

1/2023
ISSN 1105-9478
ΤΟΜΟΣ 32 ΣΕΙΡΑ VI

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ
ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

GEOTECHNICAL
SCIENTIFIC ISSUES

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

- N. Tsouka,*
N. Nikolaidis,
D. Lazari,
K. Theodoropoulos Comparative control of dye properties of successive aqueous extracts of the plant *Rubia tinctorum* L. (madder) during the dyeing of woolen fabrics 4-16
- N. Grigoriadis, C. Kagiali,*
D. Koutsianitis, T. Kechagia,
E. Papaioannou, S. Grigoriadis,
N. Mixafentis, E. Matziris,
T. Tsitsoni, I. Barboutis Contribution to study of monumental trees in Greece: a case study of oriental planes of Thessaloniki 17-28
- S. Gatzojannis* Analyzing the economic performance of black pine stands -Economic analysis at stand level - 29-48
- G. Kapotis, Ch. Mplachoura,*
E. Psatha, A. Liopa – Tsakalidi,
G. Salachas, P. Barouchas,
Ch. Karipidis,
V. Papatotiropoulos Evaluation of newly developed zucchini hybrids (*Cucurbita pepo* L.) with tolerance to low temperatures for commercial cultivation 49-58

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

<i>N. Τσούκα,</i> <i>N. Νικολαΐδης,</i> <i>Δ. Λάζαρη,</i> <i>K. Θεοδωρόπουλος</i>	Συγκριτικός έλεγχος χρωστικών ιδιοτήτων διαδοχικών υδατικών εκχυλίσεων του φυτού <i>Rubia tinctorum</i> L. (ριζάρι) κατά τη βαφή μάλλινων υφασμάτων	4-16
<i>N. Γρηγοριάδης, X. Καγιαλή</i> <i>Δ. Κουτσιανίτης, Θ. Κεχαγιά,</i> <i>E. Παπαϊωάννου, Σ. Γρηγοριάδης,</i> <i>N. Μιζαφέντης, E. Ματζίρης,</i> <i>Θ. Τσιτσώνη, I. Μπαρμπούτης</i>	Συμβολή στη μελέτη των Μνημειακών δένδρων στην Ελλάδα: η περίπτωση των πλατάνων της Θεσσαλονίκης	17-28
<i>Σ. Γκατζογιάννης</i>	Ανάλυση της οικονομικής απόδοσης συστάδων Μαύρης πεύκης - Οικονομική ανάλυση σε επίπεδο συστάδας -	29-48
<i>Γ. Καπότης, X. Μπλαχούρα,</i> <i>E. Ψαθά, A. Λιόπα – Τσακαλίδη,</i> <i>Γ. Σαλάχας, Π. Μπαρούχας,</i> <i>X. Καριπίδης,</i> <i>B. Παπασωτηρόπουλος</i>	Αξιολόγηση νέων υβριδίων κολοκυθιού (<i>Cucurbita pepo</i> L.) με ανεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες για εμπορική καλλιέργεια	49-58

Συγκριτικός έλεγχος χρωστικών ιδιοτήτων διαδοχικών υδατικών εκχυλίσεων του φυτού *Rubia tinctorum* L. (ριζάρι) κατά τη βαφή μάλλινων υφασμάτων

Τσοúκα Νίκη¹, Νικολαΐδης Νικόλαος², Λάζαρη Διαμάντω³, Θεοδωρόπουλος Κωνσταντίνος¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα ερευνητική εργασία πραγματεύεται το συγκριτικό έλεγχο των χρωστικών ιδιοτήτων που προσδίδουν διαδοχικά υδατικά εκχυλίσματα από το φυτό *Rubia tinctorum* L. (ριζάρι), κατά τη βαφή δειγμάτων μάλλινου υφάσματος. Αρχικά, κατά την πειραματική διαδικασία, το ίδιο φυτικό υλικό του συγκεκριμένου είδους, υπέστη τρεις συνεχόμενες εκχυλίσεις, ακολούθησαν βαφές μάλλινων δειγμάτων και τέλος έγινε σύγκριση των βαμμένων δειγμάτων ως προς την αντοχή τους σε διάφορες καταπονήσεις. Στόχος του πειράματος ήταν να διερευνηθεί αν η χρήση διαδοχικών εκχυλίσεων του ίδιου φυτικού υλικού διαφοροποιεί σημαντικά τις χρωστικές ιδιότητες σε κάθε αντίστοιχη βαφή. Τα τρία διαφορετικά εκχυλίσματα που προέκυψαν, αποτέλεσαν το λουτρό βαφής τριών μάλλινων δειγμάτων. Μετά τη βαφή, ακολούθησαν μετρήσεις της αντοχής του χρώματος σε διάφορες καταπονήσεις με βάση συγκεκριμένα πρότυπα του ISO-105. Πρώτα έγιναν μετρήσεις του προσροφημένου χρώματος των δειγμάτων. Ακολούθησαν μετρήσεις της αντοχής του χρώματος στην ξηρή και στην υγρή τριβή, στην πλύση, στον όξινο και στον αλκαλικό ιδρώτα, στην ηλιακή ακτινοβολία και κατόπιν έγινε μέτρηση της αντιηλιακής προστασίας (UPF) που παρέχουν τα βαμμένα δείγματα διά της παρεμπόδισης διαπερατότητας της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας. Τέλος, έγιναν συγκρίσεις των μετρήσεων και παρατέθηκαν τα τελικά συμπεράσματα της έρευνας. Σκοπός του πειράματος ήταν να διερευνηθεί εάν και σε πιο βαθμό η εντατική (επαναλαμβανόμενη) χρήση των φυτικών ιστών στη βαφή υφασμάτων, μπορεί να συμβάλει στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων, συμβάλλοντας έτσι στην αειφορική ανάπτυξη και στην προστασία εν γένει του φυσικού περιβάλλοντος, λαμβάνοντας υπόψη ότι τα φυτά μπορεί να θεωρηθούν ως ένα βαθμό ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι.

Λέξεις κλειδιά: *Rubia tinctorum*, μάλλινο ύφασμα, UPF, πλύση, υγρή τριβή, ξηρή τριβή, όξινος ιδρώτας, αλκαλικός ιδρώτας, ηλιακή ακτινοβολία.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση των χρωμάτων υπήρχε από την αρχαιότητα γιατί η ύπαρξή τους επηρέαζε τη διάθεση και τις δραστηριότητες του ανθρώπου. Τα πρώτα χρώματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν φυσικά και ένα από τα συνηθισμένα φυτικά χρώματα της αρχαιότητας ήταν το κόκκινο από το ριζάρι (*Rubia tinctorum* L.) (Εικόνα 1). Η πιο παλιά απόδειξη βαφής με ριζάρι υπάρχει στην Ινδία στον αρχαιολογικό χώρο Mohenjo-daro (3^η χιλιετία π.Χ.) σε κομμάτι βαμβακερού υφάσματος. Αναφέρεται από το Θεόφραστο ως «ερευθεδανόν» (Φυτών Ιστορία 9,13,4) (Καββάδας 1956), από τον Διοσκουρίδη ονομάζεται ερυθρόδανον και πρώτη φορά ο Πλίνιος το αναφέρει με το λατινικό του όνομα *Rubia* θεωρώντας ως πατρίδα του τις Σάρδεις της

Μ. Ασίας (Encyclopedia of Life (eol) 2012). Την περίοδο 1778-1780, στα Αμπελάκια της Λάρισας ιδρύθηκε ο πρώτος συνεταιρισμός στον κόσμο με 6.000 μέλη. Τεράστιες ποσότητες βαμβακιού έφταναν από διάφορες περιοχές της Ελλάδας και άλλων χωρών για να βαφούν με ριζάρι. Οι βαφείς κρατούσαν μυστική τη βαφική συνταγή τους. Στα μέσα του 18ου αιώνα Έλληνες τεχνίτες και έμποροι μετέφεραν στις χώρες της αυβουργικής μοναρχίας, την τεχνική της ερυθροβαφής νημάτων. Το 1869 ανακαλύφθηκε από τον Heinrich Caro και μία μέρα αργότερα από τον Perkin, η συνθετική παρασκευή της αλιζαρίνης (κύριας χρωστικής του ριζαρίου). Το γεγονός αυτό οδήγησε στην αντικατάσταση της φυτικής από τη χημική χρωστική. Τη σημερινή εποχή λόγω της ευαισθητοποίησης για

¹Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, 54124 Θεσσαλονίκη, e-mail: nikits31@gmail.com, ktheodor@for.auth.gr

²Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Πολυμερών και Χρωμάτων, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ, 54124 Θεσσαλονίκη, e-mail: nfnikola@chem.auth.gr

³Εργαστήριο Φαρμακογονωσίας, Τμήμα Φαρμακευτικής, ΑΠΘ, 54124 Θεσσαλονίκη, e-mail: dlazari@pharm.auth.gr

την προστασία του περιβάλλοντος και των αρνητικών επιπτώσεων των χημικών βαφών τόσο στην υγεία του ανθρώπου όσο και στη βιώσιμη ανάπτυξη, υπάρχει η τάση για επαναχρησιμοποίηση των φυτικών χρωστικών. Σε αυτή τη βάση έγινε μελέτη των χρωστικών και άλλων ιδιοτήτων που προσδίδει το ριζάρι σε μάλλινα δείγματα υφασμάτων.



Εικόνα 1. *R. tinctorum*
Picture 1. *R. tinctorum*

Περιγραφή: Πολυετές με βλαστούς αναρριχώμενους που φτάνουν πάνω από 1 m μήκος. Έχει μικρά άγκιστρα στα φύλλα και στους λεπτούς βλαστούς (Καββάδας 1956). **Φύλλα** 20-100 X 5-25 mm, λογχοειδή ή επιμήκη-ελλειπτικά, με εμφανείς πλάγιες νευρώσεις στην κάτω επιφάνεια. Φύονται σε σπονδύλους ανά 4-6 και έχουν χρώμα ανοιχτό πράσινο. **Άνθη** αρρενοθήλα, απαλά κίτρινα με διάμετρο στεφάνης 5-6 mm, με λοβούς οξύληκτους μήκους περίπου 3 mm και ανθήρες 0,5-0,6 mm, γραμμικούς-επιμήκεις. Ταξιανθίες κύματα 5-30 cm, με πολλά άνθη, προεξέχουν από τα φύλλα (Tutin et al. 1976). Άνθηση Ιούνιο-Αύγουστο. **Καρπός** μαύρη ράγα, διαμέτρου 4-6 mm, σχεδόν στρογγυλή, που ωριμάζει το Σεπτέμβριο. **Ρίζες** κόκκινες, μήκους πάνω από 1 m και πάχος έως 12 mm (Plants For A Future (pfaf) 1992).

Γεωγραφική εξάπλωση: Σύμφωνα με τους Dimopoulos et al. (2013) το είδος *R. tinctorum* είναι αυτοφυές στην Ελλάδα και απαντά στα φυτογεωγραφικά διαμερίσματα που παρουσιάζονται στην Εικόνα 2.

Χρωστικές χρήσεις: Η κύρια χρήση του φυτού είναι η βαφική. Στις ρίζες του ριζαρίου υπάρχουν χρωστικές οι οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί από την αρχαιότητα για τη βαφή υφασμάτων μάλλινων, μεταξωτών, βαμβακερών, αλλά ακόμη και για τη βαφή δερμάτων. Από το εξωτερικό περίβλημα της ρίζας



Εικόνα 2. Εξάπλωση του *R. tinctorum* στην Ελλάδα (Flora of Greece web)

Picture 2. Distribution of *R. tinctorum* in Greece (Flora of Greece web)

προέρχονται αποχρώσεις του **κόκκινου-καφέ**, ενώ από το εσωτερικό της ρίζας οι πιο **κίτρινο-κόκκινες** αποχρώσεις (Encyclopedia of Life (eol) 2012). Οι χρωστικές που περιέχουν οι ρίζες είναι ανθρακινονικές και φτάνουν τις τριάντα έξι με σημαντικότερες την αλιζαρίνη και την πουργουρίνη. Σε μικρότερες ποσότητες απαντώνται οι ρουβιαδίνη, λουκιδίνη, ανθραγαλλόλη, ψευδοπουργουρίνη και πουργουροξανθίνη. Η αλιζαρίνη δίνει τους πιο σκούρους χρωματικούς τόνους, ενώ η πουργουρίνη δίνει τις πιο ζεστές πορτοκαλί και κόκκινες αποχρώσεις, οι οποίες έχουν μικρή σταθερότητα στο φως. Χρησιμοποιήθηκαν διάφορα προστύμματα στη βαφή με ριζάρι και υπήρχαν για χιλιάδες χρόνια, διάφορες πολύπλοκες συνταγές για να πετύχουν αποχρώσεις του **κόκκινου** από ζωηρό άλικο μέχρι σκούρο όπως το πορφυρό (με προσθήκη μεταλλικών αλάτων) ή ακόμη κάποιες που πλησίαζαν το μωβ με πρόστυμμα το θειικό σίδηρο. Το ριζάρι είναι μια από τις βασικές χρωστικές που δεν έχει νοθευτεί στην ιστορία της γιατί ήταν ένα πολύ συνηθισμένο υλικό τα παλαιότερα χρόνια. Κατά τον έλεγχο ποιότητας γίνεται αξιολόγηση της βαφικής ισχύος της δρόγης ώστε να αποτραπεί η χρήση των πιο αδύναμων στελεχών σε χρωστικές ιδιότητες (Μικροπούλου 2008).

Βρώσιμες Χρήσεις: Το αφέψημα της ρίζας το χρησιμοποιούσαν παλαιότερα ως γευστικό τονωτικό (Καββάδας 1956).

Φαρμακευτικές χρήσεις: Η ρίζα είναι στυπτική, διουρητική και έχει χρησιμοποιηθεί ως σπασμολυτι-

κό και διουρητικό. Χρησιμοποιείται στη λαϊκή θεραπευτική για τη θεραπεία διαφόρων παθήσεων, όπως οι πέτρες στα νεφρά και οι ασθένειες της ουροδόχου κύστης σε πολλές χώρες της Ασίας, της Ρωσίας και της Ευρώπης (Shikov et al. 2021; Agarwal and Varma 2015). Επίσης, αναφέρεται ότι είναι αποτελεσματικό στη θεραπεία της ιλαράς και του ίκτερου (Ody 2000). **Άλλες χρήσεις:** Στα πλαίσια της εναλλακτικής ενέργειας, στο Πανεπιστήμιο Rice του City College της Νέας Υόρκης, μετά από έρευνες, ανακάλυψαν ότι η πουρπουρίνη από το ριζάρι δένει αποτελεσματικότερα τα ιόντα λιθίου και συμβάλει στην καλύτερη απόδοση των μπαταριών. Κατά συνέπεια είναι προτιμότερη από τις αντίστοιχες χημικές μπαταρίες στην προστασία του περιβάλλοντος. Αμερικανοί επιστήμονες ισχυρίζονται ότι το ριζάρι μπορεί να γίνει η πρώτη ύλη για την παραγωγή μπαταριών πιο φιλικών προς το περιβάλλον (https://www.flowmagazine.gr/mpataria_aro_futa/ (Αδαμόπουλος 2012)).

Χημική Σύνταξη: Οι κυριότερες χρωστικές ουσίες που περιέχονται στις ρίζες της *R. tinctorum* ανήκουν στην κατηγορία των ανθρακινονών, οι οποίες απαντώνται κυρίως ως γλυκοσίδες, με το προϊόν υδρόλυσης του ρουβερυθρικού οξέος (2-β-πριμβροσίδης της αλιζαρίνης), την αλιζαρίνη (1,2-διυδροξυ-ανθρακινόνη) να είναι το κύριο συστατικό. Σε μικρότερες ποσότητες ανιχνεύονται η ξανθοπουρπουρίνη, η ρουμπιαντίνη, η μουντζιστίνη και η ψευδοπουρπουρίνη. Οι ανθρακινόνες πιθανώς συμβάλλουν στην αποχρήση του φυτού έναντι των μυκήτων του εδάφους (Derksen and Van Beek 2002; Derksen 2001).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η βαφή μάλλινων δειγμάτων με υδατικά εκχυλίσματα από τρεις διαδοχικές εκχυλίσεις του ίδιου φυτικού ιστού (ρίζα) του φυτού *R. tinctorum* και η σύγκριση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων σε διάφορες καταπονήσεις του χρώματος.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Υλικά

Υφασμα:

Το ύφασμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν **μάλλινο** 100%, υφαντό ύφασμα του εμπορίου, ειδικού βάρους 1,55 gr/100 cm² (155 gr/m²), με διαστάσεις δείγματος 20 X 32 cm, βάρους 10 gr. Αφαιρέθηκε η ούγια για να γίνει η λήψη των δειγμάτων.

Χημικά αντιδραστήρια:

Υδατικό διάλυμα **Στυπτηρίας** (Alum) $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ (Fluka GmbH Switzerland).

Ανιονικό απορρυπαντικό, χωρίς οπτικό υπερλευκαντικό (Standard Soap Without Optical Brightening Agent, ISO 105:C06 B2S, SDL International Ltd., England).

Υδροξείδιο του Νατρίου NaOH (Riedel de Haen, Seelze, Germany).

Ιστιδίνη (L-Histidine monohydrochloride monohydrate $C_6H_{10}ClN_3O_2 \cdot H_2O$, VWR International Ltd., England).

Sodium dihydrogen orthophosphate dihydrate ($NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$, VWR International Ltd., England).

Di-sodium hydrogen orthophosphate dihydrate ($Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$, VWR International Ltd., England).

Απιονισμένο νερό του εμπορίου χρησιμοποιήθηκε για την πλύση και την εκχύλιση των φυτικών τμημάτων καθώς και για την πλύση, την πρόστυση και τη βαφή των δειγμάτων του υφάσματος.

Απεσταγμένο νερό παραγόμενο από τη μηχανή απόσταξης.

Σκληρό νερό βρύσης χρησιμοποιήθηκε για το ξέπλυμα των δειγμάτων μετά τη βαφή.

Μάρτυρες:

Πολύβιος μάρτυρας (Multifiber Adjacent Fabric, Type "DW", Warp Stripe Alternative to Reference "DW", ISO 105-F10, SDL International LTD Shirley Developments LTD England).

Μπλε μάλλινοι μάρτυρες (Blue Wool Reference Standards No.1-No.8, Conforming to Requirements of BS EN ISO 105 B08, For use in BS EN ISO 105 B-Series and BS 1006 UK-TN, SDC Enterprises Limited, Bradford).

Πρότυπος λευκός βαμβακερός μάρτυρας διαστάσεων 5X5 cm (SDCE Cotton Lawn, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του προτύπου ISO 105-F09).

Κλίμακες Γκρι (Grey scale for Assessing Change in Colour: ISO 105-A02:1993, BS EN 20105-A02:1995, BS 1006-A02:1990, SDC Standard Methods, 5th Edition A02. Grey scale for Assessing Staining: ISO 105-A03:1993, BS EN 20105-A03:1995, BS1006-A03:1990, SDC Standard Methods, 5th Edition A03).

Κωδικοί Pantone Textile Color Specifier PAPER Edition, 15-4305 TC.

Μέθοδοι:

Η συλλογή του φυτικού υλικού έγινε από το χωριό Ίσωμα του Νομού Κιλκίς (705 m). Έγινε συλλογή μόνο ριζών ηλικίας μεγαλύτερης των δύο ετών. Ακολούθησε πλύσιμο με απιονισμένο νερό και στέγνωμα σε σκιερό περιβάλλον. Η αποθήκευση έγινε σε βαμβακερές σακούλες. Το φυτικό υλικό που χρησιμο-

ποιήθηκε στην εκχύλιση ήταν οι ρίζες του φυτού. Το προσδιορισθέν φυτικό δείγμα αποξηράνθηκε, απολυμάνθηκε και κατατέθηκε στο Φυτολόγιο (TAUF) του Εργαστηρίου Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Τα εργαστηριακά πειράματα και όλες οι διεργασίες που απαιτήθηκαν, έγιναν στα πλαίσια Διδακτορικής διατριβής και πραγματοποιήθηκαν στα Εργαστήρια Κλωστοϋφαντουργίας και Χημείας του **Τμήματος Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ένδυσης** με έδρα το Κιλκίς, σύμφωνα με την υπ. αριθμ. 2/21-02-2019 ομόφωνη απόφαση της Κοσμητείας της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας. Τα πειράματα για την αντοχή στην ηλιακή ακτινοβολία έγιναν στο Εργαστήριο Χημείας, Τεχνολογίας Πολυμερών και Χρωμάτων του **Τμήματος Χημείας** του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Η **Εκχύλιση** του φυτικού ιστού (ρίζες), έγινε σε θερμό υδατόλουτρο (Thermostatic bath). Μέσα σε γυάλινες, πυρίμαχες, κωνικές φιάλες τοποθετήθηκε το προς εκχύλιση φυτικό υλικό με αποιονισμένο νερό. Παρέμειναν οι φιάλες στο θερμό υδατόλουτρο για μία (1) ώρα στους 95°C και κατόπιν αφαιρέθηκαν. Παρέμεινε το υλικό μέσα στις κωνικές φιάλες για εικοσιτέσσερις (24) ώρες και κατόπιν έγινε η στράγγιση. Ακολουθούσε η μέτρηση του pH σε θερμοκρασία 25°C με το ηλεκτρονικό πελάμετρο του εργαστηρίου. Τα εκχυλίσματα αποθηκεύτηκαν σε ψυγείο στους 5°C μέσα για γυάλινα αποστειρωμένα βάζα, μέχρι να χρησιμοποιηθούν για τη βαφή.

Η **Ηλεκτρονική μέτρηση του pH** έγινε με το Microprocessor pHMeter, 535 multical CWTW.

Η **Πλύση** των υφασμάτων πριν τη βαφή, έγινε για να αφαιρεθούν τυχόν σκόνες, κόλλες ή κηροί που βρίσκονται σε αυτό. Για την πλύση του κάθε δείγματος μάλλινο υφάσματος χρησιμοποιήθηκε αποιονισμένο νερό και πρότυπο σαπούνι (Ανιονικό απορρυπαντικό). Η πλύση έγινε στους 50-60°C για 15 min και στη συνέχεια έγινε ξέπλυμα με αποιονισμένο νερό και στέγνωμα σε σκιερό περιβάλλον.

Η **Πρόστυψη** είναι απαραίτητη για τη βαφή λόγω του ότι δημιουργεί σύμπλοκα με το ριζάρι αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο τη σταθερότητα του χρώματος στην μάλλινη ίνα και στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκε ως πρόστυμμα διάλυμα κονιορτοποιημένης Στυπτηρίας $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ (Alum) σε αποιονισμένο νερό.

Η **Βαφή** έγινε σε ανοιχτού τύπου βαφική συσκευή 16 θέσεων για λουτρά 150 ml έως 250 ml. Ως λουτρό

βαφής χρησιμοποιήθηκε το υδατικό εκχύλισμα των ριζών του ριζαρίου. Για κάθε δείγμα μάλλινο υφάσματος χρησιμοποιήθηκαν 200 ml υδατικού εκχυλίσματος, το οποίο τοποθετήθηκε στις ειδικές μεταλλικές φύσιγγες της βαφικής συσκευής. Τοποθετήθηκαν τα δείγματα και τα εκχυλίσματα στη βαφική συσκευή και έγινε άνοδος της θερμοκρασίας έως τους 95°C. Παρέμεινε η βαφή σε αυτήν τη θερμοκρασία για 30 min και ακολούθησε πλύση του υφάσματος με σκληρό νερό βρύσης. Το στέγνωμα έγινε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, σε εσωτερικό χώρο ώστε να μην υπάρχει επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Χρωστικές Ιδιότητες και χαρακτηριστικά τα οποία μελετήθηκαν

Η **Μέτρηση του χρώματος** έγινε σε φασματοφωτόμετρο ανάκλασης MICROFLASH datacolor international και τα αποτελέσματα είναι στο χρωματικό μοντέλο CIELab όπου σε ένα τρισσορθόγωνιο σύστημα με άξονες, το κάθε χρώμα περιγράφεται από τρεις χρωματικές συντεταγμένες ή χρωματικούς παράγοντες που ονομάζονται L^* , a^* , b^* .

