

GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE

VOL: 15 - ISSUE II - No 1/2004

ISSN 1105-9478

1/2004

ΤΟΜΟΣ 15
ΣΕΙΡΑ II

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE

VOL: 15 - ISSUE II - No 1/2004

ISSN 1105-9478

1/2004

**ΤΟΜΟΣ 15
ΣΕΙΡΑ II**

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ
ΘΕΜΑΤΑ**

ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΟ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

- M. Aslanidou, P. Smiris,
O. Mavrokordopoulou,
E. Pipinis,
G. Tsantopoulos* Quality of life, major ecological problems and ways of reducing them, in city of Thessaloniki **4-15**
- Constantinos Goulas* The stone-places at the University Forest of Pertouli: Description, structure, plant-technical correction **16-28**
- A.P. Dimitrakopoulos* Analysis of forest fire statistics of Greece according to year, month, day and hour of occurrence for the period 1980 – 1997 **16-28**
- Ioannis Ispikoudis,
Maria Sioliou* The cultural landscape of Portaikos-Pertouli region of South Pindus mountain **37-45**
- P. Michopoulos,
G. Baloutsos,
E. Economou* Total atmospheric deposition and base cation leaching in a fir stand in the area of Evritania **46-52**

REVIEW ARTICLE

- A. Papadopoulos
S. Karastergiou,
G. Ntalos, G. Mantanis* Thermal modification of wood: A new technique for wood with improved properties **53-60**

REVIEW ARTICLE

- Kalliopi Radoglou,
Mariangela N. Fotelli,
Ioannis Raftoyannis,
George Halivopoulos* A review on dormancy and vitality of woody plant stock: (I) affecting factors and evaluation of morphological parameters as indicators of dormancy and vitality **61-75**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

<i>Μ. Ασλανίδου, Π. Σμύρης, Ο. Μαυροκορδοπούλου, Η. Πιπίνης, Γ. Τσαντόπουλος</i>	Η ποιότητα ζωής και τα κυριότερα οικολογικά προβλήματα του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης και τρόποι αντιμετώπισής τους	4-15
<i>Κωνσταντίνος Γούλας</i>	Οι λιθώνες (σάρεις) στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου Τρικάλων (Καταγραφή, δομή, φυτοτεχνική διευθέτηση)	16-28
<i>Α.Π. Δημητρακόπουλος</i>	Χρονικές παράμετροι έναρξης δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1980 -1997	29-36
<i>Ιωάννης Ισπικούδης, Μαρία Κ. Σιόλιου</i>	Το πολιτισμικό τοπίο της περιοχής Πορταϊκού – Περτουλίου της νότιας Πίνδου	37-45
<i>Π. Μιχόπουλος, Γ. Μπαλούτσος, Α. Οικονόμου</i>	Ολική ατμοσφαιρική απόθεση και έκπλυση βασικών κατιόντων σε συστάδα ελάτης στην Ευρυτανία	46-52

ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

<i>Α. Παπαδόπουλος, Γ. Νταλός, Γ. Μαντάνης</i>	Θερμική τροποποίηση του ξύλου: Μία νέα τεχνική για ξύλο	53-60
--	---	-------

ΑΡΘΡΟ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

<i>Καλλιόπη Ραδόγλου, Μαριάντζελα Ν. Φωτέλλη, Ιωάννης Ραντογιάννης, Γεώργιος Χαλυβόπουλος</i>	Ανασκόπηση σχετικά με τον λήθαργο και τη ζωτικότητα ξυλώδους φυτευτικού υλικού: (I) Παράγοντες επίδρασης και αξιολόγηση μορφολογικών παραμέτρων ως δεικτών λήθαργου και ζωτικότητας	61-75
---	---	-------

Η ποιότητα ζωής και τα κυριότερα οικολογικά προβλήματα του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης και τρόποι αντιμετώπισής τους

Μ. Ασλανίδου¹, Π. Σμύρης¹, Ο. Μαυροκορδοπούλου¹, Η. Πιπίνης¹, Γ. Τσαντόπουλος²

Περίληψη

Η συσσώρευση των ανθρώπων στο εσωτερικό των πόλεων, το ακατάλληλο περιβάλλον διαβίωσης και η άναρχη οικιστική δόμηση κάνει τις πόλεις εχθρικές για τον άνθρωπο και την επιθυμία του για πράσινο μεγαλύτερη. Σκοπός της παρούσας εργασίας, ήταν να ερευνηθούν οι απόψεις των πολιτών απέναντι στα σημαντικότερα οικολογικά προβλήματα της πόλης της Θεσσαλονίκης.

Η συγκέντρωση των απόψεων πραγματοποιήθηκε με την χρήση του ερωτηματολογίου και με την μέθοδο της προσωπικής συνέντευξης ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος πολιτών. Ένα από τα πλέον σοβαρά προβλήματα είναι η μεγάλη συγκέντρωση των ατμοσφαιρικών ρύπων, ιδίως το καλοκαίρι όπου η ατμόσφαιρα γίνεται ιδιαίτερα αποπνικτική. Μια εξίσου σημαντική μορφή αθέατης ρύπανσης είναι και ο θόρυβος, όπως επίσης και το πρόβλημα της συσσώρευσης των σκουπιδιών, ιδιαίτερα σε περιοχές της ανατολικής Θεσσαλονίκης. Άμεσα και καθημερινά αντιληπτό είναι το κυκλοφοριακό πρόβλημα ιδιαίτερα στο κέντρο της πόλης όπως επίσης και η συγκοινωνία με τα μέσα μαζικής μεταφοράς που παρουσιάζει πολλά προβλήματα και σε γενικές γραμμές αδυνατεί να καλύψει τις ανάγκες του επιβατικού κοινού ποιοτικά αλλά και ποσοτικά. Τέλος η έλλειψη χώρων στάθμευσης σε καίρια σημεία της πόλης, τόσο στο κέντρο, όσο και περιφερειακά θεωρείται καθολική.

Λέξεις κλειδιά: ατμοσφαιρική ρύπανση, θόρυβος, απορρίμματα, κυκλοφοριακό πρόβλημα, συγκοινωνιακό πρόβλημα, χώροι στάθμευσης.

Εισαγωγή

Ο τρόπος δόμησης των σύγχρονων πόλεων σε συνδυασμό με το κύμα αστυφιλίας, που πήρε έντονες διαστάσεις τα τελευταία χρόνια, έκανε τον άνθρωπο να αγνοήσει την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Σήμερα που οι μεγαλουπόλεις γιγαντώνονται η μία μετά την άλλη και η ζωή γίνεται πιο δύσκολη και ανυπόφορη, η συνύπαρξη ανθρώπου και αστικού πρασίνου γίνεται επιτακτική. Η κοινωνική συμβολή των χώρων πρασίνου των αστικών κέντρων είναι σημαντική, γιατί ασκούν ευεργετικές επιδράσεις στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των μεγαλουπόλεων. Εξάλλου συνεισφέρουν στην αντιμετώπιση του προβλήματος της ηχορύπανσης, της μόλυνσης της ατμόσφαιρας, αμβλύνουν τις ακραίες θερμοκρασίες, αποτελούν χώρους αναψυχής και ανάπαυσης των πολιτών και συμβάλουν στην άμβλυνση των προβλημάτων που δημιουργούνται από το νέφος. Παρόλο που οι χώροι πρασίνου στα αστικά κέντρα ασκούν τεράστιες ευεργετικές επιδράσεις, εντούτοις οι διαθέσιμοι αυτοί χώροι είναι ελάχιστοι και δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας. Αρκεί να αναφερθεί ότι στη Θεσσαλονίκη οι χώροι πρασίνου καταλαμβάνουν μόλις το 0,88% της συνολικής της έκτασης, ποσοστό μηδαμικό αν συγκριθεί με αυτά των ευρωπαϊκών πόλεων τα οποία αγγίζουν το 40% (Καραμέρης, 1989, Beckett et al., 1997, Ντάφης, 1998).

Η ατμοσφαιρική ρύπανση δημιουργείται από πολλές σύγχρονες δραστηριότητες που ίσως φαντάζουν στους περισσότερους από εμάς τελειώς ακίνδυνες όπως είναι η παραγωγή θερμότητας τοπικής κλίμακας, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι διαδικασίες που περιλαμβάνουν καύση ή μεταφορά θερμότητας, οι διαδικασίες που περιλαμβάνουν χρήση διαλυτών και οι μεταφορές. Οι σημαντικότεροι αέριοι ρύποι που επιβαρύνουν έντονα τόσο την ατμόσφαιρα όσο και τα φυτά με βιοχημικές και φυσιολογικές αλλαγές, είναι τα: διοξείδιο του θείου (SO₂), οξειδία του αζώτου (NO₂ και NO), όζον (O₃), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), πτητικές οργανικές ενώσεις εκτός από το μεθάνιο (CH₄), αμμωνία (NH₃), μολυβδος (Pb), αιωρούμενα σωματίδια και καπνός

¹ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος

² Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων

(Ντάφης, 1998, Pignata et al., 1999, Viotti et al., 2002). Μια άλλη μορφή «αθέατης ρύπανσης» είναι ο θόρυβος. Η βελτίωση του επιπέδου ζωής και η εξέλιξη της βιομηχανίας δημιούργησαν πλήθος πηγών θορύβου. Από όλες τις πηγές της ηχορύπανσης, η κίνηση των οχημάτων στους δρόμους είναι η πιο επικρατούσα και ίσως η πιο επικίνδυνη. Η αποτελεσματικότητα της χρήσης των φυτών στον έλεγχο των θορύβων εξαρτάται από την φύση των θορύβων, το είδος των φυτών, τη δομή της φύτευσης και από τις κλιματικές συνθήκες (FHWA, 1992).

Τα οικιακά στερεά απόβλητα αποτελούν ένα μείγμα ανεπιθύμητων υλικών, τα οποία μεταβάλλονται ποσοτικά και ποιοτικά, ανάλογα με τον τύπο του νοικοκυριού και με τις αλλαγές των προτύπων κατανάλωσης. Η διαχείριση του υλικού αυτού οφείλει να στοχεύσει στην ελαχιστοποίηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και των κινδύνων για την δημόσια υγεία. Η διαδικασία μετατροπής των σκουπιδιών σε πηγές ενέργειας ή πρώτες ύλες και η επαναχρησιμοποίηση, κατόπιν επεξεργασίας, ορισμένων άχρηστων υλικών, η γνωστή πλέον σε όλους διαδικασία της ανακύκλωσης, έχει ως βασικό όφελος την προστασία του περιβάλλοντος, γιατί όσο πιο πολλά είδη απορριμμάτων αξιοποιούνται τόσο λιγότερα σκουπίδια καταλήγουν στις χωματερές, στις θάλασσες και τα ποτάμια, με αποτέλεσμα αφενός να περιορίζεται η ρύπανση του περιβάλλοντος και αφετέρου να επιμηκύνεται η διάρκεια ζωής των χωματερών (Read, 1999, Dijkema et al. 2000). Για την τελική διάθεση, η οποία αποτελεί και το κύριο μέρος ενός συστήματος διαχείρισης, εφαρμόζονται παγκοσμίως τρεις κύριες μέθοδοι: η υγειονομική ταφή, η βιοσταθεροποίηση (κομποστοποίηση), και η καύση. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να μελετώνται: τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των απορριμμάτων, τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της περιοχής, τα υδρογεωλογικά δεδομένα, οι δυνατότητες ανάκτησης ενέργειας ή υλικών και το κόστος διαχείρισης (Evison and Read, 2001, Williams and Kelly, 2002). Οι πηγές των υγρών αποβλήτων που ρυπαίνουν τους υδατικούς αποδέκτες διακρίνονται στα: αστικά λύματα, τα βιομηχανικά και βιοτεχνικά απόβλητα, τα απόβλητα πτηνοτροφικών μονάδων και τα νερά της βροχής. Η διαχείριση των υγρών αποβλήτων εστιάζεται στην επεξεργασία των αστικών λυμάτων σε εθνικό επίπεδο, με την κατασκευη εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων και συναρτημένων αποχετευτικών δικτύων με στόχο την πλήρη επεξεργασία τους.

Ένα από τα πλέον μεγάλα προβλήματα μιας σύγχρονης πόλης, το οποίο γίνεται άμεσα και καθημερινά αντιληπτό είναι το κυκλοφοριακό. Οι σημαντικότεροι λόγοι του προβλήματος αυτού έχουν να κάνουν με την σχεδίαση των πόλεων καθώς και με την ραγδαία αύξηση του αριθμού των αυτοκινήτων. Πολλά προβλήματα επίσης παρουσιάζουν τα μέσα μαζικής μεταφοράς που σε γενικές γραμμές αδυνατούν να καλύψουν τις ανάγκες του επιβατικού κοινού ποιοτικά αλλά και ποσοτικά, όπως επίσης και η έλλειψη χώρων στάθμευσης σε καίρια σημεία της πόλης, τόσο στο κέντρο όσο και περιφερειακά.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας ήταν να ερευνηθούν οι απόψεις και οι στάσεις των πολιτών απέναντι σε σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα της πόλης μας όπως είναι η ρύπανση, το κυκλοφοριακό-συγκοινωνιακό πρόβλημα και η έλλειψη χώρων στάθμευσης στο πολεοδομικό συγκρότημα της Θεσσαλονίκης.

Μεθοδολογία

Η συγκέντρωση των απόψεων πραγματοποιήθηκε με την χρήση του ερωτηματολογίου σ' όλους τους δήμους του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης. Με απλό τυχαίο τρόπο επιλέχθηκαν σε κάθε δήμο, ανάλογα με τον πληθυσμό του, οικοδομικά τετράγωνα στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι συνεντεύξεις. Ως «κέντρο» χαρακτηρίστηκε η περιοχή του Δήμου Θεσσαλονίκης. Ως «ανατολική» και «δυτική» Θεσσαλονίκη χαρακτηρίστηκαν οι περιοχές που βρίσκονται ανατολικά και δυτικά του Δήμου Θεσσαλονίκης. Ως αξιολογητές επιλέχθηκαν άτομα και των δύο φύλων όλων των ηλικιών και διαφόρων κοινωνικών τάξεων. Αρχικά οι ερωτήσεις ήταν γενικές, για το φύλο, την ηλικία, το επάγγελμα, κ.λπ. Ακολουθούσαν ερωτήσεις σχετικά με το πρόβλημα της ρύπανσης της πόλης καθώς και ερωτήσεις για τις συνθήκες μαζικής μεταφοράς αλλά και για τα προβλήματα λόγω έλλειψης χώρων στάθμευσης. Επιλέχθηκε η μέθοδος της προσωπικής συνέντευξης και έγινε η επεξεργασία ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος 250 πολιτών, όπως προέκυψε από τους τύπους της απλής τυχαίας δειγματοληψίας αφού πρώτα πραγματοποιήθηκε προδειγματοληψία. Η επεξεργασία των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε με την χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS. Οι απόψεις των πολιτών αποτυπώθηκαν σε πίνακες απλής εισόδου και ελέγχθηκαν με το test ανεξαρτησίας του χ^2 σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ (Norusis, 1992, Μενεξές, 1998).

Αποτελέσματα

Από την επεξεργασία των στοιχείων στους πίνακες Ι και ΙΙ προκύπτει ότι η πλειοψηφία των πολιτών πιστεύει ότι η συσσώρευση των σκουπιδιών είναι λιγότερο σημαντικό πρόβλημα για την πόλη όμως η αποκομιδή

των σκουπιδιών θα πρέπει να γίνεται συχνότερα. Από τα στοιχεία των πινάκων ΙΙΙ, ΙV, V και VI και με βάση των έλεγχο ανεξαρτησίας χ^2 φαίνεται ότι ο τόπος κατοικίας των κατοίκων παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της συμπεριφοράς τους σε θέματα ανακύκλωσης. Η συντριπτική πλειοψηφία των κατοίκων γνωρίζει ότι ο δήμος τους είναι ενταγμένος σε πρόγραμμα ανακύκλωσης καθώς και ότι συμμετέχουν στα προγράμματα αυτά σε ποσοστό που φτάνει και το 50,8% τόσο σε περιοχές της ανατολικής Θεσσαλονίκης όσο και στις υπόλοιπες περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος (39,1-40,6%) (πίνακας ΙV). Από τα στοιχεία του πίνακα V προκύπτει ότι οι πολίτες συμφωνούν σε ποσοστό που φτάνει και το 95,9%, ότι οι δήμοι τους θα πρέπει να τοποθετήσουν περισσότερους κάδους ανακύκλωσης στις περιοχές τους, ενώ από τα στοιχεία του πίνακα VI φαίνεται ότι σπάνια χρησιμοποιούν ανακυκλωμένα προϊόντα στην καθημερινή τους ζωή. Από τα στοιχεία των πινάκων VII, VIII και IX φαίνεται ότι η γνώση της ύπαρξης ή όχι καθώς και των αποτελεσμάτων του βιολογικού καθαρισμού είναι ανεξάρτητη από τον τόπο κατοικίας. Οι πολίτες γνωρίζουν την ύπαρξη του βιολογικού καθαρισμού σε ποσοστό που φθάνει και το 84,4% (πίνακας VII) αλλά πιστεύουν ότι είναι πολύ λίγο αισθητά τα αποτελέσματά του στο ευρύ κοινό (πίνακας VIII), ενώ συμφωνούν σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ του 47,8-57,0% ότι είναι απαραίτητα η εφαρμογή του 3^{ου} σταδίου βιολογικού καθαρισμού (πίνακας IX). Από τα στοιχεία των πινάκων X και XI και με βάση των έλεγχο ανεξαρτησίας χ^2 φαίνεται ότι οι απόψεις των πολιτών, για τον αν το νέφος αποτελεί πρόβλημα καθώς και ποια πιστεύουν ότι είναι η βασική πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή τους, εξαρτώνται από τον παράγοντα του τόπου κατοικίας τους. Το 42,1% των κατοίκων της ανατολικής Θεσσαλονίκης υποστηρίζει ότι το νέφος αποτελεί πρόβλημα στην περιοχή τους, ενώ αντίστοιχη άποψη σε ποσοστό (26,7 και 31,3%) έχουν και οι πολίτες στο κέντρο και σε περιοχές της δυτικής Θεσσαλονίκης. Στην συντριπτική τους πλειοψηφία οι πολίτες, θεωρούν ότι η βασική πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι τα αυτοκίνητα, ενώ πολύ μικρό είναι το ποσοστό που αναφέρεται στα καλοριφέρ ή στα εργοστάσια. Η άποψη των πολιτών στο ποιες περιόδους γίνεται εντονότερο το πρόβλημα του νέφους και για τον αν το νέφος επιβαρύνει την υγεία, είναι ανεξάρτητη από τον τόπο κατοικίας τους (πίνακας XII και XIII). Η συντριπτική πλειοψηφία των πολιτών πιστεύει ότι το πρόβλημα γίνεται εντονότερο το καλοκαίρι (ποσοστό που φθάνει και το 66,7%) καθώς και ότι η επιβάρυνση του νέφους στην υγεία τους είναι σημαντική. Εξίσου ανεξάρτητη από τον παράγοντα του τόπου κατοικίας είναι και η γνώμη των πολιτών στο θέμα της ηχορύπανσης που την θεωρούν ως ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα για την υγεία τους (πίνακας XIV).

Όσο αφορά τον τρόπο μετακίνησης (πίνακας XV), προκύπτει ότι οι Θεσσαλονικείς σε μεγάλο ποσοστό (φτάνει στο 40,3%) χρησιμοποιούν τα μέσα μαζικής μεταφοράς για τις μετακινήσεις τους. Στη συντριπτική τους πλειοψηφία οι πολίτες είναι ελάχιστα έως καθόλου ευχαριστημένοι από τις συνθήκες μεταφοράς που επικρατούν. Το πρόβλημα εντοπίζεται στο σύνολο του στον αριθμό των δρομολογίων (ποσοστό 76,8%). Η δημιουργία νέων γραμμών αποτελεί άλλη μια απαίτηση υψηλού ποσοστού όπως επίσης και η δημιουργία λεωφορειοδρομίων (πίνακες XVI, XVII). Από τα στοιχεία του πίνακα XVIII και με βάση των έλεγχο ανεξαρτησίας χ^2 φαίνεται ότι όσον αφορά την άποψη των πολιτών για τον αν παρατηρείται ή όχι κυκλοφοριακό πρόβλημα στην περιοχή που μένουν, εξαρτάται από τον παράγοντα του τόπου κατοικίας τους. Η Θεσσαλονίκη είναι μία από τις πόλεις που ασφυκτούν κάτω από την πίεση της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Το 41,2% των κατοίκων της ανατολικής Θεσσαλονίκης υποστηρίζει ότι είναι αρκετά σημαντικό το κυκλοφοριακό πρόβλημα που παρατηρείται στην περιοχή τους, ενώ αντίστοιχη άποψη σε ποσοστό (28,9 και 50,7%) έχουν και οι πολίτες στο κέντρο και σε περιοχές της δυτικής Θεσσαλονίκης. Για την αντιμετώπιση του σοβαρού αυτού προβλήματος, στην συντριπτική τους πλειοψηφία οι πολίτες (ποσοστό 52,2%), πιστεύουν ότι το μετρό θα δώσει λύση στην αποσυμφόρηση του κυκλοφοριακού, όπως επίσης και η εφαρμογή του δακτυλίου στο κέντρο της πόλης καθώς και η μεταφορά των υπεραστικών λεωφορείων εκτός πόλης (πίνακες XIX, XX, XXI).

Το 57,8% των κατοίκων του κέντρου της Θεσσαλονίκης αντιμετωπίζει σημαντικό πρόβλημα στάθμευσης ενώ αντίστοιχο πρόβλημα σε ποσοστό (43,9 και 34,3%) έχουν και οι πολίτες σε περιοχές της ανατολικής και δυτικής Θεσσαλονίκης. Η δυσχερέστερη θέση της περιοχής του κέντρου όσον αφορά τη στάθμευση επιβεβαιώνεται από το ποσοστό της τάξεως του 82,2% όπου πιστεύει ότι η Θεσσαλονίκη και ιδιαίτερα το κέντρο της μασιτίζεται από το πρόβλημα της έλλειψης οργανωμένων χώρων στάθμευσης (πίνακες XXII, XXIII).

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Ένα από τα σύγχρονα και πιο σοβαρά προβλήματα που ταλαιπωρούν τους κατοίκους των μεγαλουπόλεων είναι κυρίως οι αέριοι ρύποι. Η Θεσσαλονίκη ανήκει σε αυτές τις μεγαλουπόλεις και η ατμόσφαιρα της χαρακτηρίζεται από χαμηλή ποιότητα και σχετικά μεγάλη συγκέντρωση ατμοσφαιρικών ρύπων. Οι ρύποι

Πίν. Ι. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση αν τα σκουπίδια είναι πρόβλημα για την περιοχή
Tab. I. According to the place of residence, knowledge if the waste is problem for the region

Τόπος κατοικίας	Τα σκουπίδια είναι πρόβλημα για την περιοχή:				
	Καθόλ.(%)	Λίγο (%)	Αρκετά (%)	Πολύ (%)	Σύνολο (%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	15,8	39,5	32,5	12,3	100,0
Κέντρο	13,3	40,0	31,1	15,6	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	20,9	41,8	34,3	3,0	100,0

Significance=0,381

Πίν. ΙΙ. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση αν η αποκομιδή των σκουπιδιών πρέπει να γίνεται συχνότερα
Tab. II. According to the place of residence, knowledge if the collection of waste should become more often

Τόπος κατοικίας	Η αποκομιδή των σκουπιδιών πρέπει να γίνεται συχνότερα:			
	ΔΓ/(%)	Όχι (%)	Ναι (%)	Σύνολο (%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	7,9	22,8	69,3	100,0
Κέντρο	6,7	35,6	57,8	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	7,5	32,8	59,7	100,0

Significance=0,468

Πίν. ΙΙΙ. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν ο δήμος εντάσσεται σε πρόγραμμα ανακύκλωσης
Tab. III. According to the place of residence, knowledge if the municipality is included in a recycling program

Τόπος κατοικίας	Είναι ο δήμος σας ενταγμένος σε πρόγραμμα ανακύκλωσης:			
	ΔΓ/ΔΑ(%)	Όχι (%)	Ναι (%)	Σύνολο (%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	44,7	3,5	51,8	100,0
Κέντρο	40,0	8,9	51,1	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	43,3	9,0	47,8	100,0

Significance=0,56

Πίν.ΙV. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν συμμετέχουν οι πολίτες σε πρόγραμμα ανακύκλωσης του δήμου
Tab. IV. According to the place of residence, knowledge if the citizens participate in their municipality's recycling program

Τόπος κατοικίας	Συμμετέχετε σε πρόγραμμα ανακύκλωσης του δήμου σας:				
	Όχι (%)	Σπάνια (%)	Συχνά (%)	Ναι (%)	Σύνολο (%)
Ανατ.Θεσ/νίκη	8,5	25,4	15,3	50,8	100,0
Κέντρο	34,8	4,3	21,7	39,1	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	21,9	21,9	15,6	40,6	100,0

Significance=0,001

Πίν.V. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν ο δήμος πρέπει να τοποθετήσει κάδους ανακύκλωσης στην περιοχή

Tab. V. According to the place of residence, knowledge if the municipality should place recycling buckets in the region

Τόπος κατοικίας	Ο δήμος σας πρέπει να τοποθετήσει κάδους ανακύκλωσης στην περιοχή			
	ΔΓ(%)	Όχι (%)	Ναι (%)	Σύνολο (%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	-	4,1	95,9	100,0
Κέντρο	14,3	4,8	81,0	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	15,2	-	84,0	100,0

Significance=0,0004 Expected Frequency μικρότερη από 5 είναι >20%

μπορούν να παραχθούν από διάφορες δραστηριότητες της καθημερινής σύγχρονης ζωής, που είναι δύσκολο να αποφευχθούν ή ακόμη και να μειωθούν. Η βλάστηση σαν παράγοντας αντιρρούπασης επιδρά είτε συγκερατώντας τα στερεά σωματίδια στην επιφάνεια των φύλλων και κλαδιών, δρώντας σαν ένα τεράστιο φίλτρο απαλλάσσοντας την ατμόσφαιρα από αιωρούμενα στερεά σωματίδια, είτε επιδρώντας βιοχημικά, απορροπώντας την ατμόσφαιρα μέσω του μεταβολισμού της (Nowak and Crane, 2001). Οι Bussotti and Ferretti (1998), αναφέρουν ότι είδη που αναπτύσσονται σε περιβαλλοντικές συνθήκες με υψηλά επίπεδα ρύπανσης είναι προσαρμοσμένα και σε επιπρόσθετους παράγοντες στρες. Οι Broadmeadow and FreerSmith (1996), αναφέρουν ότι είδη με μεγάλη αντοχή στους ρυπαντές, θα πρέπει να φυτεύονται κοντά στις πηγές

Πίν. VI. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν χρησιμοποιείτε ανακυκλωμένα προϊόντα στην καθημερινή ζωή

Tab. VI. According to the place of residence, knowledge if recycled products are being used in their daily life

Τόπος κατοικίας	Χρησιμοποιείτε ανακυκλωμένα προϊόντα στην καθημερινή σας ζωή:				
	Όχι (%)	Σπάνια (%)	Συχνά (%)	Ναι (%)	Σύνολο (%)
Ανατ.Θεσ/νίκη	18,0	36,9	20,7	24,3	100,0
Κέντρο	26,7	26,7	33,3	13,3	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	16,4	52,2	22,4	9,0	100,0

Significance=0,024

Πίν. VII. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν υπάρχει πρόγραμμα βιολογικού καθαρισμού στα νερά του Θερμαϊκού κόλπου

Tab. VII. According to the place of residence, knowledge if a biological purification program exists

Τόπος κατοικίας	Υπάρχει πρόγραμμα βιολογικού καθαρισμού στα νερά του Θερμαϊκού κόλπου:		
	Όχι (%)	Ναι (%)	Σύνολο (%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	16,7	83,3	100,0
Κέντρο	15,6	84,4	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	22,4	77,6	100,0

Significance=0,553

Πίν. VIII. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν είναι αισθητά τα αποτελέσματα του βιολογικού καθαρισμού

Tab. VIII. According to the place of residence, knowledge if the results from this program are evident

Τόπος κατοικίας	Πιστεύετε ότι είναι αισθητά τα αποτελέσματά του:					
	Καθόλου (%)	Λίγο (%)	Αρκετά (%)	Πολύ (%)	ΔΓ/ΔΑ	Σύνολο (%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	7,0	43,0	31,6	1,8	16,7	100,0
Κέντρο	8,9	40,0	26,7	8,9	15,6	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	6,0	53,7	13,4	4,5	22,4	100,0

Significance=0,130

Πίν. IX. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν θεωρείτε απαραίτητη την εφαρμογή του 3^{ου} σταδίου βιολογικού καθαρισμού

Tab. IX. According to the place of residence, knowledge if the application of the 3rd stage of the program is necessary

Τόπος κατοικίας	Θεωρείτε απαραίτητη την εφαρμογή του 3 ^{ου} σταδίου βιολ. καθαρισμού:					
	Καθόλου (%)	Λίγο (%)	Αρκετά (%)	Πολύ (%)	ΔΓ (%)	Σύν. (%)
Αν. Θεσ/νίκη	13,2	7,9	17,5	57,0	4,4	100,0
Κέντρο	4,4	11,1	33,3	48,9	2,2	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	13,4	4,5	29,9	47,8	4,5	100,0

Significance=0,277

Πίν. X. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν το νέφος αποτελεί πρόβλημα για την περιοχή κατοικίας τους

Tab. X. According to the place of residence, knowledge if the cloud constitutes problem for their region

Τόπος κατοικίας	Το νέφος αποτελεί πρόβλημα για την περιοχή που μένετε:				
	Καθόλου (%)	Λίγο (%)	Αρκετά (%)	Πολύ (%)	Σύνολο (%)
Ανατολική Θεσ/νίκη	21,1	42,1	30,7	6,1	100,0
Κέντρο	11,1	26,7	46,7	15,6	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	14,9	31,3	41,8	11,9	100,0

Significance=0,017

της ρύπανσης έτσι ώστε να απορροφούν τους αέριους ρύπους και να βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν και οι Impens and Delcarte (1979) και Good (1990), οι οποίοι προσδιορίζουν την μέγιστη απορρόφηση των στερεών σωματιδίων από τα δένδρα που φυτεύονται κοντά σε αυτοκινητόδρομους, αναγνωρίζοντας έτσι την σημασία της αστικής και περιαστικής βλάστησης ως φίλτρα αέριων ρυπαντών στις μεγάλες πόλεις. Αναφορές στα οφέλη των αστικών δασών έγιναν και από τους McPherson et al (1994) οι οποίοι υπολόγισαν ότι τα δένδρα στην πόλη του Σικάγο απομάκρυναν συγκεντρώσεις περίπου 234 τόνων PM10 το έτος 1991, βελτιώνοντας κατά μέσο όρο την ποιότητα του αέρα περίπου 0,4%, ενώ σε περισσότερο

Πίν. XI. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το ποια είναι η βασική πηγή ατμ. ρύπανσης

Tab. XI. According to the place of residence, knowledge as for which is the basic source of atmospheric pollution

Τόπος κατοικίας	Ποια πιστεύετε ότι είναι η βασική πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης;				
	Αυτοκίνητα (%)	Καλοριφέρ (%)	Εργοστάσια (%)	ΔΓ/ΔΑ (%)	Σύνολο (%)
Ανατολική Θεσ/νίκη	71,1	6,1	1,8	21,1	100,0
Κέντρο	80,0	-	4,4	15,6	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	43,3	6,0	31,3	19,4	100,0

Significance=0,009

Πίν. XII. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το πότε γίνεται εντονότερο το πρόβλημα

Tab. XII. According to the place of residence, knowledge as for when this problem is more intense

Τόπος κατοικίας	Ποιες περιόδους γίνεται εντονότερο το πρόβλημα;					
	Καλοκαίρι (%)	Φθινόπωρο (%)	Χειμώνας (%)	Άνοιξη (%)	ΔΓ/ΔΑ	Σύνολο (%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	61,4	2,6	11,4	3,5	21,1	100,0
Κέντρο	66,7	2,2	4,4	11,1	15,6	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	59,7	6,0	13,4	3,0	17,9	100,0

Significance=0,209

Πίν. XIII. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση αν το νέφος επιβαρύνει την υγεία των πολιτών

Tab. XIII. According to the place of residence, knowledge if the cloud aggravates the health of citizens

Τόπος κατοικίας	Το νέφος επιβαρύνει την υγεία σας;					
	Καθόλου (%)	Λίγο (%)	Αρκετά (%)	Πολύ (%)	ΔΓ/ΔΑ	Σύνολο (%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	2,6	28,1	38,4	20,2	10,5	100,0
Κέντρο	2,2	28,9	37,8	17,8	13,3	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	1,5	14,9	47,8	23,9	11,9	100,0

Significance=0,703

Πίν. XIV. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν η ηχορύπανση αποτελεί πρόβλημα

Tab. XIV. According to the place of residence, knowledge if noise pollution is a major problem

Τόπος κατοικίας	Η ηχορύπανση αποτελεί πρόβλημα για σας;				
	Καθόλ.(%)	Λίγο (%)	Αρκετά (%)	Πολύ (%)	Σύνολο (%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	10,5	22,8	31,6	35,1	100,0
Κέντρο	15,6	13,3	28,9	42,2	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	10,4	16,4	34,3	38,8	100,0

Significance=0,758

Πίν. XV. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν χρησιμοποιείτε μέσα μαζικής μεταφοράς κατά τις μετακινήσεις σας

Tab. XV. According to the place of residence, knowledge if the buses are being used for their transportations

Τόπος κατοικίας	Χρησιμοποιείτε μέσα μαζικής μεταφοράς κατά τις μετακινήσεις σας;				
	Καθόλ.(%)	Σπάνια (%)	Συχνά (%)	Πάντα (%)	Σύν.(%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	13,2	28,9	33,3	24,6	100,0
Κέντρο	6,7	42,2	31,1	20,0	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	9,0	22,4	40,3	28,4	100,0

Significance=0,347

δασομένες περιοχές η βελτίωση αυτή έφτανε το 2,1%. Στην πόλη της Θεσσαλονίκης, ιδιαίτερα υψηλές τιμές ατμοσφαιρικής ρύπανσης παρατηρούνται στο κέντρο της πόλης, όπου λόγω υπερσυγκέντρωσης δραστηριοτήτων και έντονης κυκλοφοριακής κίνησης εμφανίζονται, μερικές μέρες το χρόνο, υπερβάσεις των ορίων επιφυλακής για ορισμένους ρύπους, όπως το διοξείδιο του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και ο καπνός. Από την επεξεργασία των μέχρι τώρα στοιχείων προκύπτει ότι το νέφος της Θεσσαλονίκης μετεξελλίσσεται σταδιακά αλλά σταθερά, από νέφος αιθαλομίχλης, όπου βαρύνουσα σημασία έχουν οι ρύποι

Πίν. XVI. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν είστε ικανοποιημένοι από τα μέσα μαζικής μεταφοράς

Tab. XVI. According to the place of residence, knowledge if they are satisfied from the buses

Τόπος κατοικίας	Είστε ικανοποιημένοι από τα μέσα μαζ. Μεταφ. στις μετακινήσεις σας;				
	Καθ.(%)	Λίγο (%)	Αρκετά (%)	Πολύ (%)	Σύνολο (%)
Ανατ.Θεσ/νίκη	41,0	36,0	21,0	2,0	100,0
Κέντρο	23,8	42,9	28,6	4,8	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	38,7	30,6	29,0	1,6	100,0

Significance=0,399

Πίν. XVII. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το τι θα θέλατε να αλλάξει στην αστική συγκοινωνία της περιοχής για την καλύτερη εξυπηρέτηση

Tab. XVII. According to the place of residence, knowledge if something has to be changed in the buses

Τόπος κατοικίας	Τι θα θέλατε να αλλάξει στην αστική συγκοινωνία της περιοχής σας ώστε να εξυπηρετείστε καλύτερα;					Σύνολο (%)
	Αύξηση δρομολογ. (%)	Δημ. νέων γραμμών (%)	Δημ. Λεωφ/μών (%)	Με/χτια θηρυ. (%)	Τίποτα (%)	
Ανατ. Θεσ/νίκη	76,8	10,1	6,1	5,1	2,0	100,0
Κέντρο	65,0	7,5	10,0	17,5	5,0	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	68,9	14,8	9,8	3,3	3,3	100,0

Significance=0,358

Πίν. XVIII. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν υπάρχει κυκλοφοριακό πρόβλημα

Tab. XVIII. According to the place of residence, knowledge if a circulatory problem exists

Τόπος κατοικίας	Υπάρχει κυκλοφοριακό πρόβλημα στην περιοχή σας;				
	Καθ.(%)	Λίγο (%)	Αρκετά(%)	Πολύ (%)	Σύνολο (%)
Ανατ.Θεσ/νίκη	5,3	29,9	41,2	24,6	100,0
Κέντρο	11,1	20,0	28,9	40,0	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	10,4	32,8	50,7	6,0	100,0

Significance=0,001

Πίν. XIX. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν πιστεύετε ότι το μετρό θα δώσει λύση στην αποσυμφόρηση του κυκλοφοριακού προβλήματος

Tab. XIX. According to the place of residence, knowledge if the subway will be a solution to the circulatory problem

Τόπος κατοικίας	Πιστεύετε ότι το μετρό θα δώσει λύση στην αποσυμφόρηση του κυκλοφοριακού προβλήματος και στην διευκόλυνση των μετακινήσεών;				
	Καθόλου (%)	Λίγο (%)	Αρκετά (%)	Πολύ (%)	Σύνολο (%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	1,8	6,1	42,1	50,0	100,0
Κέντρο	-	15,6	48,9	35,6	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	4,5	13,4	29,9	52,2	100,0

Significance=0,087

Πίν. IX. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν εφαρμοστεί ο δακτύλιος στο κέντρο της πόλης θα δώσει λύση στο κυκλοφοριακό

Tab. IX. According to the place of residence, knowledge if the application of the ring in the city center will give solution in the circulatory problem

Τόπος κατοικίας	Αν εφαρμοστεί ο δακτύλιος στο κέντρο της Θεσσαλονίκης θα δώσει λύση στο κυκλοφοριακό;				
	Καθόλου (%)	Λίγο (%)	Αρκετά (%)	Πολύ (%)	Σύνολο (%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	22,8	22,8	35,1	19,3	100,0
Κέντρο	24,4	31,1	31,1	13,3	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	19,4	23,9	40,3	16,4	100,0

Significance=0,850

διοξειδίου του θείου και ο καπνός, σε φωτοχημικό νέφος, όπου σημαντικότερο ρόλο διαδραματίζουν οι ρύποι όπως τα οξειδία του αζώτου, οι υδατάνθρακες και το όζον. Σύμφωνα όμως με τα σημερινά δεδομένα ανάπτυξης, στη Θεσσαλονίκη και στα όρια του δήμου δεν αναμένεται έντονη εκδήλωση «φωτοχημικού νέφους», στο άμεσο τουλάχιστον μέλλον. Σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση των μεγίστων τιμών αερίων ρύπανσης παίζει η γεωμορφολογία και η μετεωρολογία της περιοχής καθώς και σε ότι αφορά τις πηγές, ο

Πίν. XXI. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν η μεταφορά των υπεραστικών λεωφορείων εκτός πόλεως θα συμβάλλει θετικά στο πρόβλημα

Tab. XXI. According to the place of residence, knowledge as for whether the transport of long distance buses out of the city will contribute positively in the problem

Τόπος κατοικίας	Η μεταφορά των υπεραστικών λεωφορείων εκτός πόλεως θα συμβάλλει θετικά στο πρόβλημα:				
	Καθόλου (%)	Λίγο (%)	Αρκετά (%)	Πολύ (%)	Σύνολο (%)
Ανατ.Θεσ/νίκη	7,0	25,4	37,7	29,8	100,0
Κέντρο	2,2	28,9	51,1	17,8	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	3,0	31,3	41,8	23,9	100,0

Significance=0,412

Πίν. XXII. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν αντιμετωπίζετε πρόβλημα στάθμευσης

Tab. XXII. According to the place of residence, knowledge if there is a parking problem in their municipality

Τόπος κατοικίας	Λιγότερο αντιμετωπίζετε πρόβλημα στάθμευσης στην περιοχή σας:				
	Καθόλου (%)	Λίγο (%)	Αρκετά (%)	Πολύ (%)	Σύνολο (%)
Ανατ.Θεσ/νίκη	10,5	23,7	21,9	43,9	100,0
Κέντρο	4,4	17,8	20,0	57,8	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	20,9	25,4	19,4	34,3	100,0

Significance=0,095

Πίν. XXIII. Με βάση τον τόπο κατοικίας γνώση ως προς το αν η έλλειψη οργανωμένων χώρων στάθμευσης μαστίζει την πόλη και ιδιαίτερα το κέντρο της

Tab. XXIII. According to the place of residence, knowledge if this parking problem is major in the city center

Τόπος κατοικίας	Η έλλειψη οργανωμένων χώρων στάθμευσης μαστίζει τη Θεσσαλονίκη και ιδιαίτερα το κέντρο της:				
	Καθ. (%)	Λίγο (%)	Αρκετά (%)	Πολύ (%)	Σύνολο (%)
Ανατ. Θεσ/νίκη	-	0,9	14,9	84,2	100,0
Κέντρο	-	2,2	15,6	82,2	100,0
Δυτική Θεσ/νίκη	1,5	-	16,4	82,1	100,0

Significance=0,648

συνεχώς αυξανόμενος αριθμός των οχημάτων που προστίθενται κάθε χρόνο και επιβαρύνουν την κυκλοφοριακή κίνηση στην ευρύτερη περιοχή της πόλης. Στην συντριπτική τους πλειοψηφία οι πολίτες όλου του πολεοδομικού συγκροτήματος, θεωρούν ότι η βασική πηγή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι τα αυτοκίνητα, ενώ πολύ μικρό είναι το ποσοστό που αναφέρεται στα καλοριφέρ ή στα εργοστάσια. Επίσης πιστεύουν ότι το πρόβλημα του νέφους γίνεται εντονότερο το καλοκαίρι που λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και της υψηλής υγρασίας η ατμόσφαιρα γίνεται ιδιαίτερα αποπνικτική, καθώς επίσης και ότι η επιβάρυνση των ρύπων στην υγεία τους είναι αρκετά σημαντική, ιδίως των μικρών παιδιών, δημιουργώντας τους προβλήματα που ίσως να τους ταλαιπωρούν σε όλη τους τη ζωή.

