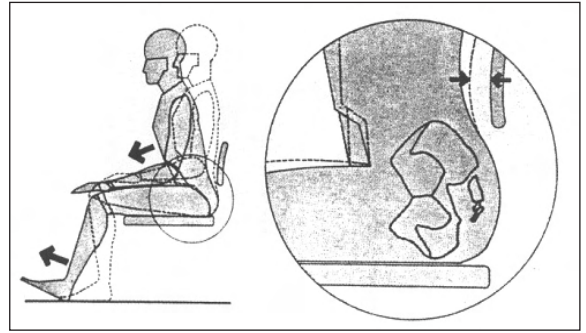
Σχήμα 5. Μη αναπαικτική καθιστή στάση (Department of Industrial Relations, 2005).

Figure 5. Non-convenient sitting position. (Department of Industrial Relations, 2005).



Σχήμα 4. Ο κορμός του σώματος κλίνει προς τα εμπρός και τα πόδια εκτείνονται πολύ μπροστά από το κάθισμα όταν η επιφάνεια του καθίσματος είναι σε μικρό ύψος (Κυριακάκης, 1986).

Figure 4. The torso of the body is reclined to the front and the feet are extended too long from the seat, when the seat-surface is in small height.



Σχήμα 6. Σωστή καθιστή στάση (Department of Industrial Relations, 2005).

Figure 6. Proper sitting position. (Department of Industrial Relations, 2005).



Πίνακας IV. Προτεινόμενο ύψος καθίσματος.

Table IV. Recommended seat's height.

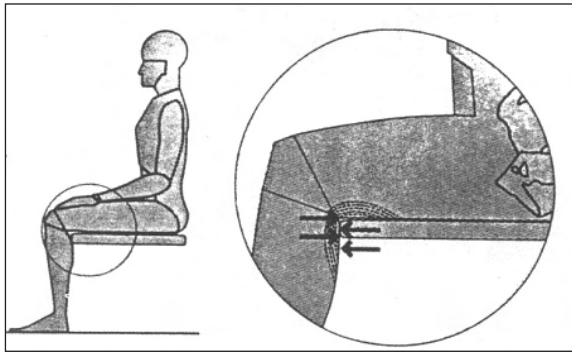
	Για ρυθμιζόμενο ύψος (σε cm)	Για σταθερό ύψος (σε cm)
Παπαγεωργίου-Σεφερτζή		40-42
Grandjean	38-53	
Schmidtke	38-53	
Lange	42-50	
REFA	35-50	
Μανδρούκας	39-54	
ΕΛΟΤ (EN 1335-1)	40-51	
Neufert	42-54	
Λάιος (BSR/HFES 100)	38-56	
Breimer	40-51	

μπροστά στην καρέκλα, κάτι που δεν του επιτρέπει να ξεκουράσει την πλάτη του στη ράχη του καθίσματος. Ένα κάθισμα όμως δεν πρέπει να έχει ούτε και το μέγιστο βάθος γιατί τότε περιορίζεται η κίνηση των ποδιών, αφού οι γάμπες ακουμπώντας στο χείλος της επιφάνειας του καθίσματος δεν μπορούν να κινηθούν ελεύθερα (Παπαγεωργίου-Σεφερτζή, 1975) (Σχήματα 7 και 8).

Σύμφωνα με όσα ειπώθηκαν η αρχιτέκτονας Παπαγεωργίου-Σεφερτζή (1975) προτείνει για βάθος επιφάνειας καθίσματος τα 30-35,5 cm, ο Grandjean (1979) προτείνει τα 38-42 cm, ο σχεδια-

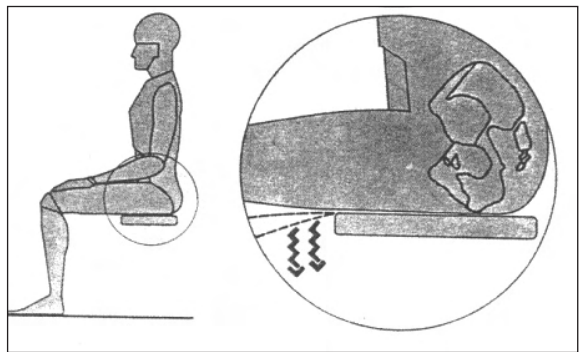
Σχήμα 7. Η μπροστινή πλευρά του καθίσματος πιέζει τις κλειδώσεις των ποδιών πίσω από τα γόνατα σε μεγάλο βάθος καθίσματος (Κυριακάκης, 1986).

Figure 7. The front side of the seat presses the knee-joints when there is a great sitting depth.



Σχήμα 8. Η ολική στήριξη των μυϊκών επιφανειών των μηρών περιορίζεται σε μικρό βάθος καθίσματος (Κυριακάκης, 1986).

Figure 8. The whole support of muscular regions of the legs is reduced in small sitting depth.



στης επίπλων Κυριακάκης (1986) υποστηρίζει ότι βάθος καθίσματος 43,2 cm εξυπηρετεί το 90% του πληθυσμού και οι Λάιος κ.α. (2004) προτείνουν το βάθος καθίσματος, αν αυτό δεν είναι ρυθμιζόμενο, να μην υπερβαίνει τα 43 cm. Ο ΕΛΟΤ προτείνει 38 cm σύμφωνα με το πρότυπο EN 1335-1: 2000. Στον Πίνακα V φαίνονται συγκεντρωμένα όλα τα παραπάνω στοιχεία.

Πλάτος επιφάνειας του καθίσματος

Το πλάτος επιφάνειας καθίσματος εξαρτάται από το διτροχαντερικό πλάτος του ανθρώπου δηλαδή το πλάτος της περιφέρειάς του. Επειδή όμως ο καθισμένος πρέπει να έχει τη δυνατότητα να αλλάξει θέσεις, το κάθισμα πρέπει να έχει οπωσδήποτε πλάτος μεγαλύτερο από το διτροχαντερικό (Παπαγεωργίου-Σεφερτζή, 1975). Ο Grandjean (1979) προτείνει πλάτος επιφάνειας καθίσματος 40-45 cm, ο Μανδρούκας (1999) 38-43 cm και οι Λάιος κ.α. (2004) 46 cm. Ο ΕΛΟΤ προτείνει 40 cm σύμφωνα με το πρότυπο EN 1335-1:2000 (Πίνακας VI).

Θέση των χειροστηριγμάτων

Η απόσταση των χειροστηριγμάτων πρέπει να είναι οπωσδήποτε μεγαλύτερη από το πλάτος του καθίσματος. Χρειάζεται ένα περιθώριο, τουλάχιστον 2,5εκ. δεξιά και αριστερά του πλάτους του. Το ύψος των χειροστηριγμάτων εξαρτάται από την ανθρωπομετρική διάσταση αγκώνας-επιφάνεια καθίσματος. Για την εξασφάλιση της μεγαλύτερης δυνατής άνεσης σε όλους τους χρήστες και κυρίως σε άτομα με μακρύτερα χέρια, θα ήταν σωστό να χρησιμοποιηθούν οι μεγαλύτερες τιμές αυτής της διάστασης (Πα-

παγεωργίου-Σεφερτζή, 1975).

Ο Schmidtke (1981) προτείνει η απόσταση ανάμεσα στους 2 βραχιόνες να είναι μεταξύ 40 cm και 50 cm, το ύψος τους από την επιφάνεια του καθίσματος να είναι 18-23 cm και το πλάτος των χειροστηριγμάτων να μην είναι κάτω από 5 cm. Οι Λάιος κ.α. (2004) προτείνουν τα χειροστηριγμάτα να απέχουν μεταξύ τους το λιγότερο 46 cm και να έχουν ύψος 18-27 cm από την οριζόντια επιφάνεια ενώ ο ΕΛΟΤ προτείνει απόσταση μεταξύ βραχιόνων 46-51 cm και να έχουν ύψος από την οριζόντια επιφάνεια 20-25 cm, το πλάτος των χειροστηριγμάτων να είναι 4 cm και το μήκος τους 20 cm (EN 1335-1:2000) (Πίνακας VII).

Κλίση καθίσματος (επιφάνεια και πλάτη)

Οι Harrison et al (1999) προτείνουν κλίση της πλάτης του καθίσματος 120° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο και κλίση επιφάνειας καθίσματος 0°-10°. Οι Vos et al (2006) υποστηρίζουν ότι καθίσματα με κλίση 110°-130° και στήριξη της οσφυϊκής περιοχής παρουσιάζουν την μικρότερη πίεση στους χαμηλότερους μεσοσπονδύλιους δίσκους. Περαιτέρω μείωση στους δίσκους μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας υποστηρίγματα βραχιόνων και καθίσματα με κλίση 5 μοίρες στο πίσω τμήμα της επιφάνειάς τους.

Ο Κυριακάκης (1986) προτείνει κλίση καθίσματος για ξεκούραση, συζήτηση και διάβαση 105°. Με αυτήν την πρόταση συμφωνεί και η αρχιτέκτονας Παπαγεωργίου-Σεφερτζή (1975) με κατάλληλη όμως υποστήριξη της οσφυϊκής περιοχής για αναπαυτική στάση.

Πίνακας V. Προτεινόμενο βάθος επιφάνειας καθίσματος.**Table V.** Recommended seat's depth.

	Βάθος επιφάνειας καθίσματος (σε cm)
Παπαγεωργίου-Σεφερτζή	30-35,5
Grandjean	38-42
Κυριακάκης	43,2
Λάιος κ.α.	43
ΕΛΟΤ (EN 1335-1)	38

Πίνακας VI. Προτεινόμενο πλάτος επιφάνειας καθίσματος.**Table VI.** Recommended seat's width.

	Πλάτος επιφάνειας καθίσματος (σε cm)
Grandjean	40-45
Μανδρούκας	38-43
Λάιος κ.α.	46
ΕΛΟΤ	40

Πίνακας VII. Προτεινόμενη θέση χειροστηριγμάτων.**Table VII.** Recommended arms' rest position.

	Απόσταση βραχιόνων (σε cm)	Ύψος βραχιόνων (σε cm)	Πλάτος βραχιόνων (σε cm)
Schmidtke	40-50	18-23	>5
Λάιος κ.α.	>46	18-27	
ΕΛΟΤ	46-51	20-25	4

Πίνακας VIII. Προτεινόμενη κλίση καθίσματος.**Table VIII.** Recommended seat's inclination.

	Κλίση πλάτης	Κλίση επιφάνειας καθίσματος
Harrison et al	120°	
Vos et al	110°-130°	
Κυριακάκης, Παπαγεωργίου	105°	
Grandjean		4°-6°
Schmidtke		>5°
ΕΛΟΤ	105	2°-7°

Πίνακας IX. Προτεινόμενες διαστάσεις πλάτης καθίσματος.**Table IX.** Recommended seat's-back dimensions.

	Ύψος πλάτης καθίσματος (σε cm)		Πλάτος πλάτης καθίσματος (σε cm)	
	Για ρυθμιζόμενα καθίσματα	Για μη ρυθμιζόμενα καθίσματα	Για ρυθμιζόμενα καθίσματα	Για μη ρυθμιζόμενα καθίσματα
Grandjean	30	48-50	38	32-36
Λάιος κ.α.		45		36
ΕΛΟΤ	22	26	36	36

Ο Grandjean (1979) προτείνει κλίση επιφάνειας καθίσματος προς τα πίσω και κάτω 4°-6° και ο Schmidtke (1981) κλίση το λιγότερο 5°. Ο ΕΛΟΤ προτείνει κλίση πλάτης 15° από την κάθετη θέση των 90° και κλίση επιφάνειας καθίσματος 2°-7° (EN 1335-1:2000). (Πίνακας VIII).

Διαστάσεις πλάτης καθίσματος

Για τον σωστό καθορισμό των διαστάσεων της πλάτης ενός καθίσματος σύμφωνα με την Παπαγεωργίου-Σεφερτζή (1975) θα πρέπει κανείς να λάβει υπόψη του τα εξής στοιχεία :

1. Η πλάτη του καθίσματος πρέπει να επιτρέπει την ανεμπόδιση κίνηση των ώμων και την κινητικότητα της σπονδυλικής στήλης.
2. Το πλάτος του υποστηρίγματος της πλάτης καθορίζεται από το πλάτος των ωμοπλάτων.
3. Η καμπυλότητα του υποστηρίγματος της πλάτης βοηθάει στην σταθεροποίηση του κορμού και επομένως στην χαλάρωσή του.