Ο παράγοντας **L^* (Lightness)** αποθηκεύει την πληροφορία της φωτεινότητας και το εύρος τιμών του κυμαίνεται από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό).

Οι παράγοντες **a^*** και **b^*** αποθηκεύουν την πληροφορία της απόχρωσης του χρώματος.

Θετικές τιμές του **a^*** αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κόκκινου.

Αρνητικές τιμές του **a^*** αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του πράσινου.

Θετικές τιμές του **b^*** αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κίτρινου.

Αρνητικές τιμές του **b^*** αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του μπλε.

Η εξίσωση των **Kubelka-Munk** δίνει τη σχέση της εκατοστιαίας ανάκλασης με τη συγκέντρωση C , του χρώματος στο υπόστρωμα

$$K/S = A \cdot C = (1-R)^2/2R$$

Όπου **K** =απορρόφηση (%), εξαρτάται από την ποσότητα του χρώματος.

S =σκέδαση (%), εξαρτώμενη μόνο από το υπόστρωμα.

A =σταθερά, εξαρτώμενη από το χρώμα, το μήκος κύματος και το υπόστρωμα.

C =συγκέντρωση του χρώματος.

R =% ανάκλαση (Reflectance) του αντικειμένου.

Το ανθρώπινο μάτι καθορίζει το χρώμα με βάση τρεις ιδιότητές του: τη χροιά h (Hue) που περιγράφει γενικά το χρώμα π.χ. κόκκινο, μπλε κλπ, τη φωτει-

νότητα L (Lightness), που χαρακτηρίζει ένα χρώμα φωτεινό ή σκοτεινό και τον κορεσμό C (Chroma) που δίνει την ένταση, την καθαρότητα και τη δύναμή του (Ελευθεριάδης κ.α. 2015).

Η Υποβολή των βαμμένων δειγμάτων σε καταπονήσεις και η μέτρηση των αντοχών τους, έγινε σύμφωνα με το πρότυπο **ISO 105: 1996** (αντικατέστησε το BS 1006:1990) και τις μετέπειτα τροποποιήσεις του.

Η **Αντοχή του χρώματος στην Ξηρή Τριβή** έγινε σύμφωνα με το πρότυπο ISO 105-X12:2016 (Textiles-Tests for colour fastness – Part X12: Colour fastness to rubbing), με τη συσκευή Atlas Crockmeter, SDL International Ltd. Χρησιμοποιήθηκε πρότυπος λευκός βαμβακερός μάρτυρας, ο οποίος συμμορφώνεται με τις προδιαγραφές που δίνονται στο ISO 105-F09. Η βαθμολόγηση του λεκιάσματος του πρότυπου μάρτυρα έγινε σε θάλαμο παρατήρησης VeriVide Leslie Huble Ltd., με πρότυπο φωτισμό D65. Η βαθμολόγηση του «λεκιάσματος» του πρότυπου μάρτυρα έγινε σύμφωνα με την πρότυπη κλίμακα Λευκού-Γκρι (Grey Scale for Assessing Straining ISO 105-A03:1993).

Αντοχή του χρώματος στην Υγρή Τριβή. Για τον έλεγχο της αντοχής στην υγρή τριβή, ο πρότυπος βαμβακερός μάρτυρας ιδίων προδιαγραφών με την ξηρή τριβή, εμποτίζεται με απιονισμένο νερό ώστε να διπλασιαστεί σε βάρος. Στην συνέχεια ακολουθείται η ίδια διαδικασία με την ξηρή τριβή.

Η **Αντοχή του χρώματος στην Πλύση** πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο ISO 105-C06:2010, A1, B1 (Colour fastness to domestic and commercial laundering), στους 40°C, σε συσκευή κλειστού τύπου 8 θέσεων (8 POT Rotawash Machine, SDL International Ltd). Χρησιμοποιήθηκε πρότυπο σαπούνι για το σαπυνοδιάλυμα (Standard Soap Colour fastness to washing), κατάλληλο για το πρότυπο ISO 105: 1989, χωρίς οπτικό λαμπρυντικό (Without Optical Brightener WOB). Χρησιμοποιήθηκε πολύτινος μάρτυρας, δηλαδή ειδικό υφαντό ύφασμα πολλαπλών ινών σύμφωνα με το πρότυπο ISO 105-F10:1989, ο οποίος αποτελείται από ίσου πάχους έξι ενωμένες λωρίδες με την παρακάτω σειρά: Διασετά (Spun Diacetate), Βαμβάκι (Bleached Cotton), Πολυαμίδη (Spun Polyamide (Nylon 6.6)), Πολυεστέρα (Spun Polyester (Dacron 54)), Πολυακρυλικό (Spun Polyacrylic (Orlon 75)), Μάλλινο (Worsted Wool). Η βαθμολόγηση του «λεκιάσματος» του πολυίνου μάρτυρα έγινε σύμφωνα με την πρότυπη κλίμακα Λευκού-Γκρι (Grey Scale for Assessing Straining

ISO 105-A03:1993). Η βαθμολόγηση της διαφοράς απόχρωσης μεταξύ πλυμένου και αρχικού δείγματος (Assessment of Change in Colour) πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια της πρότυπης κλίμακας του Γκρι (Grey Scale for Assessing Change in colour) σύμφωνα με το πρότυπο ISO 105-A02:1993) σε θάλαμο παρατήρησης VeriVide Leslie Huble Ltd. με πρότυπο φωτισμό D65.

Μέτρηση του Δείκτη Προστασίας από την Υπεριώδη Ακτινοβολία - UPF. Η τιμή UPF (Ultraviolet Protection Factor) ενός υφάσματος δείχνει τη διαπερατότητα του στην ακτινοβολία UV σε κάθε μήκος κύματος και κατ' επέκταση την προστασία που παρέχει. Το πρώτο πρότυπο που δημιουργήθηκε ήταν το 1996, το πρότυπο Αυστραλίας / Νέας Ζηλανδίας AS/NZS 4399 (Sun Protective Clothing – Evaluation and Classification) και περιγράφει τις τυποποιημένες εργαστηριακές διαδικασίες για τη μέτρηση του UPF υφασμάτων και την επισήμανσή τους. Αργότερα δημιουργήθηκε το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 13758-1:2001 και EN 13758-2:2003, στο οποίο μόνο τα υφάσματα με τιμή UPF μεγαλύτερη από 40 και UVA κάτω από 5%, μπορούν να έχουν επισήμανση ότι παρέχουν προστασία από την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Στον Πίνακα I, υπάρχει η αντιστοίχιση της τιμής UPF, με την κατηγορία προστασίας από τη UV ηλιακή ακτινοβολία και το ποσοστό απορρόφησής της από το ύφασμα.

Πίνακας I. Κατηγοριοποίηση UPF*
Table I. Categorization UPF*

ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ UPF	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	UV ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ % ΠΟΥ ΜΠΛΟΚΑΡΕΤΑΙ
1-14	ΑΝΕΠΑΡΚΗΣ	<93,3
15, 20	ΜΕΤΡΙΑ-ΚΑΛΗ	93,3 - 95,9
25, 30, 35	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	96,0 – 97,4
40, 45, 50, 50+	ΑΡΙΣΤΗ	97,5 και πάνω
*Βαθμολόγηση τιμών UPF και Κατηγορίες προστασίας (Urbas et al. 2012)		

Η **Αντοχή στον Ιδρώτα (Οξινό και Αλκαλικό)** πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το ISO 105-E04:2013 (Colour Fastness to Acid and Alkali Perspiration), με τη συσκευή International model M231 Perspirometer, SDL ATLAS Textile Testing Solutions. Για τον **όξινο**

ιδρώτα προετοιμάστηκε διάλυμα ιστιδίνης, χρησιμοποιώντας απεσταγμένο νερό, Ιστιδίνη (L-Histidine monohydrochloride monohydrate), NaCl, Sodium dihydrogen orthophosphate dihydrate όπως αναφέρει το πρότυπο. Χρησιμοποιήθηκε πολύνικος μάρτυρας, δηλαδή ειδικό υφαντό ύφασμα πολλαπλών ινών σύμφωνα με το πρότυπο ISO 105-F10:1989, ο οποίος αποτελείται από ίσου πάχους έξι ενωμένες λωρίδες (όπως έχει αναλυθεί στην αντοχή στην πλύση). Η βαθμολόγηση της χρωματικής αλλαγής του βαμμένου δείγματος, έγινε με βάση την πρότυπη κλίμακα του Γκρι (Grey Scale for Assessing Change in colour) σύμφωνα με το πρότυπο ISO 105-A02:1993 σε θάλαμο παρατήρησης Veri Vide Leslie Huble Ltd. με πρότυπο φωτισμό D65, ενώ η βαθμολόγηση του «λεκίσματος» του πολύνικου μάρτυρα, έγινε με βάση την πρότυπη κλίμακα του Λευκού-Γκρι (Grey Scale for Assessing Straining ISO 105-A03:1993). Για τον **αλκαλικό ιδρώτα**, προετοιμάστηκε διάλυμα ιστιδίνης, χρησιμοποιώντας απεσταγμένο νερό, Ιστιδίνη (L-Histidine monohydrochloride monohydrate), NaCl, Di-sodium hydrogen orthophosphate dihydrate. Η βαθμολόγηση της χρωματικής αλλαγής του βαμμένου δείγματος καθώς και το «λέκισμα» του πολύνικου μάρτυρα έγινε όπως και στον όξινο ιδρώτα.

Η **Αντοχή στην Ηλιακή Ακτινοβολία** έγινε σε συσκευή τεχνητής γήρανσης, Q-Sun Lightfastness με λάμπα Xenon σε θερμοκρασία 60°C, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 105-B02 (Colour Fastness to Artificial Light: Xenon Arc Fading Lamp Test). Χρησιμοποιήθηκαν οκτώ (8) πρότυποι μπλε μάρτυρες (Blue Wool Reference Standard Conforming to Requirements) σύμφωνα με το ISO 105-B08, οι οποίοι έχουν διαφορετική αντοχή στην ηλιακή ακτινοβολία. Για τη βαθμολόγηση χρησιμοποιήθηκε η πρότυπη κλίμακα του Γκρι (Grey Scale for Assessing Change in colour) σύμφωνα με το πρότυπο ISO 105-A02:1993 σε θάλαμο παρατήρησης Veri Vide Leslie Huble Ltd., με πρότυπο φωτισμό D65 (φως ημέρας). Έγινε αντιστοίχιση της αλλαγής του χρώματος στο δείγμα, με τη χρωματική αλλαγή που υπέστη ο αντίστοιχος μπλε μάρτυρας.

Η **Σύγκριση των χρωματικών κωδικών PANTONE** και των χρωμάτων στα μάλλινα δείγματα, τα οποία προέκυψαν από τα υδατικά φυτικά εκχυλίσματα, έγινε με οπτική παρατήρηση και τη χρήση του καταλόγου PANTONE Textile Color Specifier Paper Edition.

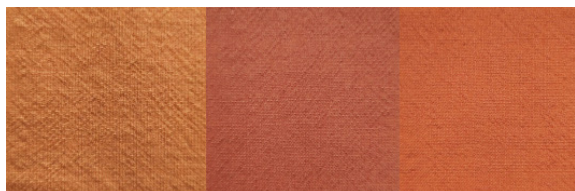
Πειραματική διαδικασία: Έγιναν τρεις συνεχόμε-

νες υδατικές εκχυλίσεις χρησιμοποιώντας το **ίδιο** φυτικό υλικό (Εικόνα 3 & 4), σε αναλογία 7% ριζών σε σχέση με το απιονισμένο νερό. Η εκχύλιση και η συντήρηση των υδατικών εκχυλισμάτων πραγματοποιήθηκε όπως έχει αναφερθεί στη μεθοδολογία. Μετά την πρώτη εκχύλιση ακολούθησε στράγγιση του φυτικού ιστού και προσθέτοντας την ίδια ποσότητα απιονισμένου νερού, έγινε δεύτερη εκχύλιση με το ίδιο υλικό. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας και τη στράγγιση του φυτικού ιστού, προσθέτοντας πάλι απιονισμένο νερό στην ίδια ποσότητα έγινε τρίτη υδατική εκχύλιση. Στη συνέχεια παρέμειναν τα εκχυλίσματα σε ψυγείο σε θερμοκρασία 5°C μέχρι να γίνει η βαφή των μάλλινων δειγμάτων.



Εικόνες 3 & 4. Ρίζα και εκχύλισμα από *R. tinctorum*
Pictures 3 & 4. Root and extract of *R. tinctorum*

Βαφή των μάλλινων δειγμάτων: Αρχικά έγινε η πρόστυψη και ακολούθησε η βαφή των μάλλινων δειγμάτων σύμφωνα με τη μεθοδολογία. Κατά τη βαφή με το **πρώτο** εκχύλισμα, το αρχικό χρώμα του υφάσματος μόλις βγήκε από το λουτρό βαφής ήταν σκούρο κανελί, το νερό που έφευγε κατά το ξέπλυμα είχε χρώμα ανοιχτό πορτοκαλί και τελικά το ύφασμα απέκτησε χρώμα ανοιχτό κανελί. Μετά τη βαφή με το **δεύτερο** εκχύλισμα, το αρχικό χρώμα του μάλλινου δείγματος ήταν σκούρο κανελί, το νερό που έφευγε κατά το ξέπλυμα ήταν βυσσινί-κανελί και τελικά το δείγμα έμεινε με χρώμα πορτοκαλί σκούρο. Μετά τη βαφή με το **τρίτο** εκχύλισμα, το αρχικό χρώμα του υφάσματος ήταν κόκκινο-πορτοκαλί, το νερό που έφευγε με το ξέπλυμα ήταν με χρώμα τριανταφυλλί και τελικά το δείγμα έμεινε με χρώμα πορτοκαλί (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Μάλλινα δείγματα με *R. tinctorum* 1^η, 2^η, 3^η εκχύλιση

Picture 5. Woolen samples with *R. tinctorum* 1st, 2nd, 3rd extraction

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όπως προκύπτει από τη μέτρηση του pH (Πίνακας II) πριν τη βαφή, το πρώτο εκχύλισμα ήταν ελάχιστα πιο όξινο σε σχέση με τα άλλα δύο τα οποία είχαν ίδιο pH, σχεδόν ουδέτερο. Μετά τη βαφή το δεύτερο και τρίτο εκχύλισμα είχαν πιο όξινο pH σε σχέση με το πρώτο και αυτό οφείλεται στην παρουσία του Alum στο λουτρό βαφής που προήλθε από την προκατεργασία των μάλλινων δειγμάτων με Alum πριν τη βαφή.

Πίνακας II. pH των Εκχυλισμάτων

Table II. pH of the Extracts

	1 ^η Εκχύλιση	2 ^η Εκχύλιση	3 ^η Εκχύλιση
pH πριν την βαφή	5,46	6,48	6,50
pH μετά την βαφή	3,80	3,30	3,30

Όσον αφορά τη μέτρηση χρώματος και με βάση τα στοιχεία του Πίνακα III έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Ο **χρωματικός παράγοντας a** αντιπροσωπεύει το κόκκινο χρώμα. Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων του χρώματος στα τρία μάλλινα δείγματα, προέκυψε ότι η τιμή του a αυξήθηκε σε σχέση με τον άβαφο μάρτυρα, ήταν θετική και αρκετά υψηλή και στις τρεις μετρήσεις. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με την οπτική παρατήρηση και τις κόκκινες αποχρώσεις των

δειγμάτων. Υπάρχει αύξηση της τιμής του a από την πρώτη προς την τρίτη εκχύλιση. Οπτικά αποτυπώνεται στο χρώμα των δειγμάτων τα οποία γίνονται πιο κόκκινα με τα διαδοχικά εκχυλίσματα. Ο **χρωματικός παράγοντας b** αντιπροσωπεύει το κίτρινο χρώμα. Στα αποτελέσματα των μετρήσεων παρατηρήθηκε αύξηση της τιμής του b σε σχέση με τον άβαφο μάρτυρα. Επίσης, ήταν θετικές και αρκετά υψηλές οι τιμές του b, συνεπώς δίνεται η πληροφορία για την ύπαρξη κίτρινων αποχρώσεων στα δείγματα. Παρατηρήθηκε αύξηση της τιμής του b από την πρώτη προς την τρίτη εκχύλιση και το γεγονός αυτό συμφωνεί με τον οπτικό έλεγχο και τις πορτοκαλο-κόκκινες αποχρώσεις του δεύτερου και τρίτου δειγμάτων. Η αύξηση των τιμών των χρωματικών παραγόντων a και b αποτυπώνονται στην αλλαγή του αποχρώσεων που έχουν τα δείγματα. Το πρώτο δείγμα έχει χρώμα ανοιχτό κανελί, το δεύτερο έχει σκούρο πορτοκαλί και τέλος το τρίτο έχει χρώμα πορτοκαλί. Η τιμή της **φωτεινότητας (L)** στα τρία δείγματα ήταν μεταξύ 60-62, δηλαδή περίπου στο μέσο λευκού-μαύρου και οπτικά αποτυπώνεται στο μέτρια φωτεινό χρώμα των δειγμάτων. Η ελάχιστη εκατοστιαία ανάκλαση (**R%**) στην οποία πραγματοποιείται η μέγιστη απορρόφηση του χρώματος, για τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκε το πρώτο και δεύτερο εκχύλισμα ήταν σε μήκος κύματος 400 nm, ενώ στο τρίτο δείγμα ήταν στα 500 nm που αντιστοιχεί στην περιοχή του κόκκινου. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με το οπτικό αποτέλεσμα και το πιο κόκκινο χρώμα που έχει το τρίτο δείγμα. Η τιμή **K/S**, αποτυπώνει τη χρωματική ισχύ του χρώματος, παρέμεινε σταθερή στο 4 και στα τρία δείγματα, τιμή η οποία είναι αρκετά καλή. Η τιμή της **χρoιάς (h)** των τριών δειγμάτων βρίσκεται μεταξύ των τιμών 45-50, δηλαδή ανήκει στη χρωματική περιοχή μεταξύ του κόκκινου και του κίτρινου. Η χρoιά συμφωνεί με το οπτικό αποτέλεσμα των δειγμάτων. Ο **κορεσμός (C)** που είναι ένα ακόμη ποιοτικό χαρακτηριστικό του χρώματος, έχει κοντινές τιμές και στα τρία δείγματα οι οποίες αυξανόταν με τις εκχυλί-

Πίνακας III. Μέτρηση χρώματος

Table III. Colour measurement

	a	b	L	h	C	R%	ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ	Rmin	K/S
Μάρτυρας άβαφος	3,36	14,55	79,59	76,99	14,94	27,06	400nm	0,271	0,983
1 ^η Εκχύλιση	27,47	33,17	60,86	50,36	43,07	9,79	400nm	0,098	4,156
2 ^η Εκχύλιση	30,86	35,58	62,87	49,07	47,10	10,63	400nm	0,106	3,757
3 ^η Εκχύλιση	38,24	38,78	61,35	45,40	54,46	9,77	500nm	0,098	4,167

σεις. Ο κορεσμός στο δείγμα που βάφτηκε με το πρώτο εκχύλισμα ήταν 43, με το δεύτερο εκχύλισμα ήταν 47 και τέλος έφτασε στο 54 με το τρίτο εκχύλισμα.

Σύμφωνα με τους Κωδικούς Pantone (Πίνακας IV, Εικόνα 6) και την οπτική παρατήρηση, τα χρώματα στα βαμμένα μάλλινα δείγματα είναι στην ίδια χρωματική περιοχή. Ιδιαίτερα στο δεύτερο και στο τρίτο δείγμα οι αποχρώσεις τους έχουν ελάχιστη διαφορά στον τόνο.

Πίνακας IV. Κωδικοί Pantone
Table IV. Pantone Codes

	ΚΩΔΙΚΟΙ Pantone
Μάρτυρας άβαφος	13-0915
1^η Εκχύλιση	17-1446
2^η Εκχύλιση	16-1340
3^η Εκχύλιση	16-1435



Εικόνα 6. Κωδικοί Pantone των μάλλινων δειγμάτων βαμμένων με εκχυλίσματα από *R. tinctorum* 1^η, 2^η, 3^η εκχύλιση
Picture 6. Pantone codes of woolen samples dyed with extracts of *R. tinctorum* 1st, 2nd, 3rd extraction

Η τιμή UPF και των τριών βαμμένων δειγμάτων (Πίνακας V), αυξάνεται κατά πολύ σε σχέση με τον άβαφο μάρτυρα, συνεπώς αυξάνεται και η προστασία που παρέχει το μάλλινο ύφασμα όταν βαφεί με *R. tinctorum*. Κατά τη βαφή του δείγματος με το πρώτο εκχύλισμα, η τιμή UPF ανήκει στην κατηγορία του άριστου σύμφωνα με το πρότυπο Αυστραλίας/Νέας Ζηλανδίας, που σημαίνει ότι παρέχει άριστη προστασία από την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία, μπλοκάροντας πάνω από το 97,5% της UV ακτινοβολίας. Επίσης, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο το πρώ-

Πίνακας V. Μέτρηση UPF
Table V. Measurement UPF

	UV-A	UV-B	UPF
Μάρτυρας Άβαφος	47,9356	9,76249	6,31848
1^η Εκχύλιση	8,64847	1,46212	44,065
2^η Εκχύλιση	9,71941	1,90637	35,8289
3^η Εκχύλιση	12,4895	1,65820	39,8906

το δείγμα ανήκει στα υφάσματα που προστατεύουν από την UV ηλιακή ακτινοβολία. Το δείγμα που βάφτηκε με το δεύτερο εκχύλισμα είχε τιμή UPF πολύ καλή, μπλοκάροντας 96,0–97,4% της UV ηλιακής ακτινοβολίας σύμφωνα με το πρότυπο Αυστραλίας/Νέας Ζηλανδίας, ενώ κατά το Ευρωπαϊκό πρότυπο δεν παρέχει προστασία. Τέλος, το τρίτο δείγμα κατά τη μέτρηση, είχε τιμή UPF οριακά άριστη σύμφωνα και με τα δύο πρότυπα τόσο το πρότυπο Αυστραλίας/Νέας Ζηλανδίας όσο και το Ευρωπαϊκό.

Από τα αποτελέσματα της οπτικής παρατήρησης, προκύπτει μέτρια αντοχή του χρώματος στη δοκιμή της ξηρής τριβής (Πίνακας VI). Στη βαφή με το πρώτο και δεύτερο εκχύλισμα δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, ενώ στη βαφή με το τρίτο εκχύλισμα σημειώθηκε έντονο λέκιασμα του χρώματος πάνω στο βαμβακερό μάρτυρα. Κατά την ξηρή τριβή, μειώνεται η αντοχή του χρώματος των μάλλινων δειγμάτων, από την πρώτη προς την τρίτη εκχύλιση. Επίσης, κατά τον οπτικό έλεγχο μετά τη δοκιμή της υγρής τριβής (Πίνακας VI), παρατηρήθηκε μέτρια αντοχή του χρώματος. Αντίθετα όμως με την προηγούμενη περίπτωση, από την πρώτη προς την τρίτη εκχύλιση αυξάνεται η αντοχή του χρώματος.