Η συνεχώς αυξανόμενη καθημερινή δραστηριότητα έχει σαν αποτέλεσμα την πρόκληση συνεχώς και περισσότερων θορύβων. Ο θόρυβος είναι κάτι το εφήμερο και δεν προκαλεί μόνιμες καταστροφές στο περιβάλλον, όπως συμβαίνει με διάφορα χημικά απόβλητα και πολλούς άλλους ρυπαντές, οι οποίοι εισέρχονται στο περιβάλλον μέσω του αέρα, του εδάφους και του νερού. Από όλες τις πηγές της ηχορύπανσης, η κίνηση των οχημάτων στους δρόμους είναι η πιο επικρατούσα και κατά πάσα πιθανότητα η πιο επικίνδυνη. Τα επίπεδα της ηχορύπανσης που παρατηρούνται σε ένα αυτοκινητόδρομο εξαρτώνται κυρίως από τους εξής παράγοντες: (α) τον αριθμό των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν, (β) την ταχύτητα με την οποία κινούνται, και (γ) τον αριθμό των μεγάλων οχημάτων που υπάρχουν. Σύμφωνα με τους Bugliarello, et al., (1976) ο θόρυβος που προέρχεται από ένα μεγάλο φορτηγό ή λεωφορείο ισοδυναμεί με το θόρυβο που παράγουν 10 με 15 ιδιωτικά αυτοκίνητα μαζί. Υπάρχουν βέβαια και πολλοί άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το ποσό του θορύβου που παράγεται, εκτός από τον τύπο του οχήματος όπως οι οδικοί, οι περιβαλλοντικοί, οι κατασκευαστικοί, οι καιρικοί κ.λπ. Ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα θορύβου αντιμετωπίζουν οι κάτοικοι κυρίως των περιοχών Καρδίας, Τριλοφου, Πλαγιαρίου και του ανατολικού τμήματος του πολεοδομικού συγκροτή-

ματος Θεσσαλονίκης από τις απογειώσεις και τις προσγειώσεις των αεροπλάνων. Σημαντικό πρόβλημα ενδέχεται να παρουσιάζουν οι δυτικές περιοχές της Θεσσαλονίκης κοντά στην βιομηχανική ζώνη. Σε βιομηχανίες παραγωγής ξυλείας ο θόρυβος που δημιουργείται από τα πριόνια που λειτουργούν μπορεί να φθάσει τα 106 dB. Τα μέσα επίπεδα θορύβου κυμαίνονται μεταξύ 92 και 96 dB σε βιομηχανίες όπως χυτήρια, ναυπηγεία, υφαντουργία, ζυθοποιεία κ.λπ. Οι μέγιστες τιμές που έχουν καταγραφεί κυμαίνονται μεταξύ 117 και 136 dB (World Health Organization, 2001). Η δημιουργία πυκνών φρακτών από δένδρα και θάμνους μπορεί να ελαττώσει το θόρυβο από 5-10 ντεσιμπέλ. Αυτό σημαίνει ότι ο θόρυβος μπορεί να μειωθεί μέχρι και 50% περίπου. Για καλύτερα όμως αποτελέσματα ο φράκτης πρέπει να φυτεύεται κοντά στην πηγή του ήχου και όχι κοντά στην περιοχή την οποία επιθυμούμε να προστατεύσουμε. Για να πετύχουμε όμως αυτό το αποτέλεσμα τα είδη που θα φυτευτούν, καθώς και το σχέδιο φύτευσης πρέπει να επιλεγούν και να σχεδιαστούν με προσοχή (FHWA, 1992, USDA National Agroforestry Center, 1998). Για τον κυκλοφοριακό θόρυβο στην περιοχή του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης, οι πολίτες στην πλειοψηφία τους πιστεύουν ότι αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για την υγεία τους, εκτιμώντας ότι στο τέλος της επόμενης 15ετίας θα υπάρξει σοβαρό πρόβλημα ηχητικής ρύπανσης σε όλες τις περιοχές από όπου διέρχονται βασικοί οδικοί άξονες γι' αυτό και θα πρέπει να επιτευχθεί η εφαρμογή νομοθεσίας- κανονισμών άμεσα ή έμμεσα σχετιζομένων με το θόρυβο.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας στη διαχείριση των απορριμμάτων βασίζεται στις αρχές της ελαχιστοποίησης των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της μεγιστοποίησης της ανάκτησης υλικών και ενέργειας από τα απορρίμματα. Στο πολεοδομικό συγκρότημα Θεσσαλονίκης, τη φροντίδα για τη συλλογή και αποκομιδή των απορριμμάτων έχουν οι δήμοι, ενώ τη διάθεση έχει αναλάβει ειδικός οργανισμός της τοπικής αυτοδιοίκησης, ο Σύνδεσμος Ο.Τ.Α. Μείζονος Θεσσαλονίκης. Η διάθεσή τους στηρίζεται αποκλειστικά στην μέθοδο της ταφής στον χώρο απόθεσης της περιοχής Ταγαράδων, 35 χλμ. ΝΑ της πόλης. Η λειτουργία του χώρου αυτού υπερέχει κατά πολύ από αυτή των παλιότερων χώρων απόθεσης, ωστόσο δεν πάει να παραμένει ένας χώρος με πεπερασμένη βιωσιμότητα, που κάποτε θα πρέπει να αντικατασταθεί. Παρόλα αυτά ένα σημαντικό ποσοστό πολιτών που φτάνει στο 69,3% πιστεύει ότι η αποκομιδή των σκουπιδιών θα πρέπει να γίνεται συχνότερα, ιδιαίτερα σε περιοχές της ανατολικής Θεσσαλονίκης. Σύμφωνα με τον Read (1999), η ανακύκλωση των υλικών δεν είναι μια καινούργια ιδέα αλλά αντίθετα είναι διαχρονική, είναι μια διαδικασία μετατροπής της ύλης σε ενέργεια και επαναχρησιμοποίησή της κατόπιν επεξεργασίας της, ενώ ταυτόχρονα προστατεύει και το περιβάλλον. Τα προγράμματα ενημέρωσης του κοινού με τη χρήση προσώπων ικανών για την προώθηση της περιβαλλοντικής υπεύθυνης συμπεριφοράς στο σπίτι, είναι περισσότερο επιτυχή από μια υπηρεσία επικοινωνίας που προωθεί συγκεκριμένα πρότυπα και διευκολύνουν την επιτυχία των προγραμμάτων ανακύκλωσης. Από την έρευνα των Evison and Read (2001), προκύπτει ότι από ένα δείγμα 1000 ατόμων ποσοστό ίσο με 79% θεωρεί ότι είναι περιβαλλοντικά ευσυνείδητο καθώς και το 98% ότι η διαδικασία της ανακύκλωσης είναι μέθοδος γενικά αποδεκτή. Ένα ποσοστό ίσο με 41% ανακυκλώνει κάθε εβδομάδα μερικά προϊόντα, αλλά υπάρχει βέβαια και το 9% οι οποίοι ανακυκλώνουν διάφορα προϊόντα λιγότερο από 4 φορές τον χρόνο, όπως επίσης υπάρχει και το 11% όπου ποτέ δεν συμμετείχαν στην διαδικασία αυτή. Οι κυριότεροι λόγοι μη συμμετοχής τους είναι σε ποσοστό 30% η τεμπελιά, η έλλειψη τοπικών μέσων (ειδικών κάδων ανακύκλωσης) (12%), καθώς και η μη σωστή ενημέρωση (6%). Το πρόγραμμα ανακύκλωσης ξεκίνησε πειραματικά από το δήμο Καλαμαριάς και σήμερα έχει επεκταθεί και λειτουργεί σε όλους τους δήμους του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης. Το βασικό όφελος που προκύπτει από τη διαδικασία αυτή είναι η προστασία του περιβάλλοντος. Στην χώρα μας σήμερα καταλήγουν κάθε χρόνο στα σκουπίδια 300.000 τόνοι χαρτιού. Με την πολτοποίηση του παλιού χαρτιού και την αξιοποίησή του στην παραγωγή, εξοικονομείται κατανάλωση ενέργειας ενώ η ρύπανση της ατμόσφαιρας περιορίζεται σημαντικά. Σήμερα το 50,8% των πολιτών στην ανατολική Θεσσαλονίκη όσο και στις υπόλοιπες περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος (39,1-40,6%) είναι ενημερωμένο και συμμετέχει σε προγράμματα ανακύκλωσης του δήμου τους, αλλά πιστεύουν σε ποσοστό που φτάνει και το 95,9% ότι θα πρέπει να υπάρξει μεγαλύτερη ενημέρωση καθώς και εκπαίδευση του κοινού σε θέματα συλλογής και ανακύκλωση του μεγαλύτερου μέρους των επαναχρησιμοποιούμενων υλικών που περιέχονται στα απορρίμματα. Σχεδόν το μεγαλύτερο τμήμα το πολεοδομικού συγκροτήμα-

τος εξυπηρετείται από τον κεντρικό αποχετευτικό αγωγό που καταλήγει στον Σταθμό Επεξεργασίας Λυμάτων Πόλης Θεσσαλονίκης (ΣΤΕΛΠ), με αναπτυσσόμενους κεντρικούς συλλεκτήρες που διοχετεύουν τις παροχές στους κεντρικό αγωγό καθώς και αντλιοστάσια για την εξυπηρέτηση των χαμηλών περιοχών και της ευρύτερης περιοχής του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης. Η χωροθέτηση των βιομηχανικών μονάδων της περιοχής της Θεσσαλονίκης παρουσιάζει τάση αποκέντρωσης προς τις εξόδους της πόλης, που παρά την αποκεντρωτική αυτή τάση, το αποτέλεσμα είναι το ίδιο από άποψη ρύπανσης, καθώς οι περιοχές που υποδέχθηκαν τις βιομηχανικές μονάδες δεν διέθεταν δίκτυα υποδομή, με αποτέλεσμα τα απόβλητα να οδηγούνται στον πλησιέστερο χείμαρρο, κανάλι ή απορροφητικό βόθρο. Σύμφωνα με τα στοιχεία του υπουργείου βιομηχανίας, το 52% των βιομηχανικών μονάδων αποχετεύονται σε βόθρους, το 32% σε υπονόμους, το 4% απευθείας στην θάλασσα και το 12% σε παρακείμενα ρεύματα ή χείμαρρους. Την τελευταία δεκαετία υλοποιείται ένα μεγάλο μέγεθος πρόγραμμα κατασκευής σταθμών επεξεργασίας λυμάτων και συναρτημένων αποχετευτικών δικτύων στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης με στόχο την πλήρη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πριν την απόρριψή τους στο Θερμαϊκό κόλπο. Οι Θεσσαλονικείς σε ποσοστό 84,4% έχουν γνώση των έργων που έχουν δρομολογηθεί και κυρίως αυτών που έχουν τεθεί σε λειτουργία αλλά πιστεύουν ότι είναι πολύ λίγο αισθητά τα αποτελέσματα τους στο ευρύ κοινό. Ο σχεδιασμός και η οργάνωση των συγκοινωνιών θα πρέπει να υπηρετεί την οικονομική και κοινωνική δραστηριότητα των κατοίκων της πόλης, το περιβάλλον, την ποιότητα ζωής γενικότερα. Οι συγκοινωνίες για να υπηρετήσουν τους σκοπούς αυτούς πρέπει να έχουν κοινωνικό χαρακτήρα, πράγμα που σημαίνει ενίσχυση του δημόσιου χαρακτήρα τους και δημιουργία Ενιαίου Φορέα Αστικών Συγκοινωνιών. Το 40,3% των πολιτών χρησιμοποιούν τα μέσα μεταφοράς για τις μετακινήσεις τους, οι οποίοι είναι ελάχιστα έως καθόλου ευχαριστημένοι από τις συνθήκες μεταφοράς που επικρατούν, γεγονός που κάνει επιτακτική την ανάγκη ριζικών αλλαγών εκσυγχρονισμού της αστικής συγκοινωνίας ώστε να είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες του επιβατικού κοινού με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Το πρόβλημα στο σύνολό του εντοπίζεται στον αριθμό των δρομολογίων που κατά την συντριπτική τους πλειοψηφία (76,8%) δεν επαρκούν καθώς και στην δημιουργία νέων γραμμών και λεωφορειοδρόμων όπου θα επηρεάσουν θετικά και το κυκλοφοριακό πρόβλημα. Τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει μια 100% αύξηση του φόρτου στις βασικές αρτηρίες οι οποίες πια έχουν φτάσει σε επίπεδο κορεσμού. Η ποιότητα των μέσων συγκοινωνίας της πόλης έχει πολύ μεγάλη σημασία αφού επηρεάζει την ποιότητα της κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο. Η γενική κυκλοφοριακή μελέτη που δημιουργήθηκε στοχεύει στην σύνθεση και αξιολόγηση των εναλλακτικών σχεδίων βασικής κοινωνιακής πολιτικής για την πόλη, την ευρύτερη περιοχή και το πολεοδομικό συγκρότημα. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος έχουν δρομολογηθεί και ανατεθεί μια σειρά μεγάλων έργων όπως είναι το μετρό και η υπόγεια οδική αρτηρία παράκαμψης του κέντρου που θα συνδέει τη νέα δυτική είσοδο με την παραλιακή λεωφόρο. Το 52,2% των πολιτών συμφωνεί με τα μέτρα αυτά που αναμφισβήτητα θα διευκολύνουν τις μετακινήσεις τους και θα συνεισφέρουν πολύ στην επίλυση του προβλήματος. Ένας άλλος παράγοντας που έχει σχέση με το κυκλοφοριακό πρόβλημα της Θεσσαλονίκης είναι η έλλειψη χώρων στάθμευσης στο κέντρο της πόλης αλλά και περιφερειακά. Το 82,2% των πολιτών θεωρεί επιτακτική ανάγκη για την επίλυση του κυκλοφοριακού φόρτου και την ατέλειωτη ταλαιπωρία των οδηγών, την κατασκευή οργανωμένων χώρων στάθμευσης σε καίρια σημεία της πόλης όπου συγκεντρώνεται η μεγαλύτερη ζήτηση θέσης στάθμευσης. Η δημιουργία μεγάλων χώρων στάθμευσης περιφερειακά του κέντρου της πόλης σε συνδυασμό με τη βελτίωση των άλλων μέσων μαζικής μεταφοράς και την δημιουργία καινούργιων, όπως του μετρό, θα βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό το κυκλοφοριακό πρόβλημα που αντιμετωπίζει σήμερα η πόλη της Θεσσαλονίκης. Ιδιαίτερη λοιπόν προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην υιοθέτηση στρατηγικών οι οποίες να προωθούν τη χρήση εναλλακτικών ως προς το αυτοκίνητο μέσων στο εσωτερικό της μητροπολιτικής περιοχής και να αντιμετωπίζουν τις επιπτώσεις της κυκλοφοριακής συμφόρησης στη λειτουργία της πόλης και στην ποιότητα ζωής των πολιτών.

Quality of life, major ecological problems and ways of reducing them, in city of Thessaloniki**M. Aslanidou¹, P. Smiris¹, O. Mavrokordopoulou¹, E. Pipinis¹, G. Tsantopoulos²****Summary**

It is worldwide acceptable that the existence of trees in big urban centers improves the quality of life and effectively contributes to the improvement of existence conditions in cities. The accumulation of residents in the interior of cities, the inadequate environment and the built-up layout make the cities hostile for people and his desire for green spaces even bigger. The aim of this work, was the research of citizens opinion in the most important ecological problems of the city of Thessaloniki. This was accomplished with the use of questionnaire and with the method of personal interview in representative samples of citizens. One of the most serious problems is the amount of atmospheric pollutants, especially in summer where the atmosphere becomes particularly suffocating. Also an equally important form of pollution is noise, as well as the problem of accumulation of waste, particularly in regions of Eastern Thessaloniki. The circulatory problem particularly in the city center as well as the transport, present a lot of problems and in general lines are unable to cover the passenger needs qualitatively and quantitatively. Finally the lack of parking spaces, both in the center and regionally, is consider to be catholic.

Key Words: atmospheric pollution, noise, waste, circulatory problem, transport problem, parking spaces.

Βιβλιογραφία

- Beckett, K., Freer-Smith, P., and F. Taylor. 1997. Urban woodlands: their role in reducing the effects of particulate pollution. *Environmental Pollution* Vol.99:347-360.
- Broadmeadow and Freersmith. Department of the Environment (DoE), 1996. *People Parks and Cities: a Guide to Current Good Practice in Urban Parks* HMSO. London.
- Bugliarello, G., Alexandre, A., Barnes, J., & Wakstein, C. 1976. *The Impact of Noise Pollution: A Socio – Technological Introduction*. New York: Pergamon Press.
- Bussotti, F., and M. Ferretti. 1998. Air pollution, forest condition and forest decline in Southern Europe: an overview. *Environmental Pollution*. Vol. 101. Pp. 49-65.
- Dijkema, G.P., Reuterm M., and E. Verhoef. 2000. A new paradigm for waste management. *Waste Management*. Vol. 20. Issue 8, pp. 633-638.
- Evison, T. and A. Read. 2001. Local Authority recycling and waste –awareness publicity/ promotion. *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 32. (3-4) pp 275-291.
- FHWA 1992. United States Department of Transportation, ‘Highway Traffic Noise: The Price of Progress’, Federal Highway Administration.
- Good, J.E.G., 1990. Air pollution and trees health in relation to arboriculture.in: Hodge, s.J. (Ed.) *Forestry Commission Bulletin 97: Research for practical arboriculture*. HMSO, London, pp.107-119.
- Impens, R.A. and Delcarte, E., 1979. Survey of urban trees in Brussels. Belgium. *Journal of Arboriculture* 5, 169-176.
- Καραμέρης, Α. Κ., 1989. Ο ρόλος του πρασίνου στη βελτίωση της ποιότητας του αστικού περιβάλλοντος. *Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος*. Τόμος ΛΒ. Θεσσαλονίκη.
- McPherson, E.G. Nowak, d.J. Rowntree, R. E. 1994. *Chicago’s Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. USDA General Technical Report NE 186.
- Μενεξές, Γ. 1998. *Εισαγωγή στη χρήση του SPSS ver. 8.0*. Σημειώσεις Κ.Υ.Τ.Π. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Norusis, 1992. *Statistical Package for Social Science SPSS ver 6.00 for Windows*.
- Nowak, D., and D., Crane, 2001. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*. Vol. 116. Issue 3, pp. 381-389.

¹ Aristotle University of Thessaloniki, Department of Forestry and Natural Environment

² Democritus University of Thrace, Department of Forestry, Environmental Management & Natural Resources

- Ντάφης Σ, 1998. Δασοκομία Πόλεων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Έκδοση ΙΙ, Τμήμα Εκδόσεων Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο, Θεσσαλονίκη.
- Pignata M., Gustavo, G., Canas, M. and L. Orellana, 1999. Relationship between foliar chemical parameters measured in *Melia Azedarach* L. and environmental conditions in urban areas. *The Science of the Total Environment* 243/244 pp 85-96.
- Read, A. 1999. A weekly doorstep recycling collection, I had no idea we could! Overcoming the local barriers to participation. *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 26 (3-4) pp 217-249.
- USDA National Agroforestry Center, 1998. «Leaf the Noise Out: Trees as Noise Buffers», *Agroforestry*. Spring.
- Viotti, P. Liuti, G. and P.Di Genova. 2002. Atmospheric urban pollution: applications of an artificial neural network (ANN) to the city of Perugia. *Ecological Modelling*. Vol. 148. Issue 1, pp.27-46.
- Williams I, and J. Kelly, 2002. Green waste collection and the public's recycling behaviour in the Borough of Wyre, England. *Resources, Conservation and Recycling*. Article in press.
- World Health Organization (WHO), 2001. «Occupational and Community Noise», Fact Sheet No 258. February.

Οι λιθώνες (σάρες) στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου Τρικάλων (Καταγραφή, δομή, φυτοτεχνική διευθέτηση)

Κωνσταντίνος Γούλας¹

Περίληψη

Οι λιθώνες στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου Τρικάλων εκτείνονται κατά κύριο λόγο στον ορεινό όγκο «Μπουντούρα» (πλακοπαγής ασβεστόλιθος) και λιγότερο στον ορεινό - όγκο «Κόζιακας» (κυρίως δολομίτης). Συνιστούν «κηλίδες» έντονων αποσαθρώσεων και γεωκατακρημνίσεων (λιθοκατακρημνίσεων) της ευρύτερης λιθογενούς ζώνης των ανωτέρω όγκων, υψηλότερα από τα δασοόρια (φυσικά ή ανθρωπογενή), αλλά και σε χαμηλότερα ευρισκόμενες περιοχές, όπου η δασική προστατευτική βλάστηση χαρακτηρίζεται ως διάσπαρτη. Η συνολική έκταση που καταλαμβάνουν ανέρχεται σε 15,0 Ha περίπου.

Με τα υλικά τους, σε περιόδους ραγδαίων βροχοπτώσεων, τροφοδοτούν τα χειμαρρικά ρεύματα της περιοχής ή συγκροτούν χαρακτηριστικούς χώρους αποθέσεων στους οποίους, μετά πάροδο πολλών ετών, εγκαθίσταται η φυσική βλάστηση. Η φυτοτεχνική τους διευθέτηση είναι δυνατή υπό ορισμένες προϋποθέσεις και εφόσον ληφθούν σοβαρά υπόψη οι ιδιόμορφες κλιματικές και φυσικές γενικότερα συνθήκες των περιοχών όπου απαντώνται.

Λέξεις κλειδιά: Λιθώνες, γεωκατακρημνιση, φυτοτεχνική διευθέτηση.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η διαδικασία μεταφοράς και απόθεσης υλικών στο χώρο δράσης των χειμαρρικών ρευμάτων καθώς και οι διεργασίες παραγωγής των υλικών αυτών στις ορεινές λεκάνες απορροής, αποτελούν τα τρία βασικά στάδια της διακίνησης των φερτών υλικών. Η παραγωγή των υλικών λαμβάνει χώρα κυρίως στις συλλεκτικές λεκάνες του ορεινού και ημιορεινού χώρου και είναι συνέπεια των διαβρώσεων, των αποσαθρώσεων και των γεωκαταρρεύσεων (γεωλισθήσεων και γεωκατακρημνίσεων).

Οι γεωκατακρημνίσεις είναι φαινόμενα κατά τα οποία βραχώδεις ή γαιώδεις μάζες αποκολλώνται, λόγω διαφόρων αιτιών, από τη θέση τους και κατακερματίζονται σε υλικά διαφόρων μεγεθών. Αυτά στη συνέχεια κυλινδώνονται στις κλιτύς, με τρόπο ανεξάρτητο μεταξύ τους, ή κατακρημνίζονται και συσσωρεύονται σε χαμηλότερες θέσεις, στις οποίες η απόθεση γίνεται με διαλογή (Κωτούλας 2001). Τα παραπάνω υλικά, προερχόμενα κυρίως από αποσαθρώσεις ή άλλα αίτια, σχηματίζουν χαρακτηριστικούς ξηρούς κώνους ή κώνους κορημάτων ή λιθώνες (σάρες), που κυριαρχούν στις ζώνες έντονης αποσάθρωσης των ασβεστολιθικών περιοχών της ορεινής και ημιορεινής χώρας μας.

Η αποσάθρωση είναι συνέπεια της σύνθετης επίδρασης φυσικών-μηχανικών, χημικών και υπό προϋποθέσεις, βιολογικών παραγόντων του περιβάλλοντος, οι οποίοι προκαλούν τη χαλάρωση της συνοχής των πετρωμάτων, τη μεταβολή της σύνθεσης και την κατάτμησή τους.

Ειδικότερα οι διαδοχικές μεταβολές της θερμοκρασίας σε μικρά χρονικά διαστήματα (μεγάλο θερμοστατικό εύρος), προκαλούν αντίστοιχες μεταβολές του όγκου των πετρωμάτων με συνέπεια τη χαλάρωση της συνοχής τους, τη δημιουργία ρωγμών και σχισμών και τον κατακερματισμό τους. Η είσοδος του νερού των βροχών εντός των σχισμών και ρωγμών προκαλεί την αύξηση των υδραυλικών φορτίων, ενώ συγχρόνως οι διεργασίες τήξης και πήξης, με την αντίστοιχη αυξομείωση του όγκου του, εντείνουν τις ασκούμενες πιέσεις, χαλαρώνουν τη συνοχή των μαζών και προκαλούν τον κατακερματισμό τους (Strele 1934, Laatsch und Grottenhaler 1962, Klengel und Wagenbreth 1989, Richter 1998, Κωτούλας 2001).

Επιπλέον η επίδραση του διοξειδίου του άνθρακα και των ανθρακικών και χουμικών οξέων, προκαλούν

¹ Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54006 Θεσσαλονίκη, Τηλ.: 2310.998896.

ριζικές μεταβολές της σύστασης των πετρωμάτων με συνέπεια την αποσάθρωσή τους.

Ακόμα οι ζωντανοί οργανισμοί και ιδίως η βλάστηση με το ριζικό της σύστημα, διευρύνει και κατατεμαχίζει την πετρώδη μάζα, διευκολύνει τη διείσδυση του νερού και τη μηχανική ή χημική του δράση, ενώ η σήψη των ριζών και η δημιουργία οξέων διευκολύνει ή επιτείνει τη διαλυτική του δράση.

Ο άνθρωπος επίσης συμμετέχει έμμεσα στις ως άνω διεργασίες, που ως ποιμένες, υλοτόμος ή και εμπρηστής, καταστρέφει τον προστατευτικό φυτομανδύα, επιταχύνει την απομάκρυνση του επιφανειακού εδάφους και την αποκάλυψη των πετρωμάτων, διευκολύνοντας έτσι τη διαβρωτική και αποσαθρωτική δράση των ατμοσφαιρικών παραγόντων. Οι ανωτέρω διεργασίες γίνονται εντονότερες σε περιοχές με αυξημένα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και με απότομες αλλαγές της θερμοκρασίας, ιδίως γύρω από τα σημεία πήξης και τήξης του νερού.

Στην παρούσα εργασία ερευνώνται οι λιθώνες (σάρες) που σχηματίζονται στον ορεινό χώρο που καταλαμβάνει το Πανεπιστημιακό δάσος Περτουλίου Τρικάλων από άποψη αιτίων σχηματισμού, σταδίου εξέλιξης, δομής, υφής, δυναμικής κατάστασης και δυνατότητας φυτοτεχνικής διευθέτησης.

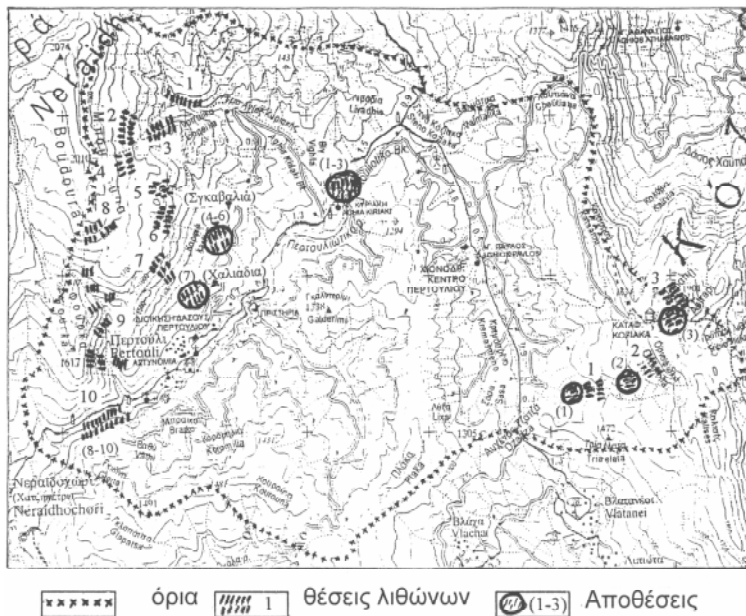
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η έρευνα διενεργήθηκε στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου Τρικάλων εντός και εκτός των δασοορίων του ορεινού όγκου «Μπουντούρα» (ορειογραφικές μονάδες «Λιουπέικα» και «Βίγγα»), και «Κόζιακας», σε διάσπαρτους λιθώνες (Σχ. 1) και σε υψόμετρα από 1100-2020 m).

2.1 Φυσικές συνθήκες - Περιβάλλον της Περιοχής Έρευνας

Κλιματικές συνθήκες:

Το γενικό κλίμα στο χώρο του Πανεπιστημιακού δάσους² Περτουλίου χαρακτηρίζεται ως μεταβατικό



Σχήμα 1: Χάρτης του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου
Figure 1: Map of Pertouli University Forest

² Το Πανεπιστημιακό δάσος Περτουλίου-Τρικάλων εκτείνεται στις Α, ΝΑ και Δ κλιτύς και εξάρσεις του ορεινού όγκου «Μπουντούρα» και «Κόζιακας». Η έκτασή του ανέρχεται σε 3296,59 Ha, από τα οποία 2361,83 Ha είναι δασοσκεπείς και μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις, 583,71 Ha ορεινοί βοσκότοποι, 114,00 Ha λιβαδότοποι, 168,22 Ha γυμνές-άγονες εκτάσεις και 68,83 Ha αγροί, οικισμοί και λοιπές εκτάσεις.

Μεσογειακό - Μεσευρωπαϊκό με ψυχρό και πολύμοβρο χειμώνα (Σχ. 2), (Μαριολόπουλος 1938).

- Μέσο ετήσιο ύψος βροχής: 1501,6 mm
- Μέση ετήσια θερμοκρασία: 8,7 °C
- Μέση ετήσια μέγιστη θερμοκρασία: 13,2 °C
- Μέση ετήσια ελάχιστη θερμοκρασία: 3,7 °C
- Απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία: 33,5 °C (19.7.73 και 10.9.80)
- Απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία: -20 °C (26.1.1963)

Στο γενικό αυτό κλίμα, λόγω υψομέτρου, ανάγλυφου, έκθεσης και δασοκάλυψης ή μη, παρατηρούνται σημαντικές αποκλίσεις και διαμορφώνονται τοπικά μικροκλίματα που αποτυπώνονται σε αντίστοιχες διαφοροποιήσεις της δασικής βλάστησης και της παραγωγικότητας του δάσους (Οικονομόπουλος, 1964). Στις περιοχές έρευνας, που εκτείνονται μέχρι και 2020 m, με την αύξηση του υψομέτρου, οι κλιματικές συνθήκες εμφανίζονται εντονότερες, με αυξημένα μετεωρολογικά κατακρημνίσματα (>1700 mm) και μεγαλύτερο θερμοκρασιακό εύρος (>30° C).



Σχήμα 2: Ομβροθερμικό διάγραμμα Μ/Σ Περτουλίου (1961-1999). Υψόμετρο: 1.180 m

Figure 2: Rain-thermal chart of Pertouli Meteorological Station (1961-1999)

Τοπογραφικές συνθήκες

Τοπογραφική διαμόρφωση: Μέτρια - έντονα κυματοειδή

Εγκάρσια κλίση: 20-120 (+)%

Έκθεση: Α, ΝΑ («Μπουντούρα»), Δ, ΝΔ και Ν («Κόζιακας»)

Υπερθαλάσσιο ύψος: 1100 -2020 m

Γεωλογικές συνθήκες

Ο ορεινός όγκος «Μπουντούρα» αποτελείται από νεοζητιδικούς πελαγικούς, πλακοπαγείς ασβεστόλιθους και σχιστολιθικούς ψαμμίτες της σειράς του φλύσχη, ενώ ο ορεινός όγκος «Κόζιακας» συνίσταται κυρίως από συμπαγείς ασβεστόλιθους (δολομίτες).

Δασική βλάστηση

Φυτοκοινωνικά, το Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου ανήκει στη ζώνη *Fagetalia*, υποζώνη *Fagion moesiaca* και αυξητικό χώρο *Abietum borisii regis* (Ντάφης 1973, Αθανασιάδης 1978).

Εκτός από την ελάτη (*Abies alba* x *Abies cephalonica*, *Abies borisii regis*) που κυριαρχεί σε όλη την έκταση του δάσους, σποραδικά συναντώνται και τα είδη: *Juniperus foeditissima*, *J. communis*, *Laburnum anagyroides*, *Acer heidreichii*, *Ilex aquifolium*, *Tilia parvifolia*, *Ostrya carpinifolia*, *Rhus coriaria* κ.ά. Το δάσος ελάτης εξαπλώνεται σε υψόμετρο 1100-1700 m, ενώ μεμονωμένα άτομα ελάτης απαντώνται και σε υψηλότερες θέσεις (1850 – 1950m). Τα όρια του δάσους είναι ανθρωπογενή και οφείλονται στην υποβάθμιση του εδάφους, λόγω της έντονης βόσκησης, στις λαθροϋλοτομίες και στους, κατά το παρελθόν, εμπρησμούς για την εξασφάλιση βοσκήσιμης ύλης (Οικονομόπουλος 1937).

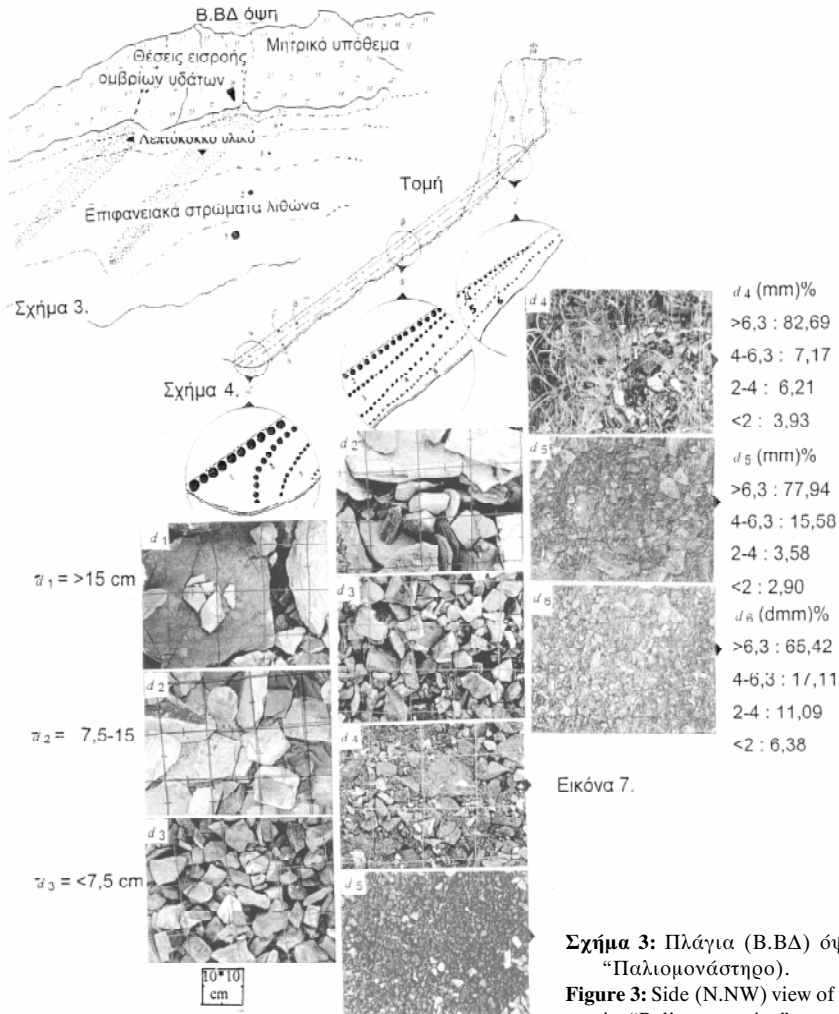
Από την προηγούμενη περιγραφή των συνθηκών του περιβάλλοντος και ειδικότερα των κλιματικών παραγόντων (ύψος βροχής, θερμοκρασιακό εύρος), της απουσίας επιφανειακού εδάφους και προστατευτικού φυτοκαλύματος του γεωλογικού υποθέματος (πλακοπαγείς ασβεστόλιθος - δολομίτης), καθώς και των πολύ ισχυρών έως απόκρημνων κλίσεων, διαπιστώνεται η ύπαρξη ευνοϊκών προϋποθέσεων διάβρωσης - αποσάθρωσης των πετρωμάτων και περαιτέρω συνθηκών εξέλιξης γεωκατακρημνίσεων και βραχοκατακρημνίσεων. Είναι γεγονός ότι, δεδομένων των ευνοϊκών συνθηκών αποσάθρωσης, σε όλη σχεδόν τη γυμνή έκταση, λαμβάνουν χώρα βραχοκατακρημνίσεις με διάφορο βαθμό έντασης και συχνότητας, ανάλογα πάντοτε με τις ιδιαίτερες τοπογραφικές συνθήκες που επικρατούν (Γούλας 1994).

3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στις γυμνές πετρώδεις θέσεις, τόσο υψηλότερα από τα δασοόρια όσο και εντός του αραιού δάσους των ορεινών όγκων «Μπουντούρα» και «Κόζιακας» προσδιορίστηκαν οι θέσεις σχηματισμού λιθώνων (Σχ. 1, Πίν. Ι) και σε καθένα από αυτούς έγιναν οι παρακάτω ενέργειες:

- μετρήθηκε ή υπολογίστηκε η έκταση και
- εκτιμήθηκε το στάδιο εξέλιξης του.

Επιπλέον, σε έναν αντιπροσωπευτικό λιθώνα στη θέση «Παλιομονάστηρο» της περιοχής «Μπουντούρα» μελετήθηκε η δομή του κατά μήκος, πλάτος και βάθος (σχ. 3 και 4 και Εικ. 7) και εξετάστηκε η δυνατότητα φυτοτεχνικής διευθέτησής του.



Σχήμα 3: Πλάγια (Β.ΒΔ) όψη του λιθώνα «Παλιομονάστηρο».
Figure 3: Side (N.NW) view of the stone-place in “Paliomonastiro”

Σχήμα 4: Τομή. Αποδόμηση του μητρικού υποθέματος και σχηματισμός του λιθώνα (υποθετικές περιόδους Α, Β, Γ)
Figure 4: Section -profile. De-contruction of the mother stratum and formation of stone-place (hypothetical periods Α, Β, Γ)

Εικόνα 7: Διαλογική στρωμάτωση των υλικών κατά μήκος και βάθος
Picture 7: Selective stratification of materials in lenthg and depth

Πίνακας 1: Στοιχεία των λιθών στο Πανεπιστημιακό Δάσος Πετρούλιου
Table 1: Description of a stone-place at the University Forest of Petrouliou

Ορεινός θόκος	Θέση παραγωγής (τοπικός αυτοδέκτης)	A/A Ομάδας Λιθώνων	Υψόμετρο m	Έκταση ΜήκοςxΠλάτος m	Έκθεση	Μορφή	Κλίση Λιθώνων %	Στάδιο εξέλιξης	Παράγοντες γένεσης
«Μπουντούρα»	«Βίγνας» (Αγία Κυριακή)	1	1500-1600	250x40 (50)*	N, NΔ	Πεπλατισμένη	65-72	Επέκταση	Αραιά βλάστηση, φυσικές διεργασίες
	«Παρσκακούλα» (Αγία Κυριακή)	2	1650-1750	350x80 (250)	A, NA	Σύνθετη μορφή	63-72	Επέκταση - ωρίμανση	Γυμνή έκταση, φυσικές διεργασίες
	«Παλιομονάστηρο» (Αγία Κυριακή)	3	1600-1716	400x70 (120)	B, ΒΔ	Πεπλατισμένη	67-75	Επέκταση - ωρίμανση - γήρασμού	Γυμνή έκταση, φυσικές διεργασίες
	«Τσωνίς» (€Σγκαβαλιάς)	4	1750-1800	100x15 (25)	A	Ρινόμορφη	67	Εμβρυσικά, επέκτασης	Γυμνή έκταση, φυσικές διεργασίες
	«Μαντριά» (€Σγκαβαλιάς)	5	1550-1600	100x15 (20)	A	Ρινόμορφη	65-70	Επέκταση	Γυμνή έκταση, φυσικές διεργασίες
	«Μαντρι» (€Σγκαβαλιάς)	6	1600-1650	400x15 (25)	A	Ρινόμορφη	65-70	Επέκταση	Γυμνή έκταση, φυσικές διεργασίες
	«Χαλιδάς» (€Χαλιδάς)	7	1400-1700	300x15 (40)	A	Ρινόμορφη	65-70	Επέκταση - ωρίμανση	Γυμνή έκταση, αραιό δάσος, φυσικές διεργασίες
	«Μάινα» (€Πετρουλιώπικος)	8	1650-1850	300x60 (150)	A, NA	Σύνθετη μορφή	65-75	Επέκταση	Διάσπαρτο δάσος, φυσικές διεργασίες
	«Φούρκα» (€Πετρουλιώπικος)	9	1180-1650	400x50 (100)	A, NA	Σύνθετη μορφή	65-73	Ορίμανση - γήρασμού	Αραιό δάσος, φυσικές διεργασίες, ανθρώπινη παρέμβαση
	«Εθνική Οδός» (€Πετρουλιώπικος)	10	1100-1850	300x50 (150)	A, NA	Σύνθετη μορφή	65-75	Επέκταση	Διάσπαρτο δάσος, φυσικές διεργασίες
«Κόζυακας»	«Βαλόρεμα» (τοπικό κοίλωμα)	1	1300-1400	150x50 (100)	NΔ	Πεπλατισμένη	55-65	Επέκταση - γήρασμού	Γυμνή έκταση, φυσικές διεργασίες
	«Αστραπή» (Τοπικό κοίλωμα)	2	1800-1900	100x20 (50)		Ρινόμορφη	70	Γήρασμού	Γυμνή έκταση, φυσικές διεργασίες
	«Ορνιθοφωλιά» (Τοπικό)	3	1600-1700	200x30 (70)	Δ, NΔ	Πεπλατισμένη	70	Επέκταση - ωρίμανση	Γυμνή έκταση, φυσικές διεργασίες

* (50) ενίοτε

Οι παραπάνω ενέργειες έγιναν με μετρήσεις ή και εκτιμήσεις των διαστάσεων (μήκος, πλάτος, βάθος) του λιθώνα και σε επιλεγμένες θέσεις διενεργήθηκαν εκσκαφές (τομές) για τον καθορισμό της στρωμάτωσης και τον υπολογισμό των αντιπροσωπευτικών διαμέτρων του λιθοϋλικού. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν δικτυωτά πλέγματα (1,0 x 1,0 m) με βρόγχους (0,10 x 0,10 m) για μια πρώτη προσέγγιση των διαστάσεων και στη συνέχεια υπολογίστηκε η μέση αντιπροσωπευτική διάμετρος (Κωτούλας 2001). Για τα υλικά μικροτέρων διαστάσεων ο υπολογισμός της αντιπροσωπευτικής διαμέτρου έγινε εργαστηριακά με κοσκίνηση.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1 Περιοχές και θέσεις εμφάνισης των λιθώνων

Οι σπουδαιότεροι λιθώνες, εντός των ορίων του Πανεπιστημιακού δάσους Περτουλίου, εμφανίζονται στον ορεινό όγκο «Μπουντούρα» υψηλότερα από τα δασόδρια (1600 m), καθώς και κάτω από αυτά, σε χαμηλότερες γυμνές από δάσος περιοχές των ορογεωγραφικών μονάδων (Ο. Μ.) «Βίγγα» και «Λιουπέικα» (1100-1600 m). Μικρότεροι λιθώνες εμφανίζονται επίσης στα πρανή και τις κοίτες των περισσότερων μικρορρευμάτων της ίδιας περιοχής, που συμβάλλουν στην κεντρική κοίτη του ρεύματος «Περτουλιώτικος». Τα υλικά των μικρολιθώνων αυτών προέρχονται είτε από υψηλότερες περιοχές, είτε συνίστανται από τα υλικά αποσάθρωσης των βραχωδών μαζών των πρανών τους (Σχ. 1, Πίν. Ι).

Σημαντικοί είναι επίσης και οι λιθώνες κάτωθεν της εθνικής οδού Τριτάλων - Άρτας, που διασχίζει το δάσος Περτουλίου, μεταξύ των κοινοτήτων Περτουλίου και Νεραΐδοχωρίου (Χατζηπετρίου), στο σχηματισμό και την εξέλιξη των οποίων συμμετείχε σε σημαντικό βαθμό και η εκτέλεση των έργων οδοποιίας.

Συνολικά στον ορεινό όγκο «Μπουντούρα» και Ο.Μ. «Λιουπέικα», καταγράφηκαν 10 ομάδες μικρών και μεγάλων λιθώνων που είναι δυνατό να θεωρηθούν ως μονάδες της ευρύτερης λιθογενούς ζώνης «Μπουντούρα» (Πίν. Ι).

Οι ανωτέρω λιθώνες εξαπλούνται μεταξύ των θέσεων «Παρασκευούλα» - «Παλιομονάστρο - Μάννα», και τα προϊόντα τους τροφοδοτούν τα ρεύματα (με ενίοτε σημαντική στερεοπαροχή) Αγίας Κυριακής (κόνος απόθεσης) και «Μάννα», με τελικό αποδέκτη το χειμαρρικό ρεύμα «Περτουλιώτικος». Τα ενδιάμεσα υπάρχουν μικρορρεύματα τροφοδότησαν και τροφοδοτούν με κορήματα τις περιοχές «Χαλιάδια» και «Σγκαβαλιά».

Στον ορεινό όγκο «Κόζιακας», εντός των ορίων του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου, και σε όλη την γυμνή έκταση του, εμφανίζονται πολυπληθείς προεξέχοντες βράχοι, ενώ ο σχηματισμός λιθώνων είναι σπανιότερος και οι υφιστάμενοι καταλαμβάνουν πολύ μικρές επιφάνειες (Πίν. Ι).

Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι ο ασβεστόλιθος της περιοχής «Μπουντούρα» (ασβεστίτης), είναι πιο μαλακός (σκληρότητα περίπου 3,0) και αποσθρώνεται ευκολότερα από τον αντίστοιχο (δολομιτικό) των υψηλότερων περιοχών του όγκου «Κόζιακας» (σκληρότητα 3,5 - 4,0).

Η έκταση όλων των λιθώνων εκτιμήθηκε σε 15,0 Ha περίπου.

4.2 Αίτια δημιουργίας των λιθώνων

Σε όλες τις περιοχές και θέσεις εμφάνισης των λιθώνων, η υποβάθμιση και καταστροφή του φυσικού προστατευτικού φυτοκαλύμματος από έντονη βόσκηση, λαθροϋλοτομίες και εμπρησμούς (Οικονομόπουλος 1937), οι ακραίες κλιματικές συνθήκες και οι ισχυρές-απόκρημνες κλίσεις (ορογενετικές διεργασίες) είχαν ως συνέπεια τη διάβρωση και παράσυρση του απροστάτευτου επιφανειακού εδάφους και την εμφάνιση του γεωλογικού υποθέματος.

Στη συνέχεια, υπό την επίδραση των φυσικών διεργασιών (επίδραση νερού, μεγάλο θερμοκρασιακό εύρος, ατμοί, εναλλαγές τήξης και πήξης νερού, ενδογενείς δυνάμεις), των χημικών (δράση ανθρακικών και χουμικών οξέων) και των βιολογικών (ζωντανό οργανισμό, βλάστηση) διεργασιών, επήλθε χαλάρωση της συνοχής των λιθοϋλικών, δημιουργία σχισμών και ρωγμών, αποσάθρωση, κατακερματισμός και τέλος κατάρρευση (Εικ. 1).

Τα παραχθέντα υλικά, ανάλογα με τις υπάρχουσες κλίσεις και την επίδραση του ιδίου του βάρους τους, με σύρση και συνήθως κύλιση ή πτώση, κατήλθαν σε χαμηλότερες θέσεις με ηπιότερη κλίση, όπου σχημάτισαν και σχηματίζουν τους σημερινούς λιθώνες. Στη συνέχεια με την απορροή των μικρορρευμάτων, σε περιόδους ραγδαίων βροχοπτώσεων, ή με τη συρτική δύναμη του χιονιού, ή με τη συνεργασία των ανωτέρω παραγόντων, τα υλικά σχημάτισαν τους κόνους αποθέσεων Αγίας Κυριακής, «Σγκαβαλιά» και «Χαλιάδια».



Εικόνα 1: Ο λιθώνας (σύνθετης μορφής) στη θέση “Παρασκευούλα” (στάδιο επέκτασης)
Picture 1: The stone-place (composite form) in the place of “Paraskevoula” (stage of expansion)

4.3 Στάδια και μορφολογική εξέλιξη των λιθώνων

Η έναρξη της δημιουργίας ενός λιθώνα και η περαιτέρω εξέλιξη του είναι μια συνεχής και χρονοβόρα διαδικασία που διέρχεται συνήθως τα παρακάτω στάδια, ήτοι: εμβρυακό-αρχικό, διεύρυνσης-επέκτασης, ωρίμανσης και γήρασμού - εποίκησης.

- Κατά το εμβρυακό-αρχικό στάδιο παρατηρείται η σποραδική εμφάνιση ασύνδετων λίθων διαφόρων διαστάσεων, προερχομένων από αποσάθρωση και κατακερματισμό. Αυτοί, ανάλογα με την κλίση και τη μορφολογία της επιφάνειας παραγωγής και υποδοχής, σχηματίζουν μικρές ή μεγαλύτερες ομάδες υλικών με διαλογή ή χωρίς διαλογή, ανάλογα με την ποσότητα και την απόσταση μετακίνησής τους (Εικ. 2).
- Κατά το στάδιο διεύρυνσης-επέκτασης παρατηρείται η έντονη αποδόμηση, κατακερματισμός της μητρικής βραχώδους μάζας και ο βαθμιαίος εμπλουτισμός της επιφάνειας υποδοχής, με υλικά σε διαλογή, σχηματίζοντας σε στρώσεις την οριακή γωνία κλίσης της επιφάνειας του λιθώνα. Η μάζα του νεοσχηματισθέντος λιθώνα από άποψη κλίσης και ισορροπίας παραμένει ασταθής και μετακινείται περιοδικά (έρπυση) προς τα κατόντη, είτε αιφνίδια από το ίδιο το βάρος της, είτε από την είσοδο, πτώση πρόσθετων ογκοδέστερων λιθούλικών. Παράλληλα, κατά την αποσάθρωση της μητρικής βραχώδους μάζας, αυξάνεται η εγκάρσια κλίση της επιταχύνοντας έτσι τη διαδικασία αποδόμησης της μέχρι την επίτευξη της ενιαίας κλίσης της φυσικής της ισορροπίας (Εικ. 1).
- Κατά το στάδιο της ωρίμανσης συνεχίζεται, με μικρότερη ένταση, η είσοδος ή η πτώση νέων υλικών στην



Εικόνα 2: Εμβρυακό στάδιο λιθώνα
Picture 2: Foetal stage of a stone-place



Εικόνα 3: Τμήμα λιθώνα (αξονικής μορφής) στο στάδιο της ωρίμανσης
Picture 3: A section of stone-place (axial shape) in the stage of maturity

επιφάνεια του λιθώνα, ενώ αρχίζει ήδη η διάβρωση και ο κατακερματισμός των παλαιότερων υλικών του λιθώνα τα οποία εισερχόμενα στα διάκενα των μεγαλύτερων λίθων, εμπλουτίζουν την όλη επιφάνεια με λεπτόκοκκο υλικό που επιταχύνεται πολλές φορές και από την είσοδο ομβρίων υδάτων από υψηλότερες θέσεις. Τα ύδατα αυτά περιέχουν και οργανικές ύλες, γεγονός πολύ σημαντικό διότι αποτελεί το πρόδρομο στάδιο αναδημιουργίας των κατάλληλων συνθηκών για την είσοδο της φυσικής βλάστησης.

Πέρα από αυτό, ο εντεινόμενος εμπλουτισμός με λεπτόκοκκο υλικό σταθεροποιεί την επιφάνεια του λιθώνα, που είναι στοιχείο απαραίτητο για τη μελλοντική μονιμότερη εγκατάσταση της βλάστησης.

- Κατά το στάδιο του γηρασμού - εποίκησης επέρχεται βαθμιαία ο πλήρης εμπλουτισμός του λιθώνα με λεπτόκοκκο ανόργανο και οργανικό υλικό και η παράλληλη είσοδος της βλάστησης από τις παρακείμενες εκτός του λιθώνα επιφάνειες (Εικ. 3). Η χρονική διάρκεια καθενός από τα προηγούμενα στάδια είναι δύσκολο να καθορισθεί αφού είναι πράγματι δύσκολος και ο καθορισμός της έντασης και δράσης των παραγόντων που προκαλούν την αποσάθρωση του μητρικού γεωυποθέματος. Σε ένα λιθώνα είναι δυνατή η εμφάνιση περισσότερων του ενός σταδίων, ανάλογα με τη διαμόρφωση της επιφάνειας παραγωγής των υλικών και την ταχύτητα αποσάθρωσης.
- Η εξωτερική εμφάνιση και γενικά η μορφή του λιθώνα εξαρτάται από το ανάγλυφο και τη μορφή του μητρικού βραχώδους σχηματισμού που αποσαθρώνεται, το ανάγλυφο της επιφάνειας υποδοχής των αποσαθρωμάτων, την ένταση της αποσάθρωσης και την επίδραση εξωτερικών παραγόντων. Σε γενικές γραμμές, από άποψη μορφολογίας, οι λιθώνες διακρίνονται σε κωνοειδείς, πεπλατυσμένους, γινομόρφους-αξονικούς και σύνθετης μορφής (Εικ. 1,2 και 4).

4.4 Μορφολογία, δομή, υφή και δυναμική των λιθώνων (μητρικό γεωλογικό υπόθεμα που αποσαθρώνεται και διαμόρφωση του σώματος του λιθώνα (σάρας)).

Για τη διαπίστωση της δόμησης των λιθώνων επιλέχθηκε να ερευνηθεί, όπως προαναφέρθηκε, ο μεγάλος λιθώνας στον ορεινό όγκο «Μπουντούρα» στη θέση «Παλιομονάστηρο»³. Η επιλογή αυτή έγινε λόγω του



Εικόνα 4: Ο λιθώνας “Βίγκα” (πεπλατυσμένος-κωνοειδής, στο στάδιο της διεύρυνσης)
Picture 4: The stone-place “Viga” (flat-headed-cone-shaped, in the stage of expansion)

³ Στη θέση αυτή, σύμφωνα με την παράδοση, υπήρχε το μοναστήρι της Αγίας Κυριακής το οποίο καταστράφηκε από την κατάρρευση, λόγω σεισμού, μεγάλου τμήματος της βραχώδους έξαρσης «...και πως η εικόνα της Αγίας ήθελε και κατοίκησε στο μέρος που είναι τώρα το ξωκκλήσι. Τη μέρα της γιορτής της ερχόταν εκεί ένα λάφι, δώρο της Αγίας, για θυσία...». Το μόνο που σώθηκε από το μοναστήρι ήταν ένα ασημοχρυσωμένο σκαλιστό ναματάρι με το όνομα του παλιού μοναχού «ΙΓΝΑΤΙΟΥ του ΙΕΡΟΜΟΝΑΧΟΥ 1690» το οποίο κλάπηκε κατά τον εμφύλιο πόλεμο (Χατζηγάκης 1963). Σήμερα η εκκλησία της Αγίας Κυριακής βρίσκεται σε απόσταση 2 km από το Περτούλι στο δρόμο Περτούλι – Ελάτη, κτισμένη πάνω σε αποθέσεις που προέρχονται από τους λιθώνες «Παλιομονάστηρο» - «Παρασκευούλα» - «Βίγκα».

αδιατάραχτου του χαρακτήρα του λιθώνα από την επίδραση των ανθρώπων, που συχνά επισκέπτονται την περιοχή για συλλογή ποωδών φυτών (τσάι του βουνού), κυνήγι, τουρισμό, καθώς και των ήμερων και άγριων ζώων, που βόσκουν στις γύρω περιοχές (Εικ. 6-8).

Μητρικό γεωλογικό υπόθεμα του λιθώνα

Το μητρικό γεωλογικό υλικό του λιθώνα «Παλιομονάστηρο» συνιστά μια γήινη βραχώδη έξαρση που επικάθεται στις κεκλιμένες κλιτύς του ευρύτερου ορεινού όγκου «Μπουντούρα» σε υψόμετρο 1600-1716 m.

Η έξαρση αυτή έχει κατεύθυνση από Ν, ΝΔ προς Β, ΒΑ και οριοθετείται από το ρεύμα «Παλιομονάστηρο» - «Παρασκευούλα» (ΒΔ), το ρεύμα «Άσπρος» (Β, ΒΔ), το δασικό δρόμο «Μπουντούρα» (ΝΑ) και τα δασοόρια του δασικού τμήματος 812 (Β, ΒΑ).

Η αποσάθρωση και κατακρήμιση των υλικών λαμβάνει χώρα από τη Β και ΒΔ, σχεδόν κατακόρυφη, πλευρά της έξαρσης σε μήκος 400 m περίπου και μέσο ύψος (από τον υφιστάμενο πόδα) περίπου 25 m (10-40 m). Τα υλικά δόμησης αποτελούνται από πλακοειδείς λίθους (30-45%), γωνιώδους, σπάνια αποστρωγγλωμένης μορφής (πλακοπαγής ασβεστόλιθος) διαφόρων διαστάσεων (μήκους - πλάτους 6-50 (120) cm και πάχους 3-15 (40) cm, χάλικες (0,2-6,0 cm) σε ποσοστό 30-50% και λεπτόκοκκο υλικό (άμμο, ιλύ και άργιλο) σε ποσοστό 5-15%. Οι πλακοειδείς λίθοι επικάθονται ο ένας στον άλλο (γωνία αρμών επαφής $\pm 3^\circ$ (5°), ενώ οι λεπτοί χάλικες και τα μικρότερων διαστάσεων υλικά καταλαμβάνουν τα μεταξύ των λίθων διάκενα (οριζόντιοι και κάθετοι αρμοί). Η όλη δόμηση ομοιάζει με ξηρολιθοδομή με λεπτούς αρμούς.

Το χρώμα της επιφάνειας ποικίλλει από λευκόφαιο - κιτρινόφαιο μέχρι σκούρο φαιό, ανάλογα με τις συνθήκες υγρασίας και την ιδιαίτερη σύνθεση των υλικών. Τα υλικά, που προέρχονται από τη μητρική αυτή επιφάνεια, κατακρημνίζονται κατακερματιζόμενα προς τα κατόντη με μια ταχύτητα που ισοδυναμεί σχεδόν με ελεύθερη πτώση (μετρηθείσα ταχύτητα $v = 21$ m/sec, θεωρητική 25,06 m/sec από ύψος πτώσης 32 m).

Η εξωτερική επιφάνεια, με εσοχές και διογκώσεις, εμφανίζει, κατά θέσεις, χαρακτηριστικές κυρώσεις προς τα έξω, δίδοντας την εικόνα της επικείμενης κατάρρευσης (Εικ. 6). Εκτιμάται ότι μέχρι σήμερα έχει αποδομηθεί-κατακρημνισθεί ένας όγκος 400.000 m³ και μελλοντικά πρόκειται να κατακρημνισθούν ακόμα 300.000 m³ περίπου.

Λιθώνας (σάρα)

Ο λιθώνας (θυγατρικά υλικά) εκτείνεται από τον πόδα της προαναφερθείσης μητρικής επιφάνειας και το μήκος του κυμαίνεται από λίγα μέτρα έως 70 m περίπου.

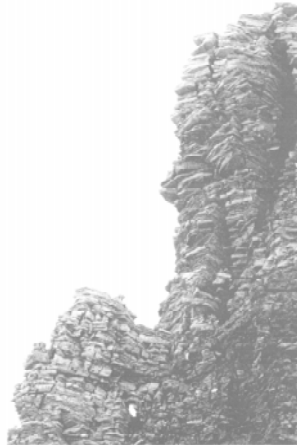
Τα κατακρημνιζόμενα υλικά (αποσαθρώματα) κυλούνται (σπάνια σέρνονται ανάλογα με το βαθμό στρωγγυλομορφίας τους) στο πρσανές, με αρχικά αυξανόμενη και στη συνέχεια επιβραδυνόμενη ταχύτητα μέχρι την τελική απόθεσή τους, με διαλογή, ανάλογα με τον όγκο (βάρος τους). Τα ογκωδέστερα των υλικών αποτίθενται στις κατώτερες θέσεις ενώ τα λεπτότερα στις ανώτερες θέσεις του πρανούς (Σχ. 3, 4 και Εικ. 7).

Η γωνία κλίσης των υλικών του λιθώνα κυμαίνεται από 34° - 37° (67-75%), όταν αυτός δεν έχει διαταρα-



Εικόνα 5: Ο λιθώνας στη θέση “Παλιομονάστηρο”

Picture 5: The stone-place in the place of “Paliomonastiro”



Εικόνα 6: Λεπτομέρεια δόμησης του μητρικού υποθέματος του λιθώνα

Picture 6: Details of structure of mother stratum the stone-place



Εικόνα 8 και 9: Είσοδος ποώδους και θαμνώδους βλάστησης σε τμήματα λιθώνων (στάδιο: ωρίμανσης-γηρασμού)
Picture 8 and 9: Input of herbaceous and shrubby vegetation in parts of stone-places (stage: maturity-ageing)

χθεί από εξωτερικούς παράγοντες και συνεχίζεται ακόμη η διαρκής τροφοδότηση του με πρωτογενή υλικά. Στην κατάσταση αυτή ο λιθώνας παραμένει ασταθής και συχνά επηρεάζεται λίγο ή πολύ από πιθανή διέλευση ανθρώπων και ζώων ή την κατακορήμιση μεγάλου μεγέθους λίθων (πρόσθετο βάρος) με συνέπεια μικρή ή μεγαλύτερη μάζα του (που είναι αντιστρόφως ανάλογη προς το μέγεθος των λίθων που τη συνιστούν) να έρπει (ολισθαίνει) προς τα κατόντη. Τα δημιουργούμενα μικροκοιλώματα πληρούνται από την προς τα κατόντη αυτόματη κίνηση των υπερκείμενων υλικών ή την πτώση νέων, μέχρις ότου αποκατασταθεί η προηγούμενη ασταθής και πάλι ισορροπία. Το φαινόμενο αυτό δεν παρατηρείται σε παλιούς λιθώνες των οποίων τα μικροδιάκενα των λίθων έχουν πληρωθεί με υλικά μικρότερων διαστάσεων. Το βάθος των ασύνδετων υλικών του λιθώνα (1-6 m) ως και το αντίστοιχο του κάθε στρώματος (από άποψη μεγέθους υλικών) κυμαίνεται σε ευρέα όρια και εξαρτάται τόσο από την ποσότητα και τη σύσταση των υλικών της μητρικής μάζας που κατακρημνίζεται όσο και από τη διαμόρφωση και την τοπογραφία της επιφάνειας υποδοχής των κορημάτων (Σχ. 4).

Κατά πλάτος (ισοϋψείς) του λιθώνα εμφανίζεται μια κυματοειδής διαμόρφωση της επιφάνειας του η οποία οφείλεται τόσο στην κατά θέσεις διαφοροποίηση της ταχύτητας αποδόμησης της υπερκείμενης μητρικής μάζας, όσο και στην πιθανή κυματοειδή επιφάνεια του φυσικού εδάφους της κλιτύς υποδοχής. Παρατηρείται επίσης μια διαφοροποίηση, από άποψη μεγέθους, των υλικών του επιφανειακού στρώματος που οφείλεται τόσο στη σύσταση των υλικών της υπερκείμενης βραχώδους μάζας, όσο και στην ύπαρξη υδάτων τα οποία εισερχόμενα στο λιθώνα εμπλουτίζουν το σώμα του με λεπτόκοκκο υλικό (Σχ. 3).

Κατά θέσεις εμφανίζονται περιοδικά μεγαλύτερες ή μικρότερες υγρασκοπικές κηλίδες που οφείλονται στην ύπαρξη υπόγειου νερού σε πολύ μικρό βάθος.

4.5 Δυνατότητες φυτοτεχνικής διευθέτησης των λιθώνων.

Η δυνατότητα φυτοτεχνικής διευθέτησης των λιθώνων, τόσο του μητρικού γεωυποθέματος (λιθοϋλικού), που αποσαθρώνεται, όσο και των επιφανειών υποδοχής των αποσαθρωμάτων (σάρες), εξαρτάται από τις συνθήκες του φυσικού περιβάλλοντος που επικρατούν στην περιοχή. Από αυτές, οι κλιματικές και εδαφικές συνθήκες καθώς και το στάδιο εξέλιξης του λιθώνα, είναι καθοριστικής σημασίας για μια συνολική διευθέτηση.

Οι κλιματικές συνθήκες στα μεγάλα υψόμετρα (>1600 m), που συνήθως εμφανίζονται οι λιθώνες, είναι πράγματι δυσμενείς και πολλές φορές αποτελούν έναν σημαντικό παράγοντα περιορισμού της βλάστησης (δενδρώδους). Το έδαφος στο μητρικό υπόθεμα, στερημένο από τον φυσικό προστατευτικό φυτομανδύα, είτε λόγω φυσικών συνθηκών είτε ανθρώπινων επεμβάσεων (βοσκή, λαθροϋλοτομία, πυρκαγιές) και υπό την επίδραση των κλιματικών συνθηκών και των ισχυρών-απόδημων κλίσεων, εμφανίζεται ισχυρά υποβαθμισμένο ή και ανύπαρκτο, επιτρέπο-

ντας έτσι την άμεση διαβρωτική και αποσασθρωτική δράση των φυσικών και λοιπών παραγόντων.

Το στάδιο εξέλιξης του λιθώνα (σάρας) και ειδικότερα η ύπαρξη και η διαβάθμιση του λεπτόκοκκου υλικού καθώς και το βάθος που συναντάται εντός του λιθώνα, αποτελεί ένα σημαντικό επίσης παράγοντα που επιτρέπει ή αποτρέπει την εγκατάσταση της βλάστησης με φυσικό ή τεχνητό τρόπο.

- Στο μητρικό υπόθεμα που αποσασθρώνεται, η φυτοτεχνική διευθέτηση συνίσταται στον εμπλουτισμό της υπάρχουσας βλάστησης ή την επανίδρυση του προστατευτικού φυτοκαλύμματος, για την προστασία του εδάφους ή την επαναδημιουργία του και την κατά το δυνατό τιθάσωση ή περιορισμό της δράσης των παραγόντων αποσάθωσης, καθώς και στην συγκράτηση των αποσασθρωμάτων στο χώρο παραγωγής τους. Το φυτοτεχνικό υλικό που θα επιλεγεί για εγκατάσταση, θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις κλιματεδαφικές συνθήκες που επικρατούν και να έχει τις αναγκαίες φυτοτεχνικές ιδιότητες που αντιστοιχούν στις ιδιαίτερα δυσμενείς συνθήκες της περιοχής. Φυτοστοιχεία με πλούσιο υπέργειο και έντονο ριζικό σύστημα, λιτοδίαιτα, ανθεκτικά-ελαστικά και με θετική αντίδραση στις επανειλημμένες πληγώσεις, εύκολα αναγεννώμενα, παραβλαστώνοντα, ριζοβλαστώνοντα και με τάσεις κατάληψης του παρακείμενου ζωτικού χώρου, θα πρέπει να προτιμώνται. Για το σκοπό αυτό προσφέρονται τα θαμνώδη και ποώδη είδη σε αντιδιαστολή με τα δενδρώδη, που σχηματίζουν άτονο και βαθύ ριζικό σύστημα. Τα δενδρώδη είδη θα πρέπει να αποφεύγονται, αφού το ριζικό τους σύστημα εισέρχεται εντός των σχισμών και ρωγμών ευνοώντας την αποσταθεροποίηση του λιθοϋλικού, ιδιαίτερα στις παρυφές των επιφανειών αποσάθωσης. Η μέθοδος εγκατάστασης του φυτοϋλικού μπορεί να είναι σε ολόκληρη την επιφάνεια, γραμμική ή κατά θέσεις, χωρίς να παραβλέπεται και η σπορά, ανάλογα με τις υφιστάμενες τοπικές συνθήκες.

- Στα παραχθέντα προϊόντα, αποσασθρώματα (σάρες), η δυνατότητα φυτοτεχνικής διευθέτησης εξαρτάται και από το στάδιο εξέλιξης του λιθώνα αφού, όπως προαναφέρθηκε, η ύπαρξη και η διαβάθμιση του λεπτόκοκκου υλικού ως και το βάθος που συναντάται παίζουν αποφασιστικό ρόλο. Το εμβρυακό, το τελευταίο στάδιο ωρίμανσης και το στάδιο γηρασμού, προσφέρουν περισσότερο για φυτοτεχνική διευθέτηση (Εικ. 8, 9) αφού σ' αυτά παρατηρείται μεγαλύτερη ή μικρότερη ηρεμία των υλικών και υπό προϋποθέσεις αυξημένη περιεκτικότητα λεπτόκοκκου υλικού και οργανικής ουσίας. Η φυτοτεχνική διευθέτηση είναι δυνατή και επιβάλλεται τις περισσότερες φορές, στις παρυφές των λιθώνων, σε όλα τα στάδια, δεδομένης της τάσης του για επέκταση προς τα κατάντη και διεύρυνση. Τα φυτικά είδη θα πρέπει να έχουν και πάλι τις ιδιότητες που προαναφέρθηκαν ενώ είναι δυνατό σ' αυτή την περίπτωση να χρησιμοποιούνται κατά θέσεις ή και να προτιμώνται τα δενδρώδη είδη έναντι των θαμνωδών και ποωδών (όρια λιθώνα). Η μέθοδος εγκατάστασης είναι αυτή της φύτευσης σε λάκκους με προστατευτικό ανάχωμα ή τοποθέτηση μεγάλων λίθων στα ανάντη για προστασία. Η φύτευση, ανάλογα με τις συνθήκες μπορεί να γίνει σε ολόκληρη την επιφάνεια ή γραμμικά, διακεκομμένα ή κατά θέσεις. Οι διανογόμενοι λάκκοι θα πρέπει να φθάνουν μέχρι του επιπέδου του λεπτόκοκκου υλικού (λεπτοί χάλικες – ιλύς – άργιλος), αφού προηγουμένως εξασφαλισθούν τα πρηνή τους από ερπύσεις ή καταρρεύσεις υπερκείμενων υλικών. Το ύψος των φυτών που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι ανάλογο προς το βάθος των λάκκων ώστε η κόμη τους να βρίσκεται εκτός του ανώτερου επιπέδου του λιθώνα.

Ιδιαίτερα για τις συνθήκες των λιθώνων του Πανεπιστημιακού δάσους Πετρουλίου και ανάλογα με τις τοπικές ιδιαιτερότητες, προτείνονται τα είδη *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer heldreichii*, *Alnus glutinosa*, *Rhus coriaria* (που επεκτείνεται με ριζώματα και εξειδικεύεται σε λιθώνες ασβεστόλιθων), είδη *Rubus*, *Rosa*, *Rhamnus*, *Juniperus communis*, *Juniperus foetidissima*.

Τις περισσότερες φορές, σε έντονα αποσασθρούμενες (μητρικές) επιφάνειες κρίνεται απαραίτητη η εκτέλεση τεχνικών έργων όπως επικάλυψη των επιφανειών με μεπτόν ή τοιχοποιία, η κατασκευή τοίχων αντισηριζής, η εκτέλεση τοιμεντοενέσεων και η εγκατάσταση σιδηροδοκών και σιδηροπλεγμάτων.

Όλες οι προηγούμενες εργασίες εκτελούνται ύστερα από εμπεριστατωμένη μελέτη κατά την οποία εξετάζονται τόσο οι δυνατότητες τεχνικής και φυτοτεχνικής διευθέτησης όσο και η οικονομικότητα του έργου, δεδομένου ότι ανάλογα έργα είναι πολυδάπανα και αντιοικονομικά πολλές φορές. Επίσης θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη και η αισθητική του τοπίου, καθώςσον πολλοί λιθώνες αποτελούν πόλο έλξης για τουρίστες και φυσιολάτρες.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Οι λιθώνες στο Πανεπιστημιακό Δάσος Πετρουλίου καταλαμβάνουν έκταση 15,0 Ha περίπου και εκτείνονται κατά 90% στον ορεινό όγκο «Μπουντούρα» (πλακοπαγής ασβεστόλιθος) και κατά 10% στον ορεινό όγκο «Κόζιακας» (δολομίτης). Οι λιθώνες αυτοί συνιστούν κηλίδες έντονων αποσαθρώσεων και γαιωκατακρημνίσεων της ευρύτερης λιθογενούς ζώνης στο χώρο επάνω από τα δασοόρια (φυσικά και κυρίως ανθρωπογενή), σε υψόμετρο μεγαλύτερο από 1500 m, καθώς και σε χαμηλότερες θέσεις όπου η φυσική δασική βλάστηση χαρακτηρίζεται ως διάσπαρτη. Τα υλικά των λιθώνων συνίστανται από λίθους διαφόρων διαστάσεων οι οποίοι κατά την καθοδική τους κίνηση (κύλιση, σπάνια σύρση) διαλέγονται κατά μέγεθος (βάρος) προς δύο διαστάσεις (μήκος, δηλαδή κάθετα προς τις ισοϋψείς και πάχος). Το πάχος (βάθος) τους εξαρτάται από τη διαμόρφωση της επιφάνειας υποδοχής των αποσαθρωμάτων και την ένταση της αποσάθρωσης (μητρικό υπόθεμα). Τα υλικά αυτά σε περιόδους ραγδαίων βροχοπτώσεων, σπανιότερα χιονολισθήσεων, μεταφέρονται, λόγω των ισχυρών και απόκρημνων κλίσεων, προς τα κατόντη, τροφοδοτώντας με φερτά υλικά τα τοπικά χειμαρροικά ρεύματα, ή σχηματίζουν χαρακτηριστικούς όγκους αποθέσεων («Αγία Κυριακή», «Σγκαβαλιά», «Χαλιάδια»).

- Τα στάδια εξέλιξης ενός λιθώνα μπορεί να είναι το εμβρυακό-αρχικό, της διεύρυνσης-επέκτασης, της ωρίμανσης και του γηρασμού, που χαρακτηρίζονται από την διαφοροποίηση της έντασης της αποσάθρωσης του μητρικού πετρώματος καθώς και της τροφοδοσίας του λιθώνα με λιθοϋλικά (αδρομερή ή λεπτόκοκκα).
- Η εξωτερική τους εμφάνιση (μορφή) μπορεί να είναι κωνοειδής, πεπλατυσμένη, αξονική-ρινόμορφη ή σύνθετη, ανάλογα με το ανάγλυφο και την έκταση του μητρικού βραχώδους σχηματισμού, το ανάγλυφο της επιφάνειας υποδοχής των προϊόντων της αποσάθρωσης, την ένταση της αποσάθρωσης και την επίδραση εξωτερικών παραγόντων.
- Η φυτοτεχνική διευθέτηση των λιθώνων συνίσταται:
 - στην πύκνωση, εμπλουτισμό ή ανανέωση της υπάρχουσας φυσικής βλάστησης στη μητρική επιφάνεια που αποσαθρώνεται, για τον κατά το δυνατό περιορισμό ή άμβλυνση της δράσης των παραγόντων που προκαλούν την αποσάθρωση.
 - στην επιτάχυνση της διαδικασίας εισόδου της φυσικής βλάστησης στο σώμα του νεοδημιουργηθέντα λιθώνα ή στην παράλληλη τεχνητή επέμβαση για την εγκατάσταση ανάλογης βλάστησης.
 - στη σύνθετη προσπάθεια τεχνική - φυτοτεχνική για τη διατήρηση των αποσαθρωμάτων στο χώρο παραγωγής τους.

Είναι αυτονόητο ότι οι δυνατότητες φυτοτεχνικής διευθέτησης, τόσο της μητρικής επιφάνειας που αποσαθρώνεται, όσο και του σώματος του νεοδημιουργηθέντα λιθώνα (σάρας), παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα που οφείλονται στις δυσμενείς κλιματικές και ακραίες έως απαγορευτικές εδαφικές συνθήκες που επικρατούν.

- Ειδικότερα για τη μητρική επιφάνεια της οποίας το έδαφος είναι σοβαρά υποβαθμισμένο ή και ανύπαρξο, θα πρέπει να προτιμώνται θαμνώδη και ποώδη φυτικά είδη με πλούσιο υπέργειο και έντονο ριζικό σύστημα, λιτοδίαιτα, ανθεκτικά στις πληγώσεις, ελαστικά, εύκολα αναγεννώμενα, παραβλαστώνοντα, ριζοβλαστώνοντα και με τάσεις κατάληψης του παρακείμενου ζωτικού χώρου. Δενδρώδη είδη, ιδιαίτερα τα σχηματίζοντα άτονο και βαθύ ριζικό σύστημα θα πρέπει υπό προϋποθέσεις να αποφεύγονται.
- Στο σώμα του νεοδημιουργηθέντα λιθώνα, η φυτοτεχνική διευθέτηση εξαρτάται από το στάδιο εξέλιξης και το βαθμό εμπλουτισμού του με λεπτόκοκκο υλικό που μπορεί να επιτευχθεί είτε με την καθοδήγηση της ροής των ομβρίων υδάτων εντός του σώματος του λιθώνα, είτε με την μεταφορά υλικών από παρακείμενες επιφάνειες.
- Πολλές φορές, και στις δυο περιπτώσεις, κρίνεται απαραίτητη η προηγούμενη εκτέλεση τεχνικών έργων για την κατά το δυνατό σταθεροποίηση των επιφανειών και τη συγκράτηση των αποσαθρωμάτων στο χώρο δημιουργίας τους.

The stone-places at the University Forest of Pertouli: Description, structure, plant-technical correction**Constantinos Goulas¹****Abstract**

The stone-places at the University Forest of Pertouli are mainly spread out on the mountainous area of “Boudoura” (slateborn limestone) and to a lesser extent in the mountainous area of “Koziakas” (principally dolomite). They constitute spots of intense disaggregations and land-precipitations (stone-precipitations) of the broader stoneborn zone of the above mountains, over the forest lines (natural or anthropogenic) but also in lower areas, where the forest protective vegetation is sparse. The total area of them is 15,0 Ha approximately. The rock-fragments when moved downwards, are selected per size (weight) and in periods of heavy rains they enter the streams of the area or they form characteristic piles of depositions upon which, after many years, the natural vegetation is established. Additionally, plant-technical correction of the stone-places can be obtained under specific presuppositions and taking into consideration the extreme climatic and the physical conditions of them, generally.

Keywords: Stone-places, disintegration, land-precipitation, phyto-technical correction.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αθανασιάδης Ν., 1978: Δασική Φυτοκοινωνιολογία. Θεσσαλονίκη.
 Γούλας Κ., 1994: Οι λιθοκαταρρημνίσεις στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περγουλίου Τρικάλων. Γεωτεχνικά Επιστημονικά, θέματα. Τόμος 5. Τεύχος 3, σελ. 16-26.
 Klengel K. und O. Wagenbreth, 1989: Ingenieurgeologie. Berlin.
 Κωτούλας Δ., 2001: Ορεινή Υδρονομική. Τόμος Ι. Τα ρέοντα ύδατα. Θεσσαλονίκη.
 Laatsch W. und Grottenthaler, 1962: Typen der Massenverlagerung in den Alien und ihre klassifikation, Forstwissenschaftliches Centralblatt. 1972 (H.6, S. 309-339).
 Μαριολόπουλος Η., 1938: Το κλίμα της Ελλάδος. Αθήνα.
 Ντάφης Σ., 1973: Ταξινόμηση της Δασικής Βλαστήσεως της Ελλάδος. Θεσσαλονίκη.
 Richter G., 1998: Bodenerosion. Darmstadt.
 Οικονομόπουλος Α., 1937: Η κατάσταση του Δάσους Περγουλίου. Θεσσαλονίκη.
 Οικονομόπουλος Α., 1964: Η δασοπονία Περγουλίου. Θεσσαλονίκη.
 Strele G., 1934: Grundriss der Wildbachverbanung. Wien.
 Χατζηγάκης Κ. Αλ., 1963: Τα Ασπροπόταμο Πίνδου. Περγούλι το Χωριό μου. Αθήνα.

¹ Φυτοτεχνικές διευθετήσεις

Χρονικές παράμετροι έναρξης δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1980-1997

Α.Π. Δημητρακόπουλος¹

‘... και το τρίτον της γής κατεκάη,
και το τρίτον των δένδρων κατεκάη,
και πας χόρτος χλωρός κατεκάη.’

ΑΠΟΚΑΛΥΨΙΣ Ιωάννου, κεφ. Η', στ. 7
(περ. 95 μ.Χ.)

Περίληψη

Παρουσιάζονται ανά έτος ο συνολικός αριθμός των δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων της περιόδου 1955 – 2000 και κατανέμονται οι πυρκαγιές και οι καμένες εκτάσεις σύμφωνα με το μήνα, ημέρα και ώρα έναρξης τους για τα έτη 1980 - 1997. Καθίσταται προφανές ότι οι καμένες δασικές εκτάσεις στην Ελλάδα παρουσιάζουν εντυπωσιακή αύξηση από τα μέσα της δεκαετίας του '70 και μετά. Κατά την δεκαετία του '90 οι ετησίως καμένες εκτάσεις (50758 ha/έτος) πενταπλασιάστηκαν σε σχέση με τη δεκαετία του '50 (9347 ha/έτος). Ο κατά μέσο όρο ετήσιος αριθμός πυρκαγιών υπερδιπλασιάστηκε κατά τις δεκαετίες του '80 και '90 σε σχέση με τις δεκαετίες του '60 και '70. Σχεδόν τα 2/3 (64,4%) του συνόλου των πυρκαγιών στην Ελλάδα συμβαίνουν κατά τη διάρκεια τριών θερινών μηνών ως εξής: Αύγουστος (24,64%), Σεπτέμβριος (21,71%) και Ιούλιος (18,05%). Στους ίδιους μήνες επιμερίζεται και το 85,33% των συνολικά καμένων εκτάσεων: Αύγουστος (41,56%), Ιούλιος (25,99%) και Σεπτέμβριος (17,78%). Παρατηρείται σχεδόν πλήρης ισοκατανομή των πυρκαγιών στις ημέρες της εβδομάδος με περίπου 14%, ενώ οι καμένες εκτάσεις παρουσιάζουν μια σχετική αύξηση στις πυρκαγιές που συμβαίνουν Τρίτη και Τετάρτη. Κατά το χρονικό διάστημα από 12:00 – 17:00 (5 ώρες) συμβαίνει το 51 % του συνόλου των πυρκαγιών με την εξής φθίνουσα τάξη μεγέθους: 14:00 – 15:00 11,78%, 13:00 – 14:00 10,78%, 15:00 – 16:00 10,36%, 12:00 – 13:00 9,45%, 16:00 – 17:00 8,6%. Το μέγιστο των καμένων εκτάσεων (51,8 % του συνόλου) παρουσιάζει μετατόπιση κατά μία ώρα νωρίτερα σε σχέση με το μέγιστο του αριθμού των πυρκαγιών, από 11:00 – 16:00 (5 ώρες) ως εξής: 13:00 – 14:00 11,30%, 12:00 – 13:00 11,23%, 14:00 – 15:00 10,49%, 11:00 – 12:00 10,3%, 15:00 – 16:00 8,49%.

Λέξεις – κλειδιά: δασικές πυρκαγιές, καμένες εκτάσεις, χρονικές παράμετροι, αντιπυρική περίοδος, στατιστικά στοιχεία, Ελλάδα.

Εισαγωγή

Η συγκεντρωτική παρουσίαση στατιστικών στοιχείων δασικών πυρκαγιών επιτρέπει τη διαχρονική ανάλυση του φαινομένου σε μια περιοχή ή χώρα, καθώς και την εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με τις κρατούσες συνθήκες και τους παράγοντες που, μακροπρόθεσμα ή βραχυπρόθεσμα, επηρεάζουν την έναρξη και εξέλιξη των δασικών πυρκαγιών και το μέγεθος των καμένων εκτάσεων.

Η παρουσίαση μακράς χρονοσειράς επιτρέπει την ανάλυση της ετήσιας διακύμανσης του αριθμού των δασικών πυρκαγιών και των καμένων εκτάσεων, όπως αυτή σχετίζεται με τις εκάστοτε μετεωρολογικές αλλά και κοινωνικοπολιτικές συνθήκες.

Η κατανομή των πυρκαγιών και των καμένων εκτάσεων σύμφωνα με τις χρονικές παραμέτρους (έτος, μήνας, ημέρα, ώρα) έναρξης τους καθιστά δυνατή τη διάκριση περιόδων υψηλού και χαμηλού κινδύνου, τη

¹ Τμήμα Δασολογίας & Φυσιικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Τ.Θ. 228, 54124 Θεσσαλονίκη, alexdimi@for.auth.gr

θέσπιση της διάρκειας της επίσημης αντιπυρικής περιόδου και τον καθορισμό του βαθμού ετοιμότητας και διαθεσιμότητας των δασοπυροσβεστικών δυνάμεων κατά τη διάρκεια της εβδομάδας και του εικοσιτετραώρου (European Commission 1998).

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα ετήσια συγκεντρωτικά στοιχεία δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων στην Ελλάδα κατά τα έτη 1955 – 2000 και επικεντρώνεται στην ανάλυσή τους ως προς το μήνα, ημέρα και ώρα έναρξης κατά την περίοδο 1980 – 1997.

Υλικά και Μέθοδοι

Τα στατιστικά στοιχεία των δασικών πυρκαγιών της περιόδου 1980 – 1997 καταγράφηκαν από τους κατά τόπους αρμόδιους δασικούς υπαλλήλους σε ειδικά, μηχανογραφημένα 'Δελτία Πυρκαγιάς'. Έτσι, για την περίοδο αυτή υπάρχουν λεπτομερή στοιχεία που αφορούν τις χωροχρονικές παραμέτρους, το πυρικό περιβάλλον (δασική καύσιμη ύλη, μετεωρολογία, τοπογραφία), και τα δεδομένα δασοπυρόσβεσης κάθε πυρκαγιάς. Τα δελτία αυτά παραδίδονται από τα κατά τόπους Δασαρχεία στο Τμήμα Προστασίας Δασών της Γενικής Γραμματείας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος του Υπουργείου Γεωργίας για τη μηχανογράφηση και τη στατιστική επεξεργασία τους.

Όλα τα 'Δελτία Πυρκαγιών' της περιόδου 1980 – 1997 μηχανογραφήθηκαν και αρχειοθετήθηκαν ηλεκτρονικά με τη χρήση του λογισμικού H.Y. PYROSTAT, προγράμματος εξειδικευμένου στην απογραφή και ανάλυση στατιστικών στοιχείων δασικών πυρκαγιών (Dimitrakopoulos 1999). Συνολικά απογράφηκαν 25684 πυρκαγιές που έκαψαν 985444 ha κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 18 ετών. Η μηχανογράφηση των δελτίων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή κατέστησε δυνατό τον αυτόματο και πλήρη έλεγχο τους καθώς και την εύρεση και εξαίρεση όλων των στοιχείων που εκ παραδρομής είχαν καταχωρηθεί πολλαπλώς (η ίδια πυρκαγιά καταχωρήθηκε και εστάλη σε πολλαπλά δελτία). Επίσης, εξασφαλίστηκε ταχύτητα και ακρίβεια στους υπολογισμούς και στη δημιουργία των γραφικών παραστάσεων και αποφεύχθηκαν αντίστοιχα ανθρώπινα λάθη. Τέλος, έγινε εποπτικός έλεγχος εκάστου χειρόγραφου δελτίου από εξειδικευμένο προσωπικό για την ανεύρεση προφανών λαθών και τυχόν ασυμφωνιών που είχαν γίνει από τους συντάκτες τους. Σε περιπτώσεις αμφιβολιών έγινε επανέλεγχος και επαλήθευση με απ' ευθείας επικοινωνία με τα κατά τόπους Δασαρχεία. Το μεγαλύτερο σφάλμα που αποκαλύφθηκε ήταν μια πυρκαγιά στη Σπερχειάδα Φθιώτιδος (25/8/1992) που καταγράφηκε ως 3200 στρέμματα, ενώ στην πραγματικότητα έκαψε μόλις 3,2 στρέμματα.

Από το 1998 και εντεύθεν, η αρμοδιότητα κατάσβεσης των δασικών πυρκαγιών περιήλθε δια Νόμου από τη Δασική Υπηρεσία στο Πυροσβεστικό Σώμα. Η καταγραφή στοιχείων πυρκαγιών από το Πυροσβεστικό Σώμα διαφέρει ριζικά ως προς τις πληροφορίες που καταγράφονται, τον τρόπο καταγραφής τους, αλλά και τον ίδιο τον ορισμό των δασικών πυρκαγιών. Πριν το 1980 δεν γινόταν καταχώρηση των στατιστικών στοιχείων σε ειδικά μηχανογραφημένα 'Δελτία Πυρκαγιών'.