Σύμφωνα με τον Grandjean (1979) η πλάτη πρέπει να είναι κοίλη στο πάνω μέρος και κυρτή στην οσφυϊκή περιοχή και να έχει ύψος 48-50 cm (η πλάτη ξεκινάει από την επιφάνεια του καθίσματος) και πλάτος 32-36 cm για μη ρυθμιζόμενα καθίσματα, ενώ για ρυθμιζόμενα ύψος 30 cm και πλάτος 38 cm. Σύμφωνα με τον Λάιο κ.α. (2004) το ύψος πλάτης πρέπει να είναι 45 cm από την συμπίεση επιφάνεια και το πλάτος της 36 cm (για μη ρυθμιζόμενα καθίσματα). Στα τελευταία διεθνή πρότυπα προτείνεται τοποθέτηση της πλάτης του καθίσματος σε ύψος 15-25 cm από την συμπίεση επιφάνεια του καθίσματος με δυνατότητα προσαρμογής.

Ο ΕΛΟΤ προτείνει ύψος πλάτης 22 cm για ρυθμιζόμενα και 26 cm για μη ρυθμιζόμενα καθίσματα και πλάτος πλάτης 36 cm (EN 1335-1:2000). (Πίνακας IX).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όσον αφορά στον σχεδιασμό του καθίσματος εργασίας, είναι δύσκολο να καθοριστούν συγκεκριμένες διαστάσεις, αφού αυτές καθορίζονται από ανθρωπομετρικά στοιχεία, τα οποία παρουσιάζουν μεγάλη μεταβλητότητα ανάλογα με το φύλο, την ηλικία, την φυλή, το πολιτισμικό επίπεδο και την

εξέλιξη-γήρανση. Παρόλα αυτά, παρακάτω προτείνονται διαστάσεις καθίσματος, ύπερα από σύνθεση των στοιχείων που παρουσιάστηκαν προηγούμενα με βάση την βιβλιογραφική έρευνα.

Όσον αφορά το κάθισμα προτείνονται οι ακόλουθες διαστάσεις:

- Ύψος καθίσματος: Κάθισμα με ρυθμιζόμενο ύψος 38-56 cm καλύπτει τις ανάγκες Ευρωπαϊκού και Αμερικάνικου πληθυσμού.
- Βάθος επιφάνειας καθίσματος: 38-43 cm
- Πλάτος επιφάνειας καθίσματος: 40-45 cm
- Χειροστηρίγματα: Απόσταση μεταξύ των 2 βραχιόνων 46-51 cm, ύψος βραχιόνων από την επιφάνεια του καθίσματος 18-27 cm και πλάτος χειροστηριγμάτων 4-5 cm.
- Διαστάσεις πλάτης: Καλό είναι η πλάτη στο πάνω μέρος της να είναι κοίλη και στην οσφυϊκή περιοχή κυρτή. Το ύψος της για ρυθμιζόμενα καθίσματα 22-30 cm και για μη ρυθμιζόμενα καθίσματα 26-30 cm (η πλάτη τοποθετείται σε ύψος 15-25 cm από τη συμπιεσμένη επιφάνεια, ενώ αν ξεκινάει κατευθείαν από την επιφάνεια του καθίσματος προτείνεται να έχει ύψος 45-50 cm), ενώ το πλάτος της για ρυθμιζόμενα καθίσματα 36-38 cm και για μη ρυθμιζόμενα 36 cm.
- Κλίση επιφάνειας καθίσματος: 5°-7° προς τα κάτω, στο πρινοτό τμήμα της επιφάνειας του καθίσματος.
- Κλίση πλάτης καθίσματος: 105°-120° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

Design of seating-furniture according to anthropometric data

Helen Z. Premenioutou, Paul N. Efthymiou*

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to study the main principles regarding the ergonomic design of seating-furniture according to anthropometric features. Specifically, were presented, the optimal ergonomic dimensions (mainly of chair) that should be followed during furniture design, according to international and national standards and research results.

The seating-furniture should be designed focusing on the human being (body) and its needs, in order to be functional and pleasant. For the successful seating-furniture design it is essential, the knowledge of Ergonomics in order to be avoided health problems of the working people. The chairs should be structured according to anthropometric features and dimensions. So they adapt to the human body as much as possible and offer greater convenience and efficiency during their use.

In this context, the implementation of ergonomic principles to chairs' design is obligatory. The adaptation of seating-furniture to people is essential, as it creates the requirements needed toward the increase of productivity, safety and hygiene during the working duties.

Key words: anthropometric features, anthropometric dimensions, seating-furniture, chair design, ergonomic furniture design.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Breimer, A. 2005. Merkblatt Bildschirmarbeitsplatz. Technische Universitaet Darmstadt (TUD). DEZERNAT IV A. Bildschirmarbeitsplatz. Προσπελάστηκε στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.tu-darmstadt.de/pvw/dez_iv/a/info/bap.tud στις 27/9/2007.

ΕΛΟΤ EN 1335-1: 2000. Έπιπλα γραφείου-Καθίσματα εργασίας γραφείου-Μέρος 1: Δια-

στάσεις-Προσδιορισμός διαστάσεων.

ΕΛΟΤ EN 527-1: 2000. Έπιπλα γραφείου-Τραπέζια εργασίας και θρανία-Μέρος 1: Διαστάσεις.

Grandjean, E. 1979. Physiologische Arbeitsgestaltung. Ott Verlag Thun. Zurich. p.432

Harrison, D.D., Harrison, S.O., Croft, A.C., Harrison, D.E. and Troyanovic, S.J. 1999. Sitting Biomechanics Part I: Review of the Literature. Manipulative and Physiological Therapeutics

* Aristotle University of Thessaloniki – Faculty of Forestry and Natural Environment – Department of Harvesting and Wood Products Technology – P.O Box 227 – GR-54124 - Thessaloniki – tel.: 2310998873.

- 22(9):594-609.
- Κυριακάκης, Α. 1986. Ανθρωπομετρία και Εργονομία στη Βιομηχανική Παραγωγή. Ξύλο-Έπιπλο 50:207-283.
- Λάιος, Λ. και Γιαννακούρου Σιούταρη, Μ. 2004. Σύγχρονη Εργονομία. Εκδόσεις Παπασωτηρίου. Αθήνα. σελ. 686.
- Lange, W. 1981. Kleine Ergonomische Datensammlung. Verlag TUV Rheinland. Koeln. S.178.
- Μανδρούκας, Κ. 1999. Εργονομία. Διαθέσιμο στο βιβλίο «Ιατρική της Εργασίας» του Σιχλετίδη Λ. Θεσσαλονίκη. σελ. 49-53.
- Motmans, R. 2005. DINbelg 2005. Body dimensions of the Belgian population. Προσπελάστηκε στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://www.dinbelg.be> στις 15/10/2007.
- Μπάμπαλης, Θ. 2007. Σημειώσεις Βιομηχανικού Σχεδιασμού 2. Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου ΤΕΙ Λάρισας-Παράρτημα Καρδίτσας.
- Neufert, E. 2000. Οικοδομική και Αρχιτεκτονική Σύνοψη. Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας. σελ. 638.
- Openshaw, S. and Taylor, E. 2006. Ergonomics and Design. A Reference Guide. Προσπελάστηκε στην ηλεκτρονική διεύθυνση: http://www.allsteeloffice.com/NR_rdonlyres/3B6AC489-FC78-4B78-895A-0A5D8A9E888A/0/ErgoHandbook.pdf στις 10/12/2007.
- Παπαγεωργίου-Σεφερτζή, Ρ. 1975. Μελέτη καθίσματος. Ανατομία και Σχεδίαση. Τεχνικά Χρονικά 44(9-12): 41-50.
- Pheasant, S. 1996. Bodyspace. Anthropometry, Ergonomics and the Design of work. Taylor and Francis. p. 256.
- Postell, J. 2007. Furniture Design. Wiley. New Jersey. p. 366.
- REFA. 1984. Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Teil 1, Grundlagen. Carl Hanser Verlag. München. S. 418.
- Schmidtke, H. 1981. Lehrbuch der Ergonomie. Carl Hanser Verlag. Muenchen. S. 570.
- Vos, G.A., Congleton, J.J., Moore, S., Amendola, A.A. and Ringer, L. 2006. Postural versus chair design impacts upon interface pressure. Applied Ergonomics 37:619-628.

Ελαφρές - μικρής πυκνότητας ξυλόπλακες για την επιπλοποιία και οικοδομική

Αθανάσιος Η. Γρηγορίου¹, Χαράλαμπος Θ. Λυκίδης²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια η χρήση των μικρής πυκνότητας ξυλοπλακών και άλλων σύνθετων προϊόντων ξύλου ως δομικών και μονωτικών υλικών, τα οποία βασίζονται στη φυσική και διαρκώς ανανεούμενη πρώτη ύλη ξύλου, έχει αποκτήσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Ειδικότερα, αυξημένο ενδιαφέρον εμφανίζει ελαφρή ξυλοπλάκα κατασκευασμένη με επιφανειακές στρώσεις μικρού πάχους από μοριοπλάκα ή MDF και μεσαία στρώση από κυψελωτό χαρτόνι η οποία παράγεται για πρώτη φορά σε μεγάλες ποσότητες για την επιπλοποιία. Τα κύρια πλεονεκτήματα της ξυλοπλάκας αυτής είναι ο εύκολος χειρισμός ακόμα και σε μεγάλες διαστάσεις (λόγω του μικρού βάρους) και το μειωμένο κόστος παραγωγής αναφορικά με την πρώτη ύλη και την απαιτούμενη ενέργεια. Επιπλέον οι περαιτέρω τεχνικές βελτιώσεις όσον αφορά τις συνδέσεις με μεταλλικά εξαρτήματα, τις συγκολλήσεις και επικαλύψεις των επιφανειών του ανωτέρω προϊόντος αναμένεται να εξασφαλίσουν τη θέση του στη βιομηχανία παραγωγής επίπλων. Εκτός αυτού όμως το εύρος των μικρής πυκνότητας προϊόντων τα οποία κατασκευάζονται εν μέρει ή πλήρως από ξύλο, είναι πολύ μεγάλο. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο τα προϊόντα αυτά βρίσκουν ποικίλες εφαρμογές στην επιπλοποιία και οικοδομική. Βέβαια υπάρχουν ακόμα νέες δυνατότητες περαιτέρω βελτίωσης των ιδιοτήτων των προϊόντων αυτών και της τεχνολογίας παραγωγής τους. Τα σύνθετα προϊόντα ξύλου μικρής πυκνότητας δεν αναμένεται να αντικαταστήσουν τις κλασσικού τύπου ξυλοπλάκες στις κύριες εφαρμογές τους, όμως πρόκειται να διευρύνουν το εύρος των διαθέσιμων υλικών για κατασκευές επίπλων και άλλες κατασκευές εσωτερικών χώρων.

Λέξεις κλειδιά: Μικρής πυκνότητας ξυλοπλάκες, μοριοπλάκες, MDF, κυψελωτό χαρτόνι, τεχνικές ιδιότητες, επιπλοποιία, οικοδομική.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΓΕΝΙΚΑ

Η πυκνότητα των ξυλοπλακών διαφόρων κατηγοριών ανάλογα με την πρώτη ύλη, τη συγκολλητική ουσία και τη δομή μπορεί να κυμαίνεται από 100 (ελαφρά ξυλοπλάκα με μεσαία στρώση από κυψελωτό χαρτόνι και στρώσεις επιφανειών από μοριοπλάκα) έως 1300 Kg/m³ (εμποτισμένο με φαινολική κόλλα και συμπίεσμένο αντικολλητό) (Σχήμα 1).

Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι η πυκνότητα των ξυλοπλακών τύπου μοριοπλάκας και ινοπλάκας αυξήθηκε σταδιακά από το 1960. Έτσι λοιπόν η πυ-

κνότητά της κοινής μοριοπλάκας ενώ το 1958 ήταν 600 Kg/m³ το 1972 ανήλθε σε 720 Kg/m³. Τα αίτια που οδήγησαν στην αύξηση της πυκνότητας ήταν: αυξημένη συμμετοχή πρώτης ύλης από πλατύφυλλα είδη ξύλου, χρησιμοποίηση απορριμμάτων ξύλου και υπολειμμάτων άλλων κατεργασιών ξύλου, επικαλύψεις των επιφανειών με πλαστικά φύλλα ειδικών απαιτήσεων, ικανοποίηση αναγκών που απαιτούσαν συγκεκριμένες εφαρμογές.

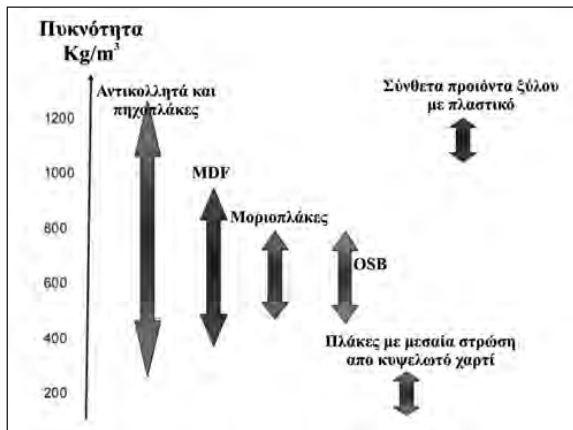
Ειδικότερα η χρήση ξύλου πλατυφύλλων ειδών και ξύλου απορριμμάτων υποδεέστερης ποιότητας

1. Καθηγητής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Τομέας Συγκομιδής και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Εργαστήριο Δασικής Τεχνολογίας, 541 24 – Θεσσαλονίκη, θυρίδα 243, τηλ.: 231 0992741, 231 0998893, fax : 231 0998947, e-mail: agrigori@for.auth.gr

2. Δόκιμος Ερευνητής. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.), Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων (ΙΜΔΟ & ΤΔΠ), Εργαστήριο Ανατομίας και Τεχνολογίας Ξύλου, τέγμα Αλκμάνος, 115 28, Ιλίσια, Αθήνα, τηλ.: 210 7783750, fax: 210 7784602, e-mail: lykidis@fria.gr

Σχήμα 1: Εύρος πυκνοτήτων διαφόρων σύνθετων προϊόντων ξύλου (Michanickl 2004)

Figure 1: Density ranges of different wood based products (Michanickl 2004)



οδήγησαν αναπόφευκτα στην αύξηση της πυκνότητας των παραγομένων ξυλοπλακών προκειμένου να μην υποβαθμισθεί η ποιότητά τους. Επίσης η εμφάνιση στην αγορά ήδη από το 1970 ειδικού τύπου επικαλύψεων των επιφανειών των ξυλοπλακών με πλαστικά φύλλα είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση της πυκνότητας είτε των επιφανειακών στρώσεων, είτε της μεσαίας στρώσης των πλακών. Επί πλέον η χρήση ξυλοπλακών σε ειδικές εφαρμογές όπως π.χ. η κατασκευή πατωμάτων από ινοπλάκες (γνωστών ως λαμνίειτ) οδήγησε στην αύξηση της πυκνότητας των ινοπλακών μεταξύ 800 και 950 Kg/m³ (Kehr 1974, Clad 1982, Michanickl 2004).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ολοένα μια σημαντική αύξηση του κόστους της πρώτης ύλης (ξύλου και κόλλας) αλλά και του ενεργειακού κόστους. Όπως είναι αυτονόητο αυτό οδηγεί με τη σειρά του σε αύξηση του κόστους των παραγομένων προϊόντων ξύλου και ειδικότερα των ξυλοπλακών. Μια δυνατότητα μείωσης του κόστους είναι η μείωση της πυκνότητας των προϊόντων ξύλου, δηλ. μείωση του ποσοστού συμμετοχής της πρώτης ύλης που απαιτείται για την παραγωγή τους. Η μείωση όμως της πυκνότητας των παραδοσιακών προϊόντων ξύλου όπως είναι π.χ. οι μοριοπλάκες, οι ινοπλάκες κ.ά. παράλληλα με τα οφέλη (μείωση κόστους πρώτης ύλης - μειωμένο βάρος - ευκολότερος χειρισμός - μειωμένο κόστος μεταφοράς) συνεπάγεται συνήθως υποβάθμιση ορισμένων ιδιοτήτων τους. Συνεπώς τα νέα σύνθετα προϊόντα μικρής πυκνότητας για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των διαφόρων εφαρμογών για τις οποίες

προορίζονται πρέπει να έχουν διαφορετική δομή στην οποία πιθανόν να συμμετέχουν κι άλλες κατηγορίες πρώτων υλών εκτός του ξύλου και να απαιτούνται είτε νέες, είτε τροποποιημένες τεχνικές παραγωγής σε σύγκριση με τα κλασικά προϊόντα ξύλου.

Η εμφάνιση σύνθετων προϊόντων ξύλου μικρής πυκνότητας είναι τόσο παλαιά όσο και των κλασικών σύνθετων προϊόντων κανονικής πυκνότητας. Έτσι π.χ. η μονωτική (μικρού ειδικού βάρους) ινοπλάκα ξύλου εμφανίστηκε στις ΗΠΑ περί το 1915 και η διάτρητη μοριοπλάκα ωθήσεως στην Ευρώπη στα τέλη της δεκαετίας του 1940 (Klauditz et al. 1958, Michanickl 2004).

Αν και δεν υπάρχει καθιερωμένος ορισμός για προϊόντα ξύλου όπως είναι οι «ξυλοπλάκες μικρής πυκνότητας» συνήθως γνωστές ως «ελαφρές ξυλοπλάκες» (light wood boards) τα προϊόντα αυτής της κατηγορίας έχουν πυκνότητα ≤ 450 Kg/m³. Βέβαια ανάλογα με τη δομή, τα υλικά παραγωγής και το συνολικό πάχος η πυκνότητα των ελαφρών πλακών ξύλου μπορεί να κατέλθει και στα 100 Kg/m³. Έτσι π.χ. ελαφρά ξυλοπλάκα πάχους 50 mm με μεσαία στρώση από κυψελωτό χαρτόνι διαμέτρου κυψελών 21 mm και στρώσεις επιφανειών από μικρού πάχους μοριοπλάκα εμφανίζει πυκνότητα περίπου 110 Kg/m³. Η ίδια ξυλοπλάκα με την ίδια δομή αλλά με πάχος 22 mm εμφανίζει πυκνότητα 230 Kg/m³. Από τα ανωτέρω είναι προφανές η συμμετοχή της μεσαίας στρώσης στην πυκνότητα του τελικού προϊόντος.

2. Κίνητρα παραγωγής μικρής πυκνότητας (ελαφρών) ξυλοπλακών

Τα αίτια προώθησης της παραγωγής ελαφρών ξυλοπλακών είναι πολλαπλά. Όπως προαναφέρθηκε, ένα κίνητρο είναι η μείωση της απαιτούμενης πρώτης ύλης. Βέβαια αυτό δεν προεξοφλεί πάντοτε χαμηλότερο κόστος στο τελικό προϊόν διότι σε πολλές περιπτώσεις οι ελαφρές ξυλοπλάκες απαιτούν μειωμένη ποσότητα αλλά καλύτερη ποιότητα πρώτης ύλης.

Ένα άλλο κίνητρο είναι η παραγωγή ελαφρών ξυλοπλακών για χρήση ως μονωτικού υλικού. Ελαφρές ινοπλάκες ξύλου (γνωστές ως πορωδείς) παραγόμενες με την υγρή μέθοδο είναι γνωστά μονωτικά υλικά εδώ και 90 χρόνια. Πρόσφατα μάλιστα δίνεται έμφαση στη χρήση μικρής πυκνότητας μονωτικών ινοπλακών (πυκνότητα έως και 150 Kg/m³) παραγομένων με τη ξηρή μέθοδο διότι πλεονεκτούν ως οικολογικά δηλ. πιο φιλικά στο περιβάλλον (αποφεύγεται η κατανάλωση - ρύπανση νερού κατά την παραγωγή τους) υλικά.

Ένα άλλο κίνητρο είναι το βάρος και ο χειρισμός – συναρμολόγηση επίπλων που προσφέρονται στον καταναλωτή από πολυκαταστήματα. Στην περίπτωση αυτή όπως είναι ευνόητο η κατασκευή τέτοιων επίπλων από ελαφρές ξυλοπλάκες πλεονεκτεί από πολλές απόψεις.

Ένας σημαντικός χώρος εφαρμογής των ελαφρών ξυλοπλακών είναι η χρήση τους ως κατασκευαστικών υλικών στους εσωτερικούς χώρους πλοίων. Λόγω του μικρού βάρους τα υλικά αυτά πλεονεκτούν έναντι άλλων διότι επιτρέπουν στα πλοία να αυξήσουν την ταχύτητά τους και να μειώσουν την κατανάλωση καυσίμων (Michanickl 2004, Gassen 2006).

Το κόστος μεταφοράς αποτελεί επίσης ένα ισχυρό κίνητρο για παραγωγή ελαφρών ξυλοπλακών διότι συμμετέχει στο τελικό κόστος του επίπλου. Το κόστος μεταφοράς επιβαρύνει το κόστος του τελικού προϊόντος (επίπλου), πρώτον κατά τη μεταφορά των ξυλοπλακών από το εργοστάσιο παραγωγής τους στο εργοστάσιο κατασκευής επίπλων και δεύτερο κατά τη μεταφορά των επίπλων στους χώρους εγκατάστασης του καταναλωτή.

3. Κατηγορίες ξυλοπλακών μικρής πυκνότητας

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες ξυλοπλακών μικρής πυκνότητας. Η φύση μας προσφέρει πολλά παραδείγματα και μπορεί να μας καθοδηγήσει στην κατασκευή πλακών μικρής ή μεγάλης πυκνότητας. Έτσι π.χ. οι κυψελίδες των μελισσών και άλλων εντόμων αποτελούν ένα παράδειγμα ελαφρής κατασκευής με καλή μηχανική αντοχή. Παρόμοιες ιδιότητες έχουν τα στελέχη του καλάμιου, των δημητριακών, της ινδικής καλάμου (μπαμπού) κ.ά. Επί πλέον υπάρχουν και ορισμένα

Σχήμα 2: Εσωτερική δομή θαλάσσιου φύκου από τη Χιλή (Michanickl 2004)

Figure 2: Inner structure of seaweed from Chile (Michanickl 2004)



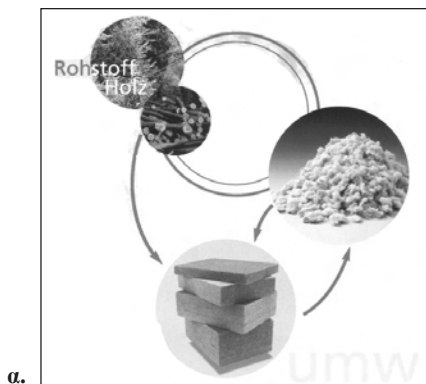
δασικά είδη π.χ. το *Ochroma lagopus* (Balsa) όπως και διάφορα είδη κάκτου με μικρή πυκνότητα λόγω του μεγάλου ποσοστού των πόρων που διαθέτουν. Τέλος αξιοθαύμαστα παραδείγματα ελαφρών κατασκευών της φύσης αποτελεί η δομή ορισμένων κατηγοριών θαλάσσιων φυκιών (Σχήμα 2) (Michanickl 2004).

3.1. Ελαφρές ξυλοπλάκες ως μονωτικά υλικά.