Πίνακας VI. Αντοχή του χρώματος στην Τριβή
Table VI. Colour fastness to rubbing

	1^η Εκχύλιση	2^η Εκχύλιση	3^η Εκχύλιση
Ξηρή Τριβή	3-4	3	2-3
Υγρή Τριβή	3	4	4-5

Κατά τον οπτικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε μετά τη δοκιμή αντοχής του χρώματος στην πλύση (Πίνακας VII), προκύπτει άριστη συμπεριφορά των τριών βαμμένων δειγμάτων ως προς το λέκιασμα του πολυίνου μάρτυρα. Ελάχιστα επηρεάστηκε μόνο η πολυαμίδη από το δείγμα που βάφτηκε με το πρώτο εκχύλισμα. Το χρώμα των βαμμένων δειγμάτων δεν είχε αντοχή στη δοκιμή της πλύσης και υπήρξε μέτρια χρωματική αλλαγή. Τα δύο πρώτα δείγματα είχαν την ίδια μέτρια αντοχή, ενώ το τρίτο δείγμα ξέβαψε ελάχιστα παραπάνω.

Πίνακας VII. Αντοχή του χρώματος στην Πλύση
Table VII. Measurement colour fastness to Washing

	ΔΙΑΣΕΤΑ Spun Diacetate	BAMBAKI Bleached Cotton	ΠΟΛΥΑΜΙΔΗ Spun Polyamide	ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ Spun Polyester	ΠΟΛΥΑΚΡΥΛΙΚΟ Spun Polyacrylic	ΜΑΛΛΙΝΟ Wostred Wool	ΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ
1η Εκχύλιση	5	5	4-5	5	5	5	3-4
2η Εκχύλιση	5	5	5	5	5	5	3-4
3η Εκχύλιση	5	5	5	5	5	5	3

Από τα αποτελέσματα του οπτικού ελέγχου μετά τη δοκιμή αντοχής του χρώματος των δειγμάτων στον Ώξινο Ιδρώτα (Πίνακας VIII) προέκυψε ότι το λέκισμα της πολυαμιδής, του πολυεστέρα, του πολυακρυλικού και του μάλλινου (του πολύνιου μάρτυρα) ήταν το ίδιο και στα τρία δείγματα. Πιο αναλυτικά, η αντοχή του χρώματος ήταν μέτρια στην πολυαμιδή την οποία λέκισε αρκετά και πολύ καλή στα υπόλοιπα είδη υφασμάτων τα οποία λέκισαν ελαφρά. Η αντοχή του χρώματος των τριών μάλλινων δειγμάτων ως προς το ξέβαμμα πάνω στο βαμβακερό ύφασμα του πολύνιου μάρτυρα, ήταν πολύ καλή με ελαφρά χαμηλότερη τιμή στο δεύτερο δείγμα. Το διασετά λέκισε ελαφρά από το πρώτο και τρίτο δείγμα και λίγο παραπάνω από το δεύτερο. Η αντοχή του χρώματος των βαμμένων μάλλινων δειγμάτων δεν είχε σημαντικές διαφορές όπως αποτυπώνεται οπτικά στον ελαφρύ αποχρωματισμό του πρώτου και τρίτου δείγματος και λίγο περισσότερο στο δεύτερο δείγμα.

Από τα αποτελέσματα της δοκιμής αντοχής του χρώματος στον Αλκαλικό Ιδρώτα (Πίνακας IX) προκύπτει ότι το πολυακρυλικό και το μάλλινο επηρεά-

στηκαν το ίδιο ελαφρά και στα τρία δείγματα. Επίσης, ο πολυεστέρας και το βαμβακερό λέκισαν πολύ λίγο, αλλά με διαφορετικό τρόπο σε κάθε δείγμα. Περισσότερο λέκισε το διασετά στο τρίτο δείγμα και η πολυαμιδή στο πρώτο και το τρίτο δείγμα. Η αντοχή του χρώματος στον Αλκαλικό Ιδρώτα του τρίτου δείγματος είναι πολύ καλή ενώ των δύο πρώτων είναι αρκετά καλή.

Το ριζάρι αν και είναι φυτική χρωστική, είχε αρκετά καλή αντοχή στην Ηλιακή Ακτινοβολία (Πίνακας X). Το μάλλινο δείγμα που βάρφτηκε με το πρώτο εκχύλισμα ξεθώριασε λιγότερο από τα άλλα δύο δείγματα.

Πίνακας X. Αντοχή του χρώματος στο τεχνητό φως (Ηλιακή Ακτινοβολία)

Table X. Colour Fastness to Artificial Light (Solar radiation)

	ΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 48h
Μάρτυρας άβαφος	7
1^η Εκχύλιση	4
2^η Εκχύλιση	3
3^η Εκχύλιση	3

Πίνακας VIII. Αντοχή του χρώματος στην Ώξινη Εφίδρωση
Table VIII. Colour Fastness to Acid Perspiration

	ΔΙΑΣΕΤΑ Spun Diacetate	BAMBAKI Bleached Cotton	ΠΟΛΥΑΜΙΔΗ Spun Polyamide	ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ Spun Polyester	ΠΟΛΥΑΚΡΥΛΙΚΟ Spun Polyacrylic	ΜΑΛΛΙΝΟ Wostred Wool	ΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ
1 ^η Εκχύλιση	4	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5
2 ^η Εκχύλιση	3-4	4	3-4	4-5	4-5	4-5	4
3 ^η Εκχύλιση	4	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5

Πίνακας IX. Αντοχή του χρώματος στην Αλκαλική Εφίδρωση
Table IX. Colour Fastness to Alkali Perspiration

	ΔΙΑΣΕΤΑ Spun Diacetate	BAMBAKI Bleached Cotton	ΠΟΛΥΑΜΙΔΗ Spun Polyamide	ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ Spun Polyester	ΠΟΛΥΑΚΡΥΛΙΚΟ Spun Polyacrylic	ΜΑΛΛΙΝΟ Wostred Wool	ΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ
1 ^η Εκχύλιση	4	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4
2 ^η Εκχύλιση	4	4-5	4	5	4-5	4-5	4
3 ^η Εκχύλιση	3-4	4	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5

Συγκριτικά, μπορούμε να δούμε οπτικά για κάθε εκχύλιση (1^η, 2^η, 3^η εκχύλιση) τις Δοκιμές αντοχής του χρώματος στην Πλύση, στον Όξινο Ιδρώτα και στον Αλκαλικό Ιδρώτα στις Εικόνες 7, 8 και 9.



Εικόνα 7. Δοκιμή στην Πλύση, στον Όξινο Ιδρώτα, στον Αλκαλικό Ιδρώτα (1^η Εκχύλιση)

Picture 7. Colour fastness to Washing, Acid Perspiration, Alkaline Perspiration (1st Extraction)



Εικόνα 8. Δοκιμή στην Πλύση, στον Όξινο Ιδρώτα, στον Αλκαλικό Ιδρώτα (2^η Εκχύλιση)

Picture 8. Colour fastness to Washing, Acid Perspiration, Alkaline Perspiration (2nd Extraction)



Εικόνα 9. Δοκιμή στην Πλύση, στον Όξινο Ιδρώτα, στον Αλκαλικό Ιδρώτα (3^η Εκχύλιση)

Picture 9. Colour fastness to Washing, Acid Perspiration, Alkaline Perspiration (3rd Extraction)

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως έχει αναφερθεί, στο εξωτερικό περίβλημα της ρίζας βρίσκονται οι καφέ – κόκκινες χρωστικές, ενώ στο εσωτερικό βρίσκονται οι πιο κίτρινο-κόκκινες. Η αλλαγή των αποχρώσεων των δειγμάτων (από κανελλί σε κόκκινο-πορτοκαλί) πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι με τις συνεχείς εκχυλίσεις λαμβάνονται χρωστικές ουσίες από το εσωτερικό της ρίζας. Σε έρευνα που έγινε από τους Feiz and Norouzi (2015) κατά τη βαφή μάλλινων δειγμάτων με εκχύλιμα *R. tinctorum*, η προσρόφηση του χρώματος από τη μάλλινη ίνα, αυξάνεται σημαντικά όταν το λουτρό βαφής έχει pH 4,5 σε σχέση με βαφή σε pH 7 και 9. Επίσης, στην παραπάνω έρευνα, παρατηρήθηκε ότι για τη βαφή μάλλινων υφασμάτων, το κατάλληλο pH ήταν το 4,5 όπου υπάρχει η μεγαλύτερη χρωματική ισχύς του δείγματος (μεγαλύτερη τιμή K/S). Επιπλέον, σε αλκαλικό pH μπορεί να προκληθεί βλάβη στη μάλλινη ίνα λόγω της υδρόλυσης των πρωτεϊνών της. Στην παρούσα έρευνα το πρώτο εκχυλίσματα είχε pH 5,46, το δεύτερο 6,48 και το τρίτο 6,50. Αυτό το γεγονός εξηγεί τη χαμηλή χρωματική ισχύ του εκχυλίσματος σε σχέση με τα αποτελέσματα της προηγούμενης έρευνας και αποτυπώνεται με την τιμή του ηλίκου K/S (κυμαίνεται στην τιμή 4 και στα τρία δείγματα). Σε αντίθεση όμως με τα συμπεράσματα για τη χρωματική ισχύ, στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκαν διπλάσιες τιμές στους χρωματικούς παράγοντες a και b, καθώς και στη συγκέντρωση του προσροφημένου χρώματος (C) από το μάλλινο ύφασμα. Ιδιαίτερη εντύπωση προκάλεσε το γεγονός ότι στη δεύτερη και ακόμη περισσότερο στην τρίτη εκχύλιση αυξανόταν η συγκέντρωση του προσροφημένου χρώματος και η παρουσία των κόκκινων και κίτρινων αποχρώσεων. Η χροιά (h) είναι στην ίδια χρωματική περιοχή του κόκκινο-πορτοκαλί και στις δύο μελέτες. Η μεγαλύτερη τιμή της φωτεινότητας (L) που μετρήθηκε στην παρούσα έρευνα πιθανόν να οφείλεται στη μικρότερη χρωματική ισχύ και στην ανοιχτόχρωμη απόχρωση που είχαν τα τρία μάλλινα δείγματα.

Σε εργασία της Τσούκα (2014), έγινε βαφή μάλλινου δείγματος με υδατικό εκχύλιμα τμήματος ρίζας από ριζάρι και χρήση προστύμματος στυπτηρίας. Αν και ήταν διαφορετική η μεθοδολογία εκχύλισης και βαφής, τα αποτελέσματα είναι παρόμοια με της παρούσας έρευνας. Ειδικότερα, η μέτρηση της τιμής UPF του μάλλινου δείγματος που είχε βαφεί με το εκχύλιμα βρέθηκε ίση με την τιμή UPF του μάλλινου δείγματος που βάφθηκε με το δεύτερο εκχύλιμα της παρούσας έρευνας. Το αποτέλεσμα της αντοχής του

χρώματος στην πλύση ήταν μέτριο (3) και συμφωνεί με το βαμμένο δείγμα από την τρίτη εκχύλιση, ενώ η αντοχή στην υγρή και ξηρή τριβή είναι παρόμοιες με το πρώτο και δεύτερο δείγμα της παρούσας έρευνας. Στην εργασία της Ζαρκογιάννη (2008), όπου μελετήθηκε η βαφή μάλλινων δειγμάτων με *R. tinctorum*, υπήρχαν διαφορές με την παρούσα έρευνα ως προς τη μεθοδολογία. Πιο αναλυτικά, χρησιμοποιήθηκε φυσική χρωστική του εμπορίου, τηρήθηκε διαφορετική αναλογία με το νερό και διαφορετικές ήταν οι διαδικασίες της υδατικής εκχύλισης, της πρόστυψης του δείγματος καθώς και της βαφής. Παρόλα αυτά τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι παρόμοια και μπορούν να συγκριθούν. Παρατηρήθηκε ότι ήταν μέτρια η αντοχή των χρώματος των μάλλινων δειγμάτων, τόσο στην **Ξηρή** όσο και στην **Υγρή Τριβή**. Τα αποτελέσματα της οπτικής παρατήρησης της παραπάνω έρευνας (ως προς την ξηρή και υγρή τριβή), συμφωνούν απόλυτα με τα αποτελέσματα των τριών εκχυλίσεων της παρούσας εργασίας όπως και η αντοχή του χρώματος των μάλλινων δειγμάτων που βάφθηκαν με το πρώτο και δεύτερο εκχύλισμα. Επίσης, έγινε έλεγχος της αντοχής του χρώματος στην **Ηλιακή Ακτινοβολία** και τα αποτελέσματα συμφωνούν με την παρούσα έρευνα. Το χρώμα από το ριζάρι παρουσίασε αρκετή αντοχή στη συγκεκριμένη δοκιμή όταν χρησιμοποιήθηκε ως πρόστυμμα η στυπτηρία, όπως και στην παρούσα έρευνα.

Στην έρευνα της Μικροπούλου (2008) επίσης μελετήθηκε η βαφή μάλλινων δειγμάτων με *R. tinctorum*. Χρησιμοποιήθηκε διαφορετική μεθοδολογία για την εκχύλιση, την πρόστυψη και τη βαφή, όμως τα τελικά αποτελέσματα της αντοχής του χρώματος στην **Πλύση**, συμφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Δεν υπήρξε καμία μεταφορά του χρώματος από το δείγμα στον πολύινο μάρτυρα και συμφωνεί απόλυτα με τη **άριστη** συμπεριφορά των τριών μάλλινων δειγμάτων σε αυτή τη δοκιμή. Ως προς το ξεθώριασμα του μάλλινου δείγματος υπήρξε διαφορά γιατί στην παραπάνω εργασία παρέμεινε σταθερό το χρώμα, ενώ στην παρούσα έρευνα αλλοιώθηκε το χρώμα του δείγματος.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την οπτική παρατήρηση των χρωμάτων στα τρία δείγματα που βάφθηκαν με τα τρία διαδοχικά εκχυλίσματα του ίδιου φυτικού ιστού (ρίζα) διαπιστώθηκε ότι τα χρώματα ήταν στην **ίδια** χρωματική περιοχή με μικρές διαφορές στην απόχρωση. Η κόκκινη και η κίτρινη χρωστική στα βαμμένα δείγματα

αυξανόταν με τις συνεχόμενες εκχυλίσεις και γινόταν αντιληπτό οπτικά από το κόκκινο – πορτοκαλί χρώμα των δειγμάτων.

Η συγκέντρωση του προσροφημένου χρώματος (C) από το μάλλινο υπόστρωμα ήταν **παρόμοια** και στα τρία δείγματα. Παρατηρήθηκε ότι αυξανόταν η συγκέντρωση του χρώματος από την πρώτη προς την τρίτη εκχύλιση. Η παραπάνω συμπεριφορά πιθανόν να οφείλεται σε χρωστικές οι οποίες εισέρχονται στο υδατικό εκχύλισμα και έχουν μεγαλύτερη συγγένεια με την μάλλινη ίνα.

Σύμφωνα με τους κωδικούς Pantone και την οπτική σύγκριση, τα χρώματα είναι σε κοντινές αποχρώσεις.

Στις δοκιμές αντοχής του χρώματος στην Ξηρή και στην Υγρή Τριβή, τα τρία μάλλινα δείγματα τα οποία βάφθηκαν με τις συνεχόμενες εκχυλίσεις, είχαν **παρόμοια** συμπεριφορά. Η αντοχή των χρωμάτων ως προς το λέκκασμα του βαμβακερού μάρτυρα ήταν μέτρια και κυμαινόταν μεταξύ 3-4. Στην δοκιμή της ξηρής τριβής παρατηρήθηκε μικρότερη αντοχή στο δείγμα που βάφθηκε με το τρίτο εκχύλισμα ενώ στην υγρή τριβή το ίδιο δείγμα είχε τη μεγαλύτερη αντοχή.

Η προστασία από την UV ηλιακή ακτινοβολία που παρείχαν και τα τρία βαμμένα μάλλινα δείγματα ήταν **άριστη και πολύ καλή** με πολύ μικρές διαφορές στην τιμή UPF.

Κατά τη δοκιμή αντοχής του χρώματος στην πλύση, η συμπεριφορά και των τριών δειγμάτων ήταν το **ίδιο άριστη** ως προς το λέκκασμα του πολυίνου μάρτυρα. Η αντοχή του χρώματος των ίδιων των δειγμάτων ήταν μέτρια ως προς το ξέβαμμα.

Στις δοκιμές αντοχής του χρώματος στον Ώξινο και στον Αλκαλικό Ίδρώτα, ήταν **παρόμοια** η συμπεριφορά και των τριών δειγμάτων ως προς το λέκκασμα του πολυίνου μάρτυρα. Μετά τον οπτικό έλεγχο, παρατηρήθηκαν αρκετά καλά αποτελέσματα και ελάχιστο έως μέτριο λέκκασμα όλων των ινών του μάρτυρα. Αρκετά καλή ήταν η αντοχή του χρώματος των τριών δειγμάτων στις παραπάνω δοκιμές και υπέστησαν ελαφρύ ξέβαμμα.

Τα αποτελέσματα της έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία έδειξαν ότι επηρεάστηκαν το **ίδιο** και τα τρία δείγματα τα οποία παρουσίασαν μέτρια αντοχή. Η οπτική αλλαγή των δειγμάτων είχε τιμές 3 και 4, δηλαδή ήταν παρόμοια με τον 3° και 4° μπλε μάρτυρα.

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων στα τρία μάλλινα δείγματα, που βάφθηκαν με τα τρία διαδοχικά εκχυλίσματα του ίδιου τμήματος ρίζας του φυτού *R. tinctorum*, προέκυψε ότι δεν υπάρχουν σημαντι-

κές διαφορές ως προς την αντοχή του χρώματος στις δοκιμές της πλύσης, του όξινου και του αλκαλικού ιδρώτα, της ξηρής και υγρής τριβής, καθώς και της ηλιακής ακτινοβολίας. Επιπλέον, το χρώμα των δειγμάτων είναι σε κοντινές αποχρώσεις και τα βαμμένα δείγματα παρέχουν άριστη και πολύ καλή προστασία από την UV ηλιακή ακτινοβολία.

Το συμπέρασμα του πειράματος είναι ότι μπορεί να γίνει χρήση του ίδιου φυτικού υλικού (ρίζα του *R. tinctorum*) σε τρεις διαδοχικές υδατικές εκχυλίσματα για τη βαφή διαφορετικών μάλλινων υφασμάτων χωρίς να διαφοροποιείται σημαντικά η αντοχή

του χρώματος σε βασικές δοκιμές αντοχής. Το πείραμα επομένως καταδεικνύει αφενός ότι μπορεί να γίνει τριπλή επανάχρηση του φυτού *R. tinctorum* ως χρωστικής των υφασμάτων με τα αποτελέσματα της βαφής να είναι πολύ καλά χωρίς να διαφοροποιούνται σε σημαντικό βαθμό και αφετέρου με αυτήν την τεχνική να επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση φυτικών πόρων. Για τους λόγους αυτούς το συγκεκριμένο φυτικό είδος θα μπορούσε να αποτελέσει μια νέα εναλλακτική καλλιέργεια με σκοπό την παραγωγή χρωστικών συστατικών, συμβάλλοντας έτσι στη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη.

Comparative control of dye properties of successive aqueous extracts of the plant *Rubia tinctorum* L. (madder) during the dyeing of woolen fabrics.

Tsouka Niki¹, Nikolaidis Nikolaos², Lazari Diamanto³, Theodoropoulos Konstantinos¹

ABSTRACT

This research paper deals with the comparative control of the pigment properties imparted by successive aqueous extracts of the plant *Rubia tinctorum* (madder), during the dyeing of woolen fabric samples. Initially, during the experimental process, the same plant material of the specific species underwent three consecutive extractions, followed by dyeing of wool samples and finally a comparison of the dyed samples in terms of their resistance to various stresses. The aim of the experiment was to investigate whether the use of successive extracts of the same plant material significantly differentiates the pigment properties in each respective dye. The three different extracts that emerged were the dye bath of three wool samples. After painting, measurements of the paint's resistance to various stresses based on specific ISO-105 standards followed. Measurements of the adsorbed color of the samples were made first. This was followed by measurements of the paint's resistance to dry and wet abrasion, washing, acidic and alkaline sweat, sunlight, and then measurement of the sun protection (UPF) provided by the stained samples by inhibiting ultraviolet permeability or ultraviolet permeability. Finally, comparisons of the measurements were made and the final conclusions of the research were presented. The purpose of the experiment was to investigate whether and to a greater extent the intensive (repeated) use of plant tissues in the dyeing of fabrics, can contribute to the saving of natural resources, thus contributing to the sustainable development and protection of the natural environment in general, given that plants can be considered to some extent renewable natural resources.

Keywords: *Rubia tinctorum*, woolen cloth, UPF, washing, wet rubbing, dry rubbing, acid sweat, alkaline sweat, sunlight.