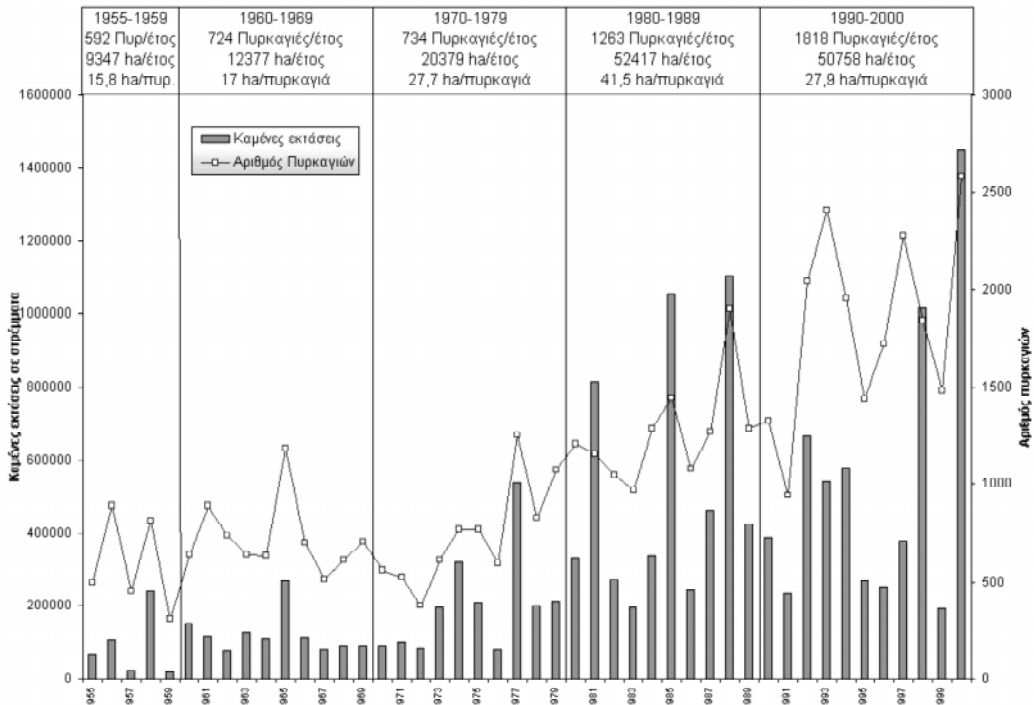
Ως εκ τούτου, η παρούσα ανάλυση των δασικών πυρκαγιών έγινε με βάση τα στοιχεία της περιόδου 1980 – 1997. Χρησιμοποιήθηκε η απλή παραστατική ή λογιστική μέθοδος δια της συγκρίσεως των διαφόρων στοιχείων σε απόλυτους ή σχετικούς αριθμούς (ποσοστά) (Κατσάνος 1970).

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Ο πίνακας 1 και το σχήμα 1 παρουσιάζουν τις δασικές πυρκαγιές και καμένες εκτάσεις της περιόδου 1955 – 2000. Η παρουσίαση γίνεται ανά δεκαετίες (1955 – 1959, 1960 – 1969, 1970 – 1979, 1980 – 1989, 1990 – 2000) για να καταστεί πλέον κατανοητή η διαχρονική τους εξέλιξη. Ο κατά μέσο όρο ετήσιος αριθμός των δασικών πυρκαγιών παρέμεινε περίπου σταθερός τις δεκαετίες του '50, '60 και '70, ενώ τις δεκαετίες του '80 και '90 υπερδιπλασιάστηκε. Οι κατά μέσο όρο ετησίως καιγόμενες εκτάσεις είχαν σταθερά αυξητική πορεία ανά δεκαετία, με αποτέλεσμα τη δεκαετία του '90 (50758 ha/έτος) να πενταπλασιαστούν σε σχέση με τη δεκαετία του '50 (9347 ha/έτος). Ενώ κατά τη δεκαετία του '70 είχαμε περίπου τον ίδιο ετήσιο αριθμό πυρκαγιών κατά μέσο όρο με τη δεκαετία του '60, εν τούτοις κήκαν σχεδόν διπλάσιες δασικές εκτάσεις. Έτσι, η κατά μέσο όρο καιγόμενη έκταση ανά πυρκαγιά ενώ παρέμεινε σταθερή κατά τις δεκαετίες του '50 και του '60 σε περίπου 16 ha ανά πυρκαγιά, αυξήθηκε τη δεκαετία του '70 σε 27,7 ha ανά πυρκαγιά, για να τριπλασιαστεί τη δεκαετία του '80 σε 41,5 ha ανά πυρκαγιά. Κατά τη δεκαετία του '90 υπήρξε μείωση σε 27,9 ha ανά πυρκαγιά. Η κατά μέσο όρο καιγόμενη έκταση ανά πυρκαγιά για όλες τις μεσογειακές χώρες της

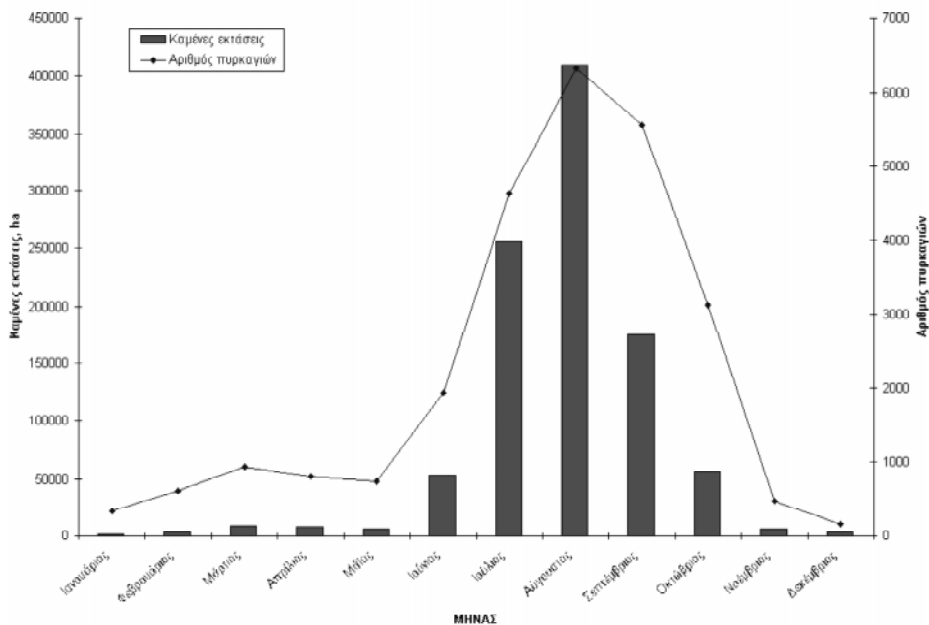
Πίνακας Ι. Διαχρονική εξέλιξη δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1955 – 2000.

ΕΤΟΣ	Αριθμός Πυρκαγιών	Καμένες εκτάσεις, στρ.	ΕΤΟΣ	Αριθμός Πυρκαγιών	Καμένες εκτάσεις, στρ.
1955	499	68566	1978	828	200025
1956	891	110700	1979	1076	211803
1957	453	23000	1980	1207	329653
1958	811	242954	1981	1159	814173
1959	304	22110	1982	1045	273722
1960	639	150151	1983	968	196132
1961	889	117316	1984	1284	336558
1962	736	79216	1985	1442	1054503
1963	636	126797	1986	1082	245135
1964	631	113447	1987	1266	463150
1965	1187	270297	1988	1898	1105011
1966	695	116034	1989	1284	423635
1967	515	81530	1990	1322	385934
1968	607	90575	1991	941	235737
1969	705	92331	1992	2042	663463
1970	558	91879	1993	2406	540492
1971	525	103627	1994	1954	579081
1972	378	85810	1995	1438	272026
1973	610	195000	1996	1719	253101
1974	768	318688	1997	2273	377766
1975	768	209553	1998	1842	1016545
1976	590	83887	1999	1486	191988
1977	1253	537632	2000	2581	1450333

**Σχήμα 1.** Διαχρονική εξέλιξη δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1955-2000.

Πίνακας ΙΙ. Κατανομή δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων σύμφωνα με τους μήνες του έτους.

Μήνας	Αριθμός πυρκαγιών	Αριθμός πυρκαγιών (%)	Καμένες εκτάσεις, ha	Καμένες Εκτάσεις (%)
Ιανουάριος	330	1,25	1375	0,14
Φεβρουάριος	617	2,40	3263	0,33
Μάρτιος	942	3,68	8576	0,87
Απρίλιος	808	3,15	7402	0,75
Μάιος	748	2,91	6213	0,63
Ιούνιος	1940	7,56	52740	5,35
Ιούλιος	4634	18,05	256053	25,99
Αύγουστος	6327	24,64	409600	41,56
Σεπτέμβριος	5574	21,71	175155	17,78
Οκτώβριος	3130	12,19	55997	5,68
Νοέμβριος	478	1,86	5546	0,56
Δεκέμβριος	153	0,60	3515	0,36

**Σχήμα 2.** Κατανομή δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων σύμφωνα με τους μήνες του έτους στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1980-1997.

Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη περίοδο 1989 – 1993 ήταν μόνο 11,7 ha (European Commission 1998). Γενικά, ο αριθμός των δασικών πυρκαγιών σχεδόν διπλασιάστηκε και οι καμένες εκτάσεις σχεδόν τριπλασιάστηκαν τις δεκαετίες του '80 και '90, σε σύγκριση με τις δεκαετίες του '60 και του '70. Τα έτη 2000, 1988, 1985, 1998, 1981, 1992 και 1994 είχαν κατά σειρά τις περισσότερες καμένες εκτάσεις, ενώ τα έτη 2000, 1993, 1997, 1992, 1988, 1998 και 1994 τις περισσότερες καταγοραμμένες πυρκαγιές. Παρατηρούμε ότι σχεδόν όλα τα έτη (εκτός του 1988) με τη μεγαλύτερη συχνότητα πυρκαγιών ανήκουν στην τελευταία δεκαετία.

Καθίσταται προφανές ότι το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών παρουσίασε σταδιακή επιδείνωση όσον αφορά τις καμένες εκτάσεις κατά τις δεκαετίες του '60 και '70, ενώ είχε εντυπωσιακή αύξηση από τα μέσα της δεκαετίας του '70 και κατά τις δεκαετίες του '80 και '90.

Ο πίνακας 2 και το σχήμα 2 παρουσιάζουν την κατανομή των δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων σύμφωνα με το μήνα έναρξης τους. Σχεδόν τα 2/3 (64,4%) του συνόλου των πυρκαγιών στην Ελλάδα συμβαίνουν κατά τη διάρκεια τριών θερινών μηνών με την εξής ιεράρχηση: Αύγουστος (24,64%), Σεπτέμβριος (21,71%) και Ιούλιος (18,05%). Στους ίδιους μήνες επιμερίζεται και το 85,33% των συνολικά καμένων εκτάσεων: Αύγουστος (41,56%), Ιούλιος (25,99%) και Σεπτέμβριος (17,78%). Παραπλήσια ποσοστά παρατηρούνται και στο σύνολο των μεσογειακών χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Πορτογαλία, Ισπανία, Μεσογειακή Γαλλία, Ιταλία). Κατά τους μήνες Ιούλιο – Σεπτέμβριο συμβαίνουν τα 2/3 (65,11%) του συνόλου των πυρκαγιών (εκ των οποίων το 1/3 μόνο κατά το μήνα Αύγουστο) και τα 7/8 (87,5%) του συνόλου των καμένων εκτάσεων (European Commission 1998).

Αν στα παραπάνω προστεθούν οι πυρκαγιές και οι καμένες εκτάσεις του Οκτωβρίου (12,19% πυρκαγιών και 5,68% εκτάσεων) και του Ιουνίου (7,56% και 5,35%), τότε κατά την διάρκεια της επίσημης αντιπυρικής περιόδου (1^η Μαΐου – 31^η Οκτωβρίου, 6 μήνες) συμβαίνουν το 84,15% του συνόλου των πυρκαγιών και το σύνολο σχεδόν των καμένων εκτάσεων (96,36%). Οι Μαρκάλας και Παντελής (1997) για την ίδια περίοδο αναφέρουν το 81,9% του συνόλου των πυρκαγιών κατά τα έτη 1964 – 1994.

Οι δασικές πυρκαγιές διαφοροποιούνται από μήνα σε μήνα και ως προς τα αίτια έναρξης τους, σύμφωνα με τον Δημητράκοπουλο (2004). Κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο παρατηρούνται τα υψηλότερα ποσοστά πυρκαγιών που οφείλονται σε άγνωστα αίτια (44,5% και 43%, αντίστοιχα) και εμπρησμούς (14,3% και 20,3%), ενισχύοντας έτσι την πιθανή συσχέτιση τους. Κατά το Σεπτέμβριο, οι σχετικά μειωμένες καμένες εκτάσεις σε σχέση με την υψηλή συχνότητα πυρκαγιών μπορεί να αποδοθούν στο γεγονός ότι οι γενικές συνθήκες καύσης είναι πλέον ήπιες (χαμηλότερες θερμοκρασίες και υψηλότερη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας) και ότι οι πυρκαγιές οφείλονται σχεδόν εξίσου σε αγροτικές εργασίες («καύση καλάμις») (19,73%) και σε βελτίωση βοσκοτόπων (14,70%), σε σχέση με τους εμπρησμούς (15,53%) που κατά κανόνα καταστρέφουν μεγαλύτερες εκτάσεις. Το ίδιο ισχύει και για τις πυρκαγιές του Οκτωβρίου όπου οι αγροτικές εργασίες (26,10%) και η βελτίωση βοσκοτόπων (13,93%) αποτελούν τα κύρια αίτια έναρξης πυρκαγιών, μετά τα άγνωστα. Οι πυρκαγιές του Μαρτίου και του Απριλίου κατά το μεγαλύτερο μέρος τους οφείλονται σε αγροτικές εργασίες (38,5% και 38,73%, αντίστοιχα).

Γενικά, οι δασικές πυρκαγιές και οι καμένες εκτάσεις κατανέμονται ως εξής στις τέσσερις εποχές του έτους: θέρους (1/6 – 31/8) 50,25% πυρκαγιών και 72,9% καμένων εκτάσεων, φθινόπωρο (1/9 – 30/11) 35,76% πυρκαγιών και 24,02% καμένων εκτάσεων, χειμώνας (1/12 – 28/2) 4,25% πυρκαγιών και 0,83% καμένων εκτάσεων, και άνοιξη (1/3 – 31/5) 9,74% πυρκαγιών και 2,25% καμένων εκτάσεων. Αν ο Σεπτέμβριος θεωρηθεί ως θερινός μήνας για τον Ελληνικό χώρο όπου, ιδίως στη Νότια και Νησιωτική Ελλάδα, οι θερμοκρασίες παραμένουν υψηλές και συνεχίζουν να πνέουν ενισχυμένοι οι ετήσιοι περιοδικό άνεμοι (‘μελέτμα’), τότε στη διάρκεια της θερινής περιόδου (1/6 – 30/9, 4 μήνες) εντοπίζεται το σύνολο σχεδόν (72% πυρκαγιών, 91% καμένων εκτάσεων) του προβλήματος των δασικών πυρκαγιών της χώρας.

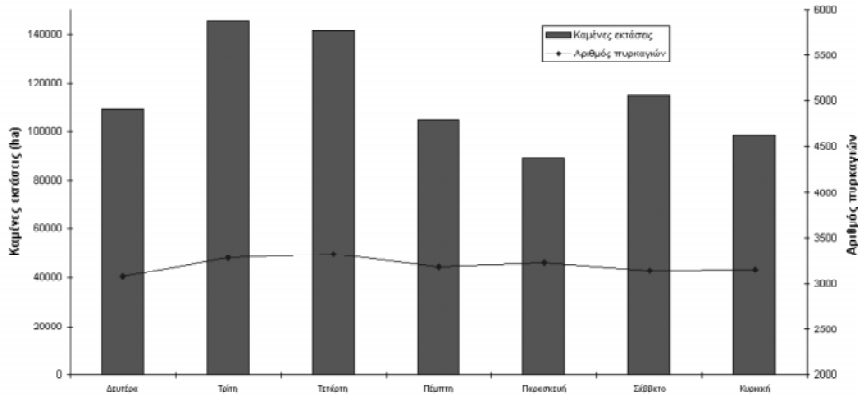
Ο πίνακας 3 και το σχήμα 3 παρουσιάζουν την κατανομή των δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων σύμφωνα με την ημέρα έναρξης τους. Παρατηρείται σχεδόν πλήρης ισοκατανομή των πυρκαγιών στις ημέρες της εβδομάδος με περίπου 14%, ενώ οι καμένες εκτάσεις παρουσιάζουν μια σχετική αύξηση στις πυρκαγιές που συμβαίνουν Τρίτη και Τετάρτη. Ανάλογη κατανομή παρουσιάζεται και στις μεσογειακές χώρες της Ε.Ε. όπου ελαφρά περισσότερες πυρκαγιές συμβαίνουν την Κυριακή (15,67%)(Μ.Ο. = 14,29%), ενώ σχετικά αυξημένα ποσοστά καμένων εκτάσεων παρουσιάζονται την Κυριακή (15,7%) και την Τρίτη (15,2%) (Μ.Ο. = 14,28%) (European Commission 1998).

Ο πίνακας 4 και το σχήμα 4 παρουσιάζουν την κατανομή των δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων σύμφωνα με την ώρα έναρξης τους. Κατά το χρονικό διάστημα από 12:00 – 17:00 (5 ώρες) συμβαίνουν το 51% του συνόλου των πυρκαγιών με την εξής φθίνουσα σειρά μεγέθους: 14:00 – 15:00 11,78%, 13:00 – 14:00 10,78%, 15:00 – 16:00 10,36%, 12:00 – 13:00 9,45%, 16:00 – 17:00 8,6%. Για την ίδια περίοδο, κατά τα έτη 1968 – 1994, οι Μαρκάλας και Παντελής (1997) αναφέρουν 48%. Κατά το ίδιο διάστημα, στο σύνολο των μεσογειακών χωρών της Ε.Ε. κατά τα έτη 1989 - 1993 συνέβησαν το 48,3% του συνόλου των πυρκαγιών (European Commission 1998).

Το μέγιστο των καμένων εκτάσεων παρουσιάζει μετατόπιση κατά μία ώρα νωρίτερα σε σχέση με το μέγιστο του αριθμού των πυρκαγιών. Κατά το χρονικό διάστημα από 11:00 – 16:00 (5 ώρες) καταγράφεται το

Πίνακας III. Κατανομή δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων σύμφωνα με τις ημέρες της εβδομάδος.

Ημέρα εβδομάδος	Καμένες εκτάσεις	Καμένες εκτάσεις (%)	Αριθμός πυρκαγιών	Αριθμός πυρκαγιών (%)
Δευτέρα	109611	13,65	3083	13,77
Τρίτη	145265	18,09	3277	14,63
Τετάρτη	141406	17,61	3319	14,82
Πέμπτη	104278	12,99	3187	14,23
Παρασκευή	89009	11,09	3224	14,40
Σάββατο	114614	14,27	3145	14,05
Κυριακή	98763	12,30	3157	14,10

**Σχήμα 3.** Κατανομή δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων σύμφωνα με τις ημέρες της εβδομάδος στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1980-1997.

51,8 % του συνόλου των καμένων εκτάσεων, ως εξής: 13:00 – 14:00 11,30%, 12:00 – 13:00 11,23%, 14:00 – 15:00 10,49%, 11:00 – 12:00 10,3%, 15:00 – 16:00 8,49%.

Συμπεράσματα

Το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα παρουσίασε σταδιακή επιδείνωση όσον αφορά τις καμένες εκτάσεις από τα μέσα της δεκαετίας του '70. Κατά τις δεκαετίες του '80 και '90 ο αριθμός των δασικών πυρκαγιών σχεδόν διπλασιάστηκε και οι καμένες εκτάσεις σχεδόν τριπλασιάστηκαν, σε σύγκριση με τις δεκαετίες του '60 και του '70. Οι περισσότερες πυρκαγιές συμβαίνουν κατά τη ξηροθερμική περίοδο του θέρους: τα 2/3 (64,4%) του συνόλου των πυρκαγιών και το 85,33% των συνολικά καμένων εκτάσεων συμβαίνουν κατά τη διάρκεια τριών θερινών μηνών (Αύγουστος, Σεπτέμβριος και Ιούλιος). Το 51 % του συνόλου των πυρκαγιών παρατηρείται κατά τις ώρες 12:00 – 17:00, ενώ το μέγιστο των καμένων εκτάσεων παρουσιάζει μετατόπιση κατά μία ώρα νωρίτερα, πιθανώς λόγω των ευνοϊκότερων συνθηκών καύσεως κατά τις πρώτες μεταμεσημβρινές ώρες. Ανάλογη κατανομή ως προς το μήνα, ημέρα και ώρα έναρξης των δασικών πυρκαγιών παρατηρείται και στο σύνολο των μεσογειακών χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Πορτογαλία, Ισπανία, Μεσογειακή Γαλλία, Ιταλία).

Ευχαριστίες

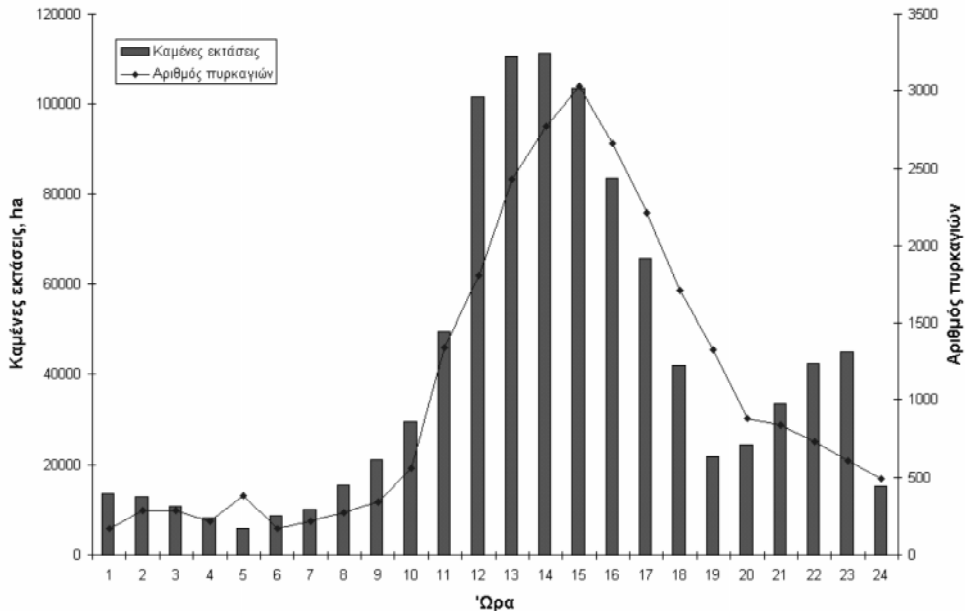
Ο Γεώργιος Καζάκης, Δασολόγος, συνεργάστηκε στη δημιουργία του σχήματος 1.

Ο Δρ Παναγιώτης Μπαλατσός, Γ.Γ.Δ.&Φ.Π., υπολόγισε τον αριθμό των δασικών πυρκαγιών και των καμένων εκτάσεων για τα έτη 1998 – 2000.

Τους ευχαριστώ.

Πίνακας IV. Κατανομή δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων κατά την διάρκεια του 24ώρου.

ΩΡΑ	Αριθμός πυρκαγιών	% συνόλου πυρκαγιών	Καμένες εκτάσεις, ha	% καμένων εκτάσεων
1	169	0,66	13505	1,37
2	286	1,11	12746	1,29
3	282	1,1	10676	1,08
4	212	0,84	7986	0,83
5	381	1,48	5637	0,57
6	164	0,65	8600	0,87
7	215	0,85	10025	1,02
8	268	1,04	15385	1,56
9	336	1,3	21018	2,13
10	562	2,19	29313	2,98
11	1341	5,21	49537	5,03
12	1805	7,02	101522	10,3
13	2429	9,45	110628	11,23
14	2772	10,78	111324	11,3
15	3029	11,78	103336	10,49
16	2663	10,36	83591	8,49
17	2210	8,6	65759	6,67
18	1711	6,65	41985	4,26
19	1326	5,16	21841	2,22
20	876	3,4	24400	2,48
21	839	3,26	33540	3,4
22	734	2,85	42568	4,32
23	608	2,36	45057	4,57
24	489	1,9	15157	1,54

**Σχήμα 4.** Κατανομή δασικών πυρκαγιών και καμένων εκτάσεων κατά τη διάρκεια του 24ώρου στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1980-1997.

Analysis of forest fire statistics of Greece according to year, month, day and hour of occurrence for the period 1980 – 1997

A.P. Dimitrakopoulos¹

Abstract

All available forest fire statistics of Greece during the period 1980 – 1997 are analyzed in terms of the fire occurrence time parameters. During the last twenty years (1980 – 2000) the average annual burned area (50758 ha/year) has increased fivefold compared to the '50's decade (9347 ha/year). Most of the fires and areas burned occur during the summer months: August (24.64% of number of fires, 41.56% of area burned), July (21.71% fires, 25.99% of area burned) and September (18.05% fires, 17.78% of area burned). Forest fire occurrence is evenly distributed among the days of the week, while a slight increase in the burned areas has been observed during Tuesday and Wednesday.

51% of the total number of fires occur during the time period 12:00 – 17:00: 14:00 – 15:00 11,78%, 13:00 – 14:00 10,78%, 15:00 – 16:00 10,36%, 12:00 – 13:00 9,45%, 16:00 – 17:00 8,6%. 51.8% of the total burned areas occur during the period 11:00 – 16:00. This slight shift by one hour earlier can be attributed to the fact that the optimum burning conditions are observed in the early afternoon hours. Similar statistics regarding the month, day and hour of fire occurrence and burned areas are observed for all the Southern European countries (Portugal, Spain, Mediterranean France, Italy).

Key – words: forest fire statistics, fire season, fire occurrence, burned area, Greece.

Βιβλιογραφία

- Dimitrakopoulos, A.P. 1999. PYROSTAT – Une base de donnes sur les incendies de foret pour les pays Mediterraneens. *Options Mediterraneennes* 26 : 113 – 117. (ISBN 2-85352-203-2). 118 pp.
- Δημητρακόπουλος, Α.Π. 2004. Διαχρονική ανάλυση των αιτίων έναρξης δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, κατά την περίοδο 1956 – 1997. Δασική Έρευνα (Υπό Δημοσίευση).
- European Commission. 1998. Community Forest Fire Information System – Report 1985-1997. E.U. Directorate General for Agriculture, DG VI, FII-2. 41 pp + appendix.
- Κατσάνος, Αγ. Μ. 1970. Διαχρονική Σπουδή Πυρκαϊών Δασών και Δασικών Εκτάσεων Πενταετίας 1965 – 1969. Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Διεύθυνσις Δασών, Αυτοτελείς Εκδόσεις της Υπηρεσίας Δασικών Εφαρμογών & Εκπαιδύσεως, αριθμ. 19. Αθήναι. 96 σελίδες + Παράρτημα.
- Μαρκάλας, Σ., και Παντελής, Δ. 1997. Πυρκαγιές Δασών και Δασικών Εκτάσεων στην Ελλάδα το 1994. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Υλωρικής, Ανακοίνωση υπ. αριθμ. 5/1997. Θεσσαλονίκη. 40 σελίδες.

¹ Department of Forestry & Natural Environment, University of Thessaloniki, P.O.Box 228, 541 24 Thessaloniki, Greece. alexdimi@for.auth.gr

Το πολιτισμικό τοπίο της περιοχής Πορταϊκού – Περτουλίου της νότιας Πίνδου

Ιωάννης Ισπικουδης¹, Μαρία Κ. Σιόλιου¹

Περίληψη

Τα πολιτισμικά τοπία είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης ανθρώπου και φύσης. Αποτελούν την πολιτισμική, κοινωνική, οικολογική και οικονομική κληρονομιά κάθε λαού. Οι εξελίξεις στα τοπία αυτά, εξαιτίας δημογραφικών, κοινωνικών και οικονομικών αλλαγών, είναι ραγδαίες και πολλές φορές μη αναστρέψιμες. Επειδή είναι δύσκολο να αναπληρωθεί η απώλειά τους, δεν πρέπει να εξαφανιστούν πριν τουλάχιστον γίνει η απογραφή, η χαρτογράφηση και η αξιολόγησή τους. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να αναγνωριστεί, να ερευνηθεί και να αξιολογηθεί το φυσικό και πολιτισμικό τοπίο της Νότιας Πίνδου και ειδικότερα της περιοχής Περτουλίου – Κοιλιάδας Πορταϊκού. Συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν πληροφορίες και στατιστικά δεδομένα για την περιοχή, η οποία αποτελεί ένα σημαντικό παλίμψηστο τοπίο, που χαρακτηρίζεται από ποικιλότητα, πολυπλοκότητα και πυκνότητα φυσικών και πολιτισμικών στοιχείων σε σχετικά μικρή έκταση. Η ποικιλία της δομής των οικισμών, μοναδική κληρονομιά από την αρχαιότητα, ασυνήθιστο χαρακτηριστικό στο σύγχρονο κόσμο αλλά και του μωσαϊκού των χρήσεων γης, απειλείται και το τοπίο τείνει να ομοιογενοποιηθεί εξαιτίας της μείωσης των ορεινών πληθυσμών και της εγκατάλειψης των παραδοσιακών χρήσεων γης. Οι παραδοσιακές μέθοδοι διαχείρισης της γης πρέπει να μελετώνται και να καθοδηγούν το διαχειριστή, σε συνδυασμό με τη τελεολογισμένη χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας για τη διατήρηση και την ορθολογική αξιοποίηση των φυσικών πόρων και του πολιτισμικού τοπίου της περιοχής.

Λέξεις κλειδιά: Τοπίο, παλίμψηστο, κουρί, κουριζόμενο, Πορταϊκός, Περτούλι, Ελάτη, Πύλη, Ροπωτό.

Εισαγωγή

Το πολιτισμικό τοπίο είναι η φυσική έκφραση του τρόπου ζωής των κατοίκων μιας περιοχής και αποτελεί μια ζωντανή, δυναμική οντότητα και δεν έχει μόνο αισθητική και οικολογική αξία, αλλά αποτελεί και μια ανεξάντλητη τράπεζα πληροφοριών για τις δραστηριότητες των ανθρώπων. Οι Meeus et al. (1990) ορίζουν το τοπίο ως «τη φυσική επιφάνεια της γης με δύο αναγνωρίσιμους τύπους: το φυσικό τοπίο (natural landscape), το οποίο σχηματίστηκε από τις δυνάμεις της φύσης (κλιματικές, τεκτονικές, διαβρώσεις, ιζηματογενέσεις κλπ) και το πολιτισμικό τοπίο (cultural landscape) ως αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης ανθρώπου και φύσης». Σύμφωνα με τους Green et al. (1996) ως τοπίο νοείται «η ιδιαίτερη διευθέτηση της τοπογραφίας, της βλάστησης, των χρήσεων γης και η διάρθρωση των οικισμών, που οροθετεί κάποια συνέχεια φυσικών και πολιτισμικών διαδικασιών και δραστηριοτήτων». Ο Lucas (1992) αναγνώρισε και διέκρινε την «αξία του τοπίου», την «αξία διατήρησης του τοπίου» και την «πολιτισμική αξία του τοπίου».

Το κάθε τοπίο είναι συνδυασμός φύσης και πολιτισμού (κουλτούρας), που είναι ο καρπός των πνευματικών ικανοτήτων του ανθρώπου. Το τοπίο ουσιαστικά αποτελεί την «περγαμινή» για τη «γραφή» των πράξεων και δραστηριοτήτων του ανθρώπου σε «συνεργασία» με τη φύση και σχετίζεται με την ιστορία, τη θρησκεία, τη λαογραφία, τα δρώμενα κλπ, μέσα στο συνολικό πλαίσιο της εξέλιξης του πολιτισμού ενός τόπου στην πάροδο του χρόνου. Το τοπίο είναι ένα **παλίμψηστο*** πάνω στο οποίο η κάθε γενιά εγγράφει τις δραστηριότητές της, τις εντυπώσεις της, ενώ αφαιρεί κάποια από τα ίχνη και τα σημάδια των προηγούμενων γενιών (Aston and

¹ Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124, Θεσσαλονίκη

* Παλίμψηστος - ον (ψαω): εκ του πάλιν + ψάω = ξέω, επί αρχαίων χειρογράφων (παπύρων, περγαμινών) των οποίων το αρχικό κείμενο απεξέστη προς γραφή άλλου κειμένου (Λεξικό ΠΡΩΪΑΣ). Ψάω = τρίζω, αποσπογίζω, λειανώ, ομαλίνω (Δομπαράκης 1989)

Rowley 1974). Πολλά από τα χαρακτηριστικά στοιχεία του τοπίου, όταν εξετάζονται μεμονωμένα, πιθανόν να είναι ασήμαντα αλλά όλα μαζί συνθέτουν μια σημαντική ολότητα, που χαρακτηρίζει έναν τόπο.

Μέρος του φυσικού τοπίου (εθνικοί δρυμοί κλπ) (Χατζηστάθης και Ισπικούδης 1995), όπως επίσης και αρχαιολογικοί χώροι, μεμονωμένα ιστορικά κτίρια (διατηρητέα) ή τμήματα πόλεων και οικισμών (Πλάκα Αθήνας, Άνω Πόλη Θεσ/νίκης, παλιά Ξάνθη) ήδη προστατεύονται. Είναι ανάγκη να αναπτυχθεί παρόμοιο ενδιαφέρον και για την προστασία των πολιτισμικών τοπίων, που δεν πρέπει να εξαφανιστούν πριν γίνει η απογραφή, η χαρτογράφηση και η αξιολόγησή τους, αφού είναι αναντικατάστατα και δεν μπορεί να αναπληρωθεί η απώλειά τους. Τα πολιτισμικά τοπία δεν είναι στατικά, όπως ένας ζωγραφικός πίνακας, και δεν μπορούν να επιβιώσουν ως μουσειακό αντικείμενο (Καρμίρης 1987) αλλά χαρακτηρίζονται από δυναμική εξέλιξη με ραγδαίες αλλαγές, οι οποίες σήμερα συμβαίνουν με τέτοιους δραματικούς ρυθμούς, που η ανάγκη, τουλάχιστον της καταγραφής τους, ποτέ δεν ήταν πιο επιτακτική.

Η καταγραφή επίσης των στοιχείων, που αφορούν τις σχέσεις του ανθρώπου με το τοπίο, είναι απόλυτα αναγκαία, αφού μέσα σε λίγες δεκαετίες παραδοσιακές χρήσεις γης, τοπωνύμια, έθιμα κλπ. τείνουν να εξαφανιστούν απειλώντας την πολιτισμική κληρονομιά ενός τόπου. Η γνώση της σχέσης του τοπίου με την παράδοση και τα έθιμα των κατοίκων σε μια περιοχή, μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες για τη μελλοντική διαχείριση των φυσικών πόρων.

Η εισαγωγή πολυεπιστημονικών τεχνικών απογραφής τις τελευταίες δεκαετίες, όπως και η μεγάλης κλίμακας χρήση της τηλεπισκόπησης και ειδικών radar ικανών να ερευνηθούν μέσα στο έδαφος, έχει συμβάλει στην ουσιαστική αναβάθμιση της μελέτης απλών μεμονωμένων θέσεων, σε έρευνες της φυσικής και της πολιτισμικής ιστορίας ολόκληρων περιοχών (Runnels 1995). Η επιστήμη της γεωαρχαιολογίας, συνδυάζοντας τις τεχνικές της γεωλογίας και της αρχαιολογίας, διευκολύνει την ερμηνεία του συνόλου των φυσικών διεργασιών, των γεγονότων και των μεταβατικών σταδίων του πολιτισμού ενός λαού. Οι αεροφωτογραφίες, καθώς και οι δορυφορικές εικόνες, βοηθούν στην ανίχνευση δραστηριοτήτων του ανθρώπου. Τα αρχαιολογικά ευρήματα είναι οι ισχυρότερες αποδείξεις για την ιστορική καταγραφή της εξέλιξης του τοπίου, αφού σπάνια αμφισβητούνται, ενώ οι γραπτές μαρτυρίες, που είναι χρονολογικά ακριβείς, είναι συνήθως ασαφείς ως προς τον καθορισμό του χώρου (τόπος συμβάντος). Προφορικές μαρτυρίες σπάνια είναι πλήρεις και συνολικά αξιόπιστες και όσο ο χρόνος περνά η αξιοπιστία τους μειώνεται (Rackham 1986). Η ιστορική καταγραφή ενός τοπίου, που είναι βασισμένη πάνω σε μονοσήμαντες ενδείξεις, δεν είναι τόσο πλήρης όσο αυτή που βασίζεται σε πληροφορίες από διάφορες πηγές. Ο οικολόγος τοπίου πρέπει να συνδυάζει πληθώρα στοιχείων από ευρήματα, αποδείξεις ή και ενδείξεις αλλά και μαρτυρίες, για να συναγάγει αντικειμενικά συμπεράσματα για παλαιότερες δραστηριότητες και χρήσεις γης.

Τα τοπία αυτά θα πρέπει να θεωρούνται πλέον και στην Ελλάδα ως πολιτισμική, οικολογική, κοινωνική και οικονομική κληρονομιά και περιουσία του λαού της, όπως ήδη αναγνωρίζονται ως «ένα σημαντικό μέρος της ευρωπαϊκής πολιτισμικής, επιστημονικής και κοινωνικής κληρονομιάς» (Stanners and Bourdeau 1995).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να αναγνωρισθεί, να ερευνηθεί και να αξιολογηθεί το φυσικό και πολιτισμικό τοπίο της Νότιας Πίνδου και ειδικότερα της περιοχής Περτουλίου – Κοιλιάδας Πορταϊκού.

Μέθοδοι – Υλικά

Η έρευνα διεξήχθη στην περιοχή της κοιλάδας του Πορταϊκού και του πανεπιστημιακού δάσους Περτουλίου, που βρίσκεται στην Νότια Πίνδο, στην Κεντρική Ελλάδα και καταλαμβάνει έκταση 120 km² περίπου.

Για την αναγνώριση, ανάλυση και αξιολόγηση του τοπίου της περιοχής έρευνας και για την ερμηνεία συμβάντων και διεργασιών του παρελθόντος, ερευνήθηκαν πληροφορίες και δεδομένα όπως: (Rackham 1986).

- Βλάστηση, είδη φυτών και εμφάνιση δέντρων: σύνθεση, ετήσιοι δακτύλιοι, τρόπος ανάπτυξης, τρόπος χειρισμού τους.
- Αρχαιολογία του τοπίου: δηλαδή μελέτη στοιχείων ορατών στην επιφάνεια της γης (ίχνη καλλιέργειών ή άλλων δραστηριοτήτων, πεζούλες, υδραγωγεία, μύλοι, δριστέλες – νεροτριβές κλπ).
- Ετυμολογία τοπωνυμίων, ονομάτων χωριών, κάστρων, ποταμών, κοιλάδων κλπ.

- Γραπτά αρχεία, χάρτες, κτηματολόγια, οριοθετήσεις, βιβλία (κιτάπια) τοπικών αρχών, βιβλία ιστορικά (περιγραφές περιηγητών), γραβούρες.
- Σύγκριση παλιών με νέες αεροφωτογραφίες αλλά και φωτογραφιών, όπου διαπιστώνεται η διαχρονική εξέλιξη των τοπίων. Μειονέκτημά τους είναι ότι δίνουν πληροφορίες μόνο για το πρόσφατο παρελθόν.
- Παραδόσεις και έθιμα, μαρτυρίες ή διηγήσεις γεροντότερων κατοίκων, (πολλές φορές δίνουν πολύ χρήσιμες ενδείξεις και πληροφορίες).
- Στατιστικά στοιχεία απογραφών.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Ιστορία, Πολιτισμικά στοιχεία, Ονοματολογία

Από τα σημαντικότερα αρχαιολογικά ευρήματα στην περιοχή είναι το Αθήναιον, ένα ισχυρό φρούριο πάνω στο βουνό Ίταμος (υψόμετρο 1356 m.) το οποίο δημιουργήθηκε από τους Αίθιγες (συγγενικό φύλο των Αθαμάνων). Την ονομασία του την πήρε πιθανόν από το ιερό της θεάς Αθηνάς, που υπήρχε μέσα στο φρούριο. Το Αθήναιον αναφέρεται ως φρούριο των Αθαμάνων, ενώ είναι έργο των Αιθίων και πιθανόν αναστηλώθηκε από τους Αθαμάνες κατά τους κλασικούς χρόνους. Στη στρατηγική θέση που βρισκόταν εξυπηρετούσε στρατιωτικούς σκοπούς, σε συνδυασμό με άλλα δύο φρούρια, ένα στο Ροπωτό (Παλαιόκαστρο) και ένα στους Καλόγηρους. Τα τρία αυτά φρούρια σχηματίζουν τρίγωνο, για καλύτερη εποπτεία της περιοχής, προφανώς για αμυντικούς σκοπούς. Ο βασιλιάς της Μακεδονίας, Φίλιππος Ε΄ κατέλαβε το Αθήναιον, όταν εκστράτευσε εναντίον των Αθαμάνων το 189 π.Χ. Το 46 π.Χ. καταστράφηκε από τον Ιούλιο Καίσαρα (ΚΕΝ.Α.ΚΑ.Π. ΑΕ 1996). Στη θέση «ράχη ψηλή» Ν.Α. της Ελάτης υπάρχουν ίχνη κάστρου, καθώς και ίχνη παλιού οικισμού, που πιθανόν ανήκουν στην αρχαία πόλη «Ποϊτνεον» ή «Πόνταιον». Η πόλη αυτή φαίνεται να εκτεινόταν και προς το χωριό Καλόγηροι, όπου βρέθηκε ανάγλυφη παράσταση του Εχένικου, ο οποίος πιστεύεται ότι ήταν πολεμιστής ή αξιωματικός του Ποϊτνεου, που σκοτώθηκε σε μάχη κατά τον 4^ο π.Χ. αιώνα (ΚΕΝ.Α.ΚΑ.Π. ΑΕ 1996).

Πολύτιμες πληροφορίες για την ερμηνεία συμβάντων και διεργασιών του παρελθόντος μπορούν να προκύψουν από τη δομή των χωριών, την ετυμολογία τοπωνυμίων, χωριών, κάστρων κλπ (Rackham 1986).

Η Πύλη δημιουργείται στα μέσα της πρώτης μ.Χ. χιλιετηρίδας ως «Μεγάλη Πύλη». Ο ναός της Πόρτας - Παναγιάς ή Παναγία των Μεγάλων Πυλών, ήταν το καθολικό μοναστηριού, το οποίο καταστράφηκε κατά τη διάρκεια της Τουρκικής κατοχής. Ο ναός κτίστηκε από τον Σεβαστοκράτορα της Θεσσαλίας Ιωάννη Α΄ Αγγελό Κομνηνό το 1283, μάλλον επί του αρχαίου δωρικού ναού του Απόλλωνος (Παπαζήσης 1996) ή ο ίδιος ο αρχαίος ναός είχε μεταβληθεί σε παλατιοχριστιανικό ναό, υπολείμματα του οποίου, καθώς και η τεχνολογία του, διακρίνονται στο σημερινό ναό της Πόρτας - Παναγιάς. Κατά τη διάρκεια της τουρκοκρατίας ονομάζεται Πόρτα - Παζάρ, (παζάρ = αγορά) αφού ήταν σημαντική εμπορική πόλη, λόγω της σηροτροφίας που είχε αναπτυχθεί στην περιοχή αλλά και τόπος ονομαστής ζωοπανήγυρης, αφού αποτελεί τη δίοδο για το πέρασμα όλων των κοπαδιών από το θεσσαλικό κάμπο προς τα περτουλιώτικα λιβάδια. Αποτελούσε ιδιαίτερο στρατιωτικό διαμέρισμα, που ονομαζόταν Πόρτα Κόλι, δηλαδή φυλάκιο της πόρτας. Ο Άγγλος περιηγητής W.M.Leake, που πέρασε από εκεί το 1810, την αναφέρει ως Απάνω Πόρτα ή Πόρτα Παναγιά, ενώ τον καινούργιο οικισμό, ο οποίος ήδη είχε αρχίσει να αναπτύσσεται στη δεξιά όχθη του Πορταϊκού τον αναφέρει ως Κάτω Πόρτα ή Πόρτα Νικόλα (ΚΕΝ.Α.ΚΑ.Π. ΑΕ 1996). Και τα δυο ονόματα (Πύλη και Πόρτα) μαρτυρούν τη γεωγραφική θέση της κομόπολης, όπως και το όνομα του ποταμού που διαρρέει την περιοχή (Πορταϊκός). Φαίνεται ότι στη σημερινή θέση της αναπτύχθηκε οριστικά μετά το 1850, όταν εγκαταλείφθηκε η παλιά θέση στην αριστερή όχθη του Πορταϊκού και το 1928 η Μεγάλη Πόρτα μετονομάζεται σε Πύλη (ΦΕΚ Α. 81/1928). Η τοξωτή γέφυρα του Πορταϊκού, 1 km δυτικά της Πύλης, με 67 m μήκος, 2,05 m πλάτος και 30,50m ύψος, κτίστηκε από τον Άγιο Βησσαρίωνα το 1514 και μέχρι το 1936 αποτελούσε την μοναδική πρόσβαση ανθρώπων και κοπαδιών προς την κοιλάδα του Πορταϊκού και τα θερινά λιβάδια.