Το πρώτο ήμισυ του περασμένου αιώνα η χρήση μονωτικών υλικών από ινοπλάκες μικρής πυκνότητας – πορώδεις ινοπλάκες (παραγωγή με υγρή μέθοδο) αφ' ενός και αφ' ετέρου από ξυλοπλάκες κατασκευασμένες από ξυλέριο ή ίνες ξύλου και συγκολλημένες με ανόργανες συγκολλητικές ουσίες (μαγνησία, τοιμέντο, γύψο) ήταν ευρέως διαδεδομένη. Όμως με την εξέλιξη της τεχνολογίας των πλαστικών και την εμφάνιση στην αγορά νέων μονωτικών υλικών από πολυουρεθάνη, πολυστυρένιο,

Σχήμα 3: α. Μονωτική ινοπλάκα (Steinmann & Co GmbH 2000), β. Μονωτικές ξυλοπλάκες με ξυλέριο και ανόργανη συγκολλητική ουσία (Deutsche Bundesstiftung Umwelt 1999)

Figure 3: α. Insulating fiberboard (Steinmann & Co GmbH 2000), β. Inorganic bonded insulating boards made of wood wool (Deutsche Bundesstiftung Umwelt 1999)

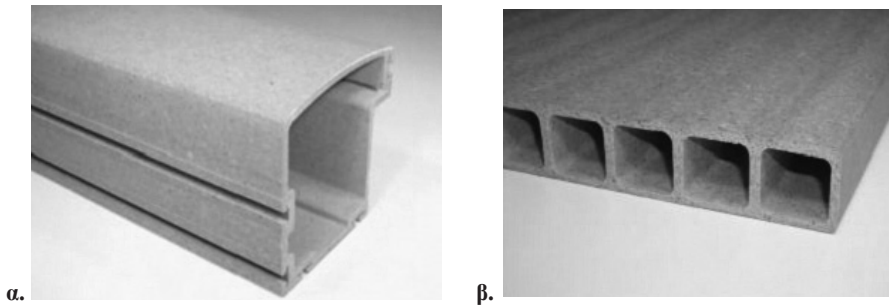


α.



β.

Σχήμα 4: α. Τμήμα επίπλου, β. διάτρητη πλάκα κατασκευασμένη από μίξη ξύλου και θερμοπλαστικού (Michanickl 2004)
Figure 4: α. Furniture element, β. Board of tubes made from wood and thermoplastic material (Michanickl 2004)



υαλοβάμβακα, πολυεστέρα κ.ά. η χρήση των ελαφρών μονωτικών ξυλοπλακών μειώθηκε σημαντικά.

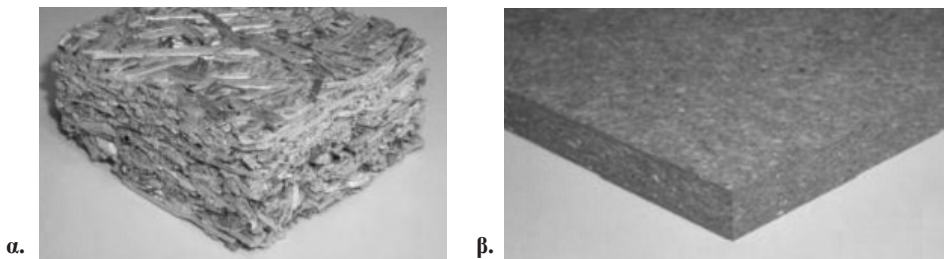
Τα τελευταία όμως χρόνια η ολοένα και μεγαλύτερη ευαισθησία των καταναλωτών σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος αλλά και η ενεργοποίησή τους στην κατεύθυνση χρήσης οικολογικών υλικών με τη μικρότερη δυνατή ρύπανση των εσωτερικών χώρων δίνει νέα ώθηση στην επανεμφάνιση και προτίμηση ελαφρών ξυλοπλακών. Πρόκειται για μονωτικές ξυλοπλάκες από ίνες ξύλου (ινοπλάκες παραγόμενες με την ξηρή μέθοδο) και ελαφρές ξυλοπλάκες με ανόργανες συγκολλητικές ουσίες που βρίσκουν εφαρμογές ως μονωτικά υλικά στην οικοδομική (μόνωση τοίχων, οροφών, στεγών) και εκτοπίζουν σε πολλές περιπτώσεις τα αφρώδη πλαστικά (Σχήματα 3α και 3β).

Τα κύρια πλεονεκτήματα των μονωτικών ξυλο-

πλακών έναντι των αντίστοιχων πολυμερικών είναι τα εξής: παράγονται από διαρκώς ανανεούμενες φυσικές πρώτες ύλες (ξύλο), είναι βιοαποικοδομήσιμα, ευκολότερο ανακυκλώσιμα, ουσιαστικά δεν ρυπαίνουν τους εσωτερικούς χώρους. Μια νέα εξέλιξη αποτελεί η εμφάνιση στην αγορά νέου τύπου σύνθετων μονωτικών πλακών διάτρητων κατασκευασμένων από ξύλο και πλαστικό (Σχήμα 4).

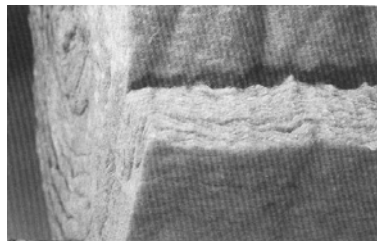
Εκτός των παραπάνω ελαφρές ξυλοπλάκες ως μονωτικά υλικά μπορούν να παραχθούν από λιγνινοκυτταρινικά υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών όπως στελεχών βαμβακιού, αχύρου κ.ά. (CMA 1997, Deutsche Bundesstiftung Umwelt 1999, Steinmann & Co. CmbH 2000, Dunky και Niemz 2003, Michanickl 2004, www.heraklith.com) και χρήση κατάλληλων συγκολλητικών ουσιών (Σχήματα 5α, 5β και 6).

Σχήμα 5: α. Ελαφρή μονωτική πλάκα από στελέχη βαμβακιού, β. Ελαφρή πλάκα από άχυρο (Michanickl 2004)
Figure 5: α. Light board made of cotton stalks, β. Light board made of straw (Michanickl 2004)



Σχήμα 6: Μονωτικό υλικό από ίνες λιναριού (CMA 1997)

Figure 6: Insulating material made of flax fibres (CMA 1997)

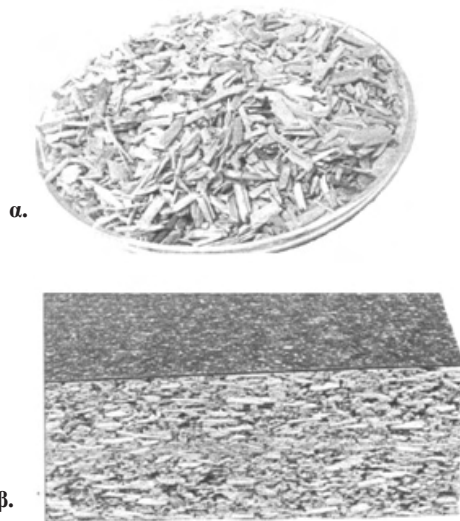


3.2. Ελαφρές ξυλοπλάκες από κλασικού τύπου σύνθετα προϊόντα ξύλου για ξυλοκατασκευές

Μια σημαντική δυνατότητα κατασκευής ελαφρών ξυλοπλακών τύπου μοριοπλακών προσφέρεται με λιγνινοκυτταρινικές πρώτες ύλες μικρής πυκνότητας από στελέχη γεωργικών φυτών. Ήδη είναι γεγονός η βιομηχανική παραγωγή μικρής πυκνότητας μοριοπλακών ($0,300-0,340 \text{ g/cm}^3$) από το σπογγώδη πυρήνα των στελεχών (μετά την αφαίρεση των ινών) των φυτών της κάνναβης και του λιναριού. Συνήθως οι ξυλοπλάκες αυτές επικαλύπτονται αμφίπλευρα με πλαστικοποιημένα φύλλα χαρτιού ή κατάλληλα ξυλόφυλλα (Theis και Grohe 2002, Anonymus 2006, Gahle 2007) (Σχήματα 7a και 7b).

Σχήμα 7: α. Ξυλοτεμαχίδια καννάβης, β. ελαφρή ξυλοπλάκα από ξυλοτεμαχίδια καννάβης επικαλυμμένη με πλαστικά φύλλα (Gahle 2007)

Figure 7: α. Wood particles from hemp, β. Light board made of hemp particles and coated with plastic laminates (Gahle 2007)



Μια άλλη ξυλοπλάκα μικρής πυκνότητας είναι η διάτρητη μοριοπλάκα παραγόμενη με τη διαδικασία της εξώθησης (extrusion) η οποία έχει εμφανισθεί στην αγορά από τη δεκαετία του 50 (Σχήμα 8) (Michanickl 2004). Η ξυλοπλάκα αυτή βρίσκεται εφαρμογή στην επιπλοποιία και άλλες κατασκευές εσωτερικών χώρων και η πυκνότητα όταν είναι διάτρητη ανάλογα με το πάχος της (μειώνεται με αύξηση του πάχους) μπορεί να κατέλθει έως τα 200 Kg/m^3 (Deppe και Ernst 2000, Michanickl 2004, Anonymus 2006a).

Σχήμα 8: Διάτρητη μοριοπλάκα τύπου ωθήσεως (Michanickl 2004)

Figure 8: Extrusion pressed particleboard with tubes (Michanickl 2004)



Όσον αφορά τις ινοπλάκες που παράγονται με τη ξηρή μέθοδο τύπου MDF έχουν δοκιμασθεί με επιτυχία διάφορες τεχνικές μείωσης της πυκνότητάς τους. Μια τεχνική χρησιμοποιεί κατάλληλες συνθήκες συμπίεσης ώστε να παρουσιάζει ηυξημένη πυκνότητα στις επιφανειακές στρώσεις και μειωμένη στην εσωτερική στρώση. Με την τεχνική αυτή είναι εφικτή η παραγωγή ινοπλακών με πυκνότητα έως και 600 Kg/m^3 κατάλληλης για τη χρήση τους ως κατασκευαστικών υλικών σε εσωτερικούς χώρους (Barbu και Resch 1997, Sturgeon και Lau 1992). Μια άλλη τεχνική κάνει χρήση πρώτης ύλης ξύλου χαμηλής πυκνότητας π.χ. από την ταχουαξή πεύκη της *Pinus radiata* με πυκνότητα $300-400 \text{ Kg/m}^3$ προκειμένου να μειώσει την πυκνότητα των παραγομένων ινοπλακών (Niemz et. al. 1996).

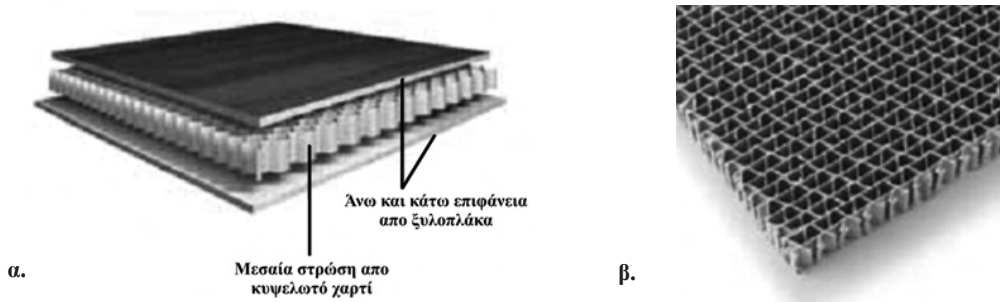
Σε κλασικού τύπου προϊόντα ξύλου όπως είναι τα αντικολλητά και οι πηχοπλάκες είναι εφικτή η μείωση της πυκνότητάς τους με χρήση ειδών ξύλου μικρής πυκνότητας. Έτσι π.χ. η πυκνότητα των πηχοπλακών μπορεί να μειωθεί περαιτέρω με χρήση ξύλου λεύκης όπως εφαρμόζεται στην Ιταλία και Ρουμανία. Ελαφρές ξυλοπλάκες για διάφορες χρήσεις μπορούν να παραχθούν με μεσαία στρώση από μικρής πυκνότητας τροπικά είδη ξύλου όπως το *Ochroma lagoon* (balsa), το *Ceiba petandra*, το *Albizia faliata* κ.ά. τα οποία είναι ταχουαξή και μπορούν να παραχθούν σε φυτείες (Michanickl 2004, Anonymus 2006β).