¹Laboratory of Forest Botany-Geobotany, School of Forestry and Natural Environment, ATh, 54124 Thessaloniki, e-mail: nikits31@gmail.com, ktheodor@for.auth.gr

²Laboratory of Chemistry and Technology of Polymers and Colors, Chemistry School, ATh, 54124 Thessaloniki, e-mail: nfnikola@chem.auth.gr

³Laboratory of Pharmacognosy, School of Pharmacy, ATh, 54124 Thessaloniki, e-mail: dlazari@pharm.auth.gr

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agarwal K., Varma, R. 2015. Ethnobotanical study of antilithic plants of Bhopal district. *Journal of Ethnopharmacology* 174: 17–24.
- Derksen G.C.H. 2001. «Red, redder, madder: analysis and isolation of anthraquinones from madder roots (*Rubia tinctorum*)», Διδακτορική Διατριβή, Wageningen University, p. 150.
- Derksen G.C.H. and Van Beek T.A. 2002. “*Rubia tinctorum* L.” in Atta-ur-Rahman (Ed.) *Studies in Natural Products Chemistry*, Vol 26, © 2002 Elsevier Science B.V.
- Dimopoulos P., Th. Raus, E. Bergmeier, Th. Constantinidis, G. Iatrou, S. Kokkini, A. Strid, & D. Tzanoudakis. 2013. *Vascular plants of Greece: An annotated checklist*. - Berlin: Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem; Athens: Hellenic Botanical Society. [Englera 31].
- Ελευθεριάδης Ι., Νικολαΐδης Ν., Τσατσαρώνη Ε. 2015. «Χημεία και Τεχνολογία του Χρώματος», Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα www.kallipos.gr, Αθήνα.
- Feiz M., Norouzi H. 2015. Dyeing and Adsorption Studies of Madder (*Rubia tinctorum*) on Wool Fabrics. *Materials Science (Medziagotyra)* 21(1): 81-86.
- Καββάδας Σ.Δ. 1956. «Εικονογραφημένον Βοτανικόν Φυτολογικόν Λεξικόν», Εκδόσεις Πελεκάνος, Ξένου Γ.Π., Αθήνα.
- Methods of Test for Colour Fastness of Textiles and Leather. The Society of Dyers and Colourists. BS 1006:1990. Bradford UK.
- Μικροπούλου Ε. 2008. «Κωδικοποίηση, Συνθετική Αναπαραγωγή, Φυσικοχημική Μελέτη και Αξιολόγηση των δυνατοτήτων αναβιώσεως χρωστικών και μεθόδων βαφής που χρησιμοποιήθηκαν στην Υφαντουργία του 19^{ου} και πρώιμου 20^{ου} Αιώνα». Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Ody P. 2000. «The Herb Society’s Πλήρης Οδηγός Φαρμακευτικών Βοτάνων». Γιαλλέλης-Dorling Kindersley, Αθήνα, p. 206.
- Shikov A.N., Narkevich I.A., Flisyuk E.V., Luzhanin V.G., Pozharitskaya O.N. 2021. Medicinal plants from the 14th edition of the Russian Pharmacopoeia, recent updates. *Journal of Ethnopharmacology* 268, 113685.
- Strid A. and K. Tan (eds). 1997. *Flora Hellenica*. Vol. 1. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Τσούκα Ν. 2014. «Φυτικές Βαφές σε κλωστοϋφαντουργικά υπόβαθρα από την χλωρίδα της περιοχής του Ν. Κιλκίς». Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ένδυσης, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κεντρικής Μακεδονίας.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. 1976. «Flora Europaea», Vol. 4, Cambridge University Press.
- Urbas R., Sluga F., Miljkovic J. 2012. Comparison of in vitro and in vivo ultraviolet protective properties of PET textile samples. *Acta dermatovenerologica Alpina, Panonica, et Adriatica* 21(1): 11-14.
- Ζαρκογιάννη Μ. 2008. «Χρώμα, Αντοχή και Ταυτοποίηση Χρωστικών της Παραδοσιακής Υφαντουργίας Κόκκινες και Κίτρινες». Μεταπτυχιακή Εργασία, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

- <https://eol.org/pages/1107374/articles> τελευταία επίσκεψη 23/03/2020
- http://portal.cybertaxonomy.org/flora-greece/cdm_dataportal/taxon/cb690ded-54fe-4e6e-af2b-bb22977a8a17 τελευταία επίσκεψη 23/12/2020
- <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Rubia+tinctorum> τελευταία επίσκεψη 23/03/2020
- <https://eol.org/pages/1107374/articles> τελευταία επίσκεψη 23/03/2020
- <https://eol.org/pages/1107374/articles#Uses> τελευταία επίσκεψη 23/03/2020
- https://www.flowmagazine.gr/mpataria_apo_futa/ (Αδαμόπουλος Α. 2012) τελευταία επίσκεψη 23/03/2020

Συμβολή στη μελέτη των Μνημειακών δένδρων στην Ελλάδα: η περίπτωση των πλατάνων της Θεσσαλονίκης

Γρηγοριάδης Νικόλαος¹, Καγιαλή Χάιδω², Κουτσιανίτης Δημήτρης², Κεχαγιά Θεοδώρα³, Παπαϊωάννου Ευγενία², Γρηγοριάδης Σάββας³, Μιξαφέντης Νικόλαος⁴, Ματζίρης Ευάγγελος⁴, Τσιτσώνη Θέκλα², Μπαρμπούτης Ιωάννης²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα γηραιά δένδρα που βρίσκονται στο αστικό περιβάλλον υποβάλλονται σε πιέσεις που επηρεάζουν σημαντικά την υγεία τους και μειώνουν τη διάρκεια ζωής τους. Κάποια άτομα όμως καταφέρνουν να επιβιώσουν και έτσι να αποκτήσουν εντυπωσιακές διαστάσεις δηλ. μνημειακά χαρακτηριστικά. Οι ιδιαίτερες αξίες τους, καθώς επίσης οι κίνδυνοι και οι απειλές που διατρέχουν τα ίδια αλλά και το περιβάλλον τους, αξιώνουν πρωταρχικά μια ειδική απογραφή και διαρκή παρακολούθηση. Οι εργασίες αυτές αποτελούνται από μετρήσεις και εκτιμήσεις βιομετρικών παραμέτρων, οι οποίες στην παρούσα μελέτη εφαρμόστηκαν σε τέσσερα γηραιά άτομα του είδους *Platanus orientalis* που βρέθηκαν στον αστικό ιστό του Δήμου Θεσσαλονίκης. Ορισμένα από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι οι παρόμοιες ηλικίες των τρυπανιδίων - κατ' επέκταση των 4 πλατάνων της Θεσσαλονίκης (166, 160, 191 και 169 έτη) - και η ελάχιστη σθηθαία διάμετρος (και ηλικία) των Μνημειακών δένδρων (100cm/100έτη). Τέλος, εντοπίζονται κενά γνώσεων και εμπειρίας σε διάφορα θέματα τα οποία αφορούν υπέργηρα, μεγάλα και κατά συνέπεια μνημειακά δένδρα πόλεων, όπως για παράδειγμα στατική και δυναμική ανάλυση, εκτίμηση επικινδυνότητας, συντελεστή ασφάλειας, προϋποθέσεις για την αναγνώριση, την ανακήρυξη, τη διατήρηση-ασφάλεια και τη διαχείριση τους μέσα από ένα ολοκληρωμένο σύστημα λήψης αποφάσεων.

Λέξεις κλειδιά: πλάτανος, μνημεία φύσης, βιομετρικές παράμετροι, εκτίμηση επικινδυνότητας, στατική ανάλυση, συντελεστής ασφάλειας

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επιβλητικότητα ενός δένδρου πάντοτε προσελκύει την προσοχή του ανθρώπου και τα είδη που αποκτούν σημαντικές διαστάσεις ή ηλικία, συχνά συνοδεύονται από θρησκευτικό ή κοινωνικό-πολιτιστικό συμβολισμό (Chen, 2015). Τα δένδρα καθώς γερνούν αναπτύσσουν χαρακτηριστικά μνημειακού ενδιαφέροντος. Τέτοια χαρακτηριστικά απεικόνισης της γήρανσης αποτελούν οι διάφορες παραμορφώσεις του κορμού και των κύριων κλάδων, όπως στρεψοίνα, ραγάδες, σπασίματα, ρόζοι και κοιλότητες (Read,

2000, Woodland Trust, 2008).

Η δομική και μορφολογική τους πολυπλοκότητα φιλοξενεί μια πλούσια συλλογή μικρο-βιοτόπων στην οποία κατοικούν πληθώρα ειδών χλωρίδας, πανίδας και μικροοργανισμών (Woodland Trust, 2009). Τα πολυάριθμα αυτά ενδιαιτήματα διευρύνουν το οικολογικό εύρος του οικοσυστήματος των ηλικιωμένων δέντρων (Stagoll et al., 2012). Επίσης, το γονιδίωμα τους λειτουργεί ως γενετική δεξαμενή για την ενίσχυση της βιοποικιλότητας στα αστικά τοπία (Abendroth et al., 2012). Ακόμα, μεγάλα και υγιή δένδρα μπορούν

¹Έρευντής ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ/ΙΔΕ Θεσσαλονίκη, E-mail: grig_nick@fri.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, E-mail: cskagiali@econ.auth.gr

³Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, E-mail: koutsian@for.auth.gr

⁴Δασολόγος-Περιβαλλοντολόγος, Θεσσαλονίκη, E-mail: theodorkech@gmail.com

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, E-mail: eapapaioa@agro.auth.gr

³Δασολόγος-Περιβαλλοντολόγος, Θεσσαλονίκη, E-mail: grigoriadisavvas@gmail.com

⁴Δασολόγος-Περιβαλλοντολόγος, Δήμος Θεσσαλονίκης, E-mail: n.mixafentis@thessaloniki.gr

⁴Δασολόγος-Περιβαλλοντολόγος, Δήμος Θεσσαλονίκης, E-mail: v.matziris@thessaloniki.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, E-mail: tsitsoni@for.auth.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, E-mail: jbarb@for.auth.gr

να δεσμεύσουν 60-70 φορές μεγαλύτερη ποσότητα άνθρακα από την ατμόσφαιρα σε σχέση με μικρότερα δένδρα (McPherson et al., 1999). Τέλος, η σχετικά μεγάλη φυλλική επιφάνεια των ώριμων δένδρων συχνά παρέχει περισσότερο σκιά από τα μικρότερα δέντρα, οδηγώντας σε αυξημένα πιθανά οφέλη, όπως η μείωση της έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία (Nowak, 2004).

Σύμφωνα με τη Read (2000), τα γηραδιά δέντρα που βρίσκονται στο αστικό περιβάλλον καταπονούνται από δραστηριότητες που επηρεάζουν σημαντικά την υγεία τους και μειώνουν τη διάρκεια ζωής τους, όπως είναι οι υπερβολικές κλαδεύσεις, η αποκοπή ριζών, οι ρύποι, η ξηρασία, η υπερβολική συμπίεση του εδάφους και οι βανδαλισμοί. Σύμφωνα με την ίδια συγγραφέα μάλιστα, οι εργασίες ανασκαφής πρέπει να πραγματοποιούνται σε απόσταση δεκαπενταπλάσια της στηθιαίας διαμέτρου του δένδρου και οι κλαδεύσεις να περιορίζονται στις απολύτως απαραίτητες (Read, 2000).

Στην Ελλάδα η θεσμοθετημένη μέθοδος προστασίας αιωνόβιων δένδρων αποτελεί η ανακηρυγή τους ως «Διατηρητέα Μνημεία Φύσης», σύμφωνα με το άρθρο 6 Ν.3739/2011 και την τελευταία τροποποίηση με το Ν.4685/2020. Στην κατηγορία αυτή γενικότερα εντάσσονται στοιχεία του τοπίου που αποτελούν μεμονωμένα δένδρα ή μικρές συστάδες δένδρων με ιδιαίτερη οικολογική, βιολογική, επιστημονική και αισθητική αξία, διαθέτουν σημαντικότατο μνημειακό χαρακτήρα και είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την ιστορική και πολιτισμική ταυτότητα του τόπου.

Από τα «Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης», αυτά που πλειοψηφούν ως είδος και ταυτόχρονα κρυσταλλώνουν το ρόλο τους ως εθνικά μνημεία φύσης, αξία προστασίας για εθνικούς σκοπούς, είναι τα πλατάνια (Μέριανος, Γ., 2017). Τα συγκεκριμένα δένδρα, αποτελούν ένα εργαλείο του πεδίου ανασυγκρότησης των θρησκευτικών και εθνικών αναμνήσεων (Μέριανος, 2017). Ο ανατολικός πλατάνος ή *Platanus orientalis* L. αποτελεί ένα διαδεδομένο δένδρο, που απαντάται στη νοτιοανατολική Ευρώπη και σε ολόκληρη τη Μέση Ανατολή και δυτική Ασία. Είναι φυλλοβόλο δένδρο, που φθάνει γρήγορα σε μεγάλες διαστάσεις, και το χαρακτηρίζει η μακροζωία. Στην Ευρώπη το είδος παρακμάζει τόσο λόγω υποβάθμισης των οικοτόπων του, όσο και εξαιτίας του μύκητα *Ceratocystis platanii* (IUCN, 2018).

Για την ανακήρυξη των αιωνόβιων δέντρων ως «Διατηρητέα Μνημεία Φύσης» συντάσσονται από εξειδικευμένους επιστήμονες, Ειδικές Εκθέσεις, με

σκοπό την αποτίμηση της τρέχουσας κατάστασης τους, την αξιολόγηση της επικινδυνότητάς τους και τη χρονολόγησή τους. Στο πλαίσιο αυτό, και μετά από πρόσκληση του Τμήματος Αλσών Δενδροστοιχιών και Φυτωρίων της Διεύθυνσης Διαχείρισης Αστικού Περιβάλλοντος του Δήμου Θεσσαλονίκης, συγκροτήθηκε μια ομάδα επιστημόνων για την σύνταξη Ειδικής Έκθεσης με σκοπό την ανακήρυξη τεσσάρων αιωνόβιων πλατανιών που βρίσκονται στα διοικητικά όρια του Δήμου, και τα οποία επιβίωσαν της πυρκαγιάς του 1917 (Kagiali and Tsitsoni, 2019).

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η αξιολόγηση της κατάστασης, δένδρων τα οποία είναι υποψήφια για την ανακήρυξη τους ως Διατηρητέων Μνημείων της Φύσης με τη χρήση του Πρωτοκόλλου Εκτίμησης Επικινδυνότητας (Παράρτημα Πίνακας II,III, IV Tree Risk Assessment Form) του ISA (International Society of Arboriculture), η ενίσχυση της αξιολόγησης της κατάστασης (υποψήφια και μη) Μνημειακών δένδρων με τη χρήση περισσότερο αναλυτικών μεθόδων πχ στατική και δυναμική ανάλυση, δενδροχρονολόγηση, υποστηρικτικές κατασκευές και υπολογισμοί φορτίων. Τέλος με βάση την παραπάνω αναλυτική προσέγγιση προτείνεται η υιοθέτηση ενός σύγχρονου συστήματος λήψης αποφάσεων για την επιλογή, προστασία και διαχείριση μνημειακών δένδρων.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η Θεσσαλονίκη αναπτύσσεται κατά μήκος της βορειοανατολικής ακτής του Θερμαϊκού Κόλπου (Β.Π.40°38', Α.Μ.22°57'). Η γεωμορφολογία ήταν καθοριστικό στοιχείο στην επιλογή της θέσης για την ίδρυση της πόλης (Δημητριάδης, 1983). Το κλίμα της περιοχής είναι Μεσογειακό. Η μέση ετήσια σχετική υγρασία του αέρα είναι 68%. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 16,08°C και η μέση μέγιστη 26,9°C και το ύψος βροχής στη βλαστητική περίοδο (Μάρτιο-Σεπτέμβριο) είναι 204,3 χιλ., σύμφωνα με στοιχεία από το Τμήμα Περιβαλλοντικών Δράσεων του Δήμου Θεσσαλονίκης, που αφορούν την περίοδο 1995-2003. Οι άνεμοι που επηρεάζουν την πόλη της Θεσσαλονίκης είναι ισχυροί (40 χιλ/ώρα) και έχουν διεύθυνση Β, ΒΑ, Ν, και ΝΔ. Ειδικότερα ο Βαρδάρης (ΒΔ), αποτελεί άνεμο που πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψη λόγω της ψυχρότητας και της ξηρότητας του, αλλά και σε συνδυασμό με ημέρες ολικού παγετού. Τα πετρώματα πάνω στα οποία θεμελιώθηκε η πόλη είναι τόσο τα μεταμορφωμένα και πυριγενή του υπόβαθρου παλαιοζωικής-μεσοζωικής ηλικίας, όσο

και νεογενείς τεταρτογενείς αποθέσεις (Λεβεντάκης, 2003). Ειδικότερα, η περιοχή του Ιστορικού Κέντρου καλύπτεται από υλικά προσφάτων και ιστορικών επιχωματώσεων. Γενικά οι επιχωματώσεις είναι χαλαροί και με κακή γεωμηχανική συμπεριφορά σχηματισμοί, με πάχη που φθάνουν μέχρι και 20 μέτρα, καλύπτοντας κυρίως τους σχηματισμούς του νεογενούς (Πάνου, 2007). Η περιοχή υπάγεται στην παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*), που αποτελεί μια ιδιόμορφη μεταβατική ζώνη βλάστησης από τα αειφύλλα πλατύφυλλα στα ξηρόφιλα φυλλοβόλα (λοφώδης, υποορεινή). Ειδικότερα ανήκει στην υποζώνη *Ostryo-Carpinion* και στον αυξητικό χώρο *Coccifero-Carpinetum* (Αθανασιάδης, 1982).

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Η παρούσα έρευνα έλαβε χώρα από τον Μάρτιο του 2019 έως τον Ιούνιο του ίδιου έτους στην περιοχή του Δήμου Θεσσαλονίκης. Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε οπτική περιγραφή, εκτίμηση επικινδυνότητας και δενδροχρονολόγηση τεσσάρων γηραιών πλατανιών (*Platanus orientalis*) που προτάθηκαν από το Τμήμα Αλσών Δενδροστοιχιών και Φυτωρίων της Διεύθυνσης Διαχείρισης Αστικού Περιβάλλοντος Δήμου Θεσσαλονίκης, λόγω της μεγάλης τους ηλικίας και της οικολογικής-πολιτισμικής αξίας.

Για την απογραφή των προτεινόμενων (4) πλατανιών όσον αφορά τη γενική τους κατάσταση, την υγεία και τον βαθμό επικινδυνότητάς τους για τους πολίτες, τις υποδομές, το περιβάλλον και τυχόν υλικές ζημιές που ενδέχεται να προκληθούν εάν κάποιος προβληματικός ιστός αποτύχει, χρησιμοποιήθηκε το Πρωτόκολλο Εκτίμησης Επικινδυνότητας Δένδρων του ISA (International Society of Arboriculture). Με βάση τα δεδομένα που εισάγονται, το πρωτόκολλο (Πίνακας II, III, IV) κατατάσσει τον βαθμό επικινδυνότητας του δένδρου ενδιαφέροντος σε τετραβάθμια κλίμακα (1.Χαμηλή, 2.Μέτρια, 3.Υψηλή, 4.Ακραία) σε σχέση με κάθε στόχο (ανθρώπινος παράγοντας, υποδομές, λοιπές υλικές ζημιές, περιβάλλον). Η τελική αξιολόγηση πραγματοποιείται μέσω εκτίμησης επικινδυνότητας των επιμέρους προβληματικών ιστών όσον αφορά τους παραπάνω στόχους και για κάθε ιστό γίνεται αποδεκτή η υψηλότερη τιμή επικινδυνότητας. Για τη συμπλήρωση του πρωτοκόλλου εκτίμησης επικινδυνότητας (ISA) πραγματοποιήθηκε οπτική περιγραφή (VTA) και φωτογράφιση των ατόμων και του περιβάλλοντα χώρου, καθώς και δασοκομικές μετρήσεις. Η υψομέτρηση πραγματοποιήθηκε μέσω ηλεκτρονικού οργάνου vertex, η μέτρηση της

περιμέτρου μέσω μετροταινίας (αναγωγή σε διάμετρο) και η μέτρηση της κόμης σε ορθόγωνο (B, BA, A, NA, N, NΔ, Δ, ΒΔ). Βοηθητικά χρησιμοποιήθηκαν επίσης, πυξίδα και κλισίμετρο.

Η λήψη στοιχείων για την αύξηση-δενδροχρονολόγηση έλαβε χώρα τον Απρίλιο του 2019. Περιλάμβανε συλλογή 12 τρυπανιδίων από τα 4 δένδρα ενδιαφέροντος, και βοηθητικά τεσσάρων ακόμη τρυπανιδίων από 2 δένδρα παρόμοιων σταθμικών συνθηκών (Τούμπα και Πάρκο ΧΑΝΘ). Η δειγματοληψία είχε κατεύθυνση από το εξωτερικό (ζωντανό) μέρος του δένδρου προς το εσωτερικό του κεντρικού τμήματος/εντεριών (στο σθιαίο ύψος/1,30 μ.) και σε κάθετες τομές, περιμετρικά του κάθε δένδρου. Τα τρυπανίδια λήφθηκαν με την τρυπάνη του Pressler (μήκους 60 cm), που αποτελεί αποτελεσματική μέθοδο δειγματοληψίας για τη μέτρηση της αύξησης και της ηλικίας των ιστάμενων δένδρων. Οι τρυπάνες διαμέτρου 5mm είναι οι πλέον κατάλληλες για την ανάλυση της πυκνότητας. Τα τρυπανίδια που εξήχθησαν τοποθετήθηκαν άμεσα σε ειδική ξύλινη βάση με εγκοπές (αυλάκια) ανάλογες με το πάχος της τρυπάνης. Επίσης, τα ανοίγματα που προέκυψαν από τη δειγματοληψία απολυμάνθηκαν και στη συνέχεια σφραγίστηκαν με ειδικό υλικό (Schweingruber, 1988).



Εικόνα 1. Φωτογραφία που απεικονίζει ένα αυξητικό δακτύλιο ανατολικού πλατάνου της Θεσσαλονίκης με το πρώιμο και το όψιμο ξύλο

Picture 1 . Foto with annual ring of oriental plane in Thessaloniki showing the early and late wood

Τα τρυπανίδια στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Τεχνολογίας Ξύλου (Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ), όπου υπολογίστηκε η ηλικία του δένδρου με τη μέθοδο των ελλειπών τρυπανιδίων, το πλάτος αύξησης και η πυκνότητα, με τη βοήθεια οργάνου ανάλυσης πλάτους αυξητικών δακτυλίων και πυκνότητας ξύλου Lignostation (Εικόνα 1). Η προετοιμασία των δειγμάτων για μέτρηση, περιελάμβανε τη λείανση των εγκάρσιων τομών με χρήση της κοπτικής κεφαλής, την οπτική σάρωση της επιφάνειας του ξύλου με χρήση της ψηφιακής κάμερας υψηλής ανάλυσης LignoScor, τη σάρωση της επιφάνειας με χρήση του ανιχνευτή Lignoscan HF, και τέλος τη μέτρηση και ανάλυση του πλάτους αυξητικών δακτυλίων και της πυκνότητας του ξύλου με το κατάλληλο λογισμικό. Οι τελικές ηλικιακές τιμές προέκυψαν με τη χρήση μοντέλου το οποίο συσχετίζει την ηλικία με την αύξηση (περιφέρεια του κορμού) ανά είδος και ποιότητα του σταθμού (μέθοδος του ελλειπών τρυπανιδίου). Οι μετρήσεις της πυκνότητας των δακτυλίων (ελάχιστη στο πρώιμο-μέγιστη στο όψιμο ξύλο) εξυπηρετούν πρώτον στην ευκολότερη διάκριση των αυξητικών δακτυλίων μεταξύ τους και δεύτερον στην αξιολόγηση της κατάστασης της υγείας του ξύλου (στάδιο σήψης).

Τέλος για την καλύτερη εκτίμηση της κατάστασης των υποψηφίων Μνημειακών δένδρων έγινε η χρήση στατικών αναλύσεων (basic stability analysis των Wessoly & Erb 2018) οι οποίες αποτελούν μέρος της αναγνωρισμένης μεθόδου SIA (Static Integrated Assessment), η οποία και αποτελεί συνέχεια της οπτικής μεθόδου (VTA).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πλατάνι Δ1

Το πλατάνι Δ1 (Κάστρα), βρίσκεται στη συμβολή των οδών Ακροπόλεως και Επταπυργίου σε υψόμετρο περίπου 139 m. Η ανάπτυξη του φαίνεται να ευνοήθηκε από την ύπαρξη τόσο των κοντινών εγκαταστάσεων ύδρευσης της Μονής Βλατάδων (Δημητριάδης, 2008), όσο και από το φυσικό «Χείμαρρο της Ροτόντας» κατά Μπλιώνη και Τρεμόπουλο (2017), ο οποίος αποτελούσε προϊόν δύο μικρότερων χειμάρρων, ένας εκ των οποίων ξεκινούσε από την περιοχή. Η κοίτη του χειμάρρου αυτού φαίνεται με βάση εκτιμήσεις να ακολουθεί διεύθυνση ανάλογη με αυτήν όπου βρίσκεται τα πλατάνια ενδιαφέροντος.