Η Ελάτη ιδρύθηκε μετά την πτώση της Πόλης. Η παλαιά ονομασία της ήταν Τύρνα, λέξη σλαβόφωνη, που

σημαίνει τόπος με αγκάθια, ενώ σύμφωνα με άλλη εκδοχή, η ονομασία Τύρνα προέρχεται από τη λέξη 'τιρενέ' που σημαίνει μαύρο καρπό δαμασκηνιάς, δηλαδή δαμασκηνοχώρι. Ωστόσο, είναι πιθανόν η ονομασία της να έχει την ίδια ρίζα με αυτήν του Τυρνάβου, τουτέστιν να προέρχεται από την λέξη *τίρνοβο*, που σημαίνει αγκαθότοπος (Μπαμπινιώτης, 1998). Η Τύρνα καταστράφηκε το 1823 από Αρβανίτες μαζί με άλλα χωριά. Το 1961 μετονομάστηκε σε Ελάτη (ΦΕΚ Α. 287/1955) ονομασία, που είναι πλήρως δικαιολογημένη λόγω της αφθονίας της ελάτης στην περιοχή, όπου εγκαταστήθηκαν οι κάτοικοι του παλιού χωριού μετά την ολοκληρωτική καταστροφή του από τους Γερμανούς το 1943.

Το Περτούλι φωτοαναφέρεται στον κώδικα της μονής Βαυλαάμ των Μετεώρων στις αρχές του 10ου αιώνα. Τρεις εκδοχές υπάρχουν όσον αφορά το όνομά του: Σύμφωνα με την πρώτη, το όνομα προήλθε από τη λέξη πορτούλι, δηλαδή μικρό πέραςμα. Κατά τη δεύτερη, από τον αόριστο του λατινικού ρήματος *portetuli* δηλαδή διακοσμητική δίοδος, πέραςμα. Σύμφωνα με την τρίτη εκδοχή, από το επώνυμο του φυλάρχου Μπέρτα, του οποίου το όνομα παρέμεινε ως τοπωνυμικό, Μπερτούλι, το χωριό του Μπέρτα. Το απέναντι δασόφυτο βουνό ονομάζεται Μπέρτα σε κατάστιχο της Μονής Μετεώρων το 1741. Από τις αρχές του 19ου αιώνα συχνά αναφέρεται το όνομα Πετούλι. Το 1841, σε αναφορά των κατοίκων Ασπροποτάμου προς τον πασά των Τρικάλων, αναφέρεται ως Περτούλι και ως Πορτούλι. Η επικρατέστερη εκδοχή είναι πιθανόν η πρώτη, αφού μορφολογικά είναι μια μικρότερη «πόρτα» από όπου περνούν τα κοπάδια προς τα θερινά λιβάδια, ενώ η μεγάλη δίοδος «μεγάλη πόρτα» είναι η Πύλη, που αποτελεί το σημαντικότερο πέραςμα από την πεδιάδα της Θεσσαλίας προς τον ορεινό όγκο της Πίνδου. Τα παραπάνω μαρτυρούν ισχυρή παρουσία της κτηνοτροφίας.

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του τοπίου της κοιλάδας του Πορταϊκού, είναι ότι κάποιες από τις κοινότητες δεν έχουν τη μορφή συμπαγών χωριών αλλά αθροίσματος διάσπαρτων οικισμών. Η διάθρωση του μωσαϊκού των χρήσεων γης είναι επίσης διαφορετική, με αποτέλεσμα να διακρίνονται δύο συστήματα τοπίου στην κοιλάδα του Πορταϊκού. Στην περιοχή Ελάτης – Βροντερού – Καλογήρων, τα αγροτεμάχια με ετήσιες καλλιέργειες ή με χορτοδοτικά φυτά, είναι μεγαλύτερης έκτασης και με εκτατική διαχείριση, ενώ στην περιοχή του Ροπωτού, είναι μικρότερης έκτασης, με πιο εντατική διαχείριση και συνήθως με συγκαλλιέργειες οπωροφόρων δέντρων με ποώδη φυτά. Το Ροπωτό είναι από τις κοινότητες που δεν έχουν τη μορφή συμπαγών χωριών, αλλά αθροίσματος διάσπαρτων οικισμών. Η δομή αυτή των οικισμών, η διάθρωση των χρήσεων γης, τα ιστορικά ευρήματα στην περιοχή αλλά και η ετυμολογία του ονόματος Ροπωτό, μαρτυρούν ανθρωπινες δραστηριότητες από την αρχαιότητα. Είναι πιθανό το όνομα να προέρχεται από τη λέξη *Ρουπακιά* = τόπος, όπου φύονται πολλά ρουπάκια, (*ρουπάκι* = είδος βαλανιδιάς), μεσαιω. *Ρωπάκιον*, υποκ. του αρχ. *Ρώπαξ* = όνομα διαφόρων ειδών δρυός (Λεξικό ΠΡΩΪΑΣ) ή από τη λέξη της ίδιας ρίζας, *ρόνφ*, *ρωπόξ*, (μόνο πληθ.) = θάμνοι, χαμόκλαδα, *Ρωπήεις*, *εσσα*, *εν*, = κατάφυτος με θάμνους, *Ρωπήιον*, το, (μόνο πληθ.) ή *Ρωπέιον* = θάμνοι, χαμόκλαδα, παράγ. *Ρωπέω* = κόπω χαμόκλαδα (Δορμπαράκης, 1989). Ο Καββάδας (1956-1964) ονομάζει τη ζώνη των αειφύλλων σκληρόφυλλων θάμνων, Γαλλιστί *garigues*, ασβεστούχα ρωπεία (θαμνότοποι). Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες περιοχές της κοιλάδας του Πορταϊκού και του Περτουλίου, όπου κυριαρχούν τα έλατα και οι καστανιές, στην περιοχή του Ροπωτού πράγματι κυριαρχούν οι δρυς, οι οποίες κλαδονομούνται ακόμα και σήμερα και τα κλαδιά αποθηκεύονται για τη διατροφή των ζώων το χειμώνα, σε ειδικά κτίσματα, με ιδιαίτερο αρχιτεκτονικό ρυθμό, χαρακτηριστικό της περιοχής, που είναι ένας υπερυψωμένος όροφος από σανίδες, πάνω από το πετρόχτιστο ισόγειο.

Από την εποχή του Μεσαίωνα, στην κοιλάδα του Πορταϊκού υπήρχαν και οι δύο μορφές οικιστικής δομής, χωριά και οικισμοί. Σήμερα τα χωριά αναπτύσσονται (Ελάτη, Βροντερό κλπ) ενώ οι οικισμοί έχουν σχεδόν ερημώσει (Ξυλοχώρι) ή έχουν υποστεί δραματική μείωση του πληθυσμού τους (Ροπωτό). Όμως, αυτή η μοναδική μορφή δομής των οικισμών, που έλκει την καταγωγή από την αρχαιότητα, είναι ένα εξαιρετικά ασυνήθιστο χαρακτηριστικό στο σύγχρονο κόσμο και πρέπει να διατηρηθεί.

Διαχρονική εξέλιξη του τοπίου

Ο Ελλαδικός χώρος, σύμφωνα με ιστορικές μαρτυρίες, καλύπτονταν από εκτεταμένα δάση (Τσουμής 1985). Το ίδιο πιθανόν ίσχυε και για την περιοχή μελέτης, όπου η πρώτη ουσιαστική μεταβολή στο τοπίο της χρονολογείται αρκετά χρόνια π.Χ. με την κάθοδο των Δωριέων, όταν οι Θεσσαλοί ανέβηκαν τον ορεινό όγκο της Πίνδου ψάχνοντας για καταφύγιο. Οι ανάγκες για σίτιση, τους οδήγησαν στην καύση του τότε υπάρχοντος δάσους οξείας για να καλλιεργήσουν χωράφια και να βοσκήσουν τα κοπάδια τους (Athanasiadis 1975). Η

ενέργεια αυτή επαναλαμβάνονταν συχνά με αποτέλεσμα την ολοκληρωτική διαφοροποίηση του αρχικού τοπίου προς τη σημερινή μορφή του μωσαϊκού των χρήσεων γης (δάση, λιβάδια, καλλιέργειες) με την κυριαρχία του δάσους υβριδογενούς ελάτης. Στους ρωμαϊκούς χρόνους, ανοίγεται ο πρώτος δρόμος μέσα από τα Τζουμέρκα και τον Ασπροπόταμο, που οδηγεί από την Άρτα στην Πύλη. Στη βυζαντινή εποχή αναπτύσσεται η σηροτροφία, επομένως η καλλιέργεια μουριάς καταλαμβάνει σημαντικό μέρος της περιοχής και είναι από τις σημαντικότερες ασχολίες των κατοίκων, όπως και η κτηνοτροφία, λόγω της παρουσίας των Βλάχων στην περιοχή. Το όνομα των Βλάχων εμφανίζεται από τον 10^ο αιώνα, με κυρίαρχη από τότε την παρουσία τους στην ιστορία της περιοχής, σε σημείο μάλιστα, που τμήμα της Πίνδου ονομάζεται Μεγάλη Βλαχία από τον 12^ο αιώνα. Ο Ντε Μονκάδα (1623) γράφει για την περιοχή, που λεηλατήθηκε άγρια από τους Καταλανούς στα 1309-1311: *‘Ο δρόμος που πήραν οι Καταλανοί κατηφορίζοντας προς τα νότια ήταν από το μέρος των βουνών της επαρχίας της Θεσσαλίας που το λένε Βλαχία, που αναγκαστικά έπρεπε να περάσουν ένα μέρος της... Η ορεινή γη της Θεσσαλίας λέγεται Βλαχία, που ταιριάζει με το δρόμο που έκαναν οι Καταλανοί και με το όνομα που την αναφέρει ο Μοντατέρ. Οι κάτοικοι λέγονται Βλάχοι, άνθρωποι πολεμόχαροι κι' ακόμα σήμερα ανάμεσα στους Τούρκους αυτοί διαφέρουν τ' όνομα και το θάρρος τους, αφού συγκρατούν τέτοιους βάρβαρους και ισχυρούς αντιπάλους’.*

Για τα χρόνια της Τουρκοκρατίας, ο Heuzey (1927) παραθέτει μαρτυρίες για τη βλάστηση της περιοχής (καρυδιές, μουριές και δαμασκηνιές), καθώς και για τα μνημεία και για το ανάγλυφο της και περιγράφει την πυκνή δάσωση της Τσουνκας. Αναφέρει ως κύρια ασχολία των κατοίκων την κτηνοτροφία και ότι πολλές οικογένειες ασχολούνταν με το επάγγελμα του ράφτη, άμεση συνέπεια της αφθονίας των μάλλινων υφαντών.

Ο Κοσμάς ο Αιτωλός σε κήρυγμά του κατά την περιοδεία του στην περιοχή το 1777, συνδέει την προφητεία του με παρακείμενη κρανά και έλατο. Στην Ελάτη, ευλογεί ζώα, τα οποία ίππευαν οι κάτοικοι, προφανώς άλογα, γιατί ήταν ιδιαίτερα άγρια και δεν μπορούσαν να τα ιππεύσουν (Χατζηγάκης 1961). Η περιοχή ήταν φημισμένη κατά την αρχαιότητα, για τα άλογά της. Ήδη τα άλογα αυτά, ως ιδιαίτερη φυλή «Άλογο της Πίνδου» προστατεύονται και εντάσσονται στην κατηγορία «κατάσταση επισφαλής» (ΦΕΚ 248/1995). Αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των ατόμων είναι μικρός (περίπου 300) και ότι η λήψη μέτρων για τη διατήρηση της σπάνιας αυτής φυλής είναι επιτακτική.

Στα νεώτερα χρόνια από μαρτυρίες για τη βλάστηση της περιοχής, ο Χατζηγάκης (1961) αναφέρει εκτός από τα κυρίαρχα έλατα, και οξιές, πεύκα, σφεντάμια, πλατάνια, αρκουδοπούραρα, αριές, γαύρους, βελανιδιές, κραινιές, φλαμουριές, σκληθρα, φράξα, γκορτσιές, ιτιές, κισσούς, αργιόμπελα και κληματσίδες. Μεγέθη και είδη ξυλείας αναγνωρίζονται σε ιστορικά κτίρια της περιοχής, όπως π.χ. δρύινα τοξωτά πρέκια πάνω από τις πόρτες και τα παράθυρα, στον πύργο του Χατζηγάκη, που ήταν κτισμένος το 1841. Ο ίδιος επισημαίνει επίσης, το άρωμα της βλάστησης, ιδιαίτερα κατά το κόψιμο του χορταριού στα Περτουλιώτικα λιβάδια. Το όρος Κερκέτιον (ο σημερινός Κόζιακας) ήταν γνωστό από τη μυθολογία ως το «Βουνό του Ασκληπιού», του θεού της ιατρικής, αφού εκεί ανέβαινε για να συλλέξει τα φαρμακευτικά βότάνά του. Η ονομασία Κερκέτιον, πιθανόν προέρχεται από τη λέξη *κέρκουρος*, *κέρκος*, *κέρκος* = ουρά ζώου, που δικαιολογείται από το επίμηκες σχήμα του βουνού και της θέσης του στον όγκο της Πίνδου. Από την ίδια ρίζα προέρχεται πιθανόν το όνομα της Κέρκυρας, το όρος Κερκετεύς στη Σάμο κά (Δορμπαράκης, 1989).

Στο Περτούλι, η ανάγκη των κατοίκων για σιτηρά, τους οδηγούσε στην καλλιέργεια σε ξέφωτα του δάσους, αφού πρώτα απομάκρυναν τις πέτρες και τις μάζευαν σε σωρούς, οι οποίοι είναι γνωστοί ως «οβολοί». Ο Παπαθανασίου αναφέρει το *Χοβόλιου* = τόπος με μεγάλα συγκέντρωση λίθων, ως τοπωνύμιο στη Σαμοθράκη, ενώ το *Χοβόλες* απαντάται ως τοπωνύμιο στην Ίμβρο και ότι, *τον Χοβόλ’* στη σαμοθρακιώτικη λαλιά σημαίνει σωρός από πέτρες, και πιθανότατα προέρχεται από το *χειροβόλον* = δράγμα (χειροπληθής πέτρα, τόπος πλήρης χειροπληθών λίθων, ως εκ των ερειπίων). Μερικοί από αυτούς τους «οβολούς» σώζονται μέχρι και σήμερα, όπως αυτός στο λιβάδι, κάτω από το δασοαρχείο στο Περτούλι (Σιδόλιου 1999).

Το δάσος του Περτουλίου υπέστη έντονη υλοτομία. Το πρισιτήριο, που υπάρχει μέχρι και σήμερα, ήταν ένα από τα παραγωγικότερα της Θεσσαλίας. Η Νότια Πίνδος όμως και κυρίως τα Περτουλιώτικα λιβάδια, αποτελούσε σημαντικό τόπο προορισμού για τα κοπάδια των κτηνοτρόφων. Κρίνοντας από το φωτογραφικό υλικό που σώζεται, φαίνεται ότι στη δεκαετία του '60 η κτηνοτροφία είχε φτάσει στο απόγειό της, κάτι που τεκμηριώνεται και από το γεγονός ότι στο Περτούλι λειτουργούσαν δύο μεγάλα τυροκομεία.

Το τοπίο αποτελείτο από εναλλασσόμενες καλλιέργειες με σιτηρά, περιβόλια, δεντροκαλλιέργειες, δάση

και λιβάδια, καθώς και κοπάδια αγελάδων, προβάτων και γιδιών, ενώ υπεραιώνόβια δέντρα, κυριαρχούσαν με την ιδιαίτερη μορφή τους. Η δομή του τοπίου σε αυτές τις περιπτώσεις είναι ανάλογη αυτών της Ιβηρικής χερσονήσου, τις ονομαζόμενες *dehesa* και συνήθως, αποτελείται από αυτοφυές δάσος με δύο ορόφους: δέντρα στον ανώροφο και πούδη υπόροφο (Clément, 1999). Η απλοποίηση της αρχιτεκτονικής του δάσους αλλά και η μορφή των δέντρων, προκύπτει από την πίεση της βόσκησης, που απαλείφει τους ενδιάμεσους ορόφους.

Η διαχείριση των δασών με πρεμνοφυή μορφή, έχει κληρονομηθεί από τους προγόνους μας και μπορεί να ιχνηλατηθεί χιλιάδες χρόνια πίσω στις ρίζες του πολιτισμού μας. Τα πρεμνοβλαστήματα, όμως, έπρεπε να προστατευθούν από τα αγροτικά ή και τα άγρια ζώα. Όπου ο έλεγχος της βόσκησης ήταν δύσκολος, εναλλακτική λύση ήταν η «κουρά». Τα «κουριζόμενα» δέντρα «κουρευόνταν» σε ύψος 1,5-2 μ. περίπου, δηλαδή «υλοτομούνταν» όπως και στην πρεμνοφυή μορφή αλλά σε ύψος μεγαλύτερο από αυτό που φθάνουν τα βόσκοντα ζώα. Από τα «κουριζόμενα» δέντρα προφανώς προέρχεται και ο όρος «Κουρί», που απαντάται σε πολλές περιοχές της Ελλάδας, όπου υπήρχε πίεση από την κτηνοτροφία.

Ως φυσική μορφή μιας καστανιάς ή μιας δρυός, κάποιος αντιλαμβάνεται την εικόνα ενός «ελεύθερα ιστάμενου δέντρου», που όμως, είναι δημιούργημα ανθρώπου, με την έννοια ότι κάποιος δημιούργησε το ανοιχτό πεδίο γύρω από το δέντρο και του παρείχε προστασία και ιδιαίτερη μεταχείριση για να αναπτυχθεί και να παράγει. Τα μεμονωμένα δέντρα μεγάλης ηλικίας, αν είναι υπολείμματα πυκνών συστάδων, θα έπρεπε να έχουν ευθυτενή, άκλαδη μορφή (Rackham 1989, Clément 2002). Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, που έχουν πολλά υπεραιώνόβια δέντρα στην περιοχή, μαρτυρούν ότι δεν είναι υπολείμματα παλιού σπερμοφυούς ή πρεμνοφυούς δάσους αλλά δέντρα, που τα έχουν μεταχειριστεί με ένα ιδιαίτερο τρόπο στο παρελθόν, μέσα σ' ένα μωσαϊκό χρήσεων γης με καλλιέργειες, λειμώνες, λιβάδια κλπ. Η ύπαρξη δέντρων κουριζόμενων (δρυς, καστανιές) αλλά και κλαδονομημένων (δρυς, έλατα), επιβεβαιώνει το μέγεθος της κτηνοτροφίας στην περιοχή μελέτης. Τα «μνημειακά» αυτά δέντρα είναι πολύτιμα, αφού εκτός από τα υλογενή προϊόντα που παρέχουν, αποκτούν ιδιαίτερη οικολογική αξία ως ενδιαιτήματα για είδη της άγριας ζωής, ειδικά για εξειδικευμένα πλάσματα, όπως πουλιά, τρωκτικά, νυχτερίδες, λειχήνες, βρύα κ.λ.π. ενώ ταυτόχρονα μαρτυρούν την εξέλιξη του τοπίου και αποτελούν μέρος της ιστορίας και του πολιτισμού της περιοχής. Πολύ συχνά όμως δυστυχώς, υλοτομούνται πριν οι αρμόδιοι φορείς αποφασίσουν για τη διατήρησή τους.

Οι αρχές του 20^{ου} αιώνα φαίνεται ότι ήταν μια περίοδος με ασυνήθιστα αυξημένη πίεση για βοσκότοπους ή για καλλιέργειες, ακρότη και στις πλαγιές των βουνών, εξαιτίας της μαζικής εισροής προσφύγων. Ακολούθησαν περίοδοι πολέμου - ειρήνης, οικονομικής δυσπραγίας και φυγής του αγροτικού πληθυσμού προς τις πόλεις, με αποτέλεσμα την ανάκαμψη της βλάστησης, φάση στην οποία βρίσκεται και η κοιλάδα του Πορταϊκού στο σύνολό της, λόγω της μακρόχρονης ειρηνικής περιόδου από το 1950 μέχρι σήμερα.

Από τις απογραφές της Ε.Σ.Υ.Ε. (2000) διαπιστώνεται ότι ο συνολικός αριθμός των κατοίκων σε επτά μικρές κοινότητες της περιοχής μειώθηκε κατά 24,3% μεταξύ 1951 - 1991, ενώ στην Πύλη αυξήθηκε κατά 33,54%. Ο αριθμός των κατοίκων με ηλικία κάτω των 44 ετών, μειώθηκε από 73,62% του συνολικού πληθυσμού κατά το 1961, στο 57,5% κατά το 1991, ενώ αντίθετα το τμήμα του πληθυσμού με ηλικία άνω των 45 ετών αυξήθηκε από 25,93% σε 42,49% για την ίδια περίοδο. Ο αριθμός των απασχολούμενων στον πρωτογενή τομέα (γεωργία, κτηνοτροφία δασοπονία κλπ) μειώθηκε από το 31,21% του οικονομικά ενεργού πληθυσμού κατά το 1961, στο 9,19% κατά το 1991 (Ε.Σ.Υ.Ε. 2000). Αυτό σημαίνει ότι τα μικρά χωριά έχασαν τα νεαρότερα και πιο δραστήρια μέλη του πληθυσμού τους. Σύμφωνα με τους Ispikoudis et al. (1998) η ποικιλία του τοπίου προσελκύει πολλούς επισκέπτες στην περιοχή, γεγονός που δημιούργησε νέες θέσεις εργασίας σε τουριστικά επαγγέλματα και την τάση σταθεροποίησης του πληθυσμού σε χωριά της περιοχής (Περτούλι, Ελάτη) ή και αύξησης (Πύλη).

Εντούτοις, από την ανάλυση των στατιστικών στοιχείων της Ε.Σ.Υ.Ε. (2000) μεταξύ 1951-1991 και τη σύγκριση αεροφωτογραφιών των περιόδων 1945, 1960 και 1992, (Χουβαρδάς και Ισπικούδης 2001) διαπιστώνεται μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων, των λειμώνων, των ποολίβιδων και των καλυμμένων με νερά εκτάσεων και μια σχετικά μεγάλη αύξηση και πυκνωση των δασών και των θαμνώνων. Παρατηρείται επίσης μείωση στις εκτάσεις με καλλιέργειες λαχανικών αλλά και της ποικιλίας των καλλιεργούμενων ειδών (Skelton 1998).

Ο συνολικός αριθμός αγροτικών ζώων (αιγοπροβάτων) αυξήθηκε, ενώ ο αριθμός των ζώων φόρτου (ημιόνων) μειώθηκε. Ταυτόχρονα, η εγκατάλειψη των παραδοσιακών κτηνοτροφικών συστημάτων και των μεθόδων βόσκησης στα λιβάδια της περιοχής, έχει ως αποτέλεσμα διάφορα ξυλώδη είδη να εισβάλουν και να καταλαμβάνουν πολύτιμο ζωτικό χώρο στα πλούσια ποολίβια, ενώ τα μονοπάτια και οι διάδρομοι που ακο-

λουθούσαν τα κοπάδια για πολλά χρόνια εγκαταλείπονται, αφού η μετακίνηση τους γίνεται με μηχανοκίνητα μέσα και έτσι πολύτιμα χαρακτηριστικά του τοπίου χάνονται (Ispikoudis et al. 1993).

Συμπεράσματα - Προτάσεις.

Η περιοχή μελέτης αποτελεί σημαντικό παλιμψηστο τοπίο, που χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα και ποικιλότητα. Αντανακλά διαφορετικές περιόδους οίκησης και εξέλιξης στη διάρκεια των 2500 χρόνων συνεχούς ανθρώπινης παρουσίας. Η ιστορία της περιοχής καταγράφεται στο τοπίο μέσα από τη δομή των οικισμών, τα αρχαιολογικά ευρήματα, αλλά και από τη βλάστηση. Τα τοπωνύμια της περιοχής αντανακλούν τη μορφολογία της ή τις χρήσεις της. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες ήταν ενσωματωμένες στο τοπίο, προκαλώντας ήπιες αλλαγές, ενώ αντίθετα σήμερα οι αλλαγές είναι ταχύτατες και μη αναστρέψιμες.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από πλούτο και πυκνότητα φυσικών και πολιτισμικών στοιχείων, μέσα σε μια σχετικά μικρή έκταση. Η ύπαρξη υπεραιώνων, κυριζόμενων και κλαδονομούμενων δέντρων στην περιοχή, που είναι η ζωντανή ιστορία της, αποτελούν δείκτες τόσο της μεταχείρισης των ίδιων των δέντρων, όσο και της χρήσης της γης και του είδους των ζώων που έβοσκαν, επιβεβαιώνοντας ταυτόχρονα το μέγεθος και τη σπουδαιότητα της κτηνοτροφίας για την τοπική οικονομία. Τα δέντρα αυτά, πρέπει να αναγνωρισθούν, να καταγραφούν, να προστατευθούν, και να χειρισθούν κατάλληλα.

Με την εγκατάλειψη των παραδοσιακών χρήσεων γης, το ποικίλο μωσαϊκό του τοπίου (δάση, ποολίβαδα, θαμνώνες λειμώνες, καλλιέργειες, κλπ.) περιορίζεται σταδιακά και το τοπίο τείνει να ομογενοποιηθεί, ενώ η φυσική εξέλιξη οδηγεί προς την επικράτηση της δασικής βλάστησης, η οποία είναι ιδιαίτερα εύρωστη σήμερα.

Είναι σκόπιμη η σχεδιασμένη παρέμβαση για τη διατήρηση της δομής του τοπίου, και των παραδοσιακών χρήσεων. Οι παραδοσιακές πρακτικές διαχείρισης της γης θα πρέπει να μελετώνται και να καθοδηγούν το διαχειριστή της περιοχής, σε συνδυασμό με τη λελογισμένη χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας.

Η διατήρηση και προστασία των φυσικών και πολιτισμικών στοιχείων του τοπίου και των παραδοσιακών χρήσεων της γης, η αειφορική ανάπτυξη και παραγωγή, η καλύτερη οικολογική ισορροπία και το άριστο αισθητικό αποτέλεσμα σε ένα τόπο επιτυγχάνονται, όταν αξιοποιηθούν στις σωστές εντάσεις και αναλογίες οι φυσικοί πόροι και τα διαθέσιμα μέσα (σύγχρονα ή παραδοσιακά).

The cultural landscape of Portaikos-Pertouli region of South Pindus mountain

Ioannis Ispikoudis¹, Maria Sioliou¹

Summary

Cultural landscapes result from the interaction between man and nature. They are the cultural, social, economic and ecological heritage of the people. Due to demographical, social, natural and economic changes, the evolution of cultural landscapes is rapid and most of the times irreversible. Furthermore, their restoration is difficult. That is why cultural landscapes should be mapped, registered and evaluated before their complete disappearance. The aim of this paper is to identify, research and evaluate the natural and cultural landscape of the South Pindus mountain and especially the area of Portaikos valley and Pertouli. Information and data about the area has been gathered and analyzed. This area comprises an important palimpsest characterized by diversity, complicity and density of natural and cultural elements even though it is relatively small. The variety of the structure of the villages and land uses, unique heritage from antiquity, is an unusual feature in modern times, which is threatened to be homogenized because of the decrease of mountainous population and the abandonment of the traditional methods of land management. The manager should study and be guided by the traditional methods of land management in combination with the reasonable use of modern technology for the preservation and exploitation of the natural recourses and the cultural landscape of the area.

Key words: Landscape, palimpsest, kouri, pollard, Portaikos, Pertouli, Elati, Pyli, Ropoto

¹ *Laboratory of Rangeland Ecology, Department of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, 54124, Thessaloniki.*

Βιβλιογραφία

- Aston, M. and Rowley, T. 1974. Landscape Archaeology. An Introduction to Fieldwork Techniques on Post - Roman Landscapes. David & Charles, Newton Abbot Devon.
- Athanasiadis, N. 1975. Zur postglazialen Vegetationsentwicklung von Litochoro Katerinis und Pertouli Trikalon (Griechenland). Flora 164: 99-132.
- Clément, V. 1999. les milieux forestiers méditerranéennes, Dubois J.J; *les milieux forestiers, aspects géographiques*, DIEM, εκδόσεις SEDES, pp. 182-333
- Clément, V 2002, De la marche-frontière au pays-des-bois, forêts, sociétés paysannes et territoires en Vieille Castille (XI^e-XX^e siècle), Bibliothèque de la casa de Velazquez, Volume no 19, Madrid, εκδόσεις Casa de Velazquez.
- Green, B., E. Simmons, and I. Woldtjer. 1996. Landscape conservation – Some steps towards developing a new conservation dimension. A Report of the IUCN-CESP-LCWG. Wye College, Wye.
- Heuzey L. 1927. Excursions dans la Thessalie Turque en 1858, Paris, société d'édition des Belles Lettres.
- Ispikoudis, I., G. Lyrantzis and S. Kyriakakis. 1993. Impact of Human Activities on Mediterranean Landscapes in Western Crete. Landscape and Urban Planning, 24: 259-271.
- Ispikoudis, I., P. Alexandridis, I. Papadopoulou, M. Karatassiou, H. Abraham, G. Koïou, M. Papadopoulou, C. Konstantinidis and A. Nastis. 1998. The Landscapes of the Portaikos – Pertouli Area, Greece: A research for their social role. pp. 47-52. In: A. Waterhouse and E. McEwan (eds) Proceedings of a Meeting of the European Funded Project, EQUFLA. Landscapes, Livestock and Livelihoods in European Less Favoured Areas, Thessaloniki, Greece, 8th to 11th October, 1998, SAC, Ayr.
- Lucas, P.H.C. 1992. Protected Landscapes. A guide for policy – makers and planners. Chapman & Hall, London.
- Meeus, J.H.A., M.P. Wijermans and M.J. Vroom. 1990. Agricultural landscapes in Europe and their transformation. Landscape and Urban Planning, 18: 289-352.
- Rackham, O. 1986. The History of the Countryside. The full fascinating story of Britain's Landscape. J. M. Dent & Sons Ltd London.
- Rackham, O. 1989. The life of trees. In: The Tree of Life. New images of an ancient symbol. The South Bank Centre, London, pp. 49-53.
- Runnels, N.C. 1995. Environmental degradation in Ancient Greece. Scientific American, pp. 72-75.
- Skelton, M. 1998. The Sustainable Management of Landscapes: A Case Study of the Portaikos Valley, the Central Pindus Mountains, Thessaly, Greece. Wye College, University of London, MSc. Thesis.
- Stanners, D. and P. Bourdeau (Eds). 1995. Europe's Environment. The Dobris Assessment: an overview. European Union, Luxembourg.
- Δορμπαράκης, Χ. Π. 1989. Επίτομον Λεξικόν της Αρχαίας Ελληνικής Γλώσσας. Ετυμολογικόν – Ερμηνευτικόν. Ι. Δ. Κολλάρος & Σια Α. Ε. Αθήνα.
- Ε.Σ.Υ.Ε. 2000. Κατάλογος Στατιστικών Δημοσιευμάτων, Γενική Γραμματεία Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος, Αθήνα
- Καββάδας, Δ. 1956-1964. Εικονογραφημένον Βοτανικόν – Φυτολογικόν Λεξικόν. Τόμ. Ι-ΙΧ. Γ.Π.ΞΕΝΟΥ, Αθήναι.
- Καριμίρης, Ε. 1987. Δασικός Τουρισμός. ΤΕΙ Λάρισας. Καρδίτσα.
- ΚΕΝ.Α.ΚΑ.Π. ΑΕ. 1996. Πίνδος – Μετέωρα – Αχελώος – Χάσια. Τουριστικός οδηγός. ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ «έλλα», Λάρισα.
- Λεξικό ΠΡΩΪΑΣ. Σύγχρονον Ορθογραφικόν, Ερμηνευτικόν Λεξικόν της Ελληνικής Γλώσσας, Εκδοτ. Οίκος Επαμ. Π. Δημητράκου, Αθήναι.
- Μπαμπινιώτης Γ. 1998. Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας. Εκ. Κέντρο Λεξικολογίας ΕΠΕ, Αθήνα.
- Ντε Μονκάδα, Φρανθίσκο. 1623. (Μετάφραση Ιουλία Ιατρίδου, 1984) Εκστρατεία Καταλανών και Αραγωνέζων κατά Τούρκων και Ελλήνων. Ι.Δ. Κολλάρος & Σια Α.Ε. Αθήνα.
- Παπαζήσης, Δ.Τ. 1996. Τρικαλινό ημερολόγιο. Πολιτιστικός και τουριστικός οδηγός Επαρχίας Τρικάλων.
- Παπαθανασίου, Α.Ε. Μνημεία περιοχής Φονιά, Γερωπλατάνου, Αλωνοδίου και Απάνω Μεριάς Σαμοθράκης (Πρώτη καταγραφή-Πρόδρομη έκθεση). «ΠΕΡΙ ΘΡΑΚΗΣ» – Επιστημονική Περιοδική Έκδοση,

Πολιτιστικό Αναπτυξιακό Κέντρο Θράκης, Ξάνθη.

- Σιόλιου, Μ. 1999. Πολιτισμικό τοπίο περιοχής κοιλάδας Πορταϊκού – Περτουλίου. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Διπλωματική διατριβή.
- Τσουμής, Θ.Γ. 1985. Καταστροφή των δασών στην περιοχή της Μεσογείου. Ιστορική αναδρομή από αρχαία χρόνια ως σήμερα. Επιστημονική Επετηρίδα Τμ. Δασολογίας και Φυσ. Περιβ/ντος. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη. Τόμος ΚΗ, αριθ. 11, σελ. 267- 301.
- ΦΕΚ Α. 81/1928 και
ΦΕΚ Α. 287/1955. Στοιχεία συστάσεως και εξελίξεως των δήμων και κοινοτήτων Ν. Τρικάλων. Έκδοσις της κεντρικής ένωσης δήμων και κοινοτήτων της Ελλάδος. Αθήνα Αύγουστος 1962.
- Φ.Ε.Κ. 248/1995. Θέσπιση μέτρων για τη διατήρηση και προστασία των αυτόχθονων (ντόπιων) φυλών των αγροτικών ζώων. Προεδρ. Διάταγμα αριθ. 434, Τεύχος δεύτερο, αρ. φύλλου 248. Αθήνα.
- Χατζηγιάκης, Α. 1961. Το ασπροπόταμο της Πίνδου – Ιστορικά. Εκδόσεις Μαυρίδη.
- Χατζηστάθης, Α. και Ι. Ισπικούδης. 1995. Προστασία της Φύσης και Αρχιτεκτονική του Τοπίου. Γιαχούδη – Γιαπούλη Ο.Ε. Θεσσαλονίκη.
- Χουβαρδάς, Δ. και Ι. Ισπικούδης. 2001. Ανάλυση της διαχρονικής εξέλιξης των τοπίων με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.) σελ. 129-137. Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου 'Η Λιβαδοπονία στο κατώφλι του 21^{ου} αιώνα'. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Ιωάννινα, 4-6 Οκτωβρίου 2000. Θεσσαλονίκη.

Ολική ατμοσφαιρική απόθεση και έκπλυση βασικών κατιόντων σε συστάδα ελάτης στην Ευρυτανία

Π. Μιχόπουλος¹, Γ. Μπαλούτσος¹ και Α. Οικονόμου¹

Περίληψη

Οι ολικές ατμοσφαιρικές εναποθέσεις των κατιόντων Ca^{2+} , Mg^{2+} και K^+ και τα ποσοστά έκπλυσής τους στην καθαρή διαπερώσα βροχή υπολογίστηκαν με μαθηματικό μοντέλο σε συστάδα ελάτης (*Abies borisi regis*) στην περιοχή Ευρυτανίας για την περίοδο 1997 έως 2001. Οι ροές των ολικών αποθέσεων ακολούθησαν τη σειρά κατάταξης μεγέθους των ξηρών αποθέσεων ($\text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$). Το άθροισμα των ολικών αποθέσεων και των τριών κατιόντων ήταν υψηλό σε σχέση με τα επίπεδα αποθέσεων που έχουν παρατηρηθεί στην Ευρώπη. Τα ποσοστά έκπλυσης των Ca^{2+} και Mg^{2+} , σε σχέση με την καθαρή διαπερώσα βροχή, βρέθηκαν 44% και 72% αντίστοιχα, ενώ το μέσο ποσοστό έκπλυσης του K^+ έφτασε το υψηλό ποσοστό του 95%. Αυτό δείχνει τη σημασία των αντιδράσεων ανταλλαγής στην επιφάνεια των βελόνων για το κατιόν του K^+ .

Λέξεις κλειδιά: βασικά κατιόντα, ελάτη, ατμοσφαιρικές αποθέσεις, έκπλυση

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί εκτεταμένες έρευνες στη χημεία των ατμοσφαιρικών αποθέσεων στα δάση, εξαιτίας της επίδρασής τους στην αλλαγή των κύκλων των θρεπτικών στοιχείων στα δασικά οικοσυστήματα και στην πιθανή οξίνιση των εδαφών (Ulrich 1983a). Η απόθεση των κατιόντων Ca^{2+} , Mg^{2+} και K^+ έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί συνδέεται με την εξουδετέρωση της οξύτητας των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (Gatz κ.α. 1986). Η οξύτητα αυτή στην πραγματικότητα εξουδετερώνεται από τα ανιόντα που συνοδεύουν τα κατιόντα σε οξειδία, υδροξειδία, πυριτικά, ή ανθρακικά άλατα. Τα ανιόντα αυτά λειτουργούν ως βάσεις κατά Brønsted-Lowry για το ιόν του H^+ . Επιπλέον η απόθεση των βασικών κατιόντων στην περιοχή της νοτιοανατολικής Ευρώπης αποτελεί σοβαρή πηγή θρέψης των δασικών ειδών (Draaijers κ.α. 1997a). Θα πρέπει, επίσης να προστεθεί, ότι ο χρόνος παραμονής των κατιόντων στο δασικό τάπητα εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις τους στα κατακρημνίσματα (Gosz κ.α. 1976).

Τα βασικά κατιόντα μπορούν να εισέλθουν σε ένα δασικό οικοσύστημα με τη μορφή των υγρών και ξηρών αποθέσεων. Η προέλευση των αποθέσεων αυτών ποικίλει. Περιλαμβάνει θαλάσσια αεροζόλ, σκόνη μεταφερόμενη με τον άνεμο, εκπομπές αερίων και σωματιδίων που προκύπτουν από ανθρώπινες δραστηριότητες, καθώς και φυσικές διεργασίες. Οι αποθέσεις εισέρχονται στο δασικό τάπητα αφού υποστούν χημικές μεταβολές από την επαφή τους με την κόμη των δένδρων. Η βροχή που περνά μέσα από την κόμη των δένδρων (διαπερώσα βροχή) εμπλουτίζεται σε βασικά κατιόντα με την απομάκρυνση των ξηρών αποθέσεων από τις επιφάνειες των φύλλων (washoff), καθώς και με την έκπλυση (leaching) των κατιόντων που οφείλεται σε μηχανισμούς ανταλλαγής (Cappellato και Peters 1995). Η ανταλλαγή αυτή συμβαίνει σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό και εξαρτάται κυρίως από το είδος του ιόντος. Θεωρείται πολύ μικρή για τα ιόντα του Na^+ , ενώ πολύ μεγάλη για τα ιόντα του K^+ (Bredemeier 1988).

Στη διεθνή βιβλιογραφία ολική εναπόθεση (total deposition) κατιόντων ονομάζεται αυτή που δεν οφείλεται στην ανταλλαγή κατιόντων στην επιφάνεια των φύλλων. Περιλαμβάνει τις υγρές και ξηρές αποθέσεις καθώς και εκείνες που οφείλονται στα νέφη και την ομίχλη (Johnson 1992). Η ολική εναπόθεση κατιόντων θεωρείται δείκτης εξουδετέρωσης της οξύτητας των κατακρημνισμάτων αλλά και θρέψης των δασικών ειδών. Κάθε χρόνο εκδίδεται χάρτης της Ευρώπης με την ολική εναπόθεση των βασικών κατιόντων ανά χώρα (EC-UN/ECE 2001). Η εύρεση της ολικής εναπόθεσης κατιόντων δεν είναι εύκολο έργο αφού προϋποθέτει την

¹ *Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.Α.Γ.Ε.), Τέρμα Αλκμάνος, Αθήνα 115 28*

εύρεση και των ξηρών αποθέσεων.

Οι ξηρές αποθέσεις σωματιδίων (διαμέτρου $> 1 \mu\text{m}$) πολλές φορές συλλέγονται με όργανα εφοδιασμένα με αισθητήρες υγρασίας. Τα σωματίδια παγιδεύονται σε συλλεκτήρες που καλύπτονται αυτόματα αμέσως με την έναρξη της βροχής (Lindberg και Lovett 1985). Κατά καιρούς ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει επιφάνειες προσομοίωσης της κόμης των δέντρων (Fern και Hultberg 1999) ή και τεχνητά δέντρα (Dambrine κ.α. 1998). Οι Lovett και Lindberg (1984) ανέπτυξαν ένα μοντέλο εύρεσης των ξηρών αποθέσεων που βασίζεται σε δειγματοληψία βροχής και διαπερώσας βροχής ανά επεισόδιο. Παρά την ύπαρξη αυτών των μεθόδων, είναι γνωστό ότι οι περισσότερες χώρες της Ευρώπης, για οικονομικούς και άλλους λόγους, έχουν εγκαταστήσει μόνο συλλεκτήρες βροχής και διαπερώσας βροχής σε πειραματικές δασικές επιφάνειες. Ένα μαθηματικό μοντέλο, το «μοντέλο της κόμης» (canopy exchange model), που αναπτύχθηκε από τον Ulrich (1983b) και αργότερα βελτιώθηκε από άλλους ερευνητές (Bredemeier 1988, Draaijers και Erisman 1995), εφαρμόζεται ευρέως και λαμβάνει υπόψη του μόνο τη χημική σύσταση της βροχής και της διαπερώσας βροχής. Επιπλέον, το μοντέλο αυτό μπορεί να εκτιμήσει τα ποσοστά της συγκέντρωσης των βασικών κατιόντων στην καθαρή διαπερώσα βροχή (net throughfall) που οφείλονται σε αντιδράσεις ανταλλαγής (έκπλυση) στις επιφάνειες των φύλλων των δέντρων. Η καθαρή διαπερώσα βροχή είναι παράμετρος που έχει χρησιμοποιηθεί από αρκετούς ερευνητές (Dambrine κ.α. 1998, Van Ek και Draaijers 1994). Η ροή του κάθε ιόντος στην καθαρή διαπερώσα βροχή ισούται με τη διαφορά των ροών στη διαπερώσα βροχή και βροχή.

Σκοπός της έρευνας αυτής είναι η εφαρμογή του μοντέλου της κόμης για την εύρεση των ολικών αποθέσεων των κατιόντων Ca^{2+} , Mg^{2+} και K^+ , καθώς και των ποσοστών έκπλυσης των κατιόντων αυτών στην καθαρή διαπερώσα βροχή σε συστάδα ελάτης, για τη χρονική περίοδο 1997-2001. Η έρευνα αυτή θα συμβάλλει στην κατανόηση της χημικής σύστασης του υδρολογικού κύκλου σε δασικά οικοσυστήματα.