3.3. Μικρής πυκνότητας ξυλοπλάκες με κυψελωτό χαρτόνι στη μεσαία στρώση

Τα τελευταία χρόνια έχει εμφανισθεί στην αγορά κυρίως της μέσης Ευρώπης ένα νέο προϊόν ξυλοπλάκας μικρής πυκνότητας. Η νέου τύπου ελαφρή

Σχήμα 9: α. Ελαφρή ξυλοπλάκα με μεσαία στρώση κυψελωτό χαρτόνι (Riepertinger 2007), β. Μεσαία στρώση ελαφρής ξυλοπλάκας από κυψελωτό χαρτόνι (Rehau 2006)

Figure 9: α. Lightweight wood board with core made of corrugated honeycomb paper (Riepertinger 2007), β. Corrugated honeycomb paper for the core layer of lightweight board (Rehau 2006)



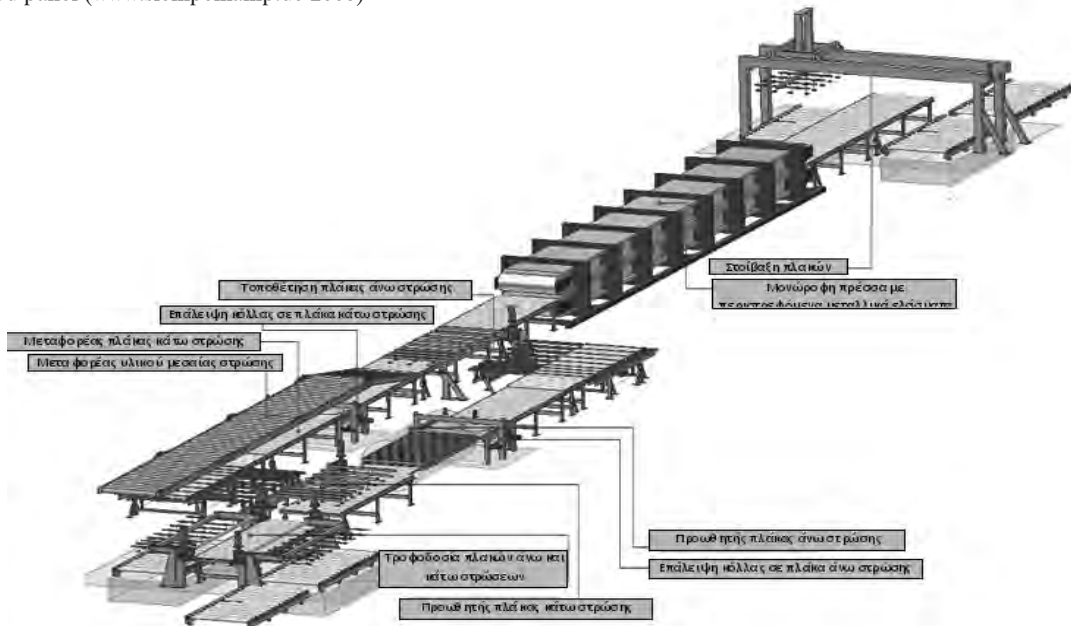
ξυλοπλάκα έχει μεσαία στρώση κυψελωτής δομής από χαρτί ή κυματοειδές χαρτόνι, η οποία άνω και κάτω φέρει επιφανειακές στρώσεις κατασκευασμένες από λεπτή μοριοπλάκα, MDF ή άλλη μικρού πάχους πλάκα (Σχήμα 9α, β).

Η παραγωγή του προϊόντος γίνεται ήδη σε βιομηχανική κλίμακα και με συνεχή ροή παραγωγής (Σχήμα 10). Η πρώτη φάση παραγωγής περιλαμβάνει την κατασκευή της κυψελωτής μεσαίας στρώσης από χαρτόνι ή κυματοειδές χαρτόνι (Σχήμα 9β). Το

πλάτος των κυψελίδων μπορεί να κυμαίνεται από 10 έως 40 mm και το ύψος τους από 10 έως 90 mm. Η μεσαία στρώση μετά την παραγωγή της υποβάλλεται σε ειδικό χειρισμό συμπίεσης και έκθεσης σε θερμό αέρα, ώστε να μειωθούν πιθανές διαστασιακές μεταβολές της. Για τη συγκόλληση της μεσαίας με τις 2 επιφανειακές στρώσεις, το πάχος των οποίων συνήθως κυμαίνεται από 3 έως 10 mm, χρησιμοποιείται κόλλα ουρίας-φορμαλδεϋδης ή συνηθέστερα κόλλα πολυουρεθάνης δύο συστατικών η οποία σκληρύνε-

Σχήμα 10: Ροή παραγωγής ελαφρής ξυλοπλάκας με μεσαία στρώση κυψελωτό χαρτόνι και επιφανειακές στρώσεις από λεπτή ξυλοπλάκα (www.siempekkamp.de 2008)

Figure 10: Production line of lightweight wood board with core made of corrugated honeycomb paper and faces of thin wood panel (www.siempekkamp.de 2008)



ται σε θερμοκρασία 20 ± 5 °C. Προτιμάται η θερμοπλαστική πολυουρεθάνη διότι με την απουσία νερού (σε σύγκριση με την ουρία-φορμαλδεΐδη) αποφεύγεται η διόγκωση των στρώσεων της ξυλοπλάκας. Η κόλλα ψεκάζεται ή επαλείφεται στην άνω επιφάνεια της κάτω επιφανειακής στρώσης σε ποσοστό 80-150 g/m² και στη συνέχεια επ' αυτής τοποθετείται η μεσαία στρώση από κυψελωτό χαρτόνι. Ακολουθεί η επάλειψη με κόλλα της κάτω επιφάνειας της άνω στρώσης και συγκόλλησή της με την άνω επιφάνεια της μεσαίας στρώσης. Μετά τη συναρμολόγηση των τριών στρώσεων η ξυλοπλάκα διέρχεται από συνεχούς τύπου μονώροφη πρέσα μήκους από 15 έως 34 m και πλάτος από 1,3 έως 2,5 m. Στη περίπτωση της συγκόλλησης με πολυουρεθάνη η σκλήρυνση επιτυγχάνεται σε περίπου 3-4 min. Η άνω και κάτω πλάκα της μονώροφης πρέσας απαρτίζονται από αρθρωτές πλάκες αλουμινίου και περιστρέφονται με τη βοήθεια τυμπάνων που είναι τοποθετημένα στα δύο άκρα της πρέσας (Αnonymous 2007) (Σχήμα 11). Πρέσα του τύπου αυτού με μήκος 34 m και ταχύτητα 13,5 m/min έχει δυναμικότητα παραγωγής 34000 m² ελαφρών πλακών ημερησίως. Επί πλέον η συγκόλληση – συμπίεση των στρώσεων μπορεί να γίνει και σε πολυώροφες πρέσες. Μετά την έξοδο από την πρέσα και τη σκλήρυνση της συγκολλητικής ουσίας οι ξυλοπλάκες παρυφώνονται, διαμορφώνονται

Σχήμα 11: Συνεχούς τύπου πρέσα παραγωγής ελαφρών ξυλοπλακών με μεταλλικές πλάκες από πλαίσια αλουμινίου (www.siempekkamp.de 2008)

Figure 11: Continuous press with metallic plates made of aluminum elements for the production of lightweight wood boards (www.siempekkamp.de 2008)

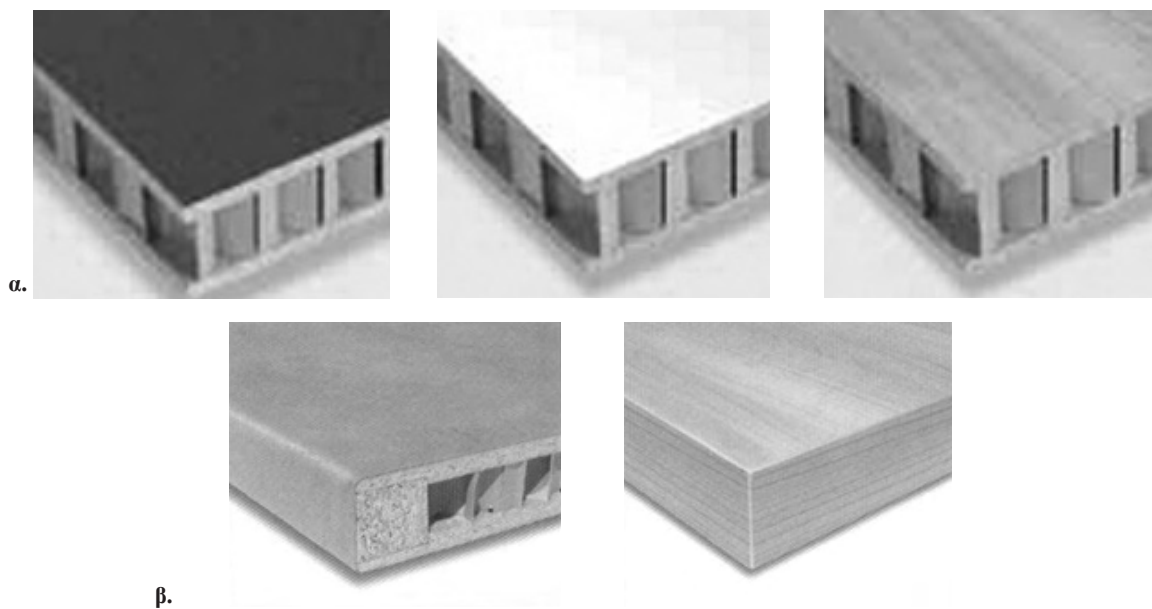


σε τελικές επιθυμητές διαστάσεις και στοιβάζονται (Riepertinger 2007, www.siempekkamp.de 2008).

Το πάχος των πλακών κυμαίνεται από 16 έως 100 mm. Αξιοσημείωτο είναι ότι μια πλάκα πάχους 20 mm παρουσιάζει μειωμένο βάρος κατά 20% και μια πλάκα 80 mm μειωμένο βάρος κατά 80% σε σύγκριση με του κλασσικού τύπου ξυλοπλάκες. Οι επιφάνειες (άνω, κάτω και οι εγκάρσιες) των ελαφρών ξυλοπλακών μπορούν να υποστούν βελτιωτικές επεξεργασίες επικάλυψης με ξυλόφυλλα, πλαστικά φύλλα, επιχρίσματα κ.ά. (Σχήμα 12a και b).

Σχήμα 12: Διάφορες επικαλύψεις ελαφρών ξυλοπλακών α. των άνω επιφανειών, β. των εγκάρσιων διατομών (σόκορα) (Riepertinger 2007)

Figure 12: Various coatings of lightweight wood boards, α. upper faces, β. edges (Riepertinger 2007)

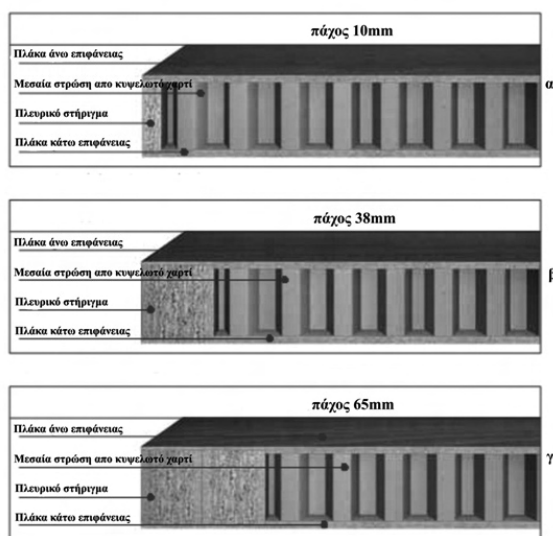


Εφ' όσον είναι αναγκαίο και ανάλογα με τη χρήση που προορίζονται – συνήθως σε πλάκες με μικρού πάχους επιφανειακές στρώσεις – στις εγκάρσιες διατομές τοποθετούνται στηρίγματα διαφόρου πλάτους για ενίσχυση της μηχανικής αντοχής (Σχήμα 13). Προς τούτο διανοίγονται κατάλληλου μεγέθους εγκοπές στην άνω και κάτω επιφανειακή στρώση όπου στερεώνονται με συγκόλληση τα πλευρικά στηρίγματα. Σύμφωνα με μια νεώτερη τεχνική η αύξηση της μηχανικής αντοχής της ξυλοπλάκας μπορεί να επιτευχθεί με πλαστικούς πείρους (περόνες) που τοποθετούνται με συγκόλληση μεταξύ της άνω και κάτω επιφανειακής στρώσης (Σχήμα 14) (Rehau 2006, Anonymous 2007, Riepertinger 2007, Sam-Brew et. al. 2010).