Σήμερα, η στηθαία του διάμετρος είναι 122 εκ. και το ύψος του 12 μ. Το μεγαλύτερο μέρος του κορμού του έχει νεκρωθεί και ο κορμός του στηρίζεται

μέσω μίας κολώνας από οπλισμένο σκυρόδεμα, που σύμφωνα με μαρτυρίες κατοίκων κατασκευάστηκε προ τριακονταετίας με σκοπό την προστασία του. Ο κορμός του πλατανιού Δ1 έχει κλίση 26° προς ανατολάς και το ζωντανό τμήμα του κορμού βρίσκεται στην δυτική πλευρά. Σύμφωνα με τα τρυπανίδια που εξήχθησαν από το ζωντανό τμήμα, το πάχος του υγιούς ιστού δεν ξεπερνά τα 6,5 cm (από τα 61 cm που είναι και το μέγεθος της ακτίνας του) στο νότιο τμήμα, ενώ στο δυτικό, ο υγιής ιστός περιορίζεται στα 3,4 cm. Ο υπόλοιπος ιστός του δέντρου εσωτερικά προς το εγκάρδιο ξύλο, είτε λείπει εντελώς (ανατολικό τμήμα), είτε βρίσκεται σε προχωρημένη σήψη.

Το εμβαδόν της προβολής της κόμης του είναι 80,3 m² και εμφανίζει ασυμμετρία ως προς το άξονα βορά-νότου, με το νότιο τμήμα της κόμης να είναι σχεδόν διπλάσιο του βόρειου σε εμβαδόν. Παρατηρούνται επίσης ορισμένα ξερά και σπασμένα κλαδιά μέγιστης διαμέτρου 3 cm. Ακόμα η απουσία κορυφής (σημάδια σπασίματος), η όψη του κορμού και ορισμένες μαρτυρίες κατοίκων πιθανολογούν ενδεχόμενο χτύπημα από κερανό.

Το ριζικό του σύστημα έχει υποστεί σοβαρές απώλειες από την θεμελίωση της διπλανής κολώνας της ΔΕΗ, καθώς και από τα πολλαπλά έργα οδοποιίας. Ο ριζικός κόμβος είναι διογκωμένος και το μεγαλύτερο τμήμα του δεν είναι εμφανές λόγω επικάλυψης με τσιμέντο. Το έδαφος στην περιοχή είναι καλυμμένο από άσφαλτο και μπετόν, γεγονός που δυσχεραίνει τον αερισμό και αυξάνει την συμπύεση του. Ακόμα, η εικόνα του κορμού μας προδιαθέτει για ενδεχόμενη σήψη των κύριων (στηρικτικών) ριζών.

Σύμφωνα με την παραπάνω γενική περιγραφή και εκτίμηση επικινδυνότητας (Παράρτημα Πίνακας II), ο κορμός του πλατανιού Δ1 αξιολογήθηκε να είναι ακραίας επικινδυνότητας, το ριζικό σύστημα αξιολογήθηκε ως υψηλής επικινδυνότητας και η κόμη αξιολογήθηκε ως χαμηλής επικινδυνότητας. Η χρήση μεγαλύτερης (μαθηματικής) ανάλυσης (SIA) έδειξε παρόμοια αποτελέσματα στον τομέα της αξιολόγησης της κατάστασης των δένδρων στη βάση μιας (δενδρο)μηχανικής προσέγγισης. Ερευνώντας τα δυο δένδρα Δ1 και Δ3 – σε στατική και ποιοτική κατάσταση – αντιδιαμετρικά καλή – βρέθηκε πως το δένδρο στα Κάστρα (Δ1) στατικά βρέθηκε επισφαλές, αφού ο συντελεστής ασφαλείας (SF) (Στεργιάδης 2018) απέχει πολύ από τον κρίσιμο αριθμό 150% - είναι 39% εξ αιτίας όμως της προχωρημένης σήψης ο συντελεστής εκτιμάται ακόμη πιο μικρός (για την ακρίβεια 12% -). Σύμφωνα με τη θεωρία των κοίλων και ελαστικών

πακτωμένων δοκών (αλλά συμπαγών και ομοιογενών) η στατική κατάσταση του δέντρου Δ1 εκτιμήθηκε ως χαμηλή (SF=4030%, με ελάχιστο πάχος υγιούς ιστού $t=18$ cm και $t/d=0,15$) αφού η φέρουσα ικανότητα βρέθηκε 0,65 (ή 65%) των ασκούμενων φορτίων λόγω του ιδίου βάρους και των ανέμων (12Bf).

Πλατάνι Δ2

Το πλατάνι Δ2 βρίσκεται στην οδό Αποστόλου Παύλου (αριθμός 162) σε υψόμετρο 52 m, δίπλα στο Τούρκικο Προξενείο. Το ύψος του σήμερα είναι 21 m και η στηθαία του διάμετρος 117 cm. Στο παρελθόν το πλατάνι αυτό έχει υποστεί πολλαπλές πληγώσεις από διερχόμενα οχήματα μεγάλου ύψους καθώς η οδός δεν διέθετε προειδοποιητική σήμανση.

Ο κορμός του παρουσιάζει ιδιαίτερα μεγάλη κλίση 53° προς ανατολάς και φαίνεται να έχει προσβληθεί από ξυλοσηπτικούς μύκητες στην ίδια πλευρά, αποτέλεσμα των πληγών που προκλήθηκαν από τα διερχόμενα οχήματα και δεν κατάφεραν να επουλωθούν. Βορειανατολικά παρατηρείται περιορισμένη εμφάνιση βρύων. Με βάση τα δείγματα που συλλέχθηκαν με τρυπανίδιο φαίνεται ότι το εσωτερικό του κορμού χαρακτηρίζεται από ζωντανό ιστό που κυμαίνεται από 17,8 cm στο δυτικό τμήμα έως 23,5 cm στο ανατολικό τμήμα, δηλαδή περίπου 65% της ακτίνας του πλατάνου Δ2 είναι σάπιο, μέγεθος που ποικίλει ελαφρώς, ανάλογα με τη διεύθυνση από την οποία λήφθηκε το κάθε τρυπανίδιο.

Η κόμη είναι μεσαίου μεγέθους, παρουσιάζει ασυμμετρία στο άξονα δύσης-ανατολής και καλύπτει επιφάνεια 273,7 m². Ακόμα παρατηρείται υπερεκτεταμένος κλάδος στα βόρεια, ο οποίος αποτελεί αυξητική απόκριση του πλατάνου για εξισορρόπηση των δυνάμεων βάρους που δέχεται ο κορμός. Τα νεκρά κλαδιά είναι περιορισμένα και έχουν διάμετρο μεταξύ 2-5 cm. Κάτοικοι της περιοχής μαρτυρούν, ότι ένα κλαδί πάχους περίπου 20 cm έσπασε προ τετραετίας χωρίς όμως – ευτυχώς - δραματικές επιπτώσεις.

Όσον αφορά το ριζικό σύστημα του πλατανιού Δ2, όπως προαναφέρθηκε, έχει δεχθεί επανειλημμένα πληγώσεις με αποτέλεσμα την πιθανή απώλεια στηρικτικών ριζών. Η περιοχή αναδιαμορφώθηκε πρόσφατα, παρ' όλα αυτά το ριζικό σύστημα φαίνεται να έχει επιβαρυνθεί ιδιαίτερα, τόσο από τα παλαιότερα όσο και από τα σύγχρονα έργα οδοποιίας. Επιπλέον ο μέχρι πρότινος κακός αερισμός του εδάφους καθιστά πιθανή την ύπαρξη σήψης.

Σύμφωνα με την παραπάνω γενική περιγραφή, ο κορμός του πλατανιού Δ2 αξιολογήθηκε να είναι υψηλής

επικινδυνότητας, το ριζικό σύστημα αξιολογήθηκε επίσης ως υψηλής επικινδυνότητας και η κόμη αξιολογήθηκε ως χαμηλής επικινδυνότητας.

Πλατάνι Δ3

Το πλατάνι Δ3 αποτελεί τον μεγαλύτερο σε μέγεθος εκ των προτεινόμενων με ύψος 26,4 m και στηθαία διάμετρο 140 cm. Βρίσκεται στο πάρκο Τσιρογιάννη, ακριβώς απέναντι από το Λευκό Πύργο, σε υψόμετρο 18 m και υπολογίζεται ότι στο σημείο αυτό βρίσκονταν οι εκβολές του χειμάρρου της Ροτόντας - το έδαφος δημιουργήθηκε κυρίως από προσχώσεις (Μπλιώνης και Τρεμόπουλος, 2017).

Ο κορμός του έχει κλίση 19° βορειανατολικής διεύθυνσης και παρουσιάζει σχετική κωνικομορφία. Η βάση του είναι διογκωμένη και υπάρχουν ενδείξεις για πιθανή παλαιότερη διχάλωση και εγκλεισμένο ιστό φλοιού. Παρά την μεγάλη ηλικία του και τις αντιξοότητες που αντιμετωπίζει εντός του αστικού περιβάλλοντος, το εσωτερικό του κορμού φέρει μικρό ποσοστό προχωρημένης σήψης σε σχέση με τα υπόλοιπα άτομα. Συγκεκριμένα τα τρυπανίδια που εξήχθησαν ήταν κατά μέσο όρο 47% υγιή συγκριτικά με το μέγεθος της ακτίνας (στο νότιο τμήμα βρέθηκε το μικρότερο μήκος υγιούς ιστού, 38%).

Ο ανοιχτός χώρος όπου φύεται, ευνόησε την ανάπτυξη του και σήμερα φέρει μία πυκνή κόμη μεγάλου μεγέθους, η οποία καλύπτει έκταση 500,4 m². Σε αρκετούς κύριους κλάδους διαμέτρου 25-30 cm. παρατηρούνται πληγώσεις, εξογκώματα και αβαθείς κοιλότητες που καλύπτουν περίπου 20-30% της συνολικής περιφέρειας τους.

Ο ριζικός κόμβος δεν είναι ορατός λόγω της επιχωμάτωσης του παραλιακού μετώπου. Ασφαλή συμπεράσματα για την κατάσταση των ριζών δεν μπορούν να εξαχθούν με τα διαθέσιμα δεδομένα, παρ' όλα αυτά, η αναδιαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου έχει προκαλέσει απώλεια στηρικτικών ριζών σε κάποιο βαθμό. Ακόμα η συνεχής διέλευση οχημάτων επιβαρύνει το έδαφος με υπολείμματα από φθαρμένα ελαστικά και η έλλειψη δενδροδόχου ή οπών περιφερειακά, δυσχεραίνει τον αερισμό του.

Ο πλατάνος Δ3 αξιολογήθηκε μέσω του πρωτοκόλλου (Πίνακας II Παράρτημα) να είναι μέτριας επικινδυνότητας, τόσο όσον αφορά τον κορμό, αλλά και την κόμη του. Αντίθετα η αναλυτική προσέγγιση βάσει της στατικής και δυναμικής ανάλυσης (χωρίς να συνυπολιστεί το φορτίο λόγω της κλίσης) απέδειξε πως στατικά το δένδρο είναι επισφαλές, αφού - παρά την καλή εξωτερικά εικόνα του - ο συντελεστής ασφαλεί-

ας υπολογίστηκε πολύ μικρός (SF 12% και εξ αιτίας της διαπιστωμένης κουφαλερότητας SF 4%). Σύμφωνα με τη θεωρία των κοίλων και ελαστικών πακτωμένων δοκών (αλλά συμπαγών και ομοιογενών) η στατική κατάσταση του δέντρου Δ3 εκτιμήθηκε οριακά καλή (SF=999%, με ελάχιστο πάχος υγιούς ιστού $t=85$ cm και $t/d=0,6$ άρα φέρουσα ικανότητα φορτίων 1 (ή 100%).

Πλατάνι Δ4

Το πλατάνι Δ4 βρίσκεται δίπλα στην είσοδο του αρχαιολογικού χώρου του Γαλεριανού Συγκροτήματος σε υψόμετρο 20 m, έχει στηθαία διάμετρο 124 cm και ύψος 24 m. Η πλατεία Ναυαρίνου τα τελευταία έτη αποτελεί ένα πάρκο-πλατεία που προσφέρει στο δένδρο αρκετό χώρο για να αναπτυχθεί όμως τα αλληπάλληλα έργα έχουν προκαλέσει σημαντικές αλλαγές στο έδαφος και πιθανώς έχουν επηρεάσει το ριζικό σύστημα.

Ο κορμός του πλατανιού Δ4 έχει βορειοανατολική κλίση 40° και φέρει ενδείξεις παλαιότερης διχάλωσης. Επίσης παρατηρούνται μυκητιακές προσβολές εντός κοιλότητων, διαρροή χυμών σε πολλαπλές θέσεις και πολλά εξογκώματα, οι οποίες μάλιστα εντείνονται με το πέρασ του χρόνου. Σημαντικό είναι ακόμα το ποσοστό σήψης του εγκάρδιου ξύλου που βρέθηκε κατά την λήψη τρυπανιδίου να είναι τουλάχιστον 67% στη ΒΑ πλευρά (όπου βρέθηκε το μεγαλύτερο κομμάτι ζωντανού ιστού), ενώ το ίδιο ποσοστό αυξάνεται στο 85% στη Β πλευρά. Το ΝΑ και Δ τρυπανίδιο μας δίνουν ανάλογα αποτελέσματα εντός του εύρους των προαναφερόμενων ποσοστών.

Η κόμη του είναι μικρή σε μέγεθος και παρουσιάζει ασυμμετρία τόσο ως προς τον άξονα βορρά-νότου όσο και ως προς τον άξονα ανατολής-δύσης με το περισσότερο βάρος να συγκεντρώνεται στο ανατολικό τμήμα της κόμης. Συγκεκριμένα, το συνολικό εμβαδόν της κόμης είναι 218,7 m² εκ των οποίων περίπου τα 160 m² βρίσκονται στην ανατολική πλευρά. Προ δεκαετίας επίσης, η φόρτιση της κόμης άλλαξε λόγω απώλειας κύριου κλάδου βόρειας έκπτυξης, με περίπου 40 cm διάμετρο.

Λόγω της επιχωμάτωσης αυτού του τμήματος της Θεσσαλονίκης, δεν είναι δυνατόν να έχουμε οπτική επαφή με τον ριζικό κόμβο. Όμως η εγγύτητα του φυλακίου του αρχαιολογικού χώρου και το ιστορικό της περιοχής, μας δίνουν στοιχεία για σοβαρές απώλειες σε στηρικτικές ρίζες. Ακόμα η σήψη που παρατηρήθηκε στο εγκάρδιο ξύλο πιθανόν να υπάρχει και εντός των κύριων ριζών.

Η επικινδυνότητα του κορμού και της κόμης με βάση το πρωτόκολλο αξιολογήθηκε ως υψηλή.

Αύξηση-Δενδροχρονολόγηση πλατανιών (Δ1,Δ2,Δ3,Δ4)

Με τη βοήθεια των τρυπανιδίων (12 τρυπανίδια των επιλεγμένων 4 δένδρων και 4 των 2 δοκιμαστικών) εκτιμήθηκε η ηλικία των τεσσάρων πλατάνων καθώς και η ελάχιστη στηθαία διάμετρος (και ηλικία) γνωστή και ως κατώφλι (Threshold), για τον χαρακτηρισμό τους ως Μνημειακά δένδρα. Στον Πίνακα I υπάρχουν τόσο οι μετρηθείσες ηλικίες των ληφθέντων τρυπανιδίων, όσο και η συνολική ηλικία που προέκυψε μέσω μοντέλου το οποίο αποδίδει τη σχέση μεταξύ αύξησης (διάμετρος/περίμετρος) και ηλικία του δένδρου. Επίσης από τα μήκη στα τρυπανίδια σε συνάρτηση με τις ηλικίες στα δένδρα διαφαίνεται ο χρόνος κατά τον οποίο δημιουργούνται οι σπηλαιώσεις (κουφάλες) των πλατάνια, δηλαδή όταν το πλατάνι πλησιάζει τη στηθαία ακτίνα 50 cm (δηλ. στηθαία διάμετρο 100 cm) η ηλικία του ανέρχεται σε 100 έτη. Επιβεβαιώνεται επίσης πως όσο πλησιάζουμε προς την εντεριόνη, το πάχος των αυξητικών δακτυλίων αυξάνει.

Ακόμα, με βάση τις ηλικίες που έδωσε το αυξητικό μοντέλο των παραπάνω πλατανιών παρατηρούμε ότι όσο μικρότερο είναι το εξαγόμενο δείγμα αναλογικά με το μέγεθος της ακτίνας (λόγω της σήψης), τόσο μεγαλύτερη είναι η ηλικία που προκύπτει (Δ1, Δ4), γεγονός που υποδηλώνει την ανάγκη ανάπτυξης νέων μοντέλων χρονολόγησης ειδικά προσαρμοσμένα στις ιδιότητες των ειδών και τις σταθμικές συνθήκες. Επιπλέον, εντός του αστικού ιστού, όπου δένδρα υπόκεινται σε δραστικές μεταβολές, απαιτείται να λαμβάνονται υπόψη και τέτοιου είδους δεδομένα ώστε να καθίσταται δυνατή η ακριβής χρονολόγηση. Χαρακτηριστικό αποτέλεσμα των μεταβολών αυτών αποτελεί το πλατάνι Δ1, στο οποίο παρατηρούνται τα μικρότερα μέσα πλάτη αυξητικών δακτυλίων και οι μεγαλύτερες μέσες πυκνότητες στο τρυπανίδιο (Εικόνα 1,2,3,4). Λαμβάνοντας υπόψη την περιγραφή που έχει προηγηθεί κατά την εκτίμηση της επικινδυνότητας, γίνεται σαφές ότι το πλατάνι αυτό βρίσκεται σε φάση παρακμής (πολύ μικρή ετήσια αύξηση).

Πίνακας 1. Συγκεντρωτικός πίνακας μετρήσεων για κάθε τρυπανίδιο
Table 1. Overall table of data measured for every extracted core

A/A	Ακτίνα (cm)	Διεύθυνση	Μήκος τρυπανιδίου (mm)	Μέσο πλάτος δακτυλίου (mm)	Μέση πυκνότητα τρυπανιδίου (kg/m ³)	Ηλικία τρυπανιδίου (έτη)	Ηλικία* δένδρου (έτη)
Δ1 (Κάστρα)	61,0	Δ	64,46	0,678	512,5	95	166
		N	61,75	0,471	508,1	131	
Δ2 (Τούρκικο Προξενείο)	58,7	A	233	2,137	494,5	109	160
		Δ	212,5	1,968	484,6	108	
		N	201,2	2,718	480	74	
Δ3 (Λευκός Πύργος)	70,0	B	387,6	2,47	463	157	191
		A	323,5	2,527	486,8	128	
		N	427,2	2,83	469,1	151	
Δ4 (Ανάκτορα Γαλερίου)	62,0	BA	280	2,8	467,5	100	169
		Δ	112,3	1,35	462,5	83	
		NA	214,5	2,26	448,1	95	
		B	110	1,206	467,3	91	
Δ5 (ΧΑΝΘ)	62,5	B	441,1	3,106	486,8		171
		A	421,4	2,946	489,9		
T1 (Τούμπα)	27,8	1.1	278,4	3,663	506,8	76	76 **
			249,8	3,287	464,4	76	

*=εκτιμώμενη ηλικία με συντηρητικούς υπολογισμούς εξ αιτίας δυσμενών σταθμικών συνθηκών

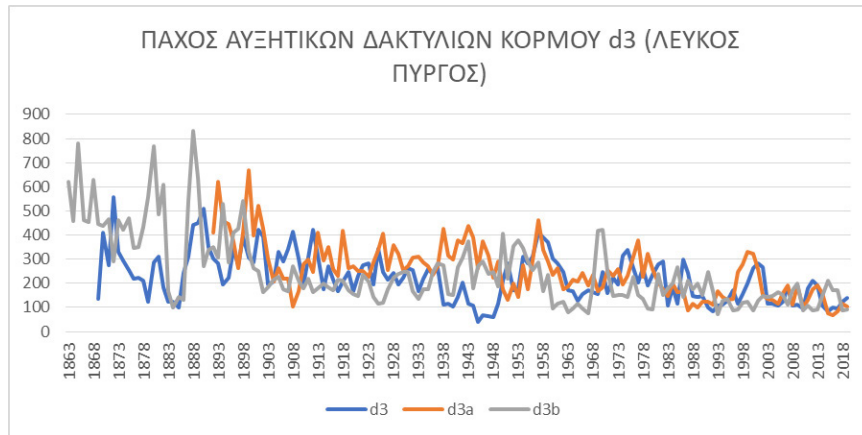
**=το τρυπανίδιο ταυτίζεται με την ακτίνα του κορμού (υγιής/συμπαγής)



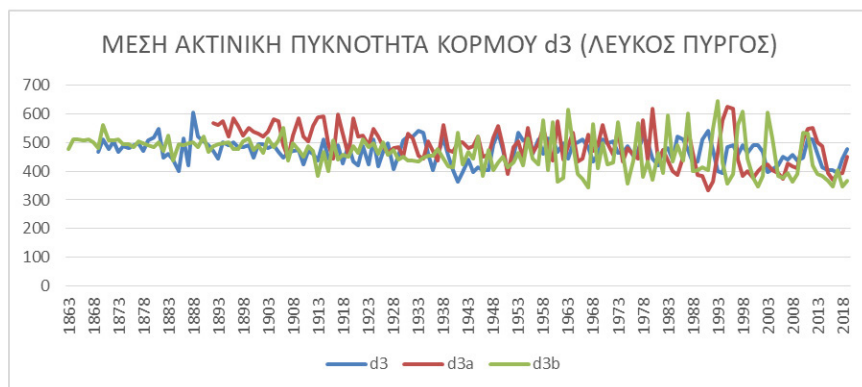
Σχήμα 1. Διάγραμμα πάχους αυξητικών δακτυλίων για τον πλάτανο Δ1 (κατεύθυνση εντεριόνη-φλοιός)
Figure 1. Diagram of annual ring width (pith to bark direction)



Σχήμα 2. Διάγραμμα μέσης ακτινικής πυκνότητας για τον πλάτανο Δ1 (κατεύθυνση εντεριώνη-φλοιός)
Figure 2. Diagram of average radial density (pith to bark direction)



Σχήμα 3. Διάγραμμα πάχους αυξητικών δακτυλίων για τον πλάτανο Δ3 (κατεύθυνση εντεριώνη-φλοιός)
Figure 3. Diagram of annual ring width (pith to bark direction)

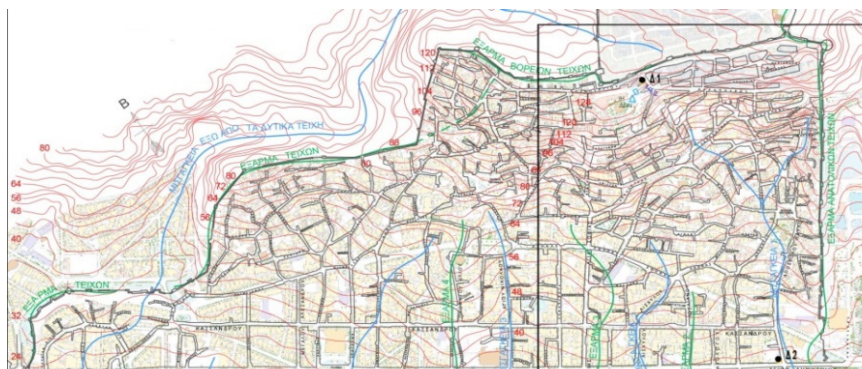


Σχήμα 4. Διάγραμμα μέσης ακτινικής πυκνότητας για τον πλάτανο Δ3 (κατεύθυνση εντεριώνη-φλοιός)
Figure 4. Diagram of average radial density (pith to bark direction)