Υλικά και Μέθοδοι

Θέση πειραματικής επιφάνειας, δειγματοληψία βροχής και χημική ανάλυση

Στις αρχές της δεκαετίας του 1970 η Ελληνική δασική υπηρεσία εγκατέστησε σε αντιπροσωπευτικά για την Ελλάδα δασικά οικοσυστήματα πειραματικές λεκάνες απορροής εξοπλισμένες με μετεωρολογικούς και υδρομετρικούς σταθμούς. Ο σκοπός ήταν η μελέτη της επίδρασης των διαφόρων δασοοικονομικών χειρισμών στην ποσότητα και ποιότητα της απορροής (Nakos και Vouzaras 1988). Από το 1995 το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Αθηνών, συμμετέχοντας σε πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εγκατέστησε συλλεκτήρες βροχής και διαπερώσας βροχής για τον προσδιορισμό της χημείας των κατακρημνισμάτων, σε πειραματικές επιφάνειες των εγκαταστάσεων αυτών. Η πειραματική επιφάνεια στην οποία αναφέρεται η παρούσα εργασία βρίσκεται στις ράχες Τυμφρηστού Ευρυτανίας, έχει υψόμετρο 1170 m, έκταση 0,27 ha και περιλαμβάνεται σε λεκάνη απορροής έκτασης 147 ha. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής των πέντε ετών (1997-2001) της επιφάνειας είναι 1530 mm, ενώ το αντίστοιχο της διαπερώσας βροχής είναι 1218 mm. Θα πρέπει να επισημανθεί εδώ ότι ένα μέρος της διαπερώσας βροχής προέρχεται από ομιχλοβροχή που δημιουργείται κατά τη διάρκεια επικράτησης ομίχλης και συνεπώς υψηλής σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας. Η βλάστηση αποτελείται από αμιγή συστάδα υβριδογενούς ελάτης (*Abies borisii regis*), μέσης ηλικίας 100 ετών περίπου με υπόροφο κυρίως φτέρες (*Pteridium* sp.) και βάτα (*Rubus* sp.). Τα εδάφη της πειραματικής επιφάνειας αναπτύχθηκαν σε φλύσχη και κατατάσσονται ως Humic Alisols (FAO 1988).

Σε διάκενο δάσους έκτασης 0,15 ha περίπου και σε απόσταση 280 m από την επιφάνεια εγκαταστάθηκαν δύο συλλεκτήρες βροχής με σκοπό τη συλλογή δειγμάτων βροχής για χημική ανάλυση. Στο ίδιο διάκενο λειτουργούν επίσης βροχογράφος και δύο ογκομετρικά βροχόμετρα διαμέτρου στομίου 20 και 46 cm αντίστοιχα. Μέσα στην επιφάνεια τοποθετήθηκαν με τυχαίο τρόπο 10 συλλεκτήρες για τη συλλογή της διαπερώσας βροχής (ή χιονιού). Η επιλογή του αριθμού 10 ήταν ένας συμβιβασμός μεταξύ της επιδιωκόμενης αντιπροσωπευτικότητας και κόστους. Έγινε κατόπιν συμφωνίας όλων των χωρών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (U.N.-E.C.E. 1998). Όλοι οι συλλεκτήρες συλλογής δειγμάτων για χημική ανάλυση κατασκευάστηκαν από πολυαιθυλένιο.

Κάθε εβδομάδα, την ίδια μέρα, συλλέγονταν δείγματα βροχής και διαπερώσας βροχής τα οποία, μετά τη μέτρηση του όγκου του νερού, μεταφέρονταν ανά μήνα περίπου σε σφραγισμένα δοχεία στο εργαστήριο για χημική ανάλυση. Μέχρι το στάδιο της μεταφοράς, όλα τα δείγματα φυλάσσονταν στην περιοχή μελέτης σε ψυγείο θερμοκρασίας 4 °C περίπου.

Με την άφιξη τους στο εργαστήριο, τα δείγματα φιλτράρονταν με φίλτρα κατασκευασμένα από αδρανές υλικό (fiber glass) και προσδιορίζονταν όλες οι χημικές παράμετροι.

Οι συγκεντρώσεις των κατιόντων Ca^{2+} και Mg^{2+} προσδιορίστηκαν με φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης, ενώ των K^+ και Na^+ με φασματοφωτόμετρο εκπομπής. Οι αναλύσεις των κατιόντων έγιναν σύμφωνα με τις οδηγίες του ΕΜΕΡ (1996). Για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων εφαρμόστηκαν τρία τεστ. Συγκεκριμένα, ελέγχθηκαν η ισορροπία των ιοντικών φορτίων κατιόντων και ανιόντων, η σχέση Na^+ και Cl^- και η σχέση μεταξύ της πραγματικής και μετρομένης ηλεκτρικής αγωγιμότητας των δειγμάτων. Σε περιπτώσεις όπου ένα τεστ παρουσίαζε πρόβλημα, γινόταν επανάληψη των μετρήσεων.

Οι ροές ($kg\ ha^{-1}\ \acute{e}τος^{-1}$) των Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ και Na^+ στη βροχή και διαπερώσα βροχή υπολογίστηκαν (στο τέλος κάθε ημερολογιακού έτους) αφού λήφθηκαν υπόψη οι συγκεντρώσεις ($mg\ L^{-1}$) των ιόντων στη βροχή και διαπερώσα βροχή, τα ύψη (mm) της βροχής και διαπερώσας βροχής και τα εμβαδά των επιφανειών των συλλεκτήρων.

Οι ροές των ιόντων υπολογίστηκαν για κάθε χρόνο για την περίοδο 1997 έως 2001.

Στατιστική ανάλυση

Ο Πίνακας I περιέχει τους μέσους όρους των ετησίων ροών των Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ και Na^+ για την περίοδο 1997 έως 2001. Οι τιμές Β και ΔΒ είναι μέσοι όροι των ετησίων ροών των κατιόντων στη βροχή και διαπερώσα βροχή αντίστοιχα. Υπολογίστηκε και ο συντελεστής παραλλακτικότητας των ροών ως το εκατοστιαίο ποσοστό της τυπικής απόκλισης σε σχέση με τον μέσο όρο.

Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων των κατιόντων ($mg\ L^{-1}$) μπορούν να υπολογισθούν αν ληφθούν υπόψη τα ύψη βροχής (1 mm βροχής ή διαπερώσας βροχής είναι ισοδύναμο με 10^4 λίτρα νερού ανά εκτάριο).

Περιγραφή του μοντέλου της κόμης

Το μοντέλο της κόμης περιλαμβάνει τις παρακάτω παραμέτρους και σχέσεις:

Την ολική απόθεση (ΟΑ) των Ca^{2+} , Mg^{2+} και K^+ η οποία για κάθε κατιόν ισούται με:

$$ΟΑ = Β + ΞΑ \quad (1), \text{ όπου:}$$

Β = ροή κατιόντος στη βροχή
και ΞΑ = ροή κατιόντος στις ξηρές αποθέσεις.

Η ξηρή απόθεση (ΞΑ) για κάθε βασικό κατιόν υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\XiΑ = \Sigma \XiΑ * Β \quad (2), \text{ όπου } \Sigma \XiΑ \text{ είναι ο συντελεστής ξηρών αποθέσεων και ισούται με:}$$

$$\Sigma \XiΑ = (\Delta B_{Na} + K A_{Na} - B_{Na}) / B_{Na} \quad \text{όπου:}$$

ΔB_{Na} , $K A_{Na}$ και B_{Na} είναι οι ροές του Na στη διαπερώσα βροχή, στην κορμοαπορροή και στη βροχή, αντίστοιχα.

Η έκπλυση των κατιόντων (ΕΚ) Ca^{2+} , Mg^{2+} και K^+ δίνεται από τη σχέση:

$$ΕΚ = \Delta Β + ΚΑ - Β - \Xi Α \quad (4), \text{ όπου:}$$

$\Delta Β$ = ροή ιόντος στη διαπερώσα βροχή

Οι τιμές όλων των παραμέτρων, εκτός του $\Sigma \Xi Α$ που είναι καθαρός αριθμός, υπολογίζονται σε $kg\ ha^{-1}\ \acute{e}τος^{-1}$.

Κατά την εφαρμογή του μοντέλου στην παρούσα εργασία δεν ελήφθη υπόψη η κορμοαπορροή στην επιφάνεια, καθόσον η συνεισφορά της θεωρείται πρακτικά μικρή για κωνοφόρα ηλικίας μεγαλύτερης των 90 ετών (EC-UN/ECE 2001). Η παράμετρος αυτή εκτιμήθηκε σε 1,74% της βροχής σε συστάδα υβριδογενούς ελάτης στο Πανεπιστημιακό δάσος Πετρουλίου Τρικάλων (Τάντος κ.α. 1998).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Προϋποθέσεις εφαρμογής του μοντέλου

Για την αποτελεσματική χρήση ενός μοντέλου είναι απαραίτητη η γνώση των προϋποθέσεων εφαρμογής του καθώς και των ορίων του.

Για την εφαρμογή του μοντέλου ισχύουν οι παρακάτω προϋποθέσεις:

1. Στα δείγματα της διαπερώσας βροχής το Na^+ δεν προέρχεται από μηχανισμό ανταλλαγής στις επιφάνειες των φύλλων αλλά μόνο από ξηρές αποθέσεις.
2. Τα σωματίδια που περιέχουν Ca^{2+} , Mg^{2+} και K^+ έχουν την ίδια ταχύτητα απόθεσης όπως και τα σωματίδια που περιέχουν Na^+ .

Η πρώτη προϋπόθεση φαίνεται να ισχύει καθώς οι περισσότεροι ερευνητές δέχονται ότι η έκπλυση (leaching) του Na^+ από την επιφάνεια των φύλλων είναι πολύ μικρή (Van Ek και Draaijers 1994). Η αποδοχή της δεύτερης όμως προϋπόθεσης παρουσιάζει πιο πολλές δυσκολίες. Από μετρήσεις των μέσων διαμέτρων των σωματιδίων των Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ και Na^+ που έγιναν σε δάσος της Ολλανδίας (Draaijers κ.α. 1997β, Ruijgrok και Tieben 1996) βρέθηκε ότι αυτές ήταν 7,7 μm για το Ca^{2+} , 5,9 μm για το Mg^{2+} , 2,6 μm για το K^+ και 5,1 μm για το Na^+ . Αποτέλεσμα αυτής της ανισομετρίας των διαμέτρων ήταν ότι η εφαρμογή του μοντέλου, στο συγκεκριμένο δάσος, υπερεκτίμησε τις συγκεντρώσεις των ξηρών αποθέσεων για το Ca^{2+} και υποεκτίμησε τις ξηρές αποθέσεις του K^+ . Οι τιμές των σωματιδίων του Na^+ ήταν πιο κοντά σε αυτές του Mg^{2+} .

Οι συγγραφείς της παρούσας εργασίας εντόπισαν και ένα άλλο πρόβλημα στην εφαρμογή του μοντέλου που συνίσταται στις μεγάλες συγκεντρώσεις Na^+ στις παραθαλάσσιες περιοχές. Οι άνεμοι στις περιοχές αυτές μεταφέρουν σωματίδια Na^+ και τα αποθέτουν πιο εύκολα στους συλλεκτήρες της βροχής παρά στους συλλεκτήρες της διαπερώσας βροχής όπου τα δέντρα σχηματίζουν ένα φυσικό φράγμα στους ανέμους. Αυτό διαπιστώθηκε όταν οι τιμές των ροών Na^+ στη βροχή ήταν πολύ κοντά στις τιμές των ροών Na^+ της διαπερώσας βροχής (πληροφορίες μη δημοσιευμένες).

Παρά τα προβλήματα αυτά, το μοντέλο της κόμης εφαρμόζεται σε όλη την Ευρώπη επειδή είναι εύχρηστο και δεν απαιτείται η χρήση επιπρόσθετων οργάνων. Θα πρέπει όμως να διατηρείται η επιφύλαξη της ορθότητας της δεύτερης προϋπόθεσης της ισχύος του μοντέλου, καθώς και η αποφυγή εφαρμογής του σε παραθαλάσσιες περιοχές.

Αποτελέσματα εφαρμογής του μοντέλου

Όλα τα αποτελέσματα στον Πίνακα Ι έχουν εξαχθεί από τις παραμέτρους B και ΔB των Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ και Na^+ . Οι τιμές B και ΔB είναι μέσοι όροι των ετησίων ροών της βροχής και διαπερώσας βροχής αντίστοιχα για την περίοδο 1997 έως 2001. Η τιμή του EK του Na^+ θεωρείται 0, καθόσον αυτή είναι και η πρώτη προϋπόθεση εφαρμογής του μοντέλου.

Οι ξηρές αποθέσεις των Ca^{2+} και K^+ θεωρούνται υψηλές, ενώ του Mg^{2+} κανονικές (Πίνακας Ι). Γενικά οι ξηρές αποθέσεις των βασικών κατιόντων σε απομακρυσμένες από τη θάλασσα περιοχές αντικατοπτρίζουν τη σύσταση του εδάφους (Nakos κ.α. 2001, Rutherford, 1967). Τα δασικά εδάφη καλύπτονται από δασικό τύππητα η χημική σύσταση του οποίου επηρεάζει τη χημεία των ξηρών αποθέσεων. Χημικές αναλύσεις του δασικού τύππητα της πειραματικής επιφάνειας (πληροφορίες μη δημοσιευμένες) έδειξαν συγκεντρώσεις (kg ha^{-1}) 407 για το Ca^{2+} , 140 για το Mg^{2+} και 164 για το K^+ . Η σειρά κατάταξης του μεγέθους των τιμών αυτών ($\text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$) είναι η ίδια με εκείνη των ροών των ξηρών αποθέσεων (Πίνακας Ι).

Οι Draaijers κ.α. (1997) εφαρμόζοντας το μοντέλο της κόμης στο δάσος Spreulder της Ολλανδίας βρήκαν ροές ξηρών αποθέσεων ($\text{kg ha}^{-1} \text{έτος}^{-1}$) 2,8 για το Ca^{2+} , 2,1 για το Mg^{2+} και 1,3 για το K^+ . Οι υψηλές τιμές Mg^{2+} που βρήκαν οι Ολλανδοί ερευνητές οφείλονταν στη θάλασσα προέλευση αυτού του ιόντος.

Οι μέσοι όροι ροών ($\text{kg ha}^{-1} \text{έτος}^{-1}$) των ξηρών αποθέσεων (όχι προσδιορισμένοι με το μοντέλο της κόμης) 12 περιοχών της ανατολικής Αμερικής ήταν 2,1 για το Ca^{2+} , 0,32 για το Mg^{2+} και 0,98 για το K^+ (Johnson 1992). Το μέγεθος των τιμών των ολικών αποθέσεων (B + ΔB) των βασικών κατιόντων εξαρτάται από τις ροές των κατιόντων στη βροχή και στις ξηρές αποθέσεις. Η σειρά κατάταξης των B και ΔB όσον αφορά το μέγεθος των ροών (Πίνακας Ι) είναι η ίδια ($\text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$). Σε δασικές περιοχές απομακρυσμένες από τη θάλασσα με αμελητέα ανθρώπινη δραστηριότητα, η χημική σύσταση της εδαφικής σκόνης (ορυκτής ή οργανικής προέλευσης) κυριαρχεί όχι μόνο στις ξηρές αλλά και στις υγρές αποθέσεις (Cresser και Edwards, 1989). Λογικά και οι ροές των ολικών αποθέσεων των κατιόντων ακολουθούν την ίδια κατάταξη (Πίνακας Ι).

Το σύνολο των ροών των ολικών αποθέσεων των βασικών κατιόντων εκφράζεται πολλές φορές στη διεθνή βιβλιογραφία σε $\text{eq ha}^{-1} \text{έτος}^{-1}$. Στον Πίνακα Ι μετά τις μετατροπές οι ροές γίνονται για το Ca^{2+} 950, για το Mg^{2+} 234 και για το K^+ 143 $\text{eq ha}^{-1} \text{έτος}^{-1}$. Το άθροισμα όλων είναι 1327 $\text{eq ha}^{-1} \text{έτος}^{-1}$. Η τιμή αυτή θεωρείται σχετικά

Πίνακας Ι. Ροές των ολικών αποθέσεων (ΟΑ), ξηρών αποθέσεων (ΞΑ) και έκπλυσης (ΕΚ) των Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ και Na^+ . Όλα τα αποτελέσματα εκφράζονται σε $\text{kg ha}^{-1} \text{έτος}^{-1}$.

Table I. Total, dry and leaching deposition fluxes of Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ and Na^+ . All results are expressed in $\text{kg ha}^{-1} \text{year}^{-1}$.

	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+
B	12,4 ^α (25) ^β	1,83 (17)	3,65 (18)	12,4 (28)
ΔB	25,5 (13)	5,36 (10)	49,1 (21)	19,0 (20)
ΞΑ	6,60	0,97	1,94	6,60
ΟΑ	19,0	2,80	5,59	19,0
ΕΚ	6,50	2,56	43,5	0

^α Μέσος όρος

^β Συντελεστής παραλλακτικότητας (%)

^α Mean

^β Coefficient of variation (%)

υψηλή σε σχέση με αυτές που έχουν παρατηρηθεί στην Ευρώπη αν ληφθεί υπόψη ότι το μεγαλύτερο ποσοστό τιμών κυμαίνεται από 400-1200 $\text{eq ha}^{-1} \text{έτος}^{-1}$ (EC-UN/ECE 2001). Τιμές αυτού του μεγέθους έχουν παρατηρηθεί στην κεντρική Ιταλία και Μεσογειακή Γαλλία (EC-UN/ECE 2001).

Οι ροές έκπλυσης των βασικών κατιόντων (Πίνακας Ι) μπορούν να εκφραστούν σε ποσοστά των ροών των κατιόντων στην καθαρή διαπερώσα βροχή. Η καθαρή διαπερώσα βροχή ισούται με ΔB-B. Συνεπώς η εξίσωση των ποσοστών είναι: $[\text{EK}/(\Delta\text{B}-\text{B})] * 100$. Μετά τους υπολογισμούς, τα ποσοστά ευρέθησαν 49,6% για το Ca^{2+} , 72,5% για το Mg^{2+} και 95,7% για το K^+ . Τα αποτελέσματα φαίνονται λογικά σε σχέση με την ταξινόμηση του μεγέθους των ποσοστών έκπλυσης. Είναι γνωστή η σημασία του μηχανισμού έκπλυσης από το φύλλωμα των δέντρων για το K^+ (Parker 1983). Παρόμοια ήταν η σημασία της έκπλυσης και για το Mg^{2+} σε δάσος αριάς (Roda κ.α. 1990).

Ωστόσο άλλοι ερευνητές βρήκαν διαφορετικά αποτελέσματα σε άλλα δασικά είδη. Σε συστάδα Δασικής πεύκης οι Van Ek και Draaijers (1994) εφαρμόζοντας το μοντέλο της κόμης, βρήκαν ποσοστά έκπλυσης 58% για το Ca^{2+} , 13% για το Mg^{2+} και 79% για το K^+ . Πιο κοντά στα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας ήταν τα συμπεράσματα των Dambrine κ.α. (1998) αφού με το ίδιο μοντέλο βρήκαν ποσοστά 38% για το Ca^{2+} , 42% για το Mg^{2+} και 99% για το K^+ σε συστάδα ερυθρελάτης.

Συμπεράσματα

Με τη χρήση του μοντέλου της κόμης διαχωρίστηκαν οι ροές των βασικών κατιόντων Ca^{2+} , Mg^{2+} και K^+ σε ολικές και ξηρές αποθέσεις και προσδιορίστηκαν τα ποσοστά έκπλυσης των βασικών κατιόντων σε σχέση με την καθαρή διαπερώσα βροχή σε συστάδα υβριδογενούς ελάτης. Βρέθηκε ότι οι ολικές αποθέσεις ήταν αρκετά υψηλές σε σχέση με χώρες της κεντρικής Ευρώπης, ενώ στα ποσοστά έκπλυσης το K^+ είχε το υψηλό ποσοστό των 95%.

Παρά τις επιφυλάξεις στη χρήση του, το μοντέλο της κόμης είναι εύχρηστο επειδή δεν απαιτούνται επιπλέον όργανα μέτρησης παρά μόνο συλλεκτήρες βροχής και διαπερώσας βροχής.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς εκφράζουν τις ειλικρινείς τους ευχαριστίες στη Γενική Γραμματεία Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος και στην Ευρωπαϊκή Ένωση για τη χρηματοδότηση του προγράμματος. Επίσης ευχαριστούν τους Κ. Καούκη και Θ. Μπουρλέτσικα για την υδρολογική επεξεργασία των στοιχείων καθώς και την Π. Τζένου για τη βοήθειά της στη χημική ανάλυση των δειγμάτων.

Total atmospheric deposition and base cation leaching in a fir stand in the area of Evritania**P. Michopoulos¹, G. Baloutsos¹, E. Economou¹****Abstract**

Total atmospheric deposition of the cations Ca^{2+} , Mg^{2+} and K^+ and their percentages (%) in net throughfall were determined by means of a mathematical model in a fir stand (*A. Borisii regis*) in the area of Evritania for the period 1997 to 2001. The magnitude of the total deposition fluxes followed the same order with that of dry deposition fluxes ($\text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$). The sum of the total deposition fluxes for the three cations was high with regard to total deposition fluxes observed in Europe. The percentages of leaching of Ca^{2+} and Mg^{2+} with regard to net throughfall fluxes were 44% and 72% respectively, whereas the percentage of K^+ leaching had the high value of 95% which shows the importance of exchange reactions on leaf surfaces for this ion.

Key words: base cations, fir, atmospheric deposition, leaching

Βιβλιογραφία

- Bredemeier, M. 1988. Forest canopy transformation of atmospheric deposition. *Water Air Soil Pollut.* 40: 121-138.
- Cappellato, R. and N.E. Peters. 1995. Dry deposition and canopy leaching rates in deciduous and coniferous forests of the Georgia Piedmont: an assessment of a regression model. *J. Hydrol.* 169: 131-150.
- Cresser, M.S. and A. Edwards. 1989. Acidification of freshwaters. Cambridge Environmental Chemistry Series, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Dambrine, E., B. Pollier, M. Bonneau and N. Ignatova. 1998. Use of artificial trees to assess dry deposition in spruce stands. *Atmos. Environ.* 10: 1817-1824.
- Draaijers, G.P.J. and J.W. Erisman 1995. A canopy budget model to assess atmospheric deposition from throughfall measurements. *Water Air Soil Pollut.* 85: 2253-2258.
- Draaijers, G.P.J., E.P. Van Leeuwen, P.G.H. De Jong and J.W. Erisman. 1997a. Base-cation deposition in Europe-Part II. Acid neutralization capacity and contribution to forest nutrition. *Atmos. Environ.* 31: 4159-4168.
- Draaijers, G.P.J., J.W. Erisman, N.F.M. Van Leeuwen, F.G. Romers, B.H. Te Winkels, A.C. Veltkamp, A.T. Vermeulen, and G.P. Wyers. 1997b. The impact of canopy exchange on differences observed between atmospheric deposition and throughfall fluxes. *Atmos. Environ.* 3: 387-397.
- EMEP 1996. Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe, manual for sampling and chemical analysis. Norwegian Institute for Air Research, Kjeller, Norway.
- EC-UN/ECE 2001. Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe. Technical report 2001. Brussels, Belgium.
- FAO-Unesco 1988. Soil map of the world. FAO-Unesco, Rome, Italy.
- Fern, M. and H. Hultberg. 1999. Dry deposition and internal circulation of nitrogen, sulphur and base cations to a coniferous forest. *Atmos. Environ.* 33: 4421-4430.
- Gatz, D.F., W.R. Barnard and G.J. Stensland. 1986. The role of alkaline materials in precipitation chemistry: a brief review of the issues. *Water Air Soil Pollut.* 30: 245-251.
- Gosz, J.R., G.E. Likens and F.H. Bormann. 1976. Organic matter and nutrient dynamics of the forest and forest floor in the Hubbard Brook Forest. *Oecologia* 22: 305-320.
- Johnson, D.W. 1992. Base cations. In: Johnson, D.W. and Lindberg, S.E. (eds.), *Atmospheric deposition and forest nutrient cycling*. Ecological Studies Vol. 91, Springer-Verlag, New York, USA, pp 233-340.
- Linberg, S.E. and G.M. Lovett. 1985. Field measurements of particle dry deposition rates to foliage and inert surfaces in a forest canopy. *Environ. Sci. Technol.* 19: 238-244.

¹ *Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology, National Agricultural Research Foundation (N.A.G.R.E.F.), Terma Alkmanos, Athens, 115 28*

- Lovett G.M. and S.E. Linberg. 1984. Dry deposition and canopy exchange in a mixed oak forest as determined by analysis of throughfall. *J. Appl. Ecol.* 21: 1013-1027.
- Nakos, G. and A. Vouzaras. 1988. Budgets of selected cations and anions in two forested experimental watersheds in central Greece. *For. Ecol. Manage.* 24: 85-95.
- Nakos G., P. Michopoulos, G Baloutsos and A. Economou. 2001. Deposition and streamwater characteristics in three forested experimental watersheds in Greece. 7th International Conference on Environmental Science and Technology. Ermoupolis, Syros island, Greece. Volume B. 651-658.
- Parker, G.G. 1983. Throughfall and stemflow in the forest nutrient cycle. *Adv. Ecol. Res.* 13: 57-133.
- Roda, F., A. Avila and D. Bonilla. 1990. Precipitation, throughfall, soil solution and stream water chemistry in a holm-oak (*Quercus ilex*) forest. *J. Hydrol.* 116: 167-183.
- Rutherford, G.K. 1967. A preliminary study of the composition of precipitation in S.E. Ontario. *Canad. J. Earth Sci.* 4: 1151-1160.
- Ruijgrok, W. and H. Tieben. 1996. The dry deposition of particles to a forest canopy; a comparison of model and experimental results. *Atmos. Environ.* 31: 411-427.
- Τάντος, Β., Δ. Αλιγραγκής, Α.Τσιόντσης και Ν. Χουλιαράς. 1998. Ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων σε οικοσυστήματα υβριδογενούς ελάτης (*Abies borisii regis* Matf.). 7ο Πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, Ελληνική εδαφολογική εταιρεία. pp. 322-335.
- U.N.-E.C.E. 1998. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Programme Coordinating Center Federal Research Center for Forestry and Forest Products, Hamburg, Germany.
- Ulrich, B. 1983a. A concept of forest ecosystem stability and of acid deposition as driving force for destabilization. In: Ulrich, B. and J. Pankrath (eds.), *Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, pp. 1-29.
- Ulrich, B. 1983b. Interaction of forest canopies with atmospheric constituents: SO₂, Alkali and Earth Alkali cations and chloride. In: Ulrich, B. and J. Pankrath (eds.), *Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, pp. 33-45.
- Van Ek, R. and G.P.J. Draaijers. 1994. Estimates of atmospheric deposition and canopy exchange for three common tree species in the Netherlands. *Water Air Soil Pollut.* 73: 61-82.

Θερμική τροποποίηση του ξύλου: Μία νέα τεχνική για ξύλο με βελτιωμένες ιδιότητες

Α. Παπαδόπουλος¹, Σ. Καραστεργίου¹, Γ. Νταλός¹, Γ. Μαντάνης¹

Περίληψη

Ερευνητικές προσπάθειες στον τομέα της θερμικής τροποποίησης του ξύλου είχαν σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη διαφόρων μεθόδων παραγωγής του, οι οποίες εμφανίστηκαν στην Ευρώπη τα τελευταία χρόνια. Η συνολική παραγωγή θερμικά τροποποιημένου ξύλου στην Ευρώπη για το 2001 υπολογίζεται ότι ήταν περίπου 165.000 m³. Θερμικά τροποποιημένη ξυλεία κωνοφόρων και πλατυφύλλων παρουσιάζει σημαντικά βελτιωμένη διαστασιακή σταθερότητα και βιολογική ανθεκτικότητα, λόγω των αλλαγών που συντελούνται στα βασικά χημικά συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος του ξύλου από τη χρήση υψηλών θερμοκρασιών. Οι μηχανικές ιδιότητες της θερμικά τροποποιημένης ξυλείας επηρεάζονται αρνητικά από τη χρήση υψηλών θερμοκρασιών. Το μέλλον θα δείξει αν η Ευρωπαϊκή βιομηχανία επεξεργασίας ξύλου κατορθώσει να παρουσιάσει ένα προϊόν υψηλής ποιότητας.

Λέξεις κλειδιά: θερμική τροποποίηση, διαστασιακή σταθερότητα, βιολογική ανθεκτικότητα.

Εισαγωγή

Για πολλές δεκαετίες, οι βιομηχανίες επεξεργασίας ξύλου προσπάθησαν να αυξήσει τη χρονική διάρκεια χρήσης του ξύλου σαν πρώτη ύλη σε διάφορες κατασκευές και παράλληλα να διερευνήσουν τρόπους για να αντιμετωπίσουν τα βασικά του μειονεκτήματα, όπως διαστασιακή σταθερότητα, σχετικά χαμηλή ανθεκτικότητα σε μικροοργανισμούς και μεταβλητότητα δομής (Kakaras and Philiprou 1996, Kakaras et al. 2002). Οι τρόποι αυτοί μπορούν να ταξινομηθούν ως ακολούθως: ανακατανομή της μάζας του ξύλου ύστερα από μηχανική κατεργασία, κάλυψη της επιφάνειας του ξύλου με ελαιοχρώματα, βερνίκια και ανάλογες ουσίες, και προστατευτικός εμποτισμός με κλασσικές μεθόδους (Tsoumis 1992). Όλοι αυτοί οι τρόποι είναι περισσότερο ή λιγότερο τεχνικοί, αλλοιώνουν σε μεγάλο βαθμό το ξύλο σαν υλικό και κυρίως βασίζονται στη χρήση τοξικών χημικών ουσιών όπως το πισσέλαιο και τα υδατοδιαλυτά άλατα αρσενικού και βορίου. Βασικά μειονεκτήματα της χρήσης των παραπάνω ουσιών είναι τα ακόλουθα:

- Η αυξημένη τοξικότητα τους, γεγονός που οδήγησε πολλές ευρωπαϊκές χώρες να απαγορεύσουν τη χρήση τους
- Η περιορισμένη σταθερότητα και αντοχή τους στο χρόνο
- Η δυσκολία ανακύκλωσης εμποτισμένου ξύλου με αυτές τις ουσίες.

Η μεταβολή της δομής του ξύλου σε μοριακό επίπεδο μπορεί να επιφέρει πολύ καλύτερα αποτελέσματα στην αντιμετώπιση των παραπάνω βασικών μειονεκτημάτων του ξύλου. Το ξύλο δομείται από ένα μεγάλο αριθμό κυττάρων. Το κυτταρικό τους τοίχωμα αποτελείται από ουσίες όπως η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη και η λιγνίνη. Ένας μεγάλος αριθμός ιδιοτήτων του ξύλου προσδιορίζεται και εξαρτάται ταυτόχρονα από τη συμπεριφορά αυτών των ουσιών, όπως η υγροσκοπικότητα, η ρίζκωση και η διόγκωση, η προσβολή από μικροοργανισμούς και ο αποχρωματισμός του ξύλου. Μεταβάλλοντας τη δομή του ξύλου σε μοριακό επίπεδο, μεταβάλλονται ταυτόχρονα και οι ιδιότητες του ξύλου. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για την επίτευξη αυτού του στόχου, οι οποίοι γενικά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (Papadopoulos 2001, 2002, Hill et al. 2003):

- Χημική τροποποίηση

¹ Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου – Επίπλου, Τ.Ε.Ι. Λάρισας, - Παράρτημα Καρδίτσας, Τέρμα Μαυρομάλη, Τ.Κ. 43100, Καρδίτσα, τηλ.: 2441028499, fax: 2441028299

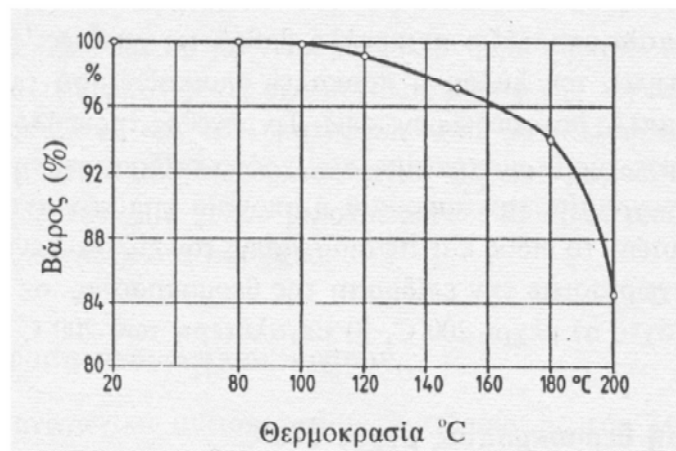
- Θερμική τροποποίηση
- Ενζυματική τροποποίηση

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι διάφορες μέθοδοι παραγωγής θερμικά τροποποιημένου ξύλου, καθώς επίσης και οι μηχανικές, φυσικές και βιολογικές του ιδιότητες.

Θερμική τροποποίηση του ξύλου – Ιδέα παραγωγής

Η θερμοκρασία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις χημικές, φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του ξύλου ή προκαλεί αποικοδόμηση των δομικών συστατικών του σε απλές μονομερείς ενώσεις. Το μέγεθος της επίδρασης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, οι σπουδαιότεροι των οποίων είναι το ύψος της θερμοκρασίας και ο χρόνος επίδρασης της, η υγρασία του ξύλου, η παρουσία καταλύτη, και τέλος το είδος και οι διαστάσεις του ξύλου (Fengel and Wegener 1983).

Το ξύλο στις διάφορες μορφές κατεργασίας και χρήσης του υπόκειται στην επίδραση θερμοκρασίας που δεν ξεπερνά τους 200 °C, η επίδραση της αφορά κυρίως μείωση της υγρασκοπικότητας, της μηχανικής αντοχής και περιορισμένη αποικοδόμηση των συστατικών του ξύλου (Φιλίππου 1986). Στις θερμοκρασίες αυτές διατηρείται η μακροσκοπική δομή του ξύλου. Θερμοκρασία μέχρι 100 °C για παράδειγμα, μειώνει την ικανότητα προσρόφησης υγρασίας από το περιβάλλον αλλά η επίδραση δεν είναι μόνιμη, καθώς με μείωση της θερμοκρασίας το ξύλο αποκτά τις αρχικές του ιδιότητες. Σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 100 °C, η επίδραση στις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες είναι περισσότερο ή λιγότερο μόνιμες, ανάλογα με το ύψος και τη διάρκεια της θερμοκρασίας (Stamm 1964). Οι μόνιμες μεταβολές στις ιδιότητες του ξύλου είναι αποτέλεσμα χημικών αλλοιώσεων των πολυμερών συστατικών του (κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, λιγνίνη). Στο Σχήμα 1, φαίνεται ότι ξύλο ελάτης σε μορφή πριονιδίου μετά από θέρμανση για εικοσιτέσσερις ώρες άρχισε να χάνει βάρος στους 100 °C; η απώλεια βάρους στους 120 °C ήταν 0,8%, ενώ στους 200 °C έφτασε το 15%.



Σχήμα 1. Απώλεια βάρους ξύλου ελάτης σε μορφή πριονιδίου, μετά από θέρμανση σε διάφορες θερμοκρασίες για εικοσιτέσσερις ώρες (Φιλίππου 1986).

Figure 1. Loss by weight of spruce wood (sawdust) after heating at various temperatures for 24 hours (Φιλίππου 1986).

παρουσιάζουν μεγάλη ανθεκτικότητα μέχρι τους 100 °C. Σε θερμοκρασίες μεταξύ 120-140 °C, η κυτταρίνη και οι ημικυτταρίνες αρχίζουν να αποικοδομούνται, ενώ η λιγνίνη είναι περισσότερο ανθεκτική. Στη σταδιακή αποικοδόμηση – κατακερματισμό της κυτταρίνης και της ημικυτταρίνης είναι βασισμένη η ιδέα της θερμικής τροποποίησης του ξύλου, καθώς είναι γνωστό ότι τα συστατικά αυτά περιέχουν μεγάλες ποσότητες ελεύθερων υδροξυλίων (-OH) τα οποία είναι και οι κύριοι υπεύθυνοι για δύο βασικά μειονεκτήματα του ξύλου: περιορισμένη διαστασιακή σταθερότητα και σχετικά χαμηλή ανθεκτικότητα σε μικροοργανισμούς. Ο σταδιακός κατακερματισμός των πολυμερών συστατικών του ξύλου με την αύξηση της θερμοκρασίας, έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλών μικρών νέων συστατικών. Αυτά παρουσιάζουν μία αυξημένη ενεργητικότητα, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται νέα πολυμερή συστατικά μέσα στη μάζα του ξύλου, με διαφορετικές – βελτιωμένες – ιδιότητες (π.χ. απορρόφηση λιγότερης ποσότητας νερού).

Μέθοδοι παραγωγής θερμικά τροποποιημένου ξύλου

Το κοινό χαρακτηριστικό όλων των μεθόδων παραγωγής θερμικά τροποποιημένου ξύλου, είναι ότι ο χειρισμός του ξύλου πραγματοποιείται σε υψηλές θερμοκρασίες, που κυμαίνονται από 160 °C μέχρι 260 °C. Οι διαφορές τους σχετίζονται με τους συντελεστές παραγωγής, όπως κατάσταση του ξύλου από άποψη υγρασίας (χλωρό, ξηρό), είδος πίεσης (ατμοσφαιρική, υδροθερμική), μέσο θέρμανσης (θερμός και υγρός αέρας, θερμός ατμός, λάδι) και παρουσία ή απουσία οξυγόνου (EP0018446 1982, EP0759137. 1995, US5678324. 1997).

Οι κυριότεροι μέθοδοι παραγωγής θερμικά τροποποιημένου ξύλου, που έχουν αναπτυχθεί σε διάφορες χώρες της Ευρώπης και έχουν κατοχυρωθεί διεθνώς ως διπλώματα ευρεσιτεχνίας, παρουσιάζονται στη συνέχεια.

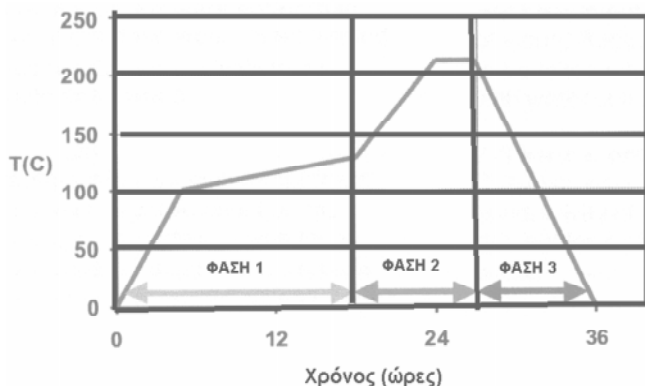
Thermo Wood Process

Ερευνητικές προσπάθειες πολλών ετών στον τομέα της θερμικής τροποποίησης του ξύλου από το Τεχνολογικό Ερευνητικό Κέντρο της Φινλανδίας (Technical Research Centre of Finland) και τη Βιομηχανία ξύλου της Φινλανδίας, είχαν σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη της εν λόγω μεθόδου. Θερμικά τροποποιημένο ξύλο παράγεται πλέον σε βιομηχανική κλίμακα με το εμπορικό όνομα ThermoWood®, και έχει κατοχυρωθεί διεθνώς ως δίπλωμα ευρεσιτεχνίας. Η άδεια χρήσης του διπλώματος ανήκε στον Φινλανδικό Συνεταιρισμό Θερμικά Τροποποιημένου ξύλου (Finnish ThermoWood Association).

Η όλη διαδικασία παραγωγής θερμικά τροποποιημένου ξύλου, η οποία παρουσιάζεται στο Σχήμα 2, μπορεί να καταταχθεί στις εξής φάσεις (Militz 2002):

- Φάση 1, η οποία περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:
 - (α) Στάδιο θέρμανσης, όπου το ξύλο θερμαίνεται ραγδαία σε μια θερμοκρασία που δεν ξεπερνά τους 100 °C. Η χρονική διάρκεια του σταδίου κυμαίνεται από 2 μέχρι 4 ώρες.
 - (β) Στάδιο ξήρανσης, όπου επιδιώκεται μείωση της υγρασίας του ξύλου σε ποσοστό 3-4%, η οποία μπορεί να φτάσει και το 0%. Η θερμοκρασία φτάνει και διατηρείται σταθερή στους 130 °C. Η χρονική διάρκεια του σταδίου κυμαίνεται από 6 μέχρι 16 ώρες.
- Φάση 2, όπου πραγματοποιείται η θερμική τροποποίηση του ξύλου.

Η θερμοκρασία ανεβαίνει στους 180 °C – 220 °C και ο αέρας στο θάλαμο χειρισμού αντικαθίσταται σταδιακά με ατμό για να αποφευχθεί πιθανή υπερθέρμανση του ξύλου. Όταν επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή για 2 με 3 ώρες. Η χρονική διάρκεια του σταδίου αυτού και του επόμενου κυμαίνεται από 6 μέχρι 10 ώρες.



Σχήμα 2. Διαδικασία παραγωγής θερμικά τροποποιημένου ξύλου (Militz 2002).

Figure 2 . Technology production of thermally modified wood (Militz 2002).

- Φάση 3, η οποία περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

(α) Στάδιο μερικού κλιματισμού, όπου η θερμοκρασία ελαττώνεται σταδιακά .

(β) Στάδιο σταθεροποίησης, όπου η απολεσθείσα υγρασία επιστρέφει στο ξύλο (ψεκασμός νερού) σε ποσοστό 4-8% , ανάλογα με την τελική επιθυμητή χρήση. Η χρονική διάρκεια του σταδίου κυμαίνεται από 6 μέχρι 10 ώρες.

(γ) Στάδιο τελικού κλιματισμού. Η χρονική διάρκεια του σταδίου κυμαίνεται από 4 μέχρι 6 ώρες.

Η όλη διαδικασία θερμικής τροποποίησης έχει συνολική διάρκεια που κυμαίνεται από 24 μέχρι 46 ώρες. Η μέθοδος

είναι γενικά κατάλληλη για όλα τα είδη ξύλου, αλλά μπορεί να προσαρμοσθεί ανάλογα με τις ατομικές ιδιαιτερότητες κάθε είδους.

Plato Process

Η μέθοδος, που αναπτύχθηκε στην Ολλανδία, και κατοχυρώθηκε ως δίπλωμα ευρεσιτεχνίας με το εμπορικό όνομα PLATO® Wood, είναι κάπως διαφορετική σε σύγκριση με την προηγούμενη μέθοδο και ισχυρίζεται ελάχιστη μείωση στις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου. Η διαφοροποίηση της σε σχέση με αυτή, που αναπτύχθηκε και εφαρμόζεται στην Φινλανδία, έγκειται στη παρουσία ενός υδροθερμικού σταδίου κατά τη διάρκεια της εξέλιξης της μεθόδου, το οποίο προκαλεί πολλές χημικές μετατροπές. Πλέον συγκεκριμένα, η παρουσία μεγάλης ποσότητας υγρασίας μέσα στο κυτταρικό τοίχωμα του ξύλου κατά τη διάρκεια του υδροθερμικού σταδίου, προκαλεί αυξημένη αντιδραστικότητα στα συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος, κάτω από σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Έτσι προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα, εφαρμόζονται πιο ήπιες συνθήκες τροποποίησης με αποτέλεσμα οι δυσμενείς επιπτώσεις στις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου να ελαχιστοποιούνται (Tjeerdsma et al. 1998).