Οι ελαφρές ξυλοπλάκες με κυψελωτό χαρτόνι στη μεσαία στρώση κατεργάζονται εύκολα με κοπτικά μηχανήματα, στερεώνονται –συνδέονται με μεταλλικές ή πλαστικές συνδέσεις με άλλες επιφάνειες (μεντεσέδες κ.ά.) όπως οι συμβατικές ξυλοπλάκες. Οι ξυλοπλάκες αυτές λόγω της μικρής πυκνότητας έχουν εξαιρετικές ηχομονωτικές και θερμομονωτικές ιδιότητες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά για οποιαδήποτε επιφάνεια ξυλοκατασκευής ή επίπλου εσωτερικών χώρων, στις οποίες απαιτούνται καλή μηχανική αντοχή και σταθερότητα σε συνδυα-

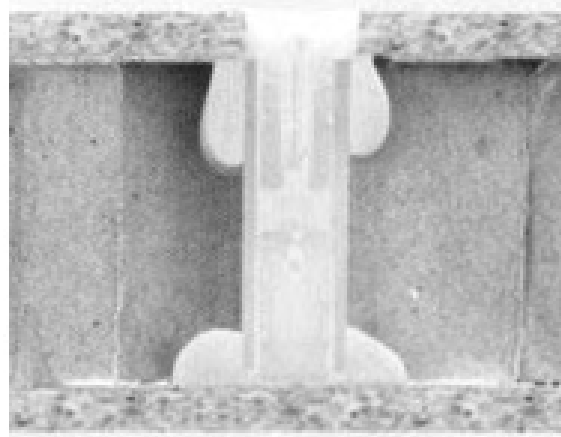
Σχήμα 13: Ελαφρές ξυλοπλάκες με μεσαία στρώση κυψελωτό χαρτόνι και στηρίγματα εγκάρσιων διατομών α. πλάτους 5mm, β. πλάτους 30mm και γ. πλάτους 50mm (Riepertinger 2007)

Figure 13: Lightweight wood boards with core of corrugated honeycomb paper and edge supports. Width: α. 5mm, 30mm, γ. 50mm (Riepertinger 2007)



Σχήμα 14: Πλαστική περόνη σύνδεσης με συγκόλληση της άνω και κάτω πλάκας σε ελαφρή ξυλοπλάκα με μεσαία στρώση από κυψελωτό χαρτόνι (Riepertinger 2007)

Figure 14: Plastic pin joining by gluing the upper and lower faces of lightweight wood boards made of corrugated honeycomb paper (Riepertinger 2007)



σμό με μικρό βάρος (Βασιλείου και Μπαρμπούτης 2005, Anonymous 2007, Riepertinger 2007).

Όσο αφορά τις τεχνικές ιδιότητες των ελαφρών ξυλοπλακών αυτές μπορεί να επηρεάζονται από τις ακόλουθες παραμέτρους:

- πάχος και τύπος πλακών εξωτερικών στρώσεων.
- πάχος μεσαίας στρώσης από κυψελωτό χαρτόνι.
- διάμετρος κυψελίδων μεσαίας στρώσης.
- βάρος και τύπος χαρτονιού των κυψελίδων.
- συνολικό – τελικό πάχος ξυλοπλάκας.
- είδος συγκολλητικής ουσίας (πολυουρεθάνη ή ουρία-φορμαλδεΐδη).
- βαθμός παραμόρφωσης της μεσαίας στρώσης μετά τη συμπίεση-συγκόλληση των τριών στρώσεων στην πρέσα.
- τεχνολογία παραγωγής.

Από τον Πίνακα I και το Σχήμα 15 είναι εμφανές ότι η πυκνότητα της ξυλοπλάκας μειώνεται όσο μειώνεται το πάχος των πλακών των επιφανειακών στρώσεων και αυξάνεται το συνολικό πάχος (Riepertinger 2007).

Στον Πίνακα II παρουσιάζεται η επίδραση διαφόρων παραμέτρων σε ορισμένες τεχνικές ιδιότητες ελαφρών ξυλοπλακών με μεσαία στρώση κυψελωτό χαρτόνι σε αντιπαράθεση με τις τεχνικές ιδιότητες κοινών πηχοπλακών με μεσαία στρώση από δύο διαφορετικά δασικά είδη (Michanickl 2004).

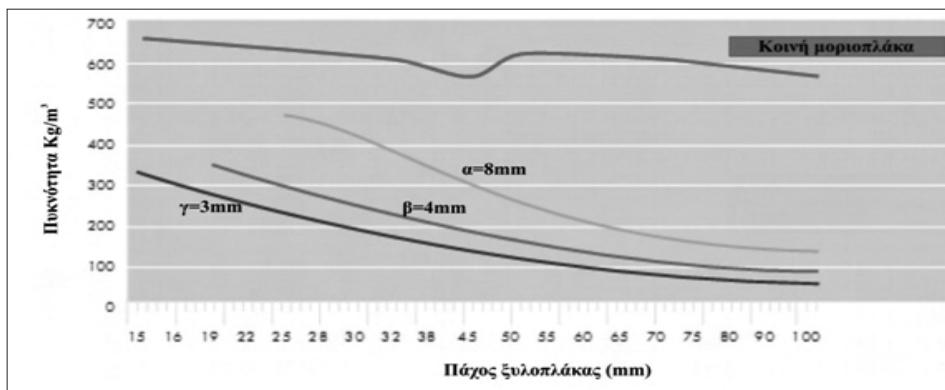
Πίνακας I. Επίδραση του πάχους των πλακών των επιφανειακών στρώσεων και του συνολικού πάχους ελαφρών ξυλοπλακών με μεσαία στρώση κυψελωτό χαρτόνι στην τελική τους πυκνότητα σε αντιπαράθεση με την πυκνότητα συμβατικών μοριοπλακών (Riepertinger, 2007).

Table I. The influence of the surface board thickness and the overall thickness of lightweight wood boards made with core of corrugated honeycomb paper on their final density in comparison to the original particleboard density

Συνολικό πάχος (mm)	Πάχος Μοριοπλακών Επιφανειακών Στρώσεων			Πυκνότητα κοινής μοριοπλάκας (Kg/m ³)
	3mm	4mm	8mm	
	Πυκνότητα (Kg/m ³)			
19	274	346	-	650
22	240	303	478	640
25	215	270	430	630
30	184	230	404	615
38	152	188	325	595
45	133	164	279	580
50	123	150	254	570
60	167	130	217	-
70	96	116	190	-
80	88	105	170	-
90	82	97	155	-
100	77	90	142	-

Σχήμα 15: Μεταβολή πυκνότητας ελαφρών ξυλοπλακών με μεσαία στρώση από κυψελωτό χαρτόνι σε σχέση με το συνολικό πάχος και το πάχος των μοριοπλακών (α. 8mm, β. 4mm, γ. 3mm) που απαρτίζουν την άνω και κάτω επιφανειακή στρώση. (Riepertinger 2007)

Figure 15: Density changes of lightweight wood boards with core of corrugated honeycomb paper in relation to the overall thickness and the face layer thickness (α. 8mm, β. 4mm, γ. 3mm) (Riepertinger 2007)



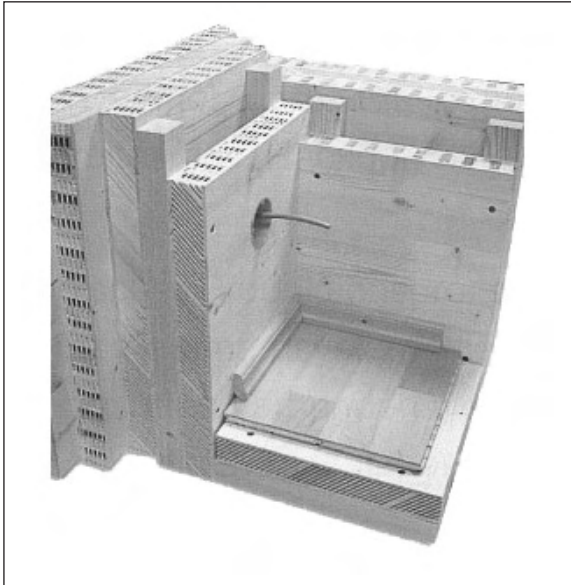
Πίνακας II. Ιδιότητες ελαφρών ξυλοπλακών με μεσαία στρώση κυψελωτό χαρτόνι και πηχοπλακών με μεσαία στρώση από δύο διαφορετικά είδη ξύλου (Michanickl 2004)

Table II. Properties of lightweight wood boards with core of corrugated honeycomb paper and blockboards with core of two different wood species (Michanickl 2004)

	Ξυλοπλάκα με μεσαία στρώση από κυψελωτό χαρτόνι		Πηχοπλάκα	
	κυψελωτό χαρτόνι	κυψελωτό χαρτόνι	Ceiba petandra (τροπικό δασικό είδος)	Picea abies
Τύπος μεσαίας στρώσης	κυψελωτό χαρτόνι	κυψελωτό χαρτόνι		
Διάμετρος κυψελίδων	21 mm	40 mm		
Βάρος χαρτονιού	140 g/m ²	170 g/m ²		
Τύπος πλακών εξωτερικών στρώσεων	Ινοπλάκα μεγάλης πυκνότητας	Ινοπλάκα μεγάλης πυκνότητας	Ξυλόφυλλο	Ξυλόφυλλο
Συνολικό πάχος πλακών (mm)	34	34	19	19
Πυκνότητα (Kg/cm ³)	155	145	280	465
Αντοχή σε στατική κάμψη (N/mm ²)				
- Μέτρο θραύσης	2,7	0,9	21/13	50/15
- Μέτρο ελαστικότητας	760	408	3600/1900	6000/1500
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό (N/mm ²)	0,07	0,02	0,4	1,5

Σχήμα 16: Ελαφρές ξυλοπλάκες τύπου dendrolight (www.dendrolight.com 2009)

Figure 16: Lightweight wood panels commercially known as “dendrolight” (www.dendrolight.com 2009)



3.4. Ελαφρές ξυλοπλάκες από συμπαγές ξύλο με εγχοπές

Ένα ακόμη νέο ελαφρύ προϊόν ξύλου με την ονομασία dendrolight (ελαφρύ δένδρο) παράγεται από την αυστριακή εταιρεία DendroSolutions GmbH. Πρόκειται για τρίστρωμη πλάκα της οποίας η μεσαία στρώση κατασκευάζεται από συμπαγές ξύλο, το οποίο φέρει σε ορισμένες αποστάσεις εγχοπές (Σχήμα 16). Ως συμπαγές ξύλο μπορεί να αξιοποιηθεί είτε ολόκληρος ο κορμός του δένδρου ή τα πλευρικά καμπύλα τμήματα του κορμού και τα εξακρίδια που προκύπτουν ως υπολείμματα κατά την παραγωγή προσιτής ξυλείας. Στη δεύτερη περίπτωση από μικρής αξίας υπολείμματα παράγεται ένα προϊόν με υψηλότερη προστιθέμενη αξία. Τα υπολείμματα που προκύπτουν κατά τη διάνοιξη των εγχοπών π.χ. περιονίδια, μπορούν να αξιοποιηθούν ως πρώτη ύλη στη παραγωγή μοριοπλακών ή μπρικετών. Το ξύλο μπορεί να προέρχεται από κωνοφόρα ή πλατύφυλλα είδη με προτίμηση στα ομοιογενούς δομής κωνοφόρα όπως είναι π.χ. η ελάτη και ερυθρελάτη. Η άνω και κάτω στρώση του προϊόντος μπορεί να αποτελείται από συμπαγές ξύλο, μοριοπλάκα, ινοπλάκα, αντικολητό, συνθετικό πολυμερές ή και μέταλλο, γεγονός που διευρύνει τους τομείς εφαρμογών του προϊόντος.