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα παραπάνω αυξητικά και μορφολογικά στοιχεία καθώς και τις πολιτιστικές και ιστορικές πληροφορίες για τα τέσσερα πλατάνια (Δ1, Δ2, Δ3, Δ4) του αστικού ιστού της ανατολικής (πυρίκαυστος ζώνη του 1917) Θεσσαλονίκης διαθέτουν όλα εκείνα τα απαραίτητα χαρακτηριστικά του νόμου προκειμένου να ανακηρυχθούν Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης. Από την ειδική περιγραφή τους, τα μνημειακά δένδρα φαίνεται πως βρίσκονται σε προχωρημένη ηλικία με σοβαρά προβλήματα στατικής, δυναμικής, υγείας και ασφάλειας τόσο για τα ίδια αλλά και για το περιβάλλον τους. Ο βαθμός επικινδυνότητας με την οπτική μέθοδο (VTA) συμπεριλαμβανομένου του βαθμού λυγρότητας (H/D) (Kontogianni et al., 2011) εκτιμήθηκαν ως μη επαρκής μέθοδος για τα περισσότερα άτομα, με κυρίαρχους προβληματικούς ιστούς τον κορμό και το ριζικό σύστημα. Αντίθετα ο συνδιασμός μιας αναλυτικότερης εξέτασης που θα στηρίζεται σε μαθηματικά μοντέλα (στατικής και δυναμικής ανάλυσης), και η αξιολόγησης της κατάστασης (SIA) αποτελούν ασφαλέστερη μέθοδο και κατά συνέπεια πιο υπεύθυνη προσέγγιση για την εκτίμηση του βαθμού ασφάλειας. Διαπιστώθηκε λοιπόν η ανάγκη άμεσης λήψης μέτρων που θα αφορούν τους τομείς της προστασίας και της ασφάλειας τους με έμφαση το πλατάνι Δ1 σύμφωνα με τους Wessoly & Erb (SF<150%). Σε πολλές περιπτώσεις η επιβίωσή τους συνδέεται με την ύπαρξη-διατήρηση υπόγειων υδάτων και παλαιότερης γειτνίασης με εγκαταστάσεις υδροδότησης όπως υδραγωγεία, βρύσες κλπ. Η χωρική τους κατανομή (Χάρτης 1) τοποθετείται επάνω στην ίδια μισγάγγεια που δημιουργείται μεταξύ δύο εξαρμάτων εδάφους στο ανατολικό τμήμα εντός των τειχών

(Γκαλά-Γεωργιά, 2015). Όσον αφορά τα αποτελέσματα έρευνας της σχέσης της αύξησης και της δενδροχρονολόγησης των πλατανιών, προκύπτει η ανάγκη ανάπτυξης μοντέλων ειδικά προσαρμοσμένων στις ιδιότητες των ειδών που λαμβάνουν υπόψη τις ιδιαίτερες σταθμικές συνθήκες. Οι ηλικίες στο σύνολο τους φαίνεται να συμβαδίζουν με εκτιμήσεις προηγούμενης έρευνας που βασίστηκε σε φωτογραφική τεκμηρίωση (Kagiali and Tsiotsoni 2019). Επίσης οι μετρήσεις της πυκνότητας του ξύλου βοήθησαν πολύ πρώτον στη διάκριση των ετήσιων δακτυλίων μεταξύ τους και δεύτερον στον προσδιορισμό της ελάχιστης (κατώτερης) στηθιαίας διαμέτρου για τα Μνημειακά δένδρα τα 100cm, (δηλ. ηλικία 100 έτη). Συμπερασματικά, θα πρέπει άμεσα τα παραπάνω δένδρα να κηρυχθούν Μνημεία της Φύσης, και παράλληλα να ξεκινήσει μια σειρά ειδικών μελετών (στατικής, θρέψης κλπ) με στόχο την ανάδειξη, την προστασία και τη διατήρηση τους για τις επόμενες γενεές. Συνιστάται επίσης ο εκσυγχρονισμός του νομοθετικού πλαισίου που διέπει την επιλογή, ανάδειξη, προστασία και διαχείριση των Μνημειακών δένδρων με τη σύσταση ενός Ολοκληρωμένου Συστήματος Λήψης Απόφασης (ΟΣΛΑ). Τέλος παρατηρήθηκε έλλειψη εξειδικευμένης γνώσης και εμπειρίας όσον αφορά τα Μνημειακά δένδρα, γεγονός που καταδεικνύει την ανάγκη ανάπτυξης σχετικής ερευνητικής δραστηριότητας ειδικότερα στην Ελλάδα, η οποία μάλιστα φιλοξενεί πληθώρα υπεραιώνόβιων δένδρων, τα οποία κατά πλειοψηφία ανήκουν στο είδος *Platanus orientalis* L. Τέλος ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να αποδοθεί στην δυσκολία ανακοπής της εξάπλωσης του θανατηφόρου μύκητα του πλατανιού *Ceratocystis platani* (Tsopeles and Angelopoulos, 2004).



Χάρτης 1. Χάρτης της Θεσσαλονίκης που απεικονίζει την υδρολογία και τη γεωμορφολογία της περιοχής σε σχέση με τα πλατάνια. Πηγή: Επεξεργασία από πρωτότυπο της Γκαλά-Γεωργιά (2015)

Map 1. Map of Thessaloniki showing the hydrology and geomorphology of the area in relation to the plane trees. Source: Edited from original map by Gkala - Georgila (2015)

Contribution to study of monumental trees in Greece: a case study of oriental planes of Thessaloniki

Grigoriadis Nikolaos¹, Kagiali Chaido², Koutsianitis Dimitris²; Kechagia Theodora³, Papaioannou Evgenia³, Grigoriadis Savvas³, Mixafentis Nikolaos⁴, Matziris Evagelos⁴, Tsitsoni Thekla², Barboutis Ioannis²

ABSTRACT

Trees that grow within the urban fabric are under significant pressures that affect their health and shorten their life span. Some of them, however, manage to survive, grow old and thus, acquire monumental features. Their particular ecological and cultural importance, as well as the risk that occurs for both themselves and the surroundings, requires a special inventory and continuous monitoring. The aforementioned measures require the gathering of several biometric data, as well as, assessing the risk for problematic tissues. Among the results of this study are the similar ages of the oriental planes of Thessaloniki (166, 160, 191 και 169 yr.) and the minimum threshold for the breast high diameter i.e. 100 cm or 100 yr. old. Finally, this study identified a limited knowledge and experience concerning the static and dynamic analysis of monumental city trees in Greece, regarding safety and conservation matters.

Key words: oriental plane, monumental tree, parameters, dendrochronology, risk assessment

¹Researcher, Forest Research Institute of Thessaloniki, E-mail: grig_nick@fri.gr

²Aristotle University of Thessaloniki, E-mail: cskagiali@econ.auth.gr

²Aristotle University of Thessaloniki, E-mail: koutsian@for.auth.gr

³Forester – Environmentalist, Thessaloniki, E-mail: theodorkech@gmail.com

²Aristotle University of Thessaloniki, E-mail: eapapaioa@agro.auth.gr

³Forester – Environmentalist, Thessaloniki, E-mail: grigoriadisavvas@gmail.com

⁴Forester – Environmentalist, Municipality of Thessaloniki, E-mail: n.mixafentis@thessaloniki.gr

⁴Forester – Environmentalist, Municipality of Thessaloniki, E-mail: v.matziris@thessaloniki.gr

²Aristotle University of Thessaloniki, E-mail: tsitsoni@for.auth.gr

²Aristotle University of Thessaloniki, E-mail: jbarb@for.auth.gr

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abendroth, S., Kowarik, I., Müller, N., von der Lippe, M., 2012. The green heritage: woody plants in parks of Bandung, Indonesia. *Landscape Urban Plann.* 106, pp.12–22.
- Chen, W., 2015. Public willingness-to-pay for conserving urban heritage trees in Guangzhou, south China *Urban Forestry and Urban Greening*, 14(4), pp.796-805.
- International Society of Arboriculture, 2017. Basic Tree Risk Assessment Form. Available at: https://www.isa-arbor.com/education/resources/BasicTreeRiskAssessmentForm_Print_2017.pdf [Προσπελάστηκε 3 Μαρ. 2019].
- Iucn redlist.org, 2018. *Platanus orientalis* (Oriental Plane-tree). Διαθέσιμο στο: <http://www.iucnredlist.org/details/summary/33951/0> [Προσπελάστηκε 10 Ιουν. 2019].
- Kagiali, C. and Tsitsoni, T., 2019. Monumental trees in the Historic Centre of Thessaloniki: Highlighting them through a cultural route. 5th Annual Cothe Balkan Universities Association, Thessaloniki, 16-18 April, 2019, BUA 2019 Working Papers, pp.53-58.
- Kontogianni Ai., Th. Tsistsoni, G. Goudelis, 2011. An index based on silvicultural knowledge for tree stability assesment and improved ecological function in urban ecosystems. *Ecological Engineering* Pp.914-919.
- McPherson, E. G., Simpson, J. R., Peper, P. J. and Xiao, Q. F., 1999. Benefit-cost analysis of Modesto's Municipal Urban Forest, *J. Arboriculture* 25, pp.235-248.
- Nowak, D.J., 2004. Assessing environmental functions and values of veteran trees. In: Nicolotti, G, and P. Gonthier (eds). *Proc. of the International Congress on the Protection and Exploitation of Veteran Trees. Regione Piemonte and Universita di Torino, Torino, Italy*, pp. 45-49.
- Read, H., 2000. *Veteran Trees: A guide to good management.* English Nature, pp.13-70.
- Schweingruber, F. H., 1988. *Tree rings: basics and applications of dendrochronology.* English Version. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holland.
- Stagoll, K., Lindenmayer, D.B., Knight, E., Fischer, J., Manning A.D., 2012. Large trees are keystone structures in urban parks. *Conserv Lett.* 5, pp.115–122.
- Tsopelas, P., and Angelopoulos, A. 2004. First report of canker stain disease on plane trees, caused by *Ceratocystis fimbriata* f. sp. *platani* in Greece. *Plant Pathol.* 53:531.
- Wessoly, L. - Erb, M. 1998. *Handbuch der Baumstatic und Baumkontrolle.* Patcer Verlag, Berlin, Germany, 1998. 270 p.
- Woodland Trust, 2008. *Ancient tree guide 4: What are ancient, veteran and other trees of special interest? Practical guidance,* Grantham, Lincolnshire, UK, pp.8.
- Woodland Trust, 2009. *The special wildlife of trees. Ancient tree guide 6, Practical guidance,* Grantham, Lincolnshire, UK, pp.16.
- Αθανασιάδης, Ν., 1982. *Δασική Φυτοκοινωνιολογία.* Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Γκαλά-Γεωργιά, Ε., 2015, Δρόμοι του νερού και οργάνωση του χώρου στη Θεσσαλονίκη κατά τη μέση και ύστερη βυζαντινή περίοδο. Τόμος Α. Διδακτορική διατριβή. Σχολή Καλών Τεχνών ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη, σελ. 562.
- Δημητριάδης, Β., 1983. Τοπογραφία της Θεσσαλονίκης κατά την εποχή της Τουρκοκρατίας 1430-1912. Εταιρία Μακεδονικών Σπουδών, Θεσσαλονίκη.
- Λεβεντάκης, Γ., 2003. Μικροζωνική μελέτη της Πόλης της Θεσσαλονίκης. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.
- Μέριανος, Γ., 2017. Τα Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης ως Εθνικά Μνημεία: Το παράδειγμα των πλατάνων, Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Αρχιτεκτονικής, Α.Π.Θ, Θεσσαλονίκη, σελ. 63.
- Μπλιώνης, Γ. και Τρεμόπουλος, Μ. 2017. Η Θεσσαλονίκη των νερών, Θεσσαλονίκη: Αντιγόνη, σελ. 368.
- Πάνου, Α.Α., 2007. Ανάλυση μετρήσεων μικροθρόμβου και συσχέτιση με μακροσεισμικά αποτελέσματα της περιοχής της Θεσσαλονίκης. Διδακτορική διατριβή που υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας της Σχολής Θετικών Επιστημών του Α.Π.Θ.
- Στεργιάδης Γ. 2018. Εφαρμοσμένη Μηχανική για Δασολόγους και Γεωπόνους. Επιμέλεια Εκδοσης Αναστασία Στεργιάδου Εκδόσεις Τζιόλα. Σελ. 266.

Παράρτημα

Πίνακας II. Συγκεντρωτικός πίνακας εκτίμησης της επικινδυνότητας για κάθε πλάτανο

Table II. Total tree risk assessment categorization

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ																		
ΤΜΗΜΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ	ΛΟΓΟΙ ΑΝΗΣΥΧΙΑΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΟΧΟΥ (m)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟΧΟΥ*	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ								ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ				ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ**		
				ΒΛΑΒΗΣ				ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ				ΒΛΑΒΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ						
				ΑΠΙΘΑΝΗ	ΔΥΝΑΤΗ	ΠΙΘΑΝΗ	ΕΠΙΚΕΙΜΕΝΗ	ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ	ΧΑΜΗΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΥΨΗΛΗ	ΑΠΙΘΑΝΗ	ΣΧΕΤΙΚΑ ΠΙΘΑΝΗ	ΠΙΘΑΝΗ	ΠΟΛΥ ΠΙΘΑΝΗ		ΑΜΕΛΗΤΕΕΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ
Δ1	ΚΟΡΜΟΣ	ΑΠΟΥΧΙΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ, ΣΗΨΗ	12	1			X			X				X			X	A
				2			X			X			X			X		Y
				3			X			X			X			X		Y
	ΡΙΖΕΣ	ΣΗΨΗ, ΚΟΠΗ	1		X				X			X			X		Y	
			2		X				X			X			X		Y	
			3		X				X			X			X		Y	
ΚΟΜΗ	ΞΕΡΑ ΚΛΑΔΙΑ	8	1		X		X		X			X				X		
Δ2	ΚΟΡΜΟΣ	ΣΗΨΗ, ΚΛΙΣΗ	15	1		X				X			X			X	Y	
				2		X				X			X			X	Y	
				3		X				X			X		X		M	
	ΚΟΜΗ	ΞΕΡΑ ΚΛΑΔΙΑ	1		X		X			X			X			X		
			1		X				X			X			X	Y		
			2		X				X			X			X	Y		
ΡΙΖΕΣ	ΚΟΠΗ, ΠΙΘΑΝΗ ΣΗΨΗ	3		X				X			X		X		M			
		ΚΟΜΗ	ΑΝΕΜΟΣ, ΠΛΗΓΩΣΕΙΣ, ΚΟΙΛΟΤΗΤΕΣ	16,7	1		X				X		X			X	M	
					3		X				X		X			X	X	
1					X				X		X			X	M			
2					X			X		X			X		X			
ΚΟΡΜΟΣ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΗΨΗ	3		X			X		X			X		X				
		4		X			X		X			X		X				
		Δ4	ΚΟΜΗ	24	1		X				X		X			X	Y	
					1		X				X		X			X	Y	
ΚΟΡΜΟΣ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΗΨΗ	2		X			X			X			X		X			

*Αριθμός Στόχου :1=Ανθρώπος, 2=Υποδομές, 3=Υλικές Ζημιές, 4=Περιβάλλον

** Εκτίμηση Επικινδυνότητας: A=Ακραία, Y=Υψηλή, M=Μέτρια, X=Χαμηλή

Πίνακας III. Βοηθητικός πίνακας πιθανότητας

Table III. Likelihood matrix.

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΒΛΑΒΗΣ	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΝΑ ΕΠΗΡΕΑΣΤΕΙ Ο ΣΤΟΧΟΣ			
	ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ	ΧΑΜΗΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΥΨΗΛΗ
ΕΠΙΚΕΙΜΕΝΗ	ΑΠΙΘΑΝΟ	ΣΧΕΤΙΚΑ ΠΙΘΑΝΟ	ΠΙΘΑΝΟ	ΠΟΛΥ ΠΙΘΑΝΟ
ΠΙΘΑΝΗ	ΑΠΙΘΑΝΟ	ΑΠΙΘΑΝΟ	ΣΧΕΤΙΚΑ ΠΙΘΑΝΟ	ΠΙΘΑΝΟ
ΔΥΝΑΤΗ	ΑΠΙΘΑΝΟ	ΑΠΙΘΑΝΟ	ΑΠΙΘΑΝΟ	ΣΧΕΤΙΚΑ ΠΙΘΑΝΟ
ΑΠΙΘΑΝΗ	ΑΠΙΘΑΝΟ	ΑΠΙΘΑΝΟ	ΑΠΙΘΑΝΟ	ΑΠΙΘΑΝΟ

Πίνακας IV. Βοηθητικός πίνακας αξιολόγησης κινδύνου

Table IV. Risk rating matrix.

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΒΛΑΒΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ	ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΒΛΑΒΗΣ			
	ΑΜΕΛΗΤΕΕΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ	ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ	ΔΡΙΜΕΙΣ
ΠΟΛΥ ΠΙΘΑΝΗ	ΧΑΜΗΛΕΣ	ΜΕΤΡΙΕΣ	ΥΨΗΛΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ
ΠΙΘΑΝΗ	ΧΑΜΗΛΕΣ	ΜΕΤΡΙΕΣ	ΥΨΗΛΕΣ	ΥΨΗΛΕΣ
ΣΧΕΤΙΚΑ ΠΙΘΑΝΗ	ΧΑΜΗΛΕΣ	ΧΑΜΗΛΕΣ	ΜΕΤΡΙΕΣ	ΜΕΤΡΙΕΣ
ΑΠΙΘΑΝΗ	ΧΑΜΗΛΕΣ	ΧΑΜΗΛΕΣ	ΧΑΜΗΛΕΣ	ΧΑΜΗΛΕΣ

Ανάλυση της οικονομικής απόδοσης συστάδων Μαύρης πεύκης - Οικονομική ανάλυση σε επίπεδο συστάδας -

Στυλιανός Γκατζογιάννης¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στα δάση Μαύρης πεύκης και εστιάζει στην οικονομική τους απόδοση. Η οικονομική ανάλυση που αναπτύχθηκε αναφέρεται στον παραγωγικό ρόλο των δασών και ειδικότερα στην παραγωγή προϊόντων ξύλου. Η μεθοδολογία βασίστηκε στα κλασικά βήματα της δασικής οικονομικής ανάλυσης, δηλαδή στην ανάλυση οικονομικών γεγονότων που λαμβάνουν χώρα στην πορεία αύξησης των συστάδων. Αξιοποιήθηκαν υφιστάμενα και ισχύοντα για την περιοχή έρευνας πρότυπα, όπως είναι οι πίνακες παραγωγής και οι πίνακες κατηγοριών προϊόντων, ενώ μια νέα ομάδα, οι πίνακες απόδοσης των συστάδων σε προϊόντα ξύλου, αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Μεταξύ των σημαντικότερων αποτελεσμάτων της ανάλυσης συμπεριλαμβάνονται οι προβλέψεις οικονομικής απόδοσης, η αξία εδάφους (δασικής έκτασης), ως αναμενόμενη αξία μελλοντικών προσόδων και η αξία ξυλαποθέματος (συστάδων), καθώς και η εξάρτηση αυτών από τις συνθήκες σταθμού, το δασοκομικό χειρισμό, τις αποφάσεις για τον περφόρο χρόνο των συστάδων και το επιτόκιο ανατοκισμού ή κεφαλαιοποίησης.

Λέξεις κλειδιά: δασική οικονομία, αύξηση και απόδοση συστάδων, πίνακες κατηγοριών προϊόντων, δασική πρόσδοδος, αναμενόμενη αξία εδάφους, αξία ξυλώδους κεφαλαίου

Εισαγωγή

Η οικονομική κρίση που διέρχεται σήμερα η Ελλάδα υποδεικνύει την ανάγκη κινητοποίησης του συνόλου των πόρων που μπορούν να συμβάλουν στην ανάκαμψη της εθνικής οικονομίας. Τα δάση, αν και συμβάλουν κατά ένα μικρό μόνο μέρος στη δημιουργία του εθνικού προϊόντος (μόλις στο 0,02% του ΑΕΠ, ΥΠΕΝ 2015, ΕΛΣΤΑΤ 2018), εντούτοις έπαιξαν στο παρελθόν και μπορούν να παίξουν και στο μέλλον έναν σημαντικό ρόλο στο χώρο της ορεινής οικονομίας, εκεί δηλαδή όπου οι επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης είναι ιδιαίτερα εμφανείς και επιβαρυντικές για την επιβίωση των ορεινών κατοίκων. Η παρούσα εργασία εστιάζει στη διαδικασία αποτίμησης της οικονομικής απόδοσης ενός δάσους με ιδιαίτερο παραγωγικό ενδιαφέρον. Για την πρόβλεψη της οικονομικής απόδοσης είναι αναγκαία α) απογραφικά δεδομένα των συστάδων, β) δασοαποδοτικά πρότυπα και γ) οικονομικοί δείκτες. Ως προς τα απογραφικά δεδομένα, αυτά εξασφαλίζονται με διάφορα μέσα, αλλά προπάντων με τη βοήθεια δοκιμαστικών επιφανειών. Αναφορικά με τα δασοαποδοτικά πρότυπα, αυτά έχουν να κάνουν 1) με Αύξητικά πρότυπα και ιδιαίτερα με πίνακες παραγωγής (ΠΠ), οι οποίοι δίνουν τη δυνατότητα πρόβλεψης

της μελλοντικής εξέλιξης των συστάδων, καθώς και της απόδοσης αυτών σε όρους ξυλαποθέματος και καρπώσεων και 2) με πίνακες κατηγοριών προϊόντων, οι οποίοι δίνουν τη δυνατότητα μετασχηματισμού των δεδομένων όγκου των ΠΠ σε προϊόντα συγκομιδής ξύλου και μέσω αυτών στην εκτίμηση της οικονομικής απόδοσης των δασοσυστάδων. Πίνακες παραγωγής υπάρχουν σήμερα για τα περισσότερα δασοπονικά είδη της χώρας, όπως για την Οξιά (Gatzojannis 1998 και Γκατζογιάννης 1999), Δασική πεύκη (Γκατζογιάννης 1998), Ερυθρελάτη (Gatzojannis 1999), τη Μαύρη πεύκη Ταυγέτου (Gatzojannis 1999a), τη Δρύ (Γκατζογιάννης 2017) και Ελάτη (Γκατζογιάννης 2018). Οι πίνακες αυτοί είναι τοπικά κυρίως συστήματα που μπορούν όμως, υπό προϋποθέσεις, να χρησιμοποιηθούν για οικονομικές αναλύσεις δασικής παραγωγής ευρύτερων περιοχών της χώρας. Για την περιοχή έρευνας διαθέσιμοι είναι επίσης πίνακες παραγωγής Μαύρης πεύκης (Γκατζογιάννης 2002 και 2019), οι οποίοι και θα αποτελέσουν βασική υποδομή για την ανάλυση της οικονομικής απόδοσης που επιχειρείται στην παρούσα εργασία. Οι πίνακες κατηγοριών προϊόντων διακρίνονται σε δυο κατηγορίες. Πίνακες που αναφέρονται σε επίπεδο κορμού δένδρου και πίνακες που αναφέρονται

1. Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, ΕΘΙΑΓΕ
E-mail: sgatzog@gmail.com