Η διαδικασία παραγωγής θερμικά τροποποιημένου ξύλου σύμφωνα με τη μέθοδο PLATO® Wood, αποτελείται από δύο στάδια με ένα ενδιάμεσο στάδιο ξήρανσης. Στο πρώτο στάδιο (υδροθερμικό), που διαρκεί 4 με 5 ώρες, το ξύλο (χλωρό ή ξηρό) θερμαίνεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 160 °C - 190 °C κάτω από αυξανόμενη πίεση. Στη συνέχεια, ακολουθεί το ενδιάμεσο στάδιο ξήρανσης με σκοπό η θερμοκρασία του ξύλου να κατέβει περίπου στο 10%. Η διάρκεια του σταδίου αυτού κυμαίνεται από 3 μέχρι 5 ημέρες. Στο δεύτερο και τελικό στάδιο, το ξύλο θερμαίνεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 170 °C - 190 °C, για 14 μέχρι 16 ώρες. Με τη μέθοδο αυτή αποφεύγεται η χρήση πολύ υψηλών θερμοκρασιών.

Retification Process

Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε στη Γαλλία και κατοχυρώθηκε ως δίπλωμα ευρεσιτεχνίας με το εμπορικό όνομα New Option Wood (NEW). Σύμφωνα με τη μέθοδο, ξύλο με υγρασία 12% θερμαίνεται στους 200 °C - 240 °C, παρουσία αζώτου (Militz 2002).

Bois perdure Process (BCI – MBS, France)

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, που αναπτύχθηκε στη Γαλλία, χλωρό ξύλο θερμαίνεται πολύ γρήγορα στους 200 °C - 240 °C, παρουσία ατμοσφαιρικής πίεσης (Militz 2002).

Oil Heat Treatment Process

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, που αναπτύχθηκε στη Γερμανία, η θερμική τροποποίηση πραγματοποιείται με εμβάπτιση του ξύλου μέσα σε θερμαινόμενο λάδι (180 °C - 200 °C), σε κλειστό κύλινδρο. Η παρουσία λαδιού παρέχει γρήγορη και ομοιόμορφη θέρμανση του ξύλου, ενώ ταυτόχρονα περιορίζει στο ελάχιστο την παρουσία οξυγόνου στον κύλινδρο. Η συνολική διάρκεια της μεθόδου, για ξύλο μήκους τεσσάρων μέτρων, πλάτους και πάχους 100 χιλιοστών, είναι 18 ώρες (Rapp and Sailer 2000).

Ιδιότητες θερμικά τροποποιημένου ξύλου

Η μεταβολή των μηχανικών, φυσικών και βιολογικών ιδιοτήτων του ξύλου εξαρτάται κυρίως από το δασοπονικό είδος, που χρησιμοποιείται και από τους συντελεστές παραγωγής, σημαντικότεροι εκ των οποίων είναι το ύψος της θερμοκρασίας και η παρουσία οξυγόνου.

Μηχανικές ιδιότητες

Θερμική τροποποίηση, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Thermo Wood Process, σε θερμοκρασίες μικρότερες των 220 °C δεν επηρεάζει σημαντικά την αντοχή του ξύλου σε στατική κάμψη, με την προϋπόθεση ότι το ξύλο δεν περιέχει ρόζους (Militz 2002). Ξύλο, που έχει τροποποιηθεί θερμικά με τις μεθόδους Plato Process και Oil Heat Treatment Process παρουσιάζει μείωση στην τιμή του μέτρου θραύσεως 5% και 30% αντίστοιχα (Rapp and Sailer 2000).

Θερμική τροποποίηση σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 230 °C επηρεάζει σημαντικά την αντοχή του ξύλου σε διάτμηση. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, η μείωση είναι μικρότερη (Syrjanen et al. 2000).

Φυσικές ιδιότητες

Η θερμική τροποποίηση ελαττώνει σημαντικά την ισοδύναμη υγρασία του ξύλου. Θερμικά τροποποιημένο ξύλο παρουσιάζει τιμές ισοδύναμης υγρασία 40 – 50% μικρότερες σε σχέση με το μη τροποποιημένο (Tjeerdtsma et al. 1998). Εξαιτίας της μειωμένης ισοδύναμης υγρασίας, το θερμικά τροποποιημένο ξύλο παρουσιάζει σημαντικά βελτιωμένη σταθερότητα κατά την ακτινική και εραπτομενική διάσπαση.

Βιολογική ανθεκτικότητα

Η θερμική τροποποίηση βελτιώνει σημαντικά τη βιολογική ανθεκτικότητα του ξύλου, χωρίς όμως να ανταποκρίνεται στις Ευρωπαϊκές Προδιαγραφές EN 113 και ENV 807. Προς το παρόν, δεν συνιστάται η χρήση του σε κατασκευές που έρχονται σε επαφή με το έδαφος.

Η βιολογική ανθεκτικότητα μη ανθεκτικών δασοπονικών ειδών (δασική πεύκη, ερυθρελάτη, οξιά – κλάση ανθεκτικότητας 4 - 5) βελτιώνεται σημαντικά (κλάση ανθεκτικότητας 2 - 4). Η βελτίωση εξαρτάται κυρίως από το ύψος και τη διάρκεια εφαρμογής της θερμοκρασίας και είναι υψηλότερη όταν η ξυλεία εκτίθεται σε μύκητες κασταλής σήψης παρά σε μύκητες λευκής και μαλακής σήψης (Leithoff and Peek 1998).

Η ανθεκτικότητα του ξύλου σε χρήση απέναντι σε προσβολή από έντομα, όπως είναι το έντομο επίπλου *Annohium punctatum* και το παρκετοέντομο *Lyctus brunneus*, βελτιώνεται σημαντικά με τη θερμική τροποποίηση (Mayes and Oksanen 2002). Αντίθετα, δε βελτιώνεται σημαντικά η ανθεκτικότητα του ξύλου σε προσβολή από θαλάσσιους οργανισμούς (Rapp and Sailer 2000).

Άλλες ιδιότητες

Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, που εφαρμόζονται κατά τη θερμική τροποποίηση, το ξύλο αποκτά καφέ χρώμα. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία, τόσο πιο σκούρο καφέ είναι το χρώμα που αποκτά το ξύλο (Kamdem et al. 1999, Kotilainen 2000).

Μετά το πέρας της τροποποίησης, το ξύλο αποκτά μία χαρακτηριστική μυρωδιά ‘καραμέλας’ (Kotilainen 2000).

Η θερμική αγωγιμότητα του θερμικά τροποποιημένου ξύλου είναι 20 – 25% μικρότερη σε σχέση με το μη τροποποιημένο (Jamsa and Viitaniemi 1998).

Η ανθεκτικότητα του θερμικά τροποποιημένου ξύλου στην υπεριώδη ακτινοβολία δε διαφέρει σημαντικά με αυτή του μη τροποποιημένου ξύλου (Rapp et al. 2000).

Το θερμικά τροποποιημένο ξύλο απορροφά υγρασία και κόλλες οι οποίες περιέχουν νερό, όπως το οξικό πολυβινύλιο, με βραδύτερο ρυθμό. Για το λόγο αυτό, απαιτείται η εφαρμογή μεγαλύτερου χρόνου πίεσης στην πρέσσα. Τέτοιο πρόβλημα δεν υπάρχει όταν χρησιμοποιούνται πολυουρεθάνες (Tjeerdtsma et al. 2000).

Χρήσεις θερμικά τροποποιημένου ξύλου

Το θερμικά τροποποιημένο ξύλο ThermoWood®, που παράγουν τα μέλη του Finnish ThermoWood Association μπορεί να ταξινομηθεί σε δύο κλάσεις οι οποίες ονομάζονται Thermo-S και Thermo-D.

Οι κλάσεις αυτές, μαζί με τις προτεινόμενες χρήσεις τους δίνονται στους Πίνακες Ι και ΙΙ, για κωνοφόρα και πλατύφυλλα αντίστοιχα. Στα κωνοφόρα η κλάση Thermo-S συνιστάται για εφαρμογές εσωτερικού χώρου,

Πίνακας Ι: Κλάσεις και προτεινόμενες χρήσεις ThermoWood® κωνοφόρων

Table I: Classes and recommended uses of softwood ThermoWood®

ΚΩΝΟΦΟΡΑ (ΠΕΥΚΗ, ΕΛΑΤΗ)	
Thermo-S	Thermo-D
Κατασκευή στοιχείων σπυριού	Προστατευτικά καλύμματα
Κατασκευή επίπλων κήπου	Εξωτερικές πόρτες
Πόρτες και παράθυρα	Παντζούρια
Δομικά στοιχεία	Πατώματα
Κατασκευή σάουνας	Κατασκευή επίπλων κήπου
	Κατασκευή σάουνας
	Κατασκευή στοιχείων μπάμιου

Πίνακας ΙΙ: Κλάσεις και προτεινόμενες χρήσεις ThermoWood® πλατυφύλλων

Table II: Classes and recommended uses of hardwood ThermoWood®

ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ (ΣΗΜΥΔΑ, ΛΕΥΚΗ)	
Thermo-S	Thermo-D
Κατασκευή στοιχείων σπαιού	Κατασκευή επίπλων σπαιού
Κατασκευή επίπλων κήπου	Κατασκευή επίπλων κήπου
Πατώματα	Πατώματα
Κατασκευή σάουνας	Κατασκευή σάουνας

ενώ η γλάση Thermo- D για εφαρμογές εξωτερικού χώρου. Στα πλατύφυλλα και οι δύο κλάσεις συνιστώνται κυρίως για εφαρμογές εσωτερικού χώρου, με τη διαφορά ότι το χρώμα του Thermo-D είναι σκοτεινότερο.

Ανάλογες είναι και οι χρήσεις θερμικά τροποποιημένου ξύλου που παράγεται με τις άλλες μεθόδους που περιγράφηκαν.

Παραγωγή θερμικά τροποποιημένου ξύλου στην Ευρώπη και περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η παραγωγή θερμικά τροποποιημένου ξύλου στην Ευρώπη για το έτος 2001 παρουσιάζεται στον Πίνακα ΙΙΙ. Η συνολική παραγωγή ήταν 165.000 m³, ενώ για τα έτη 2002 και 2003, σύμφωνα με προβλέψεις της βιομηχανίας, αναμενόταν να ξεπεράσει τα 270.000 m³ (Militz 2002). Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η παραγωγή θερμικά τροποποιημένου ξύλου ήταν μηδενική στη Γερμανία και την Ολλανδία το 2001, γιατί κατά τη διάρκεια του έτους αυτού τελειοποιήθηκαν οι τεχνολογίες παραγωγής τους.

Πίνακας ΙΙΙ: Παραγωγή θερμικά τροποποιημένου ξύλου στην Ευρώπη (Militz 2002).

Table III: Production capacity of heat treated wood in Europe (Militz 2002).

ΧΩΡΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (m ³)	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (m ³)
Φινλανδία	150.000	200.000
Γαλλία	15.000	25.000
Γερμανία	0	10.000
Ολλανδία	0	30.000

Το θερμικά τροποποιημένο ξύλο είναι ένα φυσικό προϊόν ξύλου που παράγεται με τη χρήση θερμότητας και ατμού και χωρίς τη χρήση χημικών ουσιών. Μετά το τέλος του κύκλου ζωής του μπορεί να χειρισθεί όπως το μη τροποποιημένο ξύλο (Finnish ThermoWood Association).

Κατά τη διάρκεια παραγωγής θερμικά τροποποιημένου ξύλου, καταναλώνεται ενέργεια, παράγονται υπολείμματα νερού και εκλύονται διάφορα αέρια. Τα παραπάνω πρέπει να λαμβάνονται υπόψη προκειμένου να γίνεται εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του θερμικά τροποποιημένου ξύλου (Mayes and Oksanen 2002):

Θερμική τροποποίηση ενός κυβικού μέτρου ελάτης απελευθερώνει 100 – 150 g/m³ οξικό οξύ και συνολικά περίπου 20 με 40 kg/m³ διάφορα άλλα αέρια. Κατά τη διαδικασία της τροποποίησης, τα αέρια συλλέγονται και καίγονται προκειμένου να αποφευχθεί πιθανή απελευθέρωση τους στην ατμόσφαιρα (Syrjanen et al. 2000).

Το νερό, που παράγεται κατά την τροποποίηση του ξύλου είναι οξικό (pH=3). Αυτό χειρίζεται κατάλληλα πριν την επαναχρησιμοποίηση του (Mayes and Oksanen 2002):

Η ενέργεια, που καταλώνεται για την παραγωγή θερμικά τροποποιημένου ξύλου προέρχεται συνήθως από την καύση φλοιού και υπολειμμάτων ξύλου. Το 80% της ενέργειας που καταναλώνεται, χρησιμοποιείται στο στάδιο της ξήρανσης. Η συνολική ενέργεια, που απαιτείται για την παραγωγή θερμικά τροποποιημένου ξύλου είναι 25% μεγαλύτερη από την ενέργεια που καταναλώνεται για την τεχνητή ξήρανση κοινού βιομηχανικού ξύλου (Syrjanen et al. 2000).

Συμπεράσματα

Το θερμικά τροποποιημένο ξύλο είναι ξύλο, που παράγεται με τη χρήση θερμότητας και ατμού και χωρίς τη χρήση χημικών ουσιών. Είναι προϊόν με βελτιωμένη διαστασιακή σταθερότητα και ανθεκτικότητα απέναντι σε μικροοργανισμούς. Οι μηχανικές του ιδιότητες δεν επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό. Μετά το τέλος του κύκλου ζωής του μπορεί να χειρισθεί όπως το μη τροποποιημένο ξύλο. Η συνολική ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή θερμικά τροποποιημένου ξύλου είναι 25% μεγαλύτερη από την ενέργεια που καταναλώνεται για την τεχνητή ξήρανση κανονικού ξύλου. Η συνολική παραγωγή για το έτος 2001 ήταν 165.000 m³, ενώ για τα έτη 2002 και 2003, σύμφωνα με προβλέψεις της βιομηχανίας, αναμενόταν να ξεπεράσει τα 270.000 m³.

Thermal modification of wood: A new technique for wood with improved properties

A. Papadopoulos¹, S. Karastergiou¹, G. Ntalos¹, G. Mantanis¹

Abstract

The results of joint efforts of European research institutes and industrial companies led to several heat treatment processes, with a total production of approx. 165.000 m³ in 2001. Comprehensive research on the main important wood properties showed an improved durability and dimensional stability of several softwood and hardwood species. These improvements are due to severe changes of the intrinsic cell wall chemistry, caused by the elevated temperatures. However, at the same time, some mechanical properties are negatively influenced by the high treatment temperatures. The near future will show, if the industrial companies will be able by a strict process control and a quality insurance system to guarantee a steady and even product quality.

Key words: thermal modification, dimensional stability, biological resistance

Βιβλιογραφία

- Fengel, D. and Wegener, G., 1983. Wood : Chemistry, ultrastructure and reactions. New York: de Gruyter.
- Hill, C.A.S., Hale, M.D., Faharani, M.R., Forster, S., Suttie, E.D., Jones, D.L., and Papadopoulos, A.N., 2003. Decay of anhydride modified wood. Proceedings of the 1st European Conference on Wood Modification. Gent, Belgium:212-218.
- Jamsa, S., and Viitaniemi, P., 1998. Heat treatment of wood. Better durability without chemicals. Nordiske Trebeskyttelsesdager: 45-51.
- Kakaras, J.A., and Philippou, J.L., 1996. Treatability of several Greeks wood species with the water soluble preservative CCB. Holz als Roh-und Werkstoff 54: 407-410.
- Kakaras J.A, Goroyias G., Papadopoulos A.N. and Hale, M.D., 2002. Observation on the performance of CCB and creosote treated fence posts after 18 years of exposure in Greece. International Research Group on Wood Preservation. Cardiff, Wales, U.K. (Document No. IRG/WP 02-30288).
- Kamdern, D.P., Pizzi, A., Guyonnet, R. and Jermannaud, A., 1999. Durability of heat treated wood. International Research Group on Wood Preservation. Document no. IRG/WP 99-40145.
- Kotilainen, R., 2000. Chemical changes in wood during heating at 150 – 260 °C. Ph.D Thesis, Jyvaskyla University. Research report 80, Finland.
- Leithoff, H. and Peek, R.D., 1998. Hitzebehandlung eine Alternative zum chemischen holzschutz. Tagungsband zur 21. Holzschutz – Tagung der DGFH in Rosenheim 97-108.
- Mayes, D., and Oksanen, O., 2002: Thermowood Handbook. Thermowood, Finnforest Stora.
- Militz, H., 2002. Thermal treatment of wood: European Processes and their background. International Research Group on Wood Preservation. Document no. IRG/WP 02-40241.
- Papadopoulos, A.N., 2001. Swelling, cell wall porosity and chemical modification of wood. Διδακτορική Διατριβή. University of Wales, Bangor.

¹ Department of Wood & Furniture Technology and Design, Annex of Karditsa – TEI Larissas, Terma Mavromixali Str., 43100, Karditsa, Greece

- Papadopoulos, A.N., 2002. Chemical modification of wood. Part 1: An introductory approach. *The Bio Products Journal* 3(9):11-13.
- Rapp, A.O. and Sailer, M., 2000. Heat treatment in Germany. Proceedings of Seminar 'Production and development of heat treated wood in Europe'. Helsinki, Stockholm, Oslo.
- Rapp, A.O., Sailer, M., and Westin, M., 2000. Innovative Holzverwertung neue Einsatzbereiche für Holz. Proceedings of the Dreiländer – Holztagung. Luzern, Switzerland.
- Stamm, A.J., 1964. Wood and cellulose science. New York: Roland Press.
- Syrjanen, T., Jamsa, S., and Viitaniemi, P., 2000. Heat treatment of wood in Finland. Proceedings of Seminar 'Production and development of heat treated wood in Europe'. Helsinki, Oslo, Stockholm.
- Tjeerdsma, B.F., Boonstra, M., and Militz, H., 1998. Thermal modification of non-durable wood species. Part II. Improved wood properties of thermally treated wood. International Research Group on Wood Preservation. Document no. IRG/WP 98-40124.
- Tjeerdsma, B.F., Stevens, M., and Militz, H., 2000. Durability aspects of hydrothermal treated wood. International Research Group on Wood Preservation. Document no. IRG/WP 00-4.
- Tsoumis, G., 1992. Science and technology of wood: structure, properties, utilization. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Φιλίππου, Ι.Α., 1986. Χημεία και χημική τεχνολογία του ξύλου. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη.

Ανασκόπηση σχετικά με τον λήθαργο και τη ζωτικότητα ξυλώδους φυτευτικού υλικού: (I) Παράγοντες επίδρασης και αξιολόγηση μορφολογικών παραμέτρων ως δεικτών λήθαργου και ζωτικότητας

Καλλιόπη Ραδόγλου¹, Μαριάντζελα Ν. Φωτέλλη¹, Ιωάννης Ραυτογιάννης¹, Γεώργιος Χαλυβόπουλος¹

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι η παρουσίαση των σημαντικότερων συμπερασμάτων που αφορούν στο λήθαργο και στη ζωτικότητα του φυτευτικού υλικού δασικών ειδών που παράγονται στα φυτώρια της Ευρώπης και χρησιμοποιούνται ευρέως για δασοπονικούς σκοπούς. Τα συμπεράσματα προέκυψαν από κοινοτικό ερευνητικό πρόγραμμα, στο οποίο συμμετείχαν 16 ερευνητικά ινστιτούτα και πανεπιστήμια από 10 διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες.

Κατά τη διάρκεια του προγράμματος αυτού εξετάστηκε η επίδραση διάφορων χειρισμών, οι οποίοι λαμβάνουν χώρα στα φυτώρια, στην πρόκληση και διακοπή λήθαργου, καθώς και στη μεταβολή της ζωτικότητας του φυτευτικού υλικού. Ακόμη, μελετήθηκαν ποικίλες μορφολογικές παράμετροι των φυτών ως προς την αξιόπιστη χρήση τους ως δεικτών για την πρόβλεψη της επιβίωσης και της απόδοσης του φυτευτικού υλικού.

Βρέθηκε ότι η έναρξη λήθαργου επηρεάζεται κυρίως από τον χρόνο εξαγωγής των φυτών, ενώ η διακοπή του επηρεάζεται τόσο από τον χρόνο εξαγωγής όσο και από τη διάρκεια ψυχρής αποθήκευσης. Η ζωτικότητα των φυτών επηρεάστηκε κυρίως από τις συνθήκες αποθήκευσης. Επίσης, κάτω από το μεγάλο εύρος των κλιματικών συνθηκών στις οποίες αναπτύχθηκε το φυτευτικό υλικό στις 10 διαφορετικές χώρες, βρέθηκε ότι τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών δεν παρουσιάζουν σημαντική συσχέτιση με την απόδοση του φυτευτικού υλικού στο πεδίο, μετά τη μεταφύτευσή του. Μεταξύ των εξετασθέντων παραμέτρων μόνο ο λόγος ριζας προς βλαστό παρουσίασε σχετικά υψηλή συσχέτιση με την ανάπτυξη των φυτών.

Συμπερασματικά, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά δεν θεωρούνται αξιόπιστοι δείκτες προσδιορισμού της ποιότητας του φυτευτικού υλικού, οι οποίοι να δύναται να χρησιμοποιηθούν στη φυτωριακή πράξη. Πιθανότατα απαιτείται περαιτέρω έρευνα σε τοπικό επίπεδο για να εμπλουτίσει τις γνώσεις μας στο αντικείμενο αυτό.

Λέξεις - κλειδιά: Δείκτες ποιότητας, ζωτικότητα, λήθαργος, μορφολογικά χαρακτηριστικά, ξυλώδες φυτευτικό υλικό.

Εισαγωγή

Στις φυτείες ποσοστό τουλάχιστον 15-25% των προσφάτως φυτεμένων δενδρυλλίων δεν επιβιώνουν ή επιβιώνουν παρουσιάζοντας όμως περιορισμένη ανάπτυξη (McKay 1997, Joustra 2000). Συχνά, αυτό το γεγονός οφείλεται στην κακή ποιότητα του φυτευτικού υλικού. Ακολούθως, η ανάπτυξη των δενδρυλλίων επηρεάζεται κυρίως από περιβαλλοντικούς (εξωγενείς) και φυτικούς (ενδογενείς) παράγοντες. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες (θερμοκρασία, υγρασία, φως κτλ.) μπορούν να μετρηθούν και να προσδιοριστούν λεπτομερώς. Οι κύριοι ενδογενείς φυτικοί παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν τη νέα ανάπτυξη των φυτών είναι ο λήθαργος και η ζωτικότητα. Όμως, οι μηχανισμοί οι οποίοι ελέγχουν τις φυσιολογικές αυτές διεργασίες δεν έχουν μέχρι τώρα περιγραφεί με ακρίβεια.

Ο Seeley (1994) περιγράφει τον λήθαργο ως το «μαύρο κουτί». Πολλοί από τους παράγοντες που τον επηρεάζουν είναι γνωστοί, αλλά ο βασικός μηχανισμός του λήθαργου είναι ακόμη άγνωστος. Ο λήθαργος των φυτών ορίζεται ως η προσωρινή έλλειψη ορατής ανάπτυξης (Romberger 1963, Lang 1987, Lang 1994). Ειδικά

¹ *Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών – Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, 57006 Βασιλικά, Θεσσαλονίκη*

στην εύκρατη ζώνη ο λήθαργος έχει εξελιχθεί σε μια στρατηγική προσαρμογής για την επιβίωση σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η ξηρασία το καλοκαίρι και ο παγετός το χειμώνα (Romberger 1963, Powell 1987, Borchert 1991). Στα περισσότερα ξυλώδη είδη φυτών, η ύπαρξη λήθαργου καθορίζεται από ένα ρυθμικό τρόπο ανάπτυξης (Romberger 1963, Borchert 1991, Crabbi και Barnola 1996), δηλαδή από την εναλλαγή μεταξύ φάσεων ενεργούς φυσιολογικής δραστηριότητας και αναστολής της, όπως για παράδειγμα στην *Quercus robur* L. (Champagnat κ.α., 1986), ή από έναν επεισοδικό τρόπο ανάπτυξης, δηλαδή από την παρουσία ολιγάριθμων φάσεων ενεργού ανάπτυξης, οι οποίες ακολουθούνται από φάσεις παρατεταμένης αδράνειας, όπως στα είδη *Fraxinus excelsior* και *Malus x domestica* (Crabbi και Barnola 1996). Ακόμη και κάτω από συνθήκες παρατεταμένης υγρασίας και θερμοῦ ισημερινού κλίματος παρουσιάζεται εναλλαγή μεταξύ φάσεων σύντομης αύξησης του βλαστού και ελάχιστης ή ανύπαρκτης αύξησης του (Hallé κ.α. 1978, Crabbé και Barnola 1996).

Περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως για παράδειγμα η φωτοπερίοδος, ελέγχουν την περαΐωση της ανάπτυξης του φυτού και τη δημιουργία του ακραίου οφθαλμού (Dennis 1994). Η μείωση της φωτοπεριόδου προάγει σε πολλά είδη φυτών τη δημιουργία οφθαλμών και την έναρξη του λήθαργού τους. Η κρίσιμη διάρκεια σκότους για την έναρξη του λήθαργου εξαρτάται από τον οικότυπο. Μέσα στο ίδιο είδος, η κρίσιμη διάρκεια σκότους για την έναρξη του λήθαργου είναι πιο βραχεία για οικότυπους από βόρειες περιοχές και μεγαλύτερο υψόμετρο, συγκριτικά με οικότυπους από νότιες περιοχές και μικρότερο υψόμετρο (Heide 1974, Qamaruddin κ.α. 1995).

Ακόμη, η θερμοκρασία αέρος επηρεάζει την ένταση του λήθαργου. Έχει βρεθεί ότι η υψηλή θερμοκρασία κατά το φθινόπωρο προκαλεί λήθαργο μεγαλύτερης έντασης, συγκριτικά με τη χαμηλή θερμοκρασία (Westergaard και Eriksen 1997). Η διάρκεια της περιόδου ψύχους, η οποία απαιτείται για τη διακοπή του λήθαργου, επηρεάζεται από τον οικότυπο (Myking και Heide 1995, Westergaard και Eriksen 1997). Οι οικότυποι από βορειότερες περιοχές συνήθως απαιτούν μεγαλύτερη διάρκεια περιόδου ψύχους από ό,τι οικότυποι από νοτιότερες περιοχές.

Σε αντιδιαστολή με τον πραγματικό λήθαργο ή ενδο-λήθαργο ο οποίος, όπως αναφέρεται παραπάνω, χαρακτηρίζεται από έλλειψη ορατής ανάπτυξης, η πρωτοπλασματική «σκλήρυνση» ή αλλιώς οικο-λήθαργος των φυτών είναι η φυσιολογική διαδικασία προσαρμογής των φυτών στο ψύχος ή την ξηρασία. Ο οικο-λήθαργος μπορεί επίσης να προκληθεί με κατάλληλους χειρισμούς κατά την ανάπτυξη του φυτευτικού υλικού σε φυτώρια με σκοπό την προετοιμασία του για τη φύτευση στο πεδίο ή τη μεταφύτευση (Kacperska-Palacz 1978; Levitt 1972; Omi και Landis 1984).

Η ανάπτυξη σκλήρυνσης είναι σημαντική για τα δενδρύλλια των φυτωρίων για πολλούς λόγους. Καταρχήν, τα επιτευχθέντα επίπεδα σκλήρυνσης από ψύχος σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με την ικανότητα των δενδρυλλίων να αντεπεξέλθουν στην καταπόνηση της εξαγωγής, της ψυχρής αποθήκευσης και της φύτευσης (Burr 1990, Lavender 1991). Η μέγιστη αντοχή στις προαναφερθείσες καταπονήσεις έχει βρεθεί ότι λαμβάνει χώρα ταυτόχρονα με τον μέγιστο λήθαργο των οφθαλμών (Hermann 1967, Lavender και Wareing 1972). Συνεπώς, η μέτρηση της σκλήρυνσης κατά τον χειμώνα μπορεί να αντανακλά σε μεγάλο βαθμό την κατάσταση του λήθαργου.

Δευτερευόντως, σε πολλά μέρη του κόσμου η παραγωγή δενδρυλλίων σε φυτώρια εξαρτάται από τη δυνατότητα επιβίωσης σε θερμοκρασίες παγετού, ειδικά κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το γεγονός ότι οι ρίζες των βλωφύτων δενδρυλλίων αυξάνονται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους κατά τη διάρκεια του χειμώνα, τα εκθέτει σε πιθανές ζημιές από παγετό, σε περίπτωση ανεπαρκούς σκλήρυνσης. Όμως και το γυμνόριζο φυτευτικό υλικό μπορεί να υποστεί βλάβες του ριζικού συστήματος, αν αυτό εκτίθεται σε θερμοκρασίες παγετού κατά τη διάρκεια της εξαγωγής και της φύτευσης. Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, η ικανότητα για αντοχή στον παγετό σχετίζεται με την πρωτοπλασματική σκλήρυνση των δενδρυλλίων.

Αν και στην πράξη ο λήθαργος δεν σχετίζεται άμεσα με την επίτευξη ή μη νέας ανάπτυξης του φυτού, αλληλεπιδρά, εν τούτοις, με τη ζωτικότητα του φυτού. Φυτά σε κατάσταση λήθαργου δεν υφίστανται εύκολα βλάβες και είναι πιο ανθεκτικά στην αποθήκευση, στην ξήρανση και στην καταπόνηση που υφίστανται κατά τη μεταφύτευση στο πεδίο, από ό,τι είναι τα φυτά που βρίσκονται στη φάση της ενεργούς ανάπτυξης (Aldhous και Mason 1994, McKay 1992). Συνεπώς, φυτά που υφίστανται τους διάφορους χειρισμούς που λαμβάνουν χώρα σε ένα φυτώριο σε φάση λήθαργου, παρουσιάζουν μεγαλύτερα ποσοστά επιβίωσης και, συνεπώς, ζωτικότητας

στο πεδίο.

Η εγγενής ζωτικότητα των φυτών ή αλλιώς το δυναμικό νέας ανάπτυξης τους επηρεάζεται, μεταξύ άλλων, από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους. Είναι απαραίτητο, συνεπώς, να καταστεί γνωστό ποιες μορφολογικές παράμετροι πρέπει να προσδιοριστούν για την περιγραφή της ζωτικότητας των φυτών. Γενικά, η μέτρηση διαφόρων μορφολογικών παραμέτρων δεν παρουσιάζει προβλήματα από τεχνικής απόψεως. Πάντως, πρόδος στον προσδιορισμό των κατάλληλων παραμέτρων για την περιγραφή της ζωτικότητας και του λήθαργου φυτευτικού υλικού μπορεί να απλοποιήσει την εμπορία των φυτών και να οδηγήσει, ενδεχομένως, σε καινοτομίες στη μελλοντική πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσον αφορά στον προσδιορισμό της ποιότητας του φυτευτικού υλικού. Συνεπώς, είναι απαραίτητα για τη φυτωριακή πράξη:

1. Ο προσδιορισμός μορφολογικών παραμέτρων και κριτηρίων για την ανάπτυξη αξιόπιστων και απλών τρόπων εκτίμησης της ποιότητας του φυτού, τα οποία θα μπορούν να τυποποιηθούν και να χρησιμοποιηθούν στην πράξη.
2. Η βελτίωση της ζωτικότητας των φυτών μέσω καλλιεργητικών ή/και αποθηκευτικών μεθόδων.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ανασκόπηση των συμπερασμάτων ενός ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος, όσον αφορά στην αξιολόγηση διαφόρων τρόπων εκτίμησης του λήθαργου και της ζωτικότητας των φυτών, οι οποίοι βασίζονται στη μέτρηση μορφολογικών παραμέτρων.

Υλικά και Μέθοδοι

Γενικά

Από το 1996 μέχρι το καλοκαίρι 1999 ομάδα 16 ερευνητικών ινστιτούτων και πανεπιστημίων δέκα διαφορετικών Ευρωπαϊκών χωρών, διεξήγαγαν έρευνα στα πλαίσια του κοινοτικού προγράμματος FAIR1 CT95-0497 (Πίνακας Ι). Από τις περισσότερες ερευνητικές ομάδες πραγματοποιήθηκαν εργασίες για δύο συνεχείς φυτευτικές περιόδους (1996/97 και 1997/98).

Φυτευτικό υλικό – Συνθήκες ανάπτυξης

Τα είδη που μελετήθηκαν στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος παρουσιάζονται στον Πίνακα ΙΙ. Η *Quercus robur* L μελετήθηκε και από τις 16 ερευνητικές ομάδες. Η *Pinus nigra* Arn. Ssp. *laricio* Poir. var. *Corsicana* μελετήθηκε στις νότιες περιοχές και η *Pinus sylvestris* L. στις βόρειες περιοχές. Τα υπόλοιπα είδη επιλέχθηκαν προς μελέτη από το κάθε συμμετέχον ερευνητικό ίδρυμα, ανάλογα με τη σπουδαιότητα του καθενός είδους στην εκάστοτε χώρα. Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στα γυμνόριζα είδη, αλλά μελετήθηκαν επίσης και βωλόφυτα.

Η προμήθεια του φυτευτικού υλικού έγινε από τοπικά φυτώρια και μόνο σε ορισμένα πειράματα χρησιμοποιήθηκαν φυτάρια που παρήχθησαν από τα ίδια τα ερευνητικά ιδρύματα. Υγιές και ομοιογενές φυτευτικό υλικό χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις, ώστε να περιοριστεί η μορφολογική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτών.

Ο πολλαπλασιασμός, η καλλιέργεια και οι συνθήκες φύτευσης παρουσίασαν διακύμανση. Πολλά είδη πολλαπλασιάστηκαν τόσο ως βωλόφυτα, όσο και ως γυμνόριζα. Ορισμένες μεταφυτεύσεις έγιναν σε δασικές περιοχές, ενώ άλλες σε φυτωριακούς χώρους. Η κάθε ερευνητική ομάδα εφάρμοσε τέτοιο πειραματικό σχεδιασμό που να επιτρέπει τη σωστή στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες που αντιμετώπιζε, όπως οι δυνατότητες των φυτωριακών εγκαταστάσεων για τα πειράματα στα φυτώρια, οι κλιματικές συνθήκες και η τοπογραφία για τα πειράματα πεδίου. Οι κλιματικές συνθήκες των φυτειών ποίκιλλαν από μεσογειακές ως σκανδιναβικές.

Χειρισμοί

Οι χειρισμοί που εφαρμόστηκαν για την πρόκληση διαφορετικού βαθμού λήθαργου ή/και ζωτικότητας του φυτευτικού υλικού ποίκιλλαν μεταξύ των συμμετεχόντων ερευνητικών ομάδων και χωρίζονται γενικά σε τρεις κατηγορίες:

1. **Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας** εφαρμόστηκαν διάφορα επίπεδα λίπανσης ή/και άρδευσης. Επίσης, στα είδη *Quercus robur* και *Pinus sylvestris* εφαρμόστηκε σκίαση πριν την εξαγωγή. Άλλος χειρισμός ήταν

Πίνακας 1. Ερευνητικά ινστιτούτα και πανεπιστήμια τα οποία συμμετείχαν στο κοινοτικό ερευνητικό πρόγραμμα FAIR1 – CT95 – 0497.

Table 1. Research institutes and universities that participated to the European research project FAIR1 – CT95 – 0497.

α/α (*)	Συμμετέχων	Χώρα
1	Research Station for Nursery Stock - Boskoop, (RSNS)	Ολλανδία
1.1	Institute for Agrotechnological Research, (ATO-DLO)	Ολλανδία
1.2	Centre for Plant Breeding and Reproduction Research, (CPRO-DLO)	Ολλανδία
1.2	Wageningen Agricultural University - Laboratory for Monoclonal Antibodies, (WAU-LMA)	Ολλανδία
2	University of Dalarna – Garpenberg	Σουηδία
3	Danish Institute of Plant and Soil Science, (DIPS)	Δανία
3.1	The Veterinary and Agricultural University - Department of Horticulture, (RVAU)	Δανία
4	Forestry Commission - Research Division - Northern Research Station - Roslin	Μεγάλη Βρετανία
5	University College of Dublin - Department of Forestry, (FOR-USD)	Ιρλανδία
6	Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt - Escherode, (NFV-C)	Γερμανία
7	Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) - Nancy	Γαλλία
7.1	CEMAGREF - Nogent-sur-Vernisson	Γαλλία
8	Technical University of Lisbon - Instituto Superior de Lisbon, (ISA)	Πορτογαλία
9	Università degli Studi del Molise - Dipartimento di Scienze Animali, Vegetali e dell'Ambiente - Campobasso (UNICB)	Ιταλία
9.1	Università degli Studi della Tuscia - Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e della Sue Risorse – Viterbo (DISAFRI)	Ιταλία
10	Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Θεσσαλονίκη (NAGREF-FRI)	Ελλάδα

(*) Συμμετέχοντα ερευνητικά ιδρύματα από την ίδια χώρα έχουν κοινό τον πρώτο αύξοντα αριθμό.

η καλλιέργεια των φυτών είτε στο πεδίο, με αποτέλεσμα την παραγωγή γυμνόριζων φυταρίων, είτε σε κλειστούς χώρους, όπου παρήχθησαν βωλόφυτα.

- 2. Ο χρόνος εξαγωγής** χρησιμοποιήθηκε ως χειρισμός, ο οποίος θεωρείται ότι επηρεάζει τόσο την έναρξη του λήθαργου όσο και τη ζωικότητα. Για τον σκοπό αυτό η εξαγωγή των φυτών έγινε σε διάφορες χρονικές φάσεις κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους.
- 3. Κατά την περίοδο μεταξύ εξαγωγής και μεταφύτευσης στο πεδίο** εφαρμόστηκαν διάφοροι χειρισμοί που αφορούν στις συνθήκες μεταφοράς και αποθήκευσης των φυτών. Ειδικότερα για την πρόκληση διακοπής του λήθαργου εφαρμόστηκαν διάφοροι χρόνοι αποθήκευσης του φυτευτικού υλικού. Έμφαση δόθηκε στην πρόκληση ή μη αφυδάτωσης του φυτευτικού υλικού, κάτω από τις διαφορετικές συνθήκες μεταφοράς και αποθήκευσής του.

Για τον εντοπισμό των διαφόρων φάσεων ανάπτυξης λήθαργου, καθώς και για τον προσδιορισμό της

Πίνακας ΙΙ. Μελετηθέντα δασικά είδη στα πλαίσια του κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος FAIR1 – CT95 – 0497.
Table II. Forest species, which were studied within the European research project FAIR1 – CT95 – 0497.

Δασικό Είδος
<i>Abies procera</i> Rehd.
<i>Acer platanoides</i> L.
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.
<i>Betula pendula</i> L.
<i>Carpinus betulus</i> L.
<i>Castanea sativa</i> Miller
<i>Catalpa bignonioides</i> Walter
<i>Celtis australis</i> L.
<i>Cercis siliquastrum</i> L.
<i>Corylus avellana</i> L.
<i>Cupressus sempervirens</i> L.
<i>Fagus sylvatica</i> L.
<i>Fraxinus excelsior</i> L.
<i>Hibiscus syriacus</i> L.
<i>Fraxinus ornus</i> L.
<i>Koelreuteria paniculata</i> Lam
<i>Larix decidua</i> Mill
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carr.
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.
<i>Picea procera</i> L.
<i>Pinus nigra</i> Arn. Ssp. <i>laricio</i> Poir. var. <i>Corsicana</i>
<i>Pinus pinaster</i> L.
<i>Pinus pinea</i> L.
<i>Platanus orientalis</i> L.
<i>Sophora japonica</i> L.
<i>Prunus avium</i> L.
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco
<i>Quercus frainetto</i> Ten.
<i>Quercus robur</i> L.
<i>Quercus rubra</i> L.
<i>Quercus suber</i> L.
<i>Rhamnus catharticus</i> L.
<i>Rosa canina</i> 'Inermis'
<i>Rosa corymbifera</i> 'Laxa'
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz

τον προσδιορισμό της ζωτικότητας του φυτευτικού υλικού και την ακόλουθη συσχέτισή της με τις μορφολογικές παραμέτρους μετρήθηκε από όλες τις ερευνητικές ομάδες ο αριθμός των φυτών που επιβίωσαν μετά τη μεταφύτευσή τους.

Ακόμη, προσδιορίστηκαν από τα συμμετέχοντα ερευνητικά ιδρύματα και επιπρόσθετες μορφολογικές παράμετροι, οι οποίες σε ορισμένες περιπτώσεις διέφεραν μεταξύ των 16 ερευνητικών ιδρυμάτων. Στον

επίδρασης των παραπάνω χειρισμών στον λήθαργο, χρησιμοποιήθηκαν μοριακές τεχνικές. Οι τεχνικές αυτές βασίζονται στην απομόνωση συγκεκριμένου mRNA (messenger RNA) από οφθαλμούς, του οποίου η συγκέντρωση μεταβάλλεται όσο οι οφθαλμοί από τη φάση της ενεργού δραστηριότητας περνούν στη φάση του λήθαργου.

Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιήθηκαν για την απομόνωση RNA από οφθαλμούς σε κατάσταση λήθαργου από τα είδη *Pinus sylvestris*, *Malus ssp.*, *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides* και *Rosa canina*, καθώς και για την ακόλουθη εφαρμογή DDRT-PCR (Differentially Displayed Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction), cDNA-AFLP (cDNA-Amplified Fragment Length Polymorphism), PCR και Northern blotting δίδονται από τον Joustra (2000).

Μετρηθείσες μορφολογικές παράμετροι

Η περιγραφή της μορφολογίας των φυτών έγινε σύμφωνα με τα κριτήρια περιγραφής που αναφέρονται στον κανονισμό Council regulation 71/161/EWG (της 30ης Μαρτίου 1971). Τα κριτήρια αυτά καθορίστηκαν για ορισμένα είδη χρησιμοποιούμενα στη δασοπονία και βασίστηκαν στον λόγο ύψους προς διάμετρο ριζικού κόμβου. Σε κάποιες χώρες υπήρξαν επιπρόσθετες ρυθμίσεις σε εθνικό επίπεδο.

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση διαφόρων παραμέτρων, βάσει των οποίων έγινε η περιγραφή του φυτευτικού υλικού μετά την εφαρμογή διαφόρων χειρισμών στο φυτώριο, πριν και ένα χρόνο μετά τη μεταφύτευσή του στο πεδίο. Επίσης, οι μορφολογικές αυτές παράμετροι χρησιμοποιήθηκαν ως μέσο για τη συσχέτιση του λήθαργου και της ζωτικότητας με την ακόλουθη ανάπτυξη των φυτών στο πεδίο.

Μεταξύ των εκτιμηθεισών μορφολογικών παραμέτρων, ορισμένες χρησιμοποιήθηκαν από κοινού από όλες τις ερευνητικές ομάδες. Αυτές οι κοινές παράμετροι είναι η διάμετρος βλαστού ή ριζικού κόμβου και η αύξηση ύψους βλαστού μετά την πρώτη αυξητική περίοδο. Επίσης, για

πίνακα ΙΙΙ παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι μορφολογικές παράμετροι που προσδιορίστηκαν στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος.