Αποτέλεσμα της αφαίρεσης υλικού είναι η δραστι-

κή μείωση της πυκνότητας σε σχέση με την αρχική του συμπαγούς ξύλου (Follrich και άλλοι 2006). Η πυκνότητα του dendrolight κυμαίνεται από 250 έως 300 kg/m³ (δηλαδή 50 έως 60% ελαφρύτερο από συμπαγές ξύλο ελάτης) με αποτέλεσμα τη βελτιωμένη θερμοκή μόνωση. Επιπλέον πλεονέκτημα του εν λόγω προϊόντος είναι η μειωμένη χρήση συγκολλητικής ουσίας (<4%).

Το προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δομικό υλικό στις ακόλουθες κατασκευές:

Επιπλοποιία, κατασκευές εσωτερικών χώρων (πόρτες, δάπεδα, τοιχοποιία), κατασκευές οχημάτων και πλοίων, προκατασκευασμένες οικίες κ.ά. (Σχήμα 17).

Σχήμα 17: Οικιακή θύρα από ελαφρές ξυλοπλάκες τύπου dendrolight (www.dendrolight.com 2009)

Figure 17: House door made by dendrolight (www.dendrolight.com 2009)



Τα κύρια πλεονεκτήματα του προϊόντος στις ανωτέρω εφαρμογές είναι:

- Μικρό βάρος (περίπου 40% μειωμένο βάρος σε σύγκριση με τη μοριοπλάκα) γεγονός που μειώνει τα έξοδα μεταφοράς και διευκολύνει το χειρισμό του από τον πελάτη (do it yourself)
- Καλές θερμομονωτικές ιδιότητες.
- Καλή μηχανική αντοχή σε σχέση με την πυκνότητά του.

3.5. Άλλοι τύποι ελαφρών ξυλοπλακών

Εκτός από ελαφρές πλάκες με βάση 100% το ξύλο και τα προϊόντα του, υπάρχουν στην αγορά ελαφρές πλάκες κι από άλλα υλικά σε συνδυασμό ή μη με το ξύλο. Τέτοια παραδείγματα συνδυασμού ξύλου με άλλα υλικά είναι πλάκες με μεσαία στρώση από εμποτισμένες με κόλλα ίνες και επιφανειακές στρώσεις από πλαστικά φύλλα, πλάκες

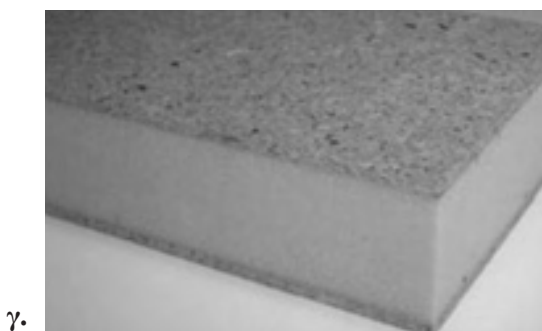
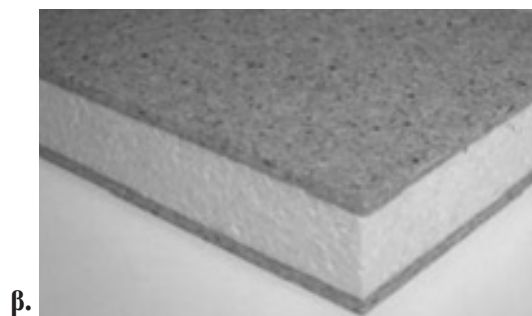
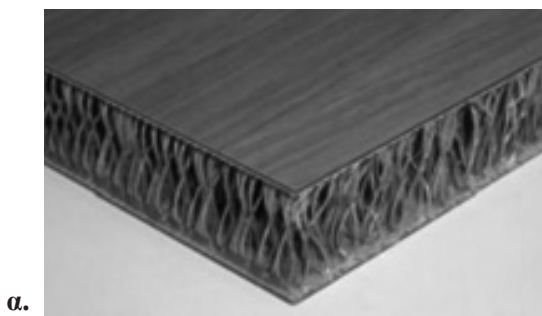
με μεσαία στρώση πολυστυρένιο και επιφανειακές στρώσεις από λεπτή μοριοπλάκα και πλάκες με μεσαία στρώση πολυουρεθάνη και επιφανειακές στρώσεις από λεπτή μοριοπλάκα (Σχήμα 18). Τέτοιοι τύποι ξυλοπλακών έχουν υψηλότερο κόστος πρώτων υλών και παραγωγής γι' αυτό χρησιμοποιούνται μόνο σε εξειδικευμένες χρήσεις (Michanickl 2004).

Σχήμα 18: Ελαφρές πλάκες από ξύλο και πολυμερή (Michanickl, 2004)

- α. στρώσεις άνω και κάτω επιφανειών από πλαστικά φύλλα και μεσαία στρώση από εμποτισμένες με κόλλα ίνες ξύλου
- β. στρώσεις άνω και κάτω επιφανειών από λεπτή μοριοπλάκα και μεσαία στρώση από πολυστυρένιο
- γ. στρώσεις άνω και κάτω επιφανειών από λεπτή μοριοπλάκα και μεσαία στρώση από πολυουρεθάνη
- δ. στρώσεις άνω και κάτω επιφανειών από σκληρή ινοπλάκα και μεσαία στρώση από καλάμι εμβαπτισμένο σε αφρώδη πολυουρεθάνη

Figure 18: Lightweight wood panels made of wood and polymers (Michanickl, 2004)

- α. Upper and lower faces made of plastic laminates and core of resinated fibers
- β. Upper and lower faces made of thin particleboard and core of polystyrene foam
- γ. Upper and lower faces made of thin particleboard and core of polyurethane foam
- δ. Upper and lower faces made of hard fiberboard and core of reed reinforced polyurethane foam



Ligh - low density wood based panels for the furniture and building industry

Athanasios Grigoriou¹, Charalampos Lykidis²

ABSTRACT

Over the last years, the use of light wood based panels and other lightweight wooden composites based on a natural, sustainable raw material -wood- have been gaining increasing interest as construction and insulation elements. Particularly, light panels made of two thin particleboard (or possibly MDF) faces, with a paper based honey-comb core layer have generated a lot of interest as they are for the first time produced in large quantities for the furniture industry. The main advantages of lightweight boards with honeycomb core are easy handling even of large components and reduced raw material and energy cost. Furthermore, various important technical uses such as hardware attachments, edgings and joinings will enhance the industrial use of this board in the furniture industry.

Nevertheless the range of low weight materials partly or totally produced of wood is very wide. Therefore such products are utilized in furniture and building industry. There are still a lot of challenges to improve the existing materials and their production techniques. Light wood based materials will not replace the classic wood based panels in their major application areas but they will widen the scope of materials available for the production of furniture, interior fitments and houses.

Key words: Low density wood panels, particleboard, MDF, honeycomp paper, technical properties, furniture, building industry.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anonymous, 2006α. Leichtbau: Keine ganz leichte Angelegenheit. Holz-Zentralblatt, Nr. 2: 49, 53.
- Anonymous, 2006β. Single-Möbel-leicht gemacht. Holz-Zentralblatt. Nr. 2: 54.
- Anonymous, 2007. From farming to furniture. The Eurolight innovation. Wood Based Panels International, Issue 2: 64-67.
- Barbu, M., Resch, H. 1997. MDF-Lightboards from selected european species. Proceedings of the 1st european panel products symposium Llandudno, Wales, UK: 175-186.
- Βασιλείου, Β., Μπαρμπούτης, Ι. 2005. Ελαφρές κυψελωτές πλάκες – ένα νέο προϊόν για την επιπλοποιία και ξυλουργική. Πρακτικά 12^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. «Δάσος και Νερό – Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος», 2-5/10/2005, Δράμα: 327-335.
- Clad, W. 1982. Die Rohdichtesenkung bei Spanplatten. Eine Literaturübersicht. Holz Roh-Werkstoff: 387-393.
- CMA, 1997. Dämmstoffe aus der heimischen Natur. Zentrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH, Bonn, Germany, pp. 48.
- Deppe, H-J., Ernst, K. 2000. Taschenbuch der Spanplattentechnik DRW-Verlag. Germany.
- Deutsche Stiftung Umwelt, 1999. Dämmstoffplatten aus nachwachsenden Rohstoffen.
- Dunky, M., Niemz, P. 2002. Holzwerkstoffe und Leime. Technologie und Einflussfaktoren. Springer Verlag.
- Follrich J., Berger J., Frybort S., Teischinger A. Mueller U., 2006. Dendrolight® - An innovative wood based light weight panel. Conference co-organised by COST E44 and E49 June 12-14, 2006 at AIDIMA Valencia - Spain, pp. 105-112
- Gahle, C. 2007. Flachs-und Hanfschäben-Alternative im Leichtbau. Holzwerkstoffindustrie zeigt

1. Professor, Aristotle University of Thessaloniki. Department of Forestry and Natural Environment, Section of Harvesting and Technology of Forest Products, Laboratory of Forest Technology. 54124-Thessaloniki (box 243) Greece, tel. 2310 992741, Fax: 2310 998947, e-mail: agrigori@for.auth.gr
2. Junior Researcher, National Agricultural Research Foundation, Institute of MFE & Forest Products Technology, Laboratory of Wood Anatomy and Technology, Terma Alkmanos, 115 28, Athens, Greece, tel. 210 7783750, Fax: 2107784602, e-mail: lykidis@fria.gr

- wachsendes Interesse an Lösungen aus alternativen Rohstoffen. Holz-Zentralblatt, Nr. 2: 70.
- Gassen, G. 2006. Leichte Plattenwerkstoffe-Ein Überblick. Leichtbauplatten sind keine Neuheit der letzten Jahre-derzeit sind sie aber fast überall wieder gefragt. Holz-Zentralblatt. Nr. 2: 52, 54.
- Kehr, E., 1974. Zur Entwicklung der Eigenschaften von Spanplatten für der Möbelbau. Holztechnologie: 143-149.
- Klauditz, W. Ulbricht, H., Kratz W. 1958. Über die Herstellung und Eigenschaften leichter Holzspanplatten. Holz Roh-Werkstoff, Nr. 12: 459-466.
- Michanickl, A. 2004. Light Wood Based Panels-State of the Art and Trends. Proceedings of 4th European Wood-Based Panel Symposium 15-17 Sept. 2004. Hannover, Germany.
- Niemz, P., Kucera, L.J., Vidaure, S., Bäucker, E. 1996. MDF-Magazin, DRW-Verlag. Germany: 74-78.
- Rehau, 2006. Individual and Functional: Lightweight Constructions drives the Market. Germany, pp. 7.
- Riepertinger, M. 2007. Egger eurolight. Das neue highlight. Egger Holzwerkstoffe GmbH, Weibendorf, Austria, pp. 42.
- Sam-Brew, S., Semple, K. and G.D. Smith, 2010. Edge reinforcement of honeycomb sandwich panels. Forest Products Journal, 60 (4), pp. 382-389
- Steinmann & So., 2000. Umweltfreundliche Dämmsysteme aus natürliche Holzfaser. Gesellschaft für Bau-und Industriebedarf.
- Sturgeon, M., Lau, N. 1992. Goldenedge lightboard (600 Kg/m³) manufactured at Nelson pine industries LTD New Zealand. Proceedings of 26th Intern. Particleboard/Composite Materials Symposium, Pullman, Washington, USA: 189-195.
- Theis M., and B. Grohe 2002. Biodegradable lightweight construction boards based on tannin/hexamine bonded hemp shaves. Holz als Roh- und Werkstoff 60: 291-296
- www.dendrolight.com
- www.heraklith.com
- www.siempelcamp.de/Plant-Report,2008