συνολικά σε συστάδες. Οι πρώτοι καλούνται «πίνακες κατηγοριών προϊόντων» (ΠΚΠ), ενώ οι δεύτεροι «πίνακες απόδοσης των συστάδων σε προϊόντα ξύλου» (ΠΑΠ) (Sortentafeln ή Sortenertragstafeln αντίστοιχα, κατά Prodan 1965 ή assortiment tables κατά Laar Van & Ακσα 2007). Πίνακες κατηγοριών προϊόντων έχουν καταρτιστεί μέχρι σήμερα στη χώρα μας για τα δάση Οζιάς (Κατενίδης & Ευθυμίου 1983 και Παλάσκας 2015), της Ελάτης (Παπαδόπουλος 1997), της Δασικής πεύκης (Gatzojannis et al 1995) και της Δρυός (Παλάσκας 2016). Οι πίνακες για τη Δρυ και την οζιά του Παλάσκα (2015 & 2016) συνοδεύονται επίσης και από πίνακες της δεύτερης κατεύθυνσης. Για την περιοχή των δασών Γράμμου είναι διαθέσιμοι πίνακες κατηγοριών προϊόντων για τη Μαύρη Πεύκη (Γκατζογιάννης 2018a) και θα αποτελέσουν την αναγκαία αφετηρία για την απόκτηση πινάκων της δεύτερης κατεύθυνσης στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας. Οι οικονομικοί δείκτες αναφέρονται στην αξία των αγαθών που παράγονται και αφετέρου στο κόστος που επιβαρύνει την παραγωγή των προϊόντων αυτών. Εδώ πρέπει να επισημανθούν δυο αδυναμίες των δασικών εκμεταλλεύσεων οι οποίες δυσχεραίνουν την απόκτηση των δεικτών αυτών. Η πρώτη αφορά το λογιστικό σύστημα των δασικών εκμεταλλεύσεων και την έλλειψη κατάλληλου συστήματος κοστολόγησης της δασικής παραγωγής, το οποίο και θα επέτρεπε τη διενέργεια οικονομικών αναλύσεων βασισμένων σε πραγματικά οικονομικά αποτελέσματα, όπως σχετικά προβλέπεται στα κλασικά συγκρίματα οικονομικής των δασικών εκμεταλλεύσεων (Στάμου 1985, σ. 194 & 401, Speidel 1967). Η δεύτερη εστιάζει στο σύστημα ανάθεσης της συγκομιδής στους δασικούς συνεταιρισμούς και διάθεσης των προϊόντων στην ελεύθερη αγορά από τους ίδιους, όπου η απευθείας διάθεση των προϊόντων, χωρίς να προηγηθούν δημόσιοι διαγωνισμοί, οδηγεί συχνά σε παραμόρφωση των τιμών αγοράς. Για τους λόγους αυτούς, η εκτίμηση των τιμών αγοράς των δασικών προϊόντων, όσο και της αξίας αυτών, έγινε στην παρούσα εργασία με βάση τον πίνακα διατίμησης δασικών προϊόντων που ανακοινώνεται κάθε χρόνο από το Υπουργείο Περιβάλλοντος (ΥΠΠΕΝ 2016), θεωρώντας ότι οι ανακοινώσεις αυτές λαμβάνουν υπόψη, τόσο τις τιμές που διαμορφώνονται κάθε φορά στην αγορά του ξύλου, όσο και το κόστος συγκομιδής. Για την εκτίμηση του κόστους διοίκησης που επιβαρύνει επίσης τη δασική παραγωγή των δημοσίων δασών, έγινε προσπάθεια εμπειρικής προσέγγισης του κόστους επιμέρους εργασιών, που επιβαρύνουν όμως άμεσα τη δασική παραγωγή. Η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται τόσο στη διαδικασία που ακο-

λουθείται για την εκτίμηση της οικονομικής απόδοσης των συστάδων, δημιουργώντας έτσι έναν νέο αλγόριθμο οικονομικής ανάλυσης, όσο και στο αποτέλεσμα δηλαδή την αποτίμηση της οικονομικής απόδοσης των δασών μαύρης πεύκης στην περιοχή του Β. Γράμμου. Συμπληρώνεται δε αυτή με την απόκτηση βοηθητικών εργαλείων, όπως είναι οι πίνακες κατηγοριών προϊόντων, της δεύτερης όμως κατεύθυνσης, και με δείκτες κοστολόγησης της δασικής παραγωγής.

2. Υλικό και μέθοδος

Η εργασία αναφέρεται στις συστάδες Μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*) του συμπλέγματος δασών Β. Γράμμου Καστοριάς συνολικής έκτασης 4500 εκταρίων. Βασικό υλικό ανάλυσης και αφετηρία αποτέλεσαν: α) ένα δίκτυο 55 δοκιμαστικών επιφανειών (ΔΕ), αντιπροσωπευτικό της συνολικής περιοχής εξάπλωσης της Μαύρης πεύκης στην περιοχή του Β. Γράμμου. Το υλικό αυτό συγκεντρώθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος LIFE (NAT/ GR/ 006498) (Γκατζογιάννης 2002 και 2019), β) υφιστάμενοι πίνακες κατηγοριών προϊόντων (Γκατζογιάννης 2018a) και πίνακες παραγωγής Μαύρης πεύκης (Γκατζογιάννης 2019) για την ίδια περιοχή. Με τη βοήθεια των πινάκων κατηγοριών προϊόντων προσδιορίστηκε για κάθε ΔΕ ο όγκος των αναμενόμενων κατηγοριών προϊόντων που μπορούν να παραχθούν από την υλοτομία των δένδρων κάθε βαθμίδας διαμέτρου και συνολικά (Va, Vb και Vc, στήλες 5, 6 και 7 του πίνακα Ι). Οι κατηγορίες αυτές υπολογίστηκαν με τη βοήθεια τριών εξισώσεων που συνοδεύουν τους πίνακες αυτούς ως ακολούθως:

$$(1a) V_a = V^* \cdot (-1,577 + 9131,56/d^3 + 124,129/d - 2019,381/d^2)$$

$$(1b) V_b = V^* \cdot (0,8 - 530,054/d^3) - V_a$$

$$(1c) V_c = V^* \cdot (0,002 + 52,522/d^2) \quad (\text{Γκατζογιάννης 2018a})$$

όπου V = το ξυλαπόθεμα της ΔΕ (m³/ha), Va: άφλοιος όγκος στύλων ΔΕΗ/ΟΤΕ, Vb= άφλοιος όγκος στρογγύλης ξυλείας και Vc= έμφλοιος όγκος ξύλου θρυμματισμού/ καυσοξύλων, κατά βαθμίδα διαμέτρου και συνολικά στη ΔΕ.

Για κάθε ΔΕ υπολογίστηκε η μέση τετραγωνική διάμετρος (dg) και οι αναλογίες όγκων (RVa, RVb και RVc) των κατηγοριών (Va, Vb και Vc) προς το συνολικό ξυλαπόθεμα (V) κάθε ΔΕ (Πίν. Ι). Οι μεταβλητές και τα βασικά στατιστικά των 55 δοκιμαστικών επιφανειών δίνονται στον πίνακα ΙΙ.

Οι πίνακες παραγωγής είναι πρότυπα που μας δίνουν την εξέλιξη βασικών μεταβλητών των συστά-

Πίνακας I. Στοιχεία δοκιμαστικής επιφάνειας Μαύρης πεύκης της περιοχής Β. Γράμμου
Table I. Inventory data of a black pine's sample plot of the forest of N. Grammos

d	n	N/ha	V	Va	Vb	Vc
1	2	3	4	5	6	7
8	5	100	5,0			
10	10	200	14,0			7,4
12	7	140	13,4		6,6	4,9
14	7	140	17,9		10,9	4,8
16	6	120	20,1	10,5	3,0	4,2
18	6	120	25,7	16,7	1,5	4,2
20	5	100	26,8	19,4	0,3	3,6
22	6	120	39,5	29,7	0,0	4,4
24	5	100	39,9	29,9	0,5	3,7
26	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	5	100	56,2	39,1	4,5	3,9
30	1	20	13,1	8,6	1,6	0,8
32	1	20	15,1	9,2	2,7	0,8
34	2	40	34,7	19,4	7,9	1,6
36	1	20	19,7	10,04	5,53	0,84
Sum	67	1340	341,2	192,6	44,9	45,1
				$RVa=192,6/341,2 = 0,56$		
				$RVb = 44,9/341,2 = 0,13$		
				$RVc = 45,1/341,2 = 0,13$		
<p>Στοιχεία ταυτότητας ΔΕ: Δάσος: Β. Γράμμος, ααΔΕ: 22, Μέγεθος: 500 m², Δασ. Είδος: Μαύρη πεύκη (PINI_GR)</p> <p>Χαρακτ. μεγέθη: Tk =56,02 έτη, dg=19,09 cm, ΥΠ = ΙΙ, SI₅₀= 20,35, d =Στηθιαία διάμετρος, n,N/ha = Αριθμός κορμών, V= Ξυλαπόθεμα m³/ha</p> <p>Διάρθρωση κατά δασικά προϊόντα: Στύλοι ΔΕΗ/ΟΤΕ: Va=V*(-1,577+9131,56/d³+124,129/d-2019.381/d²) (m³/ha) Στρογγύλη ξυλεία: Vb = V*(0,8-530,054/d³) - Va (m³/ha) Ξύλο θρυμματισμού: Vc = V*(0,002+52,522/d²) (m³/ha) (Γκατζογιάννης 2018α)</p>						

Πίνακας II. Μεταβλητές και βασικά στατιστικά δοκιμαστικών επιφανειών
Table II. Variables and descriptive statistics of the sample plots

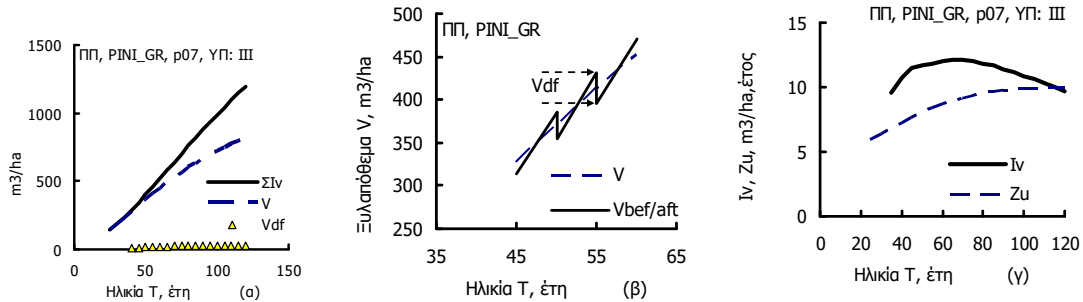
Μεταβλητές	nΔΕ	Min	Max	Mean	StDev
SI₅₀	55	8,82	26,31	17,30	4,47
Tk	55	49,93	128,16	92,15	25,21
P	55	0,28	1,24	0,62	0,19
Dg	55	14,92	53,32	30,29	8,68
V	55	218,01	1312,57	587,62	226,86
Va	55	59,43	423,63	194,41	86,13
Vb	55	34,49	650,60	253,94	171,27
Vc	55	12,15	91,37	33,84	15,91
<p>SI₅₀: Site Index, Tk: Μέση ηλικία κυριαρχούντων δένδρων των συστάδων, p: Επίπεδο πυκνότητας συστάδων (σύμφωνα με τους σχετικούς πίνακες παραγωγής p=G/Gmax), Dg: Η μέση τετραγωνική διάμετρος (cm), V: Το ξυλαπόθεμα (m³/ha), Va: Ο όγκος στύλων ΔΕΗ/ΟΤΕ (m³/ha), Vb: Ο όγκος στρογγύλης ξυλείας (m³/ha) και Vc: Ο όγκος ξύλου θρυμματισμού (m³/ha).</p>					

δων, όπως η κυκλική επιφάνεια (G), το ξυλαποθέμα (V), η μέση διάμετρος (dg) και ο όγκος των ενδιαμέσων καρπώσεων (Vdf) συναρτήσει της ηλικίας, της ποιότητας τόπου και του δασοκομικού χειρισμού ή της πυκνότητας (ρ) των συστάδων. Οι βασικές σχέσεις που συνδέουν τις διάφορες μεταβλητές των ΠΠ αποδίδονται σχηματικά στα διαγράμματα που ακολουθούν (Σχ. 1 και 2) (βλ. πίνακα VI στην εργασία Γκατζογιάννης 2019).

Στο σχήμα 1α απεικονίζεται πχ. η με το χρόνο (ηλικία) εξέλιξη του ξυλαποθέματος (V), των ενδιαμέσων καρπώσεων (Vdf), των συνολικών ενδιαμέσων καρπώσεων (ΣVdf) και της συνολικής προσαύξεσης (ΣIv) συστάδων Μαύρης πεύκης, μέτριας πυκνότητας (ρ07) και τρίτης ποιότητας τόπου (ΥΠ: III). Στο σχήμα 1β διευκρινίζεται η σχέση που υπάρχει μεταξύ ξυλαποθέματος συστάδας πριν τη διενέργεια

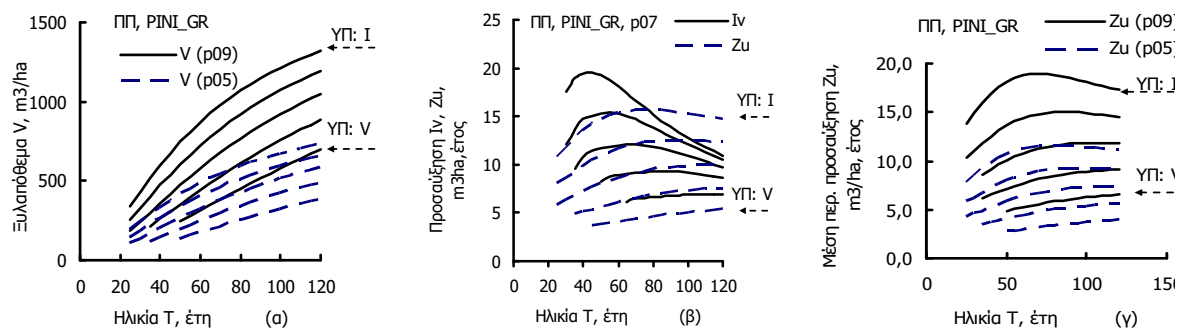
μιας αραιώσης (Vbef), η πτώση του ξυλαποθέματος κατά το μέγεθος των ενδιαμέσων καρπώσεων (Vdf) και το ξυλαποθέμα που απομένει (Vaft), όπως επίσης και η μέση πορεία της καμπύλης του ξυλαποθέματος (V) που δίνουν οι πίνακες παραγωγής. Στο σχήμα 2 δίνεται η εξέλιξη που υπάρχει στην απόδοση των συστάδων, σε όρους ξυλαποθέματος V, ενδιαμέσων καρπώσεων Vdf και παραγωγικού δυναμικού Zu, εξαιτίας της ποιότητας τόπου και της πυκνότητας των συστάδων. Εξέλιξη που αναμένεται να διαμορφώσει και τη διακύμανση της οικονομικής απόδοσης των συστάδων εξαιτίας των παραγόντων αυτών.

Πίνακες απόδοσης σε προϊόντα ξύλου. Με βάση τα χαρακτηριστικά μεγέθη των 55 δοκιμαστικών επιφανειών (Πίν. II) και τα αθροιστικά αποτελέσματα όσον αφορά τις κατηγορίες προϊόντων (Va, Vb, Vc) και τις αναλογίες τους (RVa, RVb και Rvc, Πίν. I) ακολούθη-



Σχήμα 1. Η εξέλιξης βασικών συστατικών παραμέτρων των πινάκων παραγωγής: α) του ξυλαποθέματος V, των ενδιαμέσων καρπώσεων Vdf και της συνολικής απόδοσης ΣIv, β) του ξυλαποθέματος πριν (Vbef) και μετά (Vaft) τις αραιώσεις (Vdf) και γ) της τρέχουσας (Iv) και μέσης απόδοσης/ προσαύξεσης (Zu), συστάδων Μαύρης πεύκης μέτριας πυκνότητας (ρ07) και τρίτης ποιότητας τόπου (ΥΠ: III)

Figure 1. Relationships between basic parameters of the *Pinus nigra* stands (growing stock V, thinnings Vdf and annual increment Iv, Zu (data from Yield tables, PINI_GR, ρ07, ΥΠ:III)



Σχήμα 2. Η διακύμανση βασικών μεταβλητών της απόδοσης των συστάδων σε όρους α) ξυλαποθέματος (V, m³/ha), β) τρέχουσας (Iv) και μέσης (Zu) αύξησης και γ) παραγωγικού δυναμικού/ μέσης περιττοπής προσαύξεσης (Zu, m³/ha, έτος), ως συνάρτηση της ποιότητας τόπου (ΥΠ) και του δασοκομικού χειρισμού/ του επιπέδου πυκνότητας (ρ) των συστάδων Μαύρης πεύκης (σύμφωνα με τους πίνακες παραγωγής Μαύρης πεύκης)

Figure 2. The variability of the yield variables in relation to the site quality (ΥΠ) and stand density level (ρ) of the black pine stands (data from yield tables)

σε στατιστική ανάλυση για την απόκτηση μοντέλων που επιτρέπουν τον μετασχηματισμό του ξυλαποθέματος των συστάδων (κύριας και απομακρυνόμενης) σε προϊόντα ξύλου. Προς τούτο εφαρμόστηκαν διαδικασίες γραμμικής παλινδρόμησης και εξισώσεις της μορφής:

(2) $R_{Va,b,c} = f(1/dg, 1/dg^2, 1/dg^3 + \dots)$, όπου $R_{Va,b,c}$ οι αναλογίες όγκων των τριών κατηγοριών προϊόντων, $dg = \eta$ μέση τετραγωνική διάμετρος κάθε ΔΕ.

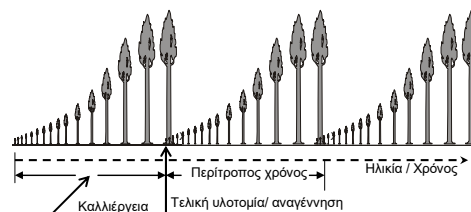
Σύμφωνα με τις προβλέψεις που προδιαγράφουν οι ΠΠ για την εξέλιξη της μέσης διαμέτρου (dg) και του ξυλαποθέματος (V_{bef}) της κύριας συστάδας, όσο και αυτών (dg_{df} , V_{df}) της απομακρυνόμενης μέσω των αραιώσεων, προσδιορίστηκαν κατόπιν, με τη βοήθεια των εξισώσεων $R_{Va,b,c} = f(dg)$ (Εξισ. 2), οι κατηγορίες προϊόντων που αναμένονται να παραχθούν τόσο από μια ενδεχόμενη τελική υλοτομία/ τελική κάρπωση της κύριας συστάδας όσο και από τις αραιώσεις. Η πινακοποίηση των αποτελεσμάτων αυτών οδηγεί και στην κατάρτιση των ζητούμενων εδώ πινακων απόδοσης των συστάδων σε προϊόντα ξύλου.

Οικονομική ανάλυση: Η εκτίμηση της οικονομικής απόδοσης των συστάδων ακολουθεί κατά κανόνα δυο διαδρομές ανάλυσης, όπως αυτές διδάσκονται στα κλασικά συγγράμματα δασικής οικονομικής και εκτιμητικής (Speidel 1967, Στάμου 1985, Amacher et al 2009) και περιλαμβάνουν 1) οικονομική ανάλυση σε επίπεδο συστάδας και 2) οικονομική ανάλυση σε επίπεδο διαχειριστικής κλάσης. Στην παρούσα εργασία ανακοινώνεται η πρώτη διαδρομή ανάλυσης, ενώ η δεύτερη θα ανακοινωθεί σε επόμενη εργασία λόγω της έκτασης των αναλύσεων που είναι αναγκαίες για την ολοκλήρωση των δυο αυτών διαδρομών.

Η ανάλυση σε επίπεδο συστάδας βασίστηκε στον τύπο του Faustmann ο οποίος διατυπώθηκε για πρώτη φορά το 1849 και έκτοτε χρησιμοποιείται ευρύτατα στη δασική οικονομία (Helmedag, 2018, Vitala, 2013, Hille et al 1999, Möhring, 1993, Moog, 2018) αποτελώντας μάλιστα οδηγό, ενσωματωμένο συχνά σε προδιαγραφές χωρών όπως της Γερμανίας, αναφορικά με την εκτίμηση αξιών στη δασοπονία, αλλά και για την επιλογή των περιτροπων χρόνων που μεγιστοποιούν την οικονομική απόδοση των δασοσυστάδων (BFW, 2014, Niedersächsische Landesforsten, 1998).

Η ανάλυση βασίζεται στην εξής υπόθεση: Μια συστάδα δημιουργείται σε μια (κατ' αρχήν) γυμνή δασική έκταση με τεχνητή αναδάσωση, με ένα συγκεκριμένο δασοπονικό είδος και κατά ένα συγκεκριμένο τρόπο/ φυτευτικό σύνδεσμο. Αυτή υποβάλλεται σε

ένα συγκεκριμένο δασοκομικό χειρισμό (ελεγχόμενο μέσω της πυκνότητας), και παράγει δασικά προϊόντα μέσω των αραιώσεων, μέχρις ότου ωριμάσει και να υποβληθεί σε τελική αποψιλωτική υλοτομία, κλείνοντας έτσι τον πρώτο κύκλο παραγωγής της. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται με τον ίδιο τρόπο και τον ίδιο ρυθμό στο διηλεκές (Σχ. 3).



Σχήμα 3. Η εξέλιξη των συστάδων συναρτήσει της ηλικίας και οι επαναλαμβανόμενοι κύκλοι παραγωγής στα ομήλικα δάση ως αποτέλεσμα συγκεκριμένων δασοκομικών χειρισμών

Figure 3. Stand development in relation to age and the recurring cycles of life/ production of the even aged stands

Επιδιώκοντας να εκτιμηθεί το οικονομικό αποτέλεσμα που αναμένεται να προκύψει από μια τέτοια διαδικασία προσδιορίζονται οι πρόσοδοι και οι δαπάνες που πραγματοποιούνται στη διάρκεια ενός κύκλου παραγωγής. Αυτές ανατοκίζονται με ένα συγκεκριμένο επιτόκιο (r %) για να εκτιμηθεί η κεφαλαιακή τους αξία στο τέλος του περιτροπου χρόνου (u), η οποία και παραμένει πλέον σταθερή και επαναλαμβανόμενη κατά περιόδους απείρους πλήθους. Εκτιμώντας τη σημερινή αξία των μελλοντικών αυτών αποδόσεων προκύπτει η «αναμενόμενη αξία απόδοσης του εδάφους», η οποία σύμφωνα με το γνωστό μαθηματικό τύπο του Faustmann, δίνεται από την εξίσωση (3) (Speidel 1667, σελ. 93, Amacher et al 2009):

$$(3) B \text{ ή } LEV = \frac{[\text{Πρόσοδοι} - \text{Δαπάνες}]}{(1,0r^u - 1)} = \frac{[(Au + \sum Ad_{ai} * 1,0r^{(u-ai)}) - (c * 1,0r^u + (v/0,0r) * (1,0r^u - 1))]}{[1,0r^u - 1]}$$

όπου οι πρόσοδοι:

* $A_u =$ η αξία τελικής κάρπωσης σε όρους ακαθάριστης δασικής προσόδου (ΑΔΠ) ως αξία επί πρέμιου, η οποία ισοδυναμεί με την ακαθάριστη αξία παραγωγής (ΑΑΠ) μείον το κόστος συγκομιδής (Ευρώ/ha),

* $Ad_{ai} =$ η αξία ενδιαμέσων καρπώσεων σε όρους ΑΔΠ που πραγματοποιούνται σε ηλικία a (Ευρώ/ha).