Στατιστική επεξεργασία

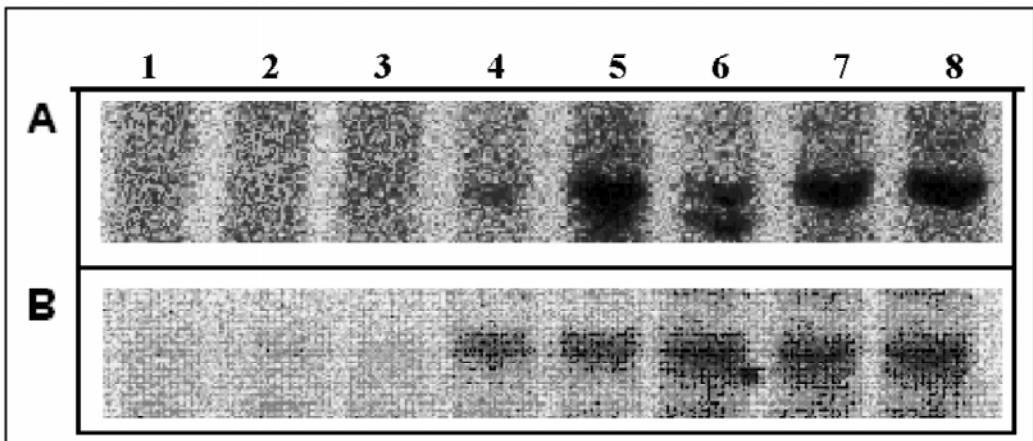
Όλα τα στοιχεία ελέγχθηκαν στατιστικώς με το πρόγραμμα Genstat 5. Συντελεστές παλινδρόμησης μεγαλύτεροι του 0,5 θεωρήθηκαν ότι έχουν πιθανή πρακτική αξία. Επίσης χρησιμοποιήθηκε ανάλυση της διακύμανσης (Analysis Of Variance - ANOVA) και το τεστ Tukey's HSD (Honest Significant Differences) σε επίπεδο σημαντικότητας 95% για τον προσδιορισμό της επίδρασης του χρόνου εξαγωγής των φυτών και της ψυχρής αποθήκευσης στην ανάπτυξή τους. Για την επιβίωση εφαρμόστηκε το τεστ Chi-square και οι χειρισμοί συγκρίθηκαν ανά ζεύγη σε επίπεδο σημαντικότητας 95%. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε ANOVA (ή μη παραμετρικά τεστ, όπου ήταν απαραίτητο) για την αξιολόγηση της επίδρασης των χειρισμών. Οι σχέσεις μεταξύ των παραμέτρων αξιολογήθηκαν με τη βοήθεια της συσχέτισης Pearson και της λογιστικής παλινδρόμησης.

Αποτελέσματα

Χειρισμοί πρόκλησης λήθαργου και ζωτικότητας

Βρέθηκε ότι απαιτούνται διαφορετικοί χειρισμοί για την πρόκληση ή τη διακοπή του λήθαργου και για την επίτευξη διαφόρων επιπέδων ζωτικότητας στο φυτό. Συγκεκριμένα, η έναρξη λήθαργου επηρεάστηκε σημαντικά από την εφαρμογή εξαγωγής των φυτών σε διαφορετικές ημερομηνίες. Για παράδειγμα για την *P. sylvestris*, φυτά της οποίας εξήχθησαν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές από τον Σεπτέμβριο 1997 μέχρι και τον Φεβρουάριο 1998, παρατηρήθηκε ότι η έκφραση γονιδίου που σχετίζεται με την πρόκληση λήθαργου στους οφθαλμούς των φυτών ήταν αυξημένη όταν τα φυτά εξήχθησαν μετά τα τέλη Νοεμβρίου μέχρι και τα μέσα Φεβρουαρίου (Σχήμα 1, χρονικά σημεία εξαγωγής 5-8).

Όσον αφορά στη διακοπή του λήθαργου, παρατηρήθηκε επίσης επίδραση του χρόνου εξαγωγής των

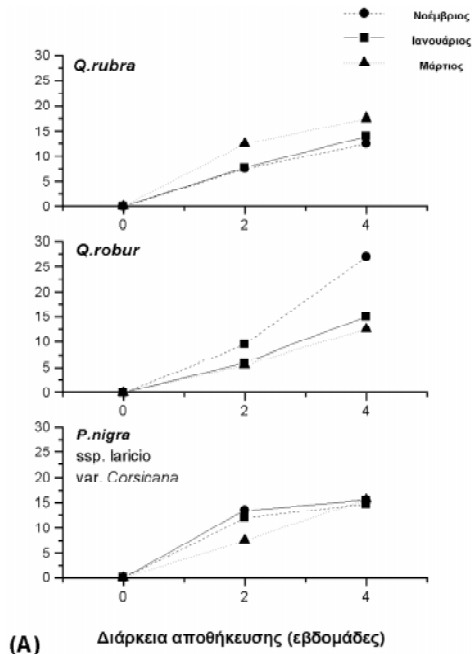


Σχήμα 1: Ανάλυση τμημάτων cDNA από οφθαλμούς διετών δενδρυλλίων *Pinus sylvestris*, τα οποία εξήχθησαν ανά τρεις εβδομάδες, από τις αρχές Σεπτεμβρίου 1997 μέχρι τα μέσα Φεβρουαρίου 1998. Τα χρονικά σημεία εξαγωγής των φυτών έχουν αριθμηθεί από το 1 έως το 8, ξεκινώντας από τις αρχές Σεπτεμβρίου 1997. (A): Πορεία έκφρασης τμήματος του cDNA, μεγέθους 340 bp, του οποίου η έκφραση αυξάνεται όσο οι οφθαλμοί εισέρχονται σε φάση λήθαργου, (B): Ανάλυση Northern blotting του ίδιου τμήματος. Σε κάθε χρονικό σημείο εξαγωγής οφθαλμοί των δενδρυλλίων αποθηκεύτηκαν στους -80 °C για τις μοριακές αναλύσεις.

Figure 1: cDNA fragment analysis from buds of two-year-old *Pinus sylvestris* seedlings, which were lifted at three-week intervals starting in the beginning of September 1997 until mid-February 1998. The lifting time points are numbered from 1 to 8 starting from the beginning of September 1997 (A): cDNA fragment analysis (sized 340 bp), whose expression increases as dormancy is induced, (B): Northern blotting analysis of the same fragment. At each time point buds were frozen at -80 °C for molecular analysis.

Πίνακας ΙΙΙ. Εκτιμηθείσες μορφολογικές παράμετροι για την περιγραφή του φυτευτικού υλικού
Table ΙΙΙ. Morphological parameters, which were estimated for describing the planting stock

<i>Παράμετρος</i>	<i>Επεξηγήσεις – Κωνοφόρα</i>	<i>Επεξηγήσεις – Πλατύφυλλα</i>	<i>Μονάδα μέτρησης</i>
Βλαστός			
Διάμετρος	5 cm πάνω από τα κατάλοιπα κοτυληδόνων	10 cm πάνω από την επιφάνεια του εδάφους	mm
Ύψος (πριν τη μεταφύτευση και έναν χρόνο μετά)	Απόσταση μεταξύ καταλοίπων κοτυληδόνων και ανώτερου σημείου του κορυφαίου οφθαλμού του κυρίαρχου βλαστού	Απόσταση μεταξύ επιφάνειας του εδάφους και ανώτερου σημείου του κορυφαίου οφθαλμού του κυρίαρχου βλαστού	cm
Βιομάζα βλαστού	Βάρος μετά από ξήρανση στους 105 °C για 24h		g
Βιομάζα φύλλων / βελονών	Βάρος μετά από ξήρανση στους 105 °C για 24h		g
Αριθμός οφθαλμών	Αριθμός ακραίων οφθαλμών		Πλήθος n
Διάμετρος οφθαλμού	Διάμετρος κορυφαίου οφθαλμού κυρίαρχου βλαστού		mm
Ειδική φυλλική επιφάνεια	Επιφάνεια προς χλωρό βάρος φύλλων		cm ² /g
Ρίζα			
Διάμετρος ριζικού κόμβου	Διάμετρος της κύριας ρίζας 0,5 cm κάτω από τα κατάλοιπα κοτυληδόνων	-	mm
Βιομάζα ρίζας	Βάρος μετά από ξήρανση στους 105 °C για 24h		g
Αριθμός πλευρικών ριζών	Πλευρικές ρίζες που ξεκινούν από την κύρια ρίζα και έχουν διάμετρο >2mm στο εγγύτατο άκρο προς την κύρια ρίζα	-	Πλήθος n
Λόγοι			
Ρίζα : Βλαστός	Ξηρό βάρος ρίζας προς ξηρό βάρος βλαστού		
Βιομάζα πλευρικών ριζών : Βιομάζα βλαστού	Ξηρό βάρος ριζών διαμέτρου >2mm προς ξηρό βάρος βλαστού		
Βιομάζα πλευρικών ριζών : βιομάζα κύριας ρίζας	Ξηρό βάρος ριζών διαμέτρου >2mm προς ξηρό βάρος κύριας ρίζας		
Βιομάζα κύριας ρίζας : Συνολική βιομάζα φυτού	Ξηρό βάρος κύριας ρίζας προς συνολικό ξηρό βάρος φυτού		
Ύψος βλαστού : Διάμετρος βλαστού			



Σχήμα 2: Επίδραση της διάρκειας ψυχρής αποθήκευσης και του χρόνου εξαγωγής στην απώλεια βάρους (Α) και στον ρυθμό νέκρωσης ένα χρόνο μετά τη μεταφύτευση στο πεδίο (Β) δενδρυλλίων των ειδών *Quercus rubra*, *Q. robur* και *Pinus nigra* ssp. *laricio* var. *Corsicana*. Τα δενδρύλλια αναπτύχθηκαν σε ιδιωτικό δασικό φυτώριο στην περιοχή της Βουργουνδίας (Γαλλία) και η εξαγωγή τους έγινε σε τρία διαφορετικά χρονικά σημεία: τον Νοέμβριο 1996, τον Ιανουάριο 1997 και τον Μάρτιο 1997. Μετά την εξαγωγή τους τα δενδρύλλια υπέστησαν ψυχρή αποθήκευση (πλήρης σκότος, θερμοκρασία αέρος 1,4°C και σχετική υγρασία αέρος 87%). Για κάθε χρονικό σημείο εξαγωγής και για κάθε είδος εφαρμόστηκαν 3 χειρισμοί (ο καθένας με πλήθος φυτών n=160): μάρτυρες με μηδενικό χρόνο αποθήκευσης, αποθήκευση 2 εβδομάδων σε σάκους από λινάτσα, αποθήκευση 4 εβδομάδων σε σάκους από λινάτσα. Η απώλεια βάρους (%) των δενδρυλλίων υπολογίστηκε βάσει της σύγκρισης του βάρους των δενδρυλλίων πριν (W0) και μετά (W1) την αποθήκευση, με τη χρήση της εξίσωσης $WL = \frac{W0 - W1}{W0} \times 100$

Figure 2: Effects of cold storage duration and lifting date on weight loss (A) and field death rate one year after transplanting (B) of seedlings of *Quercus rubra*, *Q. robur* and *Pinus nigra* ssp. *laricio* var. *Corsicana*. All seedlings were grown in a private nursery in Burgundy (France) and seedlings were lifted at three different time points: in November 1996, in January 1997 and in March 1997. After lifting seedlings were put in a cold store (total darkness, air temperature 1.4°C and 87% relative humidity). For each lifting time point and species, three treatments (each with n=160) were applied: non stored control, 2 week storage in gunny bags, 4 week storage in gunny bags. Seedling weight loss (%) was calculated by comparing the weight of seedlings before (W0) and after (W1) storage treatment by using the equation $WL = \frac{W0 - W1}{W0} \times 100$

ness, air temperature 1.4°C and 87% relative humidity). For each lifting time point and species, three treatments (each with n=160) were applied: non stored control, 2 week storage in gunny bags, 4 week storage in gunny bags. Seedling weight loss (%) was calculated by comparing the weight of seedlings before (W0) and after (W1) storage treatment by using the equation $WL = \frac{W0 - W1}{W0} \times 100$

φυτών από το φυτώριο. Συγκεκριμένα, σε δενδρύλλια *Q. rubra* τα οποία εξήχθησαν αργά (Μάρτιος) παρατηρήθηκε σύντομα διακοπή του λήθαργου, η οποία έγινε εμφανής με τη διόγκωση των οφθαλμών. Η αντίδραση αυτή είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ευαισθησίας των δενδρυλλίων κατά την ακόλουθη ψυχρή αποθήκευσή τους και τη μεγαλύτερη απώλεια βάρους λόγω αφυδάτωσης (Σχήμα 2Α).

Ακόμη, παρατηρήθηκε ότι όσο αυξάνεται η διάρκεια της αποθήκευσης εντείνεται συχνά η αφυδάτωση του φυτευτικού υλικού (Ενδεικτικά για τα είδη *Q. robur*, *Q. rubra*, *P. nigra* ssp. *Laricio* var. *Corsicana* βλ. Σχήμα 2Α). Η αφυδάτωση αυτή των φυτών επηρεάζει σημαντικά τη ζωτικότητα τους συντελώντας στη μείωση της επιβιώσής τους μετά τη μεταφύτευση στο πεδίο (Για τα ίδια είδη βλ. Σχήμα 2Β). Η ζωτικότητα δενδρυλλίων των ειδών αυτών μετά τη μεταφύτευση στο πεδίο βρέθηκε ότι επηρεάζεται επίσης από τον χρόνο εξαγωγής από το φυτώριο. Στις περισσότερες περιπτώσεις παρατηρήθηκε ότι η θνησιμότητα των δενδρυλλίων ήταν μεγαλύτερη όταν αυτά είχαν εξαχθεί το φθινόπωρο (Νοέμβριο), σε σύγκριση με τον χειμώνα (Ιανουάριο) ή τις αρχές της άνοιξης (Μάρτιο) (Σχήμα 2Β).

Ακόμη, παρατηρήθηκε ότι δεν ανέπτυξαν όλα τα είδη πραγματικό λήθαργο ή αλλιώς ενδο-λήθαργο στον ίδιο βαθμό. Μεταξύ των μελετηθέντων ειδών, τα είδη *Rosa*, και τα νεαρά δενδρύλλια *P. sylvestris* ενώ βρισκόταν σε κατάσταση λήθαργου, ξανάρχισαν την ανάπτυξή τους άμεσα, κάτω από ευνοϊκές συνθήκες, ανεξάρτητα από την εποχή του έτους ή τον παγετό (δεν παρουσιάζονται τα δεδομένα).

Μορφολογικές παράμετροι

Όπως προαναφέρθηκε, τόσο οι κλιματικές συνθήκες, όσο και οι χώροι ανάπτυξης του φυτευτικού υλικού ποίκιλαν σημαντικά μεταξύ των συμμετεχόντων ερευνητικών ομάδων. Κάτω από αυτές τις ετερογενείς συνθήκες, βρέθηκαν ελάχιστες σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ μορφολογικών παραμέ-

Πίνακας IV. Δείκτες λήθαργου για την *Pinus sylvestris*: Σημαντικές συσχετίσεις με συντελεστή συσχέτισης R^2 τουλάχιστον ίσο με 0,5 (*). Οι θετικές συσχετίσεις συμβολίζονται με (+) και οι αρνητικές με (-).

Table IV. Dormancy indicators for *Pinus sylvestris*: Significant relationships having R^2 at least 0,5 (*). Positive relationships are shown by (+) and negative relationships are shown by (-).

Παράμετρος ανάπτυξης	Μορφολογική παράμετρος
Επιβίωση μετά τον 1 ^ο χρόνο	-
Επιβίωση μετά τον 2 ^ο χρόνο	-
Αύξηση ύψους μετά τον 1 ^ο χρόνο	Κατά βάρος λόγος ρίζας : βλαστό (+) (***)
Αύξηση ύψους μετά τον 2 ^ο χρόνο	-
Αύξηση ύψους μετά τον 1 ^ο χρόνο (% του αρχικού ύψους)	-
Συνολική αύξηση ύψους (% του αρχικού ύψους)	-
Αύξηση διαμέτρου μετά τον 1 ^ο χρόνο	Κατά βάρος λόγος ρίζας : βλαστό (+) Αριθμός οφθαλμών (-)
Αύξηση διαμέτρου μετά τον 2 ^ο χρόνο	Κατά βάρος λόγος ρίζας : βλαστό (+) (***)
Αύξηση διαμέτρου μετά τον 1 ^ο χρόνο (% της αρχικής διαμέτρου)	Κατά βάρος λόγος ρίζας : βλαστό (+) Βάρος βλαστού (!) Αριθμός οφθαλμών (-) Βάρος κύριας ρίζας (-) Βάρος βελονών (-) Συνολικό βάρος φυτού (-)
Συνολική αύξηση διαμέτρου (% της αρχικής διαμέτρου)	-
Μήκος βελονών κατά τον 1 ^ο χρόνο	Κατά βάρος λόγος ρίζας : βλαστό (+) Αριθμός οφθαλμών (-)
Μήκος βελονών κατά τον 2 ^ο χρόνο	-

(*) Οι παραπάνω σημαντικές συσχετίσεις αφορούν αποτελέσματα μετρήσεων σε δύο περιοχές μελέτης στη Μεγάλη Βρετανία (North York Moors, Llandoverly) κατά τη διάρκεια δύο διαδοχικών ετών (1996/97, 1997/98). Για την πρόκληση λήθαργου εφαρμόστηκε εξαγωγή του φυτευτικού υλικού σε χρονικά διαστήματα 6 εβδομάδων, ξεκινώντας κάθε χρόνο από τα τέλη Οκτωβρίου. Η μεταφύτευση στις περιοχές μελέτης έγινε εντός 2 ημερών.

(**) Η συσχέτιση αφορά μόνο σε φυτευτικό υλικό του οποίου η εξαγωγή έγινε στην περίοδο 1996/97.

(*) The above significant relationships concern measurements conducted at two study sites in Great Britain (North York Moors, Llandoverly) during two consecutive years (1996/97, 1997/98). Dormancy has been induced by lifting planting stock in 6-weeks time intervals, starting each year at the end of October. Planting in the field sites was done within 2 days.

(**) The relationship only concerns planting stock lifted during the period 1996/97.ok

τρων και ανάπτυξης του φυτευτικού υλικού μετά τη μεταφύτευσή του στο πεδίο. Μεταξύ των εξετασθέντων παραμέτρων ο λόγος ρίζας προς βλαστό παρουσίασε την υψηλότερη θετική συσχέτιση με τη νέα ανάπτυξη και, συνεπώς, τη ζωτικότητα των φυτών. Όμως ακόμη και για την παράμετρο αυτή ο συντελεστής συσχέτισης ήταν ίσος ή ανώτερος από 0,5 μόνο σε ορισμένες σειρές μετρήσεων στη Μεγάλη Βρετανία (Ενδεικτικά για την *Pinus sylvestris*: Πίνακας IV). Μεταξύ των άλλων μορφολογικών παραμέτρων, ο αριθμός οφθαλμών παρουσίασε σε ορισμένες περιπτώσεις επίσης σημαντική, αλλά αρνητική, συσχέτιση με την ανάπτυξη φυτών *Pinus sylvestris* στο πεδίο (Πίνακας IV). Ακόμη, σε περιβάματα που

έγιναν στην Πορτογαλία μόνο ο λόγος βιομάζας κύριας ρίζας προς βιομάζα πλευρικών ριζών παρουσίασε σημαντική αρνητική συσχέτιση ($R^2 = -0.96$, $p = 0.023$) με την ακόλουθη ανάπτυξη των φυτών στο πεδίο, για δενδρύλλια *Quercus suber*.

Σε γενικές γραμμές, οι εκτιμηθείσες μορφολογικές παράμετροι του φυτευτικού υλικού δε συσχετίζονται σημαντικά με την απόδοσή του στο πεδίο μετά τη μεταφύτευση, όπως αυτή προσδιορίζεται για παράδειγμα βάσει της αύξησης των φυτών σε ύψος και διάμετρο. Η διαπίστωση αυτή ισχύει τόσο για γυμνόριζο, όσο και για βολόφυτο φυτευτικό υλικό, ανεξάρτητα από τους χειρισμούς στους οποίους αυτό υποβλήθηκε πριν τη μεταφύτευση στο πεδίο (βλ. ενδεικτικά πίνακες V, VI). Σύγκριση μεταξύ γυμνόριζου και βολόφυτου φυτευτικού υλικού έδειξε ότι ελαφρά υψηλότερες συσχετίσεις βρέθηκαν για τα πρώτα, χωρίς όμως η διαφορά να είναι σημαντική (Πίνακες V, VI).

Εμπειρικά παρατηρήθηκε ότι μόνο όταν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά ήταν εμφανώς δυσμενή, υπήρξε έντονος περιορισμός στη νέα ανάπτυξη των φυτών στο πεδίο, όπως για παράδειγμα όταν το ριζικό σύστημα είχε ιδιαίτερος μειωμένη βιομάζα, συγκριτικά με τον βλαστό.

Πίνακας V. Συντελεστές συσχέτισης (r) μεταξύ μορφολογικών χαρακτηριστικών φυτευτικού υλικού κατά την περίοδο της μεταφύτευσης σε περιοχή της κεντρικής Σουηδίας την άνοιξη του 1997 και της απόδοσής του στο πεδίο μετά την 1^η και τη 2^η αυξητική περίοδο. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης του φυτευτικού υλικού πριν τη μεταφύτευση, εφαρμόστηκαν τρεις χειρισμοί θερμοκρασίας αποθήκευσης (στους -4 °C, 0 °C και $+4$ °C). Η στατιστική ανάλυση έγινε ξεχωριστά για κάθε χειρισμό χειμερινής αποθήκευσης για γυμνόριζο φυτευτικό υλικό των ειδών *Pinus sylvestris*, *Picea abies* και *Quercus robur* σε επίπεδο σημαντικότητας 95%

Table V. Correlation (r -values) between morphological characteristics of planting stock at the time of outplanting in spring 1997 in central Sweden and field performance after the 1st and 2nd vegetation period. Three temperature regimes were applied during storage (-4 °C, 0 °C and $+4$ °C). Statistical analyses were done at significance level 95% within each storage temperature regimes for bare-root stock of *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Quercus robur* seedlings.

Μορφολογικά χαρακτηριστικά	Αυξ. περίοδος	Αύξηση ύψους			Αύξηση διαμέτρου			Μήκος βελονών		
		-4	0	+4	-4	0	+4	-4	0	+4
<i>Pinus sylvestris</i>										
Ύψος βλαστού	1η	-0.14	-0.11	-0.08	0.01	-0.02	0.04	-0.12	0.02	0.04
	2η	-0.16	-0.06	-0.01	0.00	0.00	0.11	-0.13	-0.03	0.14
Διάμετρος βλαστού	1η	0.05	0.07	-0.02	-0.21	-0.20	-0.11	-0.12	0.10	0.10
	2η	0.05	0.07	0.03	-0.01	0.00	-0.09	-0.06	0.03	0.01
Λόγος Ύψους : Διάμετρο	1η	-0.14	-0.14	-0.08	0.21	0.21	0.13	0.01	-0.08	-0.10
	2η	-0.19	-0.11	-0.06	0.02	0.04	0.24	-0.05	-0.08	0.12
<i>Picea abies</i>										
Ύψος βλαστού	1η	-0.05	0.02	-0.05	0.15	0.09	0.08	-	-	-
	2η	-0.20	-0.10	-0.06	-0.01	0.01	-0.06	-	-	-
Διάμετρος βλαστού	1η	0.11	0.08	0.04	-0.07	-0.08	0.02	-	-	-
	2η	-0.14	-0.14	0.02	-0.02	-0.06	-0.02	-	-	-
Λόγος Ύψους : Διάμετρο	1η	-0.15	-0.05	-0.10	0.25	0.19	0.09	-	-	-
	2η	-0.06	0.06	-0.08	0.01	0.09	-0.04	-	-	-
<i>Quercus robur</i>										
Ύψος βλαστού	1η	-0.31	0.27	-0.08	-0.30	0.11	-0.02	-	-	-
	2η	-0.19	-0.18	-0.19	0.06	0.24	0.05	-	-	-
Διάμετρος βλαστού	1η	-0.07	0.22	0.23	-0.30	0.11	0.10	-	-	-
	2η	-0.08	-0.04	0.00	-0.03	0.38	0.10	-	-	-
Λόγος Ύψους : Διάμετρο	1η	-0.38	-0.03	-0.32	0.04	-0.03	-0.06	-	-	-
	2η	-0.16	-0.20	-0.19	0.13	-0.33	-0.11	-	-	-

Συζήτηση

Για την πρόγνωση της επιβίωσης και του ρυθμού ανάπτυξης του φυτευτικού υλικού ξυλωδών ειδών είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε την κατάσταση λήθαργου των φυτών. Αυτό είναι απαραίτητο, καθώς συχνά συμβαίνει φυτά με ικανοποιητική ζωτικότητα να μην αναπτύσσονται τελικά όπως ήταν αναμενόμενο, γεγονός που μπορεί να αποδίδεται στην κατάσταση λήθαργού τους. Συνεπώς, είναι σημαντικό να αναγνωριστούν και να προσδιοριστούν κατάλληλες παράμετροι για την εκτίμηση όχι μόνο της ζωτικότητας, αλλά και του λήθαργου του φυτού.

Υπάρχει γενικά σημαντική βιβλιογραφία που αναφέρεται στη συσχέτιση μεταξύ διαφορετικών μορφολογικών χαρακτηριστικών του φυτευτικού υλικού και της απόδοσής του στο πεδίο (π.χ. Curtis 1955, Blair και Cech, 1974, Chavasse 1977, Schmidt-Vogt 1981). Ενδεικτικά αναφέρεται η διάμετρος του βλαστού, η οποία από αρκετές σχετικές μελέτες θεωρείται ως χρήσιμος δείκτης για την πρόβλεψη της επιβίωσης και της ανάπτυξης φυτευτικού υλικού στο πεδίο (Mullin και Christl, 1981, Mullin και Christl, 1982, Barnett 1984, Mexal και Landis, 1990), ενώ όσον αφορά στην καταλληλότητα του ύψους για τον σκοπό αυτό, έχουν αναφερθεί αντικρουόμενα αποτελέσματα από διαφορετικές ερευνητικές εργασίες (Anstey 1971, Mullin και Svaton, 1972, Pawsey 1972).

Παρ' όλα αυτά, τα πειράματα των ερευνητικών ομάδων που συμμετείχαν στο εν λόγω κοινοτικό πρόγραμμα έδειξαν ότι σε μεμονωμένες μόνο σειρές πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν στη Μεγάλη Βρετανία και στην Πορτογαλία βρέθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των εκτιμώμενων μορφολογικών παραμέτρων και της ακόλουθης ανάπτυξης των φυτών στο πεδίο. Συνεπώς, με βάση τα αποτελέσματα αυτά δεν μπορούν να θεωρηθούν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά ως αξιόπιστοι δείκτες της ακόλουθης απόδοσης του φυτευτικού υλικού στο πεδίο.

Πιθανότατα, η αδυναμία εντοπισμού κάποιας μορφολογικής παραμέτρου η οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από κοινού σε όλες τις συμμετέχουσες χώρες ως δείκτης της ανάπτυξης του φυτευτικού υλικού μετά τη μεταφύτευσή του να οφείλεται στη μεγάλη ετερογένεια κλιματικών συνθηκών κάτω από τις οποίες αναπτύχθηκε το φυτευτικό υλικό, στις 10 διαφορετικές χώρες. Το γεγονός αυτό καθιστά δύσκολη την εύρεση κάποιας σημαντικής συσχέτισης μεταξύ μορφολογίας και ακόλουθης ανάπτυξης των φυτών, η οποία να ισχύει για όλα τα διαφορετικά κλιματικά περιβάλλοντα των συμμετεχόντων χωρών. Επιπροσθέτως, όπως αναφέρει ο Joustra (2000), η έλλειψη συσχέτισης μεταξύ μορφολογικών παραμέτρων και απόδοσης των φυτών ίσως να οφείλεται και στο ότι το φυτευτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα ήταν ιδιαίτερα ομοιογενές. Συνεπώς, λόγω της απουσίας σημαντικών συσχετίσεων των μορφολογικών χαρακτηριστικών των φυτών με την μετέπειτα ανάπτυξή τους, ορισμένοι συμμετέχοντες προτείνουν ότι σε μελλοντική σχετική έρευνα θα πρέπει τα μορφολογικά χαρακτηριστικά να περιγράφονται για κάθε είδος, και μεταξύ του ίδιου είδους για κάθε ηλικιακή κατηγορία, ξεχωριστά. Ακόμη, θα πρέπει να γίνεται διαχωρισμός στον προσδιορισμό των μορφολογικών χαρακτηριστικών των βολόφυτων και των γυμνόριζων φυτών.

Στην φυτωριακή πράξη υπάρχουν ορισμένοι δείκτες για την εκτίμηση της έναρξης του λήθαργου, όπως απλές μορφολογικές παρατηρήσεις (τερματισμός του σχηματισμού οφθαλμών, χρωματισμός των φύλλων, φυλλόπτωση). Αυτοί οι πρακτικοί δείκτες χρησιμοποιούνται από τον καλλιεργητή πριν ξεκινήσει την εξαγωγή, καθώς είναι γνωστό ότι κατά τη φάση του λήθαργου τα φυτά είναι πιο ανθεκτικά στις διάφορες καταπονήσεις, αλλά παρόλα αυτά οι δείκτες αυτοί θεωρούνται ανεπαρκείς ως δείκτες μεγαλύτερης ανθεκτικότητας των φυτών.

Σημαντικό είναι, ακόμη, για τον καλλιεργητή να γνωρίζει την επίδραση των συνθηκών κάτω από τις οποίες αποθηκεύεται το φυτευτικό υλικό μέχρι τη μεταφύτευση στο πεδίο στην ακόλουθη επιτυχία της μεταφύτευσης και στην απόδοση των φυτών. Ειδικότερα για τον προσδιορισμό της αντοχής φυτευτικού υλικού στην αποθήκευση, η περιεχόμενη ξηρή βιομάζα της κορυφής του βλαστού έχει προταθεί ως δείκτης για τον σκοπό αυτό (Rosvall-Ehnebrink 1977). Η απουσία συσχέτισης μεταξύ αυτής, καθώς και άλλων μορφολογικών παραμέτρων, και της ζωτικότητας του φυτευτικού υλικού μετά την αποθήκευση, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, αμφισβητεί την αξιοπιστία αυτών των μορφολογικών παραμέτρων, σε συμφωνία και με τη μελέτη των Lindström και Hekansson (1996). Πιθανότατα, καταλληλότερος δείκτης ανάπτυξης αντοχής στις διάφορες καταπονήσεις είναι η σκλήρυνση του βλαστού, η οποία μπορεί να προσδιοριστεί με τη χρήση φυσιολογικών παραμέτρων και η οποία έχει βρεθεί ότι σχετίζεται αρκετά καλά με την ανθεκτικότητα

Πίνακας VI. Συντελεστές συσχέτισης (r) μεταξύ μορφολογικών χαρακτηριστικών φυτευτικού υλικού κατά την περίοδο της μεταφύτευσης σε περιοχή της κεντρικής Σουηδίας την άνοιξη του 1997 και της απόδοσής του στο πεδίο μετά την 1^η και τη 2^η αυξητική περίοδο. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης του φυτευτικού υλικού πριν τη μεταφύτευση, εφαρμόστηκαν τρεις χειρισμοί θερμοκρασίας αποθήκευσης (στους $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ και $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$). Η στατιστική ανάλυση έγινε ξεχωριστά για κάθε χειρισμό χειμερινής αποθήκευσης για βολόφυτο φυτευτικό υλικό των ειδών *Pinus sylvestris*, *Picea abies* και *Quercus robur* σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Table VI. Correlation (r -values) between morphological characteristics of planting stock at the time of outplanting in spring 1997 in central Sweden and field performance after the 1st and 2nd vegetation period. Three temperature regimes were applied during storage ($-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$). Statistical analyses were done at significance level 95% within each storage temperature regimes for container stock of *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Quercus robur* seedlings.

Μορφολογικά χαρακτηριστικά	Αυξ. περίο- δος	Αύξηση ύψους			Αύξηση διαμέτρου			Μήκος βελονών		
		-4	0	+4	-4	0	+4	-4	0	+4
<i>Pinus sylvestris</i>										
Ύψος βλαστού	1η	-0.01	-0.05	0.01	0.21	0.17	0.29	0.06	-0.04	0.21
	2η	0.14	-0.07	0.19	0.24	0.07	0.23	0.24	0.02	0.13
Διάμετρος βλαστού	1η	0.24	0.11	0.16	-0.16	-0.10	-0.09	0.06	0.00	0.07
	2η	0.23	0.07	0.17	0.23	0.09	0.16	0.02	-0.04	0.05
Λόγος	1η	-0.17	-0.11	-0.12	0.29	0.22	0.31	0.01	-0.02	0.13
Ύψους : Διάμετρο	2η	-0.03	-0.10	0.04	0.07	0.01	0.09	0.19	0.04	0.09
<i>Picea abies</i>										
Ύψος βλαστού	1η	0.03	-0.12	0.06	0.02	-0.05	-0.01	-	-	-
	2η	0.08	0.04	0.15	0.05	0.07	0.27	-	-	-
Διάμετρος βλαστού	1η	0.20	-0.05	0.07	-0.19	-0.32	-0.23	-	-	-
	2η	0.05	-0.02	0.04	0.05	0.09	0.14	-	-	-
Λόγος	1η	-0.14	-0.09	-0.01	0.16	0.19	0.20	-	-	-
Ύψους : Διάμετρο	2η	0.03	0.06	0.13	-0.02	0.00	0.15	-	-	-

των φυτών (Lavender 1991).

Σημαντικό είναι επίσης να γνωρίζει ο φυτωριούχος αν ο λήθαργος έχει διακοπεί, πριν γίνει η φύτευση. Αν και τις περισσότερες φορές, ο λήθαργος διακόπτεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα, συμβαίνει ορισμένες φορές κατά τη διάρκεια ενός ζεστού χειμώνα ή όταν τα φυτά έχουν αποθηκευτεί σε θερμές συνθήκες, ο ενδο-λήθαργος να μη διακόπτεται τελείως. Συνεπώς, μια παράμετρος για την εκτίμηση της διακοπής του λήθαργου είναι ένα χρήσιμο εργαλείο πριν τη φύτευση. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά βρέθηκε όμως ότι δεν είναι επαρκή για αυτόν τον σκοπό, όπως προέκυψε από τις μετρηθείσες μορφολογικές παραμέτρους.

Συμπεράσματα

Ο προσδιορισμός αξιόπιστων μορφολογικών δεικτών για την εκτίμηση της ζωτικότητας και της κατάστασης λήθαργου φυτευτικού υλικού δασικών ειδών θα συμβάλει σημαντικά στην πρόβλεψη της επιβίωσης και του ρυθμού ανάπτυξης των φυτών στο πεδίο. Επίσης, τέτοιοι δείκτες μπορούν να καθοδηγήσουν τον φυτωριούχο στη λήψη αποφάσεων, όσον αφορά στην σωστή εφαρμογή των διαφόρων χειρισμών που λαμβάνουν χώρα στο φυτώριο.

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια κοινοτικού προγράμματος από 16 ερευνητικά ιδρύματα σε 10 ευρωπαϊκές χώρες, και κατά την οποία μελετήθηκε μεγάλος αριθμός δασικών ειδών υπό ποικίλες κλιματικές συνθήκες, έδειξε ότι δεν υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ ποικίλων εξεταζόμενων μορφολογικών παραμέτρων και της ακόλουθης απόδοσης του φυτευτικού υλικού στο πεδίο, η οποία να υποστηρίζει τη χρήση τους ως δεικτών του λήθαργου και της ζωτικότητας των φυτών.

Ενδεχομένως, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά θα πρέπει να εξεταστούν ως δείκτες λήθαργου και ζωτικότητας κάτω από συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες και όχι υπό τόσο μεγάλο εύρος κλιματικών συνθηκών,

όπως στο προαναφερθέν ερευνητικό πρόγραμμα. Επίσης, η επιλογή των μορφολογικών παραμέτρων προς μελέτη θα πρέπει να γίνεται για κάθε δασικό είδος ξεχωριστά, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία προέκυψε από τα αποτελέσματα του ερευνητικού προγράμματος “A European approach for assessing regrowth potential of woody plants: parameters for plant vitality and dormancy of planting stock”, χρηματοδότησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με αριθμ. σύμβασης FAIR1 CT95-0497.

A review on dormancy and vitality of woody plant stock: (I) affecting factors and evaluation of morphological parameters as indicators of dormancy and vitality

Kalliopi Radoglou¹, Mariangela N. Fotelli¹, Ioannis Raftoyannis¹, George Halivopoulos¹

Abstract

The present review aims at presenting the main conclusions concerning dormancy and vitality of woody stock of various forest species, being extensively used in the forest and nursery practice in Europe. These conclusions are the outcome of a European research project with 16 participating research institutes and universities from 10 different European countries.

The effect of various treatments on the induction and break of dormancy, as well as on the vitality of plant stock was assessed. Moreover, various morphological parameters were tested regarding their suitability to be used as indicators of the survival and growth rate of plant stock.

Dormancy induction was mainly influenced by the time of plant lifting, while dormancy break was affected both by the time of lifting and the duration of cold storage. The storage conditions also have a significant effect on plant vitality. Furthermore, under the great variety in the climatic conditions under which the plants were grown in the 10 participating countries, their morphological characteristics were poorly related to the field performance after transplantation.

Therefore, the morphological characteristics of plant stock are not regarded to be reliable indicators of woody plant stock, suitable for use in forest and nursery practice. Probably, further research at a local level is required to enlighten our knowledge in this scientific field.

Key-words: dormancy, morphological characteristics, quality indicators, vitality, woody plant stock.

Βιβλιογραφία

- Aldhous, J.R. and W.L. Mason (eds) (1994) Forest Nursery Practice. The Forest Authority, Forestry Commission Bulletin 111: 268 pp.
- Anstey, C. (1971) Survival and growth of 1/0 radiata pine seedlings. N. Z. J. of For. 16: 77-81
- Barnett, J.P. (1984) Relating seedling physiology to survival and growth in container-grown southern pines. In: Duryea, M. L. και Brown, G. N. (Eds.). Seedling physiology and reforestation success. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht/ Boston/London. 157-176
- Blair, R. και F. Cech (1974) Morphological seedling grades compared after thirteen growing seasons. Tree Planters' Notes 25: 5-7
- Borchert, R. (1991) Growth periodicity and dormancy. In: Raghavendra A.S. (Ed). Physiology of trees, John Wiley, New York, pp 221-245
- Burr, K.E. (1990) The target seedling concepts: bud dormancy and cold hardiness. U.S. Dept. Agr., For. Serv., Gen. Tech. Rep. RM-200. pp. 79-90
- Champagnat. P., E. Payan, M. Champagnat, P. Barnola, S. Lavarenne και C. Bertholon (1986) La croissance rythmique de jeunes chênes pignoncults cultivés en conditions contrôlées uniformes. -Naturalia Monspeliensia, special issue, Colloque international sur l'arbre, pp.303-338

¹ Forest Research Institute – National Agricultural Research Foundation, 57006 Vassilika, Thessaloniki

- Chavasse, C. G. R. (1977) The significance of planting height as an indicator of subsequent seedling growth. *N. Z. J. of For.* 22: 283-296
- Crabb, J. και P. Barnola (1996) Approach to bud dormancy in woody plants. In: Lang G.A. (Ed) *Plant Dormancy: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*, CAB International, Wallingford, pp 83-113
- Curtis, R. O. (1955) Use of graded nursery stock for red pine plantations. *Jour. For.* 53: 171-173
- Dennis, F.G. (1994) Dormancy - What we know (and don't know). *Hort. Sci.* 29:1249-1255
- Hallé, F., R.A.A. Oldeman and P.B. Tomlinson (1978) *Tropical trees and forests: an architectural analysis*. pp. xvii, Springer-Verlag., Berlin
- Heide, O.M. (1974) Growth and dormancy in Norway spruce ecotypes (*Picea abies*) I. Interaction of photoperiod and temperature. *Physiol. Plant.* 30:1-12
- Hermann, R.K. (1967) Seasonal variation in sensitivity of Douglas-fir seedlings to exposure of roots. *For. Sci.* 13:140-149
- Joustra, M.K. (2000) Final Report of the EU-project FAIR1 CT95-0497 "A European approach for assessing regrowth potential of woody plants: parameters for plant vitality and dormancy of planting stock". Boskoop, The Netherlands, pp. 94.
- Kacperska-Palacz, A. (1978) Physiological mechanisms of frost tolerance in plants. *Acta Hort. (ISHS)* 81:23-36
- Lang, G.A. (1987) Dormancy: A new universal terminology. *Hort. Sci.* 22: 817-820
- Lang, G.A. (1994) Dormancy - The missing links: Molecular studies and integration of regulatory plant and environmental interactions. *Hort Sci.* 29: 1255-1263
- Lavender, D.P. (1991) Measuring phenology and dormancy. pp. 403-422. In: Lassoie, J.P. and T.M. Hinckley (Eds.) *Techniques and Approaches in Forest Tree Ecophysiology*. CRC Press, Boca Raton, Florida
- Lavender, D.P. και P.F. Wareing (1972) The effects of daylength and chilling on the responses of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) seedlings to root damage and storage. *New Phytol.* 71:1055-1067
- Levitt, J. (1972) *Responses of plants to environmental stresses*. Academic Press, NY, 697p
- Lindström, A. και L. Håkansson (1996) EC-metoden - ett sätt att bestämma skogsplantors lagringsbarhet. Stencil nr 95. 26 pp. Institutionen för skogsproduktion, Sveriges lantbruksuniversitet
- McKay, H.M. (1992) Electrolyte leakage from fine roots of conifer seedlings: a rapid index of plant vitality following cold storage. *Can.J.For.Res.* 22: 1371-1377
- McKay, H.M. (1997) A review on the effect of stresses between lifting and planting on nursery stock quality and performance. *New Forests.* 13: 369-399.
- Mexal, J.G. και T.D. Landis (1990) Target seedling concepts: height and diameter. In: Rose, R., Campbell, S. J. and Landis, T. D. (Eds.). *Proceedings, Target seedling symposium, Combined meeting of the Western Forest Nursery Associations*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Experiment Station, Gen. Tech. Rep. RM-200: 17-35
- Mullin, R.E.J. και Svaton (1972) A grading study with white spruce nursery stock. *Common Forestry Review* 51: 62-69
- Mullin, R.E.J. και C. Christl (1981) Morphological grading of white spruce nursery stock. *Forestry Chronicle* 57: 126-130
- Mullin, R.E.J. και C. Christl (1982) Morphological grading of white pine nursery stock. *Forestry Chronicle* 58: 40-43
- Myking, T. και O.Heide (1995) Dormancy release and chilling requirement of buds of latitudinal ecotypes of *Betula pendula* and *B.pubescens*. *Tree Physiol.* 15:697-704
- Omi, S.K. και T.D. Landis (1984) Glossary. In: Duryea M.L., Landis T.D. (Eds) *Forest Nursery Manual (production of bare-root seedlings)*. M. Nijhoff and W. Junk Publishers. The Hague/Boston/Lancaster, pp 367-375
- Pawsey, C.K. (1972) Survival and early development of *Pinus radiata* as influenced by size of planting stock. *Austral. For. Res.* 5: 13-24
- Powell, L.E. (1987) Hormonal aspects of bud and seed dormancy in temperate-zone woody plants. *Hort. Sci.* 22: 845-850
- Qamaruddin, M., I. Ekberg, I. Dormling, L. Norell, D. Clapham και G. Eriksson (1995) Early effects of long

- nights on budset, bud dormancy and abscisic acid content in two populations of *Picea abies*. *Forest Genetics* 2:207-216
- Romberger, J.A. (1963) Meristems, growth and development in woody plants. Technical Bulletin No. 1293, US Department of Agriculture, Washington, DC
- Rosvall-Ehnebrink, G. (1977) Artificiell invintring af plantor i plastvdxthus. *Skogshgskolan. Rapporter och Uppsatser* 27:153-161
- Schmidt-Vogt, H. (1981) Morphological and physiological characteristics of planting stock - present state of research and research tasks for the future. *Proceedings. IUFRO XVII World Congress*. 433-446
- Seeley, S.D. (1994) Dormancy - The black box. *Hort Sci*. 29: 1248
- Westergaard, L. και E.N. Eriksen (1997) Autumn temperature affects the induction of dormancy in first-year seedlings of *Acer platanoides* L. *Scand. J. For. Res.* 12:11-16.

Αρχές λειτουργίας και οδηγίες 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 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 με σιλικόνη μελάνη σε χαρτί σχεδιάσεως ή ριζόχαρτο. Τα γράμματα και οι αριθμοί θα πρέπει να είναι ανάλογου 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 (λεζάντα) 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 αρίθμηση.

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 ανακοινώσεως 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 καμία περίπτωση ανακινώσιμα.

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.