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ και ΟΔΗΓΙΕΣ

προς τους συγγραφείς επιστημονικών εργασιών του περιοδικού “ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ”

Γεωτεχνικοί και άλλοι επιστήμονες, που επιθυμούν να δημοσιεύσουν εργασίες στο επιστημονικό περιοδικό του ΓΕΩΤ.Ε.Ε. (ερευνητικές εργασίες, συνθετικές εργασίες ή άρθρα ανασκόπησης), πρέπει κατά τη σύνταξη των εργασιών να έχουν υπόψη τους τα εξής:

- 1.** Οι προς δημοσίευση εργασίες πρέπει να είναι πλήρεις από κάθε άποψη και να είναι δακτυλογραφημένες σε διπλό διάστημα με ευρέα περιθώρια και αρίθμηση κάθε σειράς. Οι λέξεις (επιστημονικά ονόματα φυτών, ζώων, μικροβίων κλπ.) που πρέπει να τυπωθούν με λοξά γράμματα να υπογραμμίζονται. Θα υποβάλλεται το πρωτότυπο και δύο φωτοαντίγραφα.
Εφόσον κριθεί δημοσιεύσιμη θα πρέπει να σταλεί το τελικό κείμενο σε ένα αντίγραφο καθώς και δισκέτα 3.5" που θα το περιέχει σε μορφή αρχείου γραμμένου σε word for windows.
- 2.** Το μέγεθος - έκταση των εργασιών δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 20 δακτυλογραφημένες σελίδες, συμπεριλαμβανομένων των πινάκων, διαγραμμάτων, φωτογραφιών κ.ά.
- 3.** Τα σύμβολα και οι μονάδες διαφόρων μετρικών συστημάτων θα είναι τα διεθνώς χρησιμοποιούμενα του δεκαδικού διεθνούς συστήματος και όχι του αγγλοσαξωνικού.
- 4.** Κάθε εργασία θα συνοδεύεται από μία ξεχωριστή σελίδα στην οποία θα αναγράφονται:
 - Ο τίτλος της εργασίας
 - Τα ονόματα των συγγραφέων
 - Το ίδρυμα ή ο φορέας στον οποίο εργάζονται οι συγγραφείς
 - Πλήρης διεύθυνση και τηλέφωνο του κύριου συγγραφέα.
- 5.** Κάθε ερευνητική εργασία θα πρέπει να έχει ορισμένη δομή και θα πρέπει να περιλαμβάνει:
 - α) Ελληνική περίληψη εκτάσεως 15-30 σειρών στην αρχή του κειμένου.
 - β) Εισαγωγή
 - γ) Υλικά και μέθοδος
 - δ) Αποτελέσματα
 - ε) Συζήτηση - Συμπεράσματα.
 - στ) Ξενόγλωσση περίληψη (abstract, κατά προτίμηση στην αγγλική) με τον πλήρη τίτλο και τα ονόματα των συγγραφέων.
- 6.** Οι πίνακες θα πρέπει να δακτυλογραφούνται σε ξεχωριστή σελίδα και να αριθμούνται κατά τη σειρά εμφανίσεώς τους στο κείμενο. Η αρίθμηση θα γίνεται με λατινικούς αριθμούς (I,II,III,IV, κλπ.). Στο επάνω μέρος του πίνακα θα υπάρχει συνοπτικός περιγραφικός τίτλος. Επεξηγήσεις θα δίνονται στο κάτω μέρος και θα αριθμούνται ως α,β,γ, κλπ. Θα πρέπει να αποφεύγεται η παράθεση ευμεγέθων πινάκων με πάρα πολλούς αριθμούς.
- 7.** Τα γραμμικά σχέδια - σχήματα (επίσης χημικοί τύποι ή πολύπλοκες μαθηματικές σχέσεις) θα είναι επιμελώς σχεδιασμένα. Τα γράμματα και οι αριθμοί θα πρέπει να είναι ανάλογοι μεγέθους, ώστε να παραμένουν ευανάγνωστα σε περίπτωση σμίκρυνσης του σχήματος. Το ελάχιστο μέγεθος των σχεδίων πρέπει να είναι 9x12 εκ. και το μέγιστο 18.5x24 εκ. Τα σχέδια πρέπει να αριθμούνται με αραβικούς αριθμούς ύστερα από τη λέξη “σχήμα” (π.χ. Σχήμα 1). Ο τίτλος (λεξάντα) των σχημάτων και των εικόνων (φωτογραφιών) θα δακτυλογραφείται σε ξεχωριστή σελίδα και όχι επάνω στο σχήμα.
Οι φωτογραφίες πρέπει να είναι καλής ποιότητας και να έχουν καλό κοντράστ και ευκρίνεια.
- 8.** Οι λεζάντες των σχημάτων, των πινάκων και των φωτογραφιών που θα υπάρχουν στην εργασία θα πρέπει **ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ** να είναι γραμμένες εκτός από την ελληνική γλώσσα και στην ξένη γλώσσα την οποία ο συγγραφέας ή οι συγγραφείς έχουν χρησιμοποιήσει για να γράψουν και την περίληψη της εργασίας τους.
- 9.** Η βιβλιογραφία, θα πρέπει να δίνεται - τόσο εντός κειμένου όσο και στο τέλος - με ορισμένο τρόπο. Συνιστάται να ακολουθείται το σύστημα HARVARD, οι βασικές αρχές του οποίου είναι:
 - α) Εντός του κειμένου οι βιβλιογραφικές αναφορές θα περιλαμβάνουν το όνομα του συγγραφέα και τη χρονολογία, αμφότερα εντός παρενθέσεως ή μόνο τη χρονολογία. Σε περίπτωση δύο συγγραφέων θα αναφέρονται και οι δύο (π.χ. Βασιλείου και Παύλου,1988). Εάν οι συγγραφείς είναι περισσότεροι των δύο, τότε η καταχώρηση γίνεται ως Βασιλείου κ.α. (1988). Το ίδιο γίνεται και για τα ξένα ονόματα.
Εάν υπάρχουν περισσότερες της μίας βιβλιογραφικές αναφορές σε συνέχεια, τότε η παράθεσή τους γίνεται κατά

χρονολογική σειρά (π.χ. Jones 1982, Reter 1984, Demeter και Peterson 1987).

Εάν υπάρχουν από τον ίδιο συγγραφέα περισσότερες από μία δημοσιεύσεις του ίδιου έτους, τότε αριθμούνται ως α,β,γ, (π.χ. Jones 1988α, Jones 1988β).

- 10.** Η παράθεση της βιβλιογραφίας στο τέλος της εργασίας θα ακολουθεί τους εξής κανόνες:
 - α) Η σειρά παράθεσης θα γίνεται με απόλυτη αλφαβητική σειρά του ονόματος του ίδιου συγγραφέα. Δεν θα υπάρχει αριθμηση.
 - β) Κάθε βιβλιογραφία θα έχει τα ονόματα των συγγραφέων, τη χρονολογία δημοσίευσής, τον τίτλο της εργασίας, τον τίτλο του περιοδικού (διεθνώς αναγνωρισμένο συντομευμένο τίτλο), τον τόμο και την πρώτη και τελευταία σελίδα. Εργασίες μη δημοσιευμένες δεν θα καταχωρούνται ως βιβλιογραφική αναφορά, εκτός εάν έχουν γίνει αποδεκτές προς δημοσίευση σε κάποιο περιοδικό. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να αναφέρεται π.χ. “προς δημοσίευση Journal of Agriculture, Τεύχος 10”.Σε περίπτωση ανακοινώσεων σε Επιστημονικό Συνέδριο θα αναγράφεται ο τίτλος της εργασίας, το θέμα του συνεδρίου και ο τόμος και η σελίδα των πλήρων πρακτικών ή των περιλήψεων των πρακτικών στην οποία υπάρχει η ανακοίνωση. Βιβλιογραφικές αναφορές από περιοδικό τύπο θα αναγράφουν τον τίτλο της δημοσίευσης, το όνομα του εντύπου, το έτος, τον αριθμό τεύχους και τον αριθμό σελίδας.
- 11.** Οι εργασίες που συντάσσονται και υποβάλλονται στο ΓΕΩΤ.Ε.Ε. με βάση τις ισχύουσες “οδηγίες συγγραφής”, παίρνουν κατά την εισαγωγή τους έναν αύξοντα αριθμό με τον οποίο και στη συνέχεια ακολουθούν την όλη διαδικασία κρίσης, δημοσίευσης.
- 12.** Η Συντακτική Επιτροπή (Σ.Ε.), στην πρώτη μετά την υποβολή εργασίας συνεδρίαση, ορίζει δύο κριτές, εξειδικευμένους γεωτεχνικούς στο σχετικό με την εργασία ή το συγγενέστερο γνωστικό πεδίο. Οι κριτές δεν επιτρέπεται να προέρχονται από τον ίδιο εργασιακό χώρο.
- 13.** Στους ορισθέντες κριτές στέλνεται αντίγραφο της εργασίας καθώς και έντυπο ερωτηματολόγιο κρίσης - αξιολόγησής της, το οποίο συντάχθηκε από τη Σ.Ε.
- 14.** Στους κριτές ορίζεται ημερομηνία παράδοσης - επιστροφής της κρίσης και της εργασίας και όποιων άλλων παρατηρήσεων και υποδείξεων.
- 15.** Ενδεχόμενες παρατηρήσεις, υποδείξεις και προτάσεις, ενός ή και των δύο κριτών για διόρθωση και βελτίωση σημείων της εργασίας, στέλνονται στον συγγραφέα για κατάλληλη επεξεργασία, επαναδιατύπωση και διόρθωση.
- 16.** Η διορθωμένη από τον συγγραφέα εργασία, εφόσον πρόκειται για σημαντικές διορθώσεις, στέλνεται και πάλι στον κριτή ή και στους δύο κριτές για να διαπιστωθεί εάν έχουν γίνει οι προταθείσες διορθώσεις.
- 17.** Στις περιπτώσεις που μια από τις δύο κρίσεις είναι αρνητική, η εργασία συνοδευμένη και από τις δύο κρίσεις, στέλνεται σε τρίτο κριτή για τελική θετική ή αρνητική κρίση.
- 18.** Στις περιπτώσεις απορριπτικών κρίσεων, επιστρέφεται στον συγγραφέα η εργασία, με διευκρινιστική επιστολή του προέδρου του ΓΕΩΤ.Ε.Ε. στην οποία επισυνάπτονται και τα κείμενα των κρίσεων.
- 19.** Τα ονόματα των συγγραφέων και των κριτών δεν είναι σε καμμία περίπτωση ανακοινώσιμα.
- 20.** Μετά την ολοκλήρωση όλων των σταδίων προετοιμασίας εκτυπώνονται τα δοκίμια, τα οποία στέλνονται στον συγγραφέα για τελική διόρθωση. Κατά την διόρθωση των δοκιμίων δεν επιτρέπονται αλλαγές κειμένου. Η σειρά δημοσίευσης εξαρτάται πλέον από την ταχύτητα διόρθωσης και επιστροφής των δοκιμίων από τον συγγραφέα.
- 21.** Δεν επιτρέπεται η δημοσίευση εργασιών οι οποίες έχουν δημοσιευθεί σε άλλα περιοδικά ή πρακτικά συνεδρίων.
- 22.** Τέλος σ’ ότι αφορά το περιεχόμενο του κάθε τεύχους, παρ’ ότι η Σ.Ε. επιδιώκει να υπάρχουν εργασίες όλων των κλάδων, συχνά ολοκληρώνεται η απαραίτητη ύλη για έκδοση τεύχους με περισσότερες εργασίες από ένα κλάδο. Αυτό δεν αποτελεί εμπόδιο για την Σ.Ε. στην προώθηση της έκδοσης των τευχών.