και οι δαπάνες:

* c = το κόστος αναδάσωσης (εφάπαξ στην αρχή κάθε κύκλου παραγωγής) (Ευρώ/ha),

* v = η ετήσια δαπάνη διοίκησης που επιβαρύνει την παραγωγή (Ευρώ/yr,ha),

* r = επιτόκιο κεφαλαιοποίησης ή ανατοκισμού (%).

* LEV = η αναμενόμενη αξία απόδοσης του δασικού εδάφους, ως κεφαλαιακή αξία αναμενόμενων μελλοντικών προσόδων (Euro/ha), φερόμενη μάλιστα στη σύγχρονη βιβλιογραφία και ως “land expectation value” (LEV) ή “bare land value” (BLV), ή “soil expectation value” (SEV) (Amacher et al 2009, σελ. 20).

Η εκτίμηση των προσόδων βασίστηκε στα μεγέθη απόδοσης που δίνουν οι πίνακες παραγωγής για τις ενδιάμεσες (Vdf) και τις τελικές καρπώσεις (Vbef) (Σχ. 1α) και στους πίνακες απόδοσης σε προϊόντα ξύλου που δημιουργήθηκαν στην παρούσα εργασία. Για την αξία των παραγόμενων προϊόντων αξιοποιήθηκε ο πίνακας διατίμησης δασικών προϊόντων που ανακοινώνεται κάθε χρόνο από το Υπουργείο Περιβάλλοντος (ΥΠΕΝ 2016). Κατόπιν αυτού και επί τη βάσει των τιμών έτους 2014 του πίνακα αυτού χρησιμοποιούνται εδώ οι τιμές εφαρμογής που δίνονται στον πίνακα III, για τις τρεις κατηγορίες προϊόντων.

Η πρόβλεψη της εξέλιξης των προσόδων αυτών για ένα κύκλο παραγωγής και η επανάληψή τους στο μέλλον επιτρέπει ακολούθως τη διενέργεια εκτιμήσεων, τόσο για την κεφαλαιακή τους αξία, όσο και για την επίδραση του περιτρόπου χρόνου στη διαμόρφωση των προσόδων αυτών.

Για το σκέλος των δαπανών (c : δαπάνη αναδάσωσης και v : δαπάνη διοίκησης) εφαρμόστηκε μια αναλυτική διαδικασία εκτίμησης ως ακολούθως: Η δαπάνη αναδάσωσης (c), εκτιμήθηκε με τη βοήθεια ανάλυσης τιμών και αναλυτικό τιμολόγιο που εφαρμόζονται στις μελέτες αναδασώσεων. Η διοικητική δαπάνη (v) εκτιμήθηκε με έμμεσο τρόπο επειδή δεν μπορεί να εξακριβωθεί άμεσα από το αρχείο των δα-

σικών εκμεταλλεύσεων. Εκτιμήθηκε δηλαδή η δαπάνη χρόνου που απαιτείται από το προσωπικό ενός δασοσχεδίου προκειμένου να υλοποιήσει συγκεκριμένες εργασίες που επιβαρύνουν άμεσα τον σχεδιασμό και την εκμετάλλευση ενός δάσους Μαύρης πεύκης στην περιοχή Β. Γράμμου, όπως είναι η εκπόνηση διαχειριστικού σχεδίου, η προσήμανση των προς υλοτομία δένδρων και η εξέλεξη/ παραλαβή και πιστοποίηση των παραγόμενων προϊόντων. Για την εφαρμογή του παραπάνω μαθηματικού τύπου (εξίσ. 3) ισχύουν επίσης τα ακόλουθα: α) αναφέρεται σε ομήλικες συστάδες, β) οι πρόσδοδοι από τελικές καρπώσεις πραγματοποιούνται εφάπαξ στο τελευταίο έτος του κύκλου παραγωγής (στον περίτροπο χρόνο), γ) οι πρόσδοδοι από ενδιάμεσες καρπώσεις που πραγματοποιούνται στην πορεία αύξησης των συστάδων (πχ. σε ηλικία a_i) μεταφέρονται ανατοκίζόμενες ($A_{da_i} * 1.0r^{u-a_i}$) στο τέλος του περιτρόπου χρόνου ώστε να είναι συγκρίσιμες (χρονικά) με την αξία τελικών καρπώσεων (A_u), δ) οι δαπάνες αναδάσωσης (c , Ευρώ/ha) και διοίκησης (v , Ευρώ/yr,ha) μεταφέρονται επίσης ανατοκίζόμενες στο τέλος του περιτρόπου χρόνου ($c * 1.0r^u$ & $v * 1.0r^{u-1}$) και ε). Όλες οι πρόσδοδοι (Π) και οι δαπάνες (Δ), αναφερόμενες πλέον στο τέλος του περιτρόπου χρόνου, θεωρούνται επαναλαμβανόμενες με τον ίδιο ρυθμό και στο μέλλον, έτσι ώστε το καθαρό αποτέλεσμα της απόδοσης ($\Pi - \Delta$) προεξοφλούμενο [$(\Pi - \Delta) / (1.0r^u - 1)$] να μας δώσει την καθαρή εδαφική πρόσδοδο.

Άλλο ένα οικονομικό μέγεθος «η αξία του ξυλώδους κεφαλαίου των δασοσυστάδων» ανήκει επίσης στη βασική αυτή οικονομική ανάλυση. Αυτή προσδιορίζεται ανάλογα με το στάδιο εξέλιξης των συστάδων και με τρεις διαφορετικούς τρόπους: α) ως αξία άμεσης υλοτομίας (A_m) ή αξία τελικής κάρπωσης (A_u) για τις συστάδες που είναι κοντά στην ηλικία του περιτρόπου χρόνου, β) ως αξία αναμονής (H_{Em}), για συστάδες μέσης και μεγαλύτερης ηλικίας, εκτι-

Πίνακας III. Τιμές αγοράς και μισθώματα δημοσίου για δασικά προϊόντα Μαύρης πεύκης Β. Γράμμου (Τιμές εφαρμογής) (ΥΠΕΝ 2016)

Table III. Market prices for black pine forest products

Κατηγορίες προϊόντων ξύλου - wood products	Τιμές εφαρμογής	
	Αγοραία τιμή (€/κ.μ.)	Μίσθωμα δημοσίου (€/κ.μ.) (Αξία πρένου)
1	2	3
a. Στύλοι ΔΕΗ / ΟΤΕ-Pylons/ poles	84,0	20,0
b. Στρογγύλη ξυλεία - Round wood	40,0	9,0
c. Βιομηχανικό - καυσόξυλα - firewood	22,0	4,0

μόνη με βάση την αναμενόμενη αξία της μελλοντικής τους απόδοσης και γ ως αξία κόστους (HKm) για τις νεαρές κυρίως συστάδες, εκτιμώμενη με βάση τη δαπάνη που επιβαρύνει μια συστάδα από τη δημιουργία της μέχρι μια δεδομένη ηλικία (m), αφαιρούμενων των προσόδων που ενδεχομένως προκύπτουν από αραιώσεις πριν την ηλικία αυτή. Για την εκτίμηση των αξιών αυτών χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα πρότυπα:

(4) $A_m = \sum x_i \cdot w_x$, όπου: A_m = αξία άμεσης υλοτομίας του ξυλαποθέματος συστάδας ηλικίας m (Ευρώ/ha), m_x = η ποσότητα του προϊόντος (x) που παράγεται από την υλοτομία του συνόλου των κορμών συστάδας (m^3 /ha), w_x : η αξία διάθεσης (w) του προϊόντος (x) στην αγορά μείον το κόστος συγκομιδής.

(5) $HE_m = [Au + \sum Adm_i \cdot 1,0r^{m-i} - (LEV+V) \cdot (1,0r^{m-1})] / 1,0r^{m-1}$, όπου: HE_m = η αξία αναμονής συστάδας (Ευρώ/ha), Au : Η αξία τελικής υλοτομίας της συστάδας, Adm_i = η αξία ενδιάμεσων καρπώσεων που συγκομίζονται σε ηλικία m, LEV = η κεφαλαιακή αξία της εδαφικής προσόδου και της δαπάνης διοίκησης ($V=v/0.0r$) που επιβαρύνουν την παραγωγή στο διάστημα μεταξύ των ηλικιών m και u.

(6) $HK_m = (LEV+V) \cdot (1,0r^m - 1) + c \cdot 1,0r^m - \sum Adai \cdot 1,0r^{m-ai}$, όπου: HK_m = η αξία κόστους (Ευρώ/ha) συστάδας ηλικίας (m), LEV = η κεφαλαιακή αξία (Euro/ha) της εδαφικής προσόδου και των δαπανών διοίκησης (V, Ευρώ/ha) που επιβαρύνουν την παραγωγή από την ίδρυση μέχρι την ηλικία m των συστάδων και c = η δαπάνη αναδάσωσης (Ευρώ/ha). Επειδή πρόκειται στην πραγματικότητα για δάση που αναγεννώνται με φυσικές διαδικασίες και χωρίς τε-

χνική αναδάσωση, γι' αυτό και οι ως άνω αναλύσεις επαναλαμβάνονται και χωρίς το κόστος αναδάσωσης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στατιστική ανάλυση: Από τις διαδικασίες γραμμικής παλινδρόμησης προέκυψαν οι εξισώσεις 2a, 2b και 2c που δίνονται στον πίνακα IV, οι οποίες προβλέπουν τη συμμετοχή (αναλογία) των κατηγοριών προϊόντων RV_a , RV_{ab} , RV_c στον συγκομιζόμενο όγκο ξυλείας μιας συστάδας. Στο σχήμα 4 δίνεται επίσης η δομή των καμπυλών που εκφράζουν οι εξισώσεις αυτές, καθώς και εύρος τιμών της μέσης διαμέτρου για τις οποίες ισχύουν οι προβλέψεις τους. Επί πλέον των δεικτών που συνοδεύουν τις εξισώσεις του πίνακα IV, η ανάλυση των αποκλίσεων έδωσε επίσης μια σειρά δεικτών για την ακρίβεια (M_{res} , SS_{res} , $MeanSq$, $StDev$) και την ποιότητα (Κατανομή των αποκλίσεων, linear regression, R_{adj}^2) των προβλέψεων των εξισώσεων αυτών (Πίν. V). Οι κατανομές των αποκλίσεων που φαίνονται στα διαγράμματα του σχήματος 5 μας δίνουν επίσης μια πρόσθετη εικόνα για την ποιότητα προσαρμογής των εξισώσεων στο υλικό της έρευνας.

Πίνακες απόδοσης σε προϊόντα ξύλου: Με βάση το σύστημα αυτό των εξισώσεων μετασχηματίστηκαν οι τιμές όγκου/ ξυλαποθέματος που δίνουν οι πίνακες παραγωγής (Σχ. 1 & 2) για την κύρια συστάδα (V_{bef}) και τις ενδιάμεσες καρπώσεις (V_{df}) σε κατηγορίες προϊόντων (V_a , V_b , V_c) για να προκύψουν οι αντίστοιχοι πίνακες απόδοσης που δίνονται στις στήλες 4, 5 και 6 των πινάκων VI και VII. Η απόδοση των συστάδων και η διάρθρωση της παραγωγής σε προϊόντα ξύλου δίνεται επίσης και στα διαγράμματα του σχήματος 6.

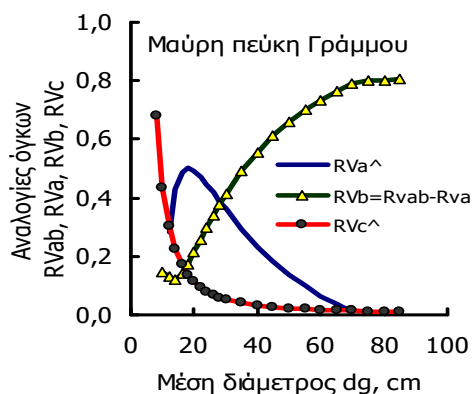
Πίνακας IV. Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης και οι εξισώσεις των πινάκων απόδοσης σε προϊόντα ξύλου των συστάδων Μαύρης πεύκης (αναλογίες προϊόντων ξύλου $R_{a,b,c}$ ως συνάρτηση της μέσης κατά κυκλική επιφάνεια διαμέτρου dg των συστάδων)

Table IV. Estimated parameters and fit statistics for assortment tables and wood products equations

Το μοντέλο	Συντελεστές εξισώσεων		Κριτ. t	Κριτήρια
(2a) $RV_a = bo + b1/dg + b2/dg^2$	$bo =$	-0,388	-2,387**	$R^2=0,48$
	$b1 =$	31,989	3,795***	S.E.E=0,111
	$b2 =$	-287,419	-2,789***	$F=23,67***$
(2b) $RV_{ab} = bo + b1/dg^3 + b2/dg$	$bo =$	0,811	137,781***	$R^2=0,98$
	$b1 =$	-613,436	-14,781***	S.E.E=0,006
	$b2 =$	-0,532	-2,345**	$F=1500,96***$
(2c) $RV_c = bo + b1/dg^2$	$bo =$	0,005	2,945***	$R^2=0,97$
	$b1 =$	43,097	43,637***	S.E.E=0,006
(2d) $RV_b = RV_{ab} - RV_a$				$F=1903,69***$

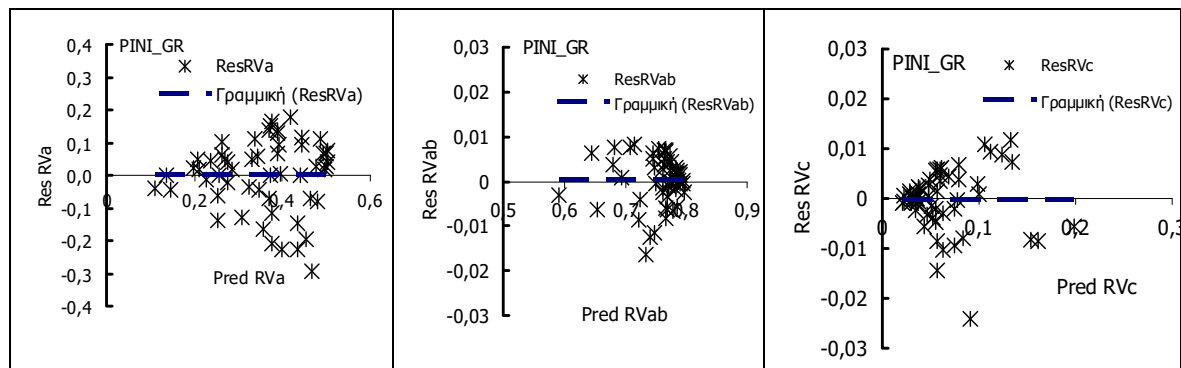
Πίνακας V. Αποτελέσματα ανάλυσης των υπολοίπων των εξισώσεων 2a, 2b και 2c
 Table V: Residual analysis results of the equations 2a, 2b και 2c

Μαύρη πεύκη B. Γράμμου	1	Ιδεατές τιμές	Εξίσωση 2a Rva = f(dg)	Εξίσωση 2b RVab = f(dg)	Εξίσωση 2c RVc = f(dg)
Αριθ. Παρατηρήσ. (n)			55	55	55
Βαθμ. ελευθερίας (βε)			2	2	1
MRes	0		0,0002	0,0002	-0,0002
SSRes	0		0,6393	0,0016	0,002
MeanSq	0		0,01162	0,00003	0,00004
StDev	0		0,1098	0,0055	0,0063
Linear Regression obs = a + β*pred					
a	0		0,00	0,00	0,00
β	1		1,00	1,00	1,00
Radj ²	1		0,47	0,98	0,97
MRes= $\Sigma(est_i - obs_i)/n$: Mean residual (αριθμητικός μέσος των αποκλίσεων), SSRes= $\Sigma(est_i - obs_i)^2$: Residual sum of squares (άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων), MeanSq=SSRes/n, StDev = $(SSRes/(n-\beta\epsilon))^{0,5}$: Standard deviation (τυπική απόκλιση), obs _i = $a + \beta_i * est_i$: Linear Regression (γραμμική σχέση μεταξύ θεωρητικών τιμών και πραγματικών παρατηρήσεων κάθε μοντέλου), όπου: n = αριθμός παρατηρήσεων, obs : μετρήσεις - measurements/ observations, est _i : θεωρητικές τιμές - predicted/ estimated values, obs _{mean} : αριθμητικός μέσος των μετρήσεων, βε: Βαθμοί ελευθερίας, α _i , β _i : συντελεστές της εξίσωσης.					



Σχήμα 4. Καμπύλες πρόβλεψης της αναλογίας όγκου των κατηγοριών προϊόντων ξύλου (RVa[^], RVb, RVc[^]) ως συνάρτηση της μέσης διαμέτρου (dg) των συστάδων Μαύρης πεύκης περιοχής Γράμμου (Περιορισμοί : RVa > 0,0 εάν dg > 10,3 cm & ≤ 70 cm, RVb > 0 εάν dg > 9,3 cm και RVc > 0 εάν dg ≥ 6,6 cm)

Figure 4. Predictive curves of the volume ratio of wood product categories as a function of the mean diameter (dg) of the Black pine forest stands.



Σχήμα 5. Ιστογράμματα κατανομής των αποκλίσεων των θεωρητικών (pred) από τις πραγματικές παρατηρήσεις (Obs) των εξισώσεων 2a, 2ab και 2c

Figure 5. Histograms of the residuals of the equations 2a, 2ab and 2c

Πίνακας VI. Πίνακας απόδοσης σε προϊόντα ξύλου (Va, Vb, Vc) από τελική κάρπωση συστάδων Μαύρης πεύκης, μέτριας πυκνότητας ($p=0,7$) και τρίτης ποιότητας τόπου (ΥΠ: III), καθώς και η κατ' αξία απόδοση (AVa, AVb, AVc), σε όρους ακαθάριστης δασικής προσόδου (ΑΔΠ)

Table VI. Yield tables on wood products from final cutting of black pines stands and the value of this production in terms of gross forest revenue

T	Vbef	dg	Va	Vb	Vc	AVa	AVb	AVc	Au
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Ποσοτική απόδοση					Κατ' αξία απόδοση Ευρώ/ha			
20	106,0	11,0	15,3	16,6	38,3	307	150	153	610
25	147,6	12,3	45,7	18,5	43,0	913	167	172	1252
30	191,7	13,6	78,4	22,6	45,8	1568	203	183	1955
35	236,9	15,0	110,5	29,9	46,7	2210	269	187	2667
40	287,7	16,5	142,3	42,1	47,3	2845	379	189	3413
45	333,3	18,0	167,3	57,9	46,1	3347	521	185	4052
50	378,1	19,5	187,7	77,5	44,6	3753	697	179	4629
55	421,5	21,1	203,3	100,3	42,9	4067	903	172	5141
60	463,4	22,7	214,9	125,8	41,1	4297	1132	165	5594
65	503,7	24,3	222,7	153,1	39,4	4454	1378	158	5990
70	542,0	25,8	227,3	181,8	37,7	4546	1636	151	6333
75	578,3	27,4	229,3	211,2	36,1	4586	1901	144	6631
80	612,6	29,0	229,1	241,1	34,5	4581	2170	138	6889

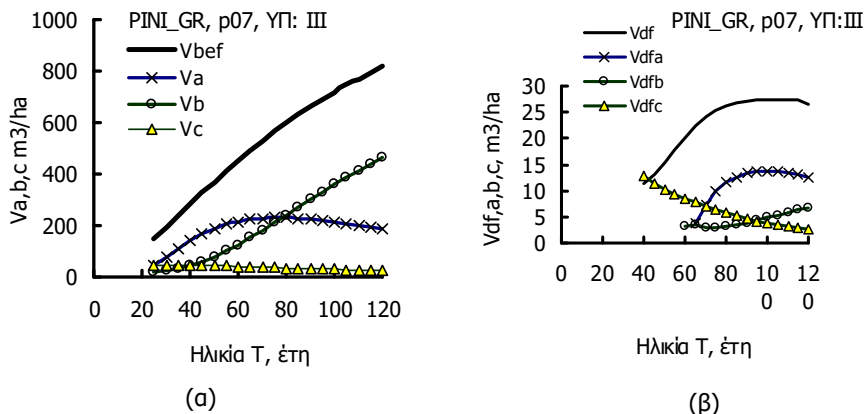
T= Ηλικία (έτη), Vbef= Ξυλαπόθεμα συστάδας (m^3/ha) πριν από τις αραιώσεις, dg= Μέση διάμετρος συστάδων (cm), Va= Άφλοιος όγκος στύλων ΔΕΗ/ΟΤΕ, Vb= Άφλοιος όγκος στρογγύλης ξυλείας (m^3), Vc= Έμφλοιος όγκος ξύλου Θρυμματισμού (m^3), AVa,b,c = Αξία παραγόμενων προϊόντων (Euro/ m^3), Au = Αξία άμεσης/ τελικής υλοτομίας συστάδων (Au= AVa + AVb + AVc)

Πίνακας VII. Πίνακας απόδοσης σε προϊόντα ξύλου από ενδιάμεσες καρπώσεις/ αραιώσεις (Ad) και τελικές (Au) καρπώσεις, καθώς και η κατ' αξία απόδοση, σε όρους ακαθάριστης δασικής προσόδου (ΑΔΠ), των συστάδων Μαύρης πεύκης, μέτριας πυκνότητας ($p=0,7$) και τρίτης ποιότητας τόπου (ΥΠ: III).

Table VII. Yield tables on wood products from intermediate cutting (thinning) (Ad) and final cutting (Au) of black pines stands and the value of this production in terms of gross forest revenue

T	Vdf	dg _{df}	Vdfa	Vdfb	Vdfc	Ada	Adb	Adc	Ad	ΣAd	Au	Au+ΣAd
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20											610	610
25											1252	1252
30											1955	1955
35											2667	2667
40	11,3	6,2			12,9			51	51	0	3413	3413
45	13,2	7,1			11,4			46	46	51	4052	4104
50	15,5	8,1			10,3			41	41	97	4629	4726
55	17,7	9,1			9,4			37	37	138	5141	5280
60	20,1	10,1		3,3	8,6		30	34	64	176	5594	5770
65	22,5	11,2	3,9	3,4	7,8	78	30	31	140	240	5990	6230
70	24,2	12,2	7,4	3,1	7,1	147	27	28	203	380	6333	6714
75	25,4	13,2	9,8	3,0	6,4	197	27	26	249	583	6631	7214
80	26,3	14,2	11,5	3,1	5,7	231	28	23	282	832	6889	7721

T= Ηλικία (έτη), Vdf= Ενδιάμεσες καρπώσεις (m^3/ha), dg_{df}= Μέση διάμετρος της συστάδας αραιώσεων (cm), Vdfa= Άφλοιος όγκος στύλων ΔΕΗ/ΟΤΕ (m^3), Vdfb Άφλοιος όγκος στρογγύλης ξυλείας (m^3), Vdfc= Έμφλοιος όγκος ξύλου Θρυμματισμού (m^3), Ada,b,c = Αξία παραγόμενων προϊόντων (Euro/ m^3), Ad = Συνολική αξία αραιώσεων (Ad= Ada + Adb + Adc), ΣAd= Αθροιστική/ σωρευτική αξία ενδιάμεσων καρπώσεων από την έναρξη των αραιώσεων μέχρι μια ορισμένη ηλικία, Au = Αξία άμεσης/ τελικής υλοτομίας συστάδων, Au+ΣAd= Συνολική κατ' αξία απόδοση των συστάδων από ενδιάμεσες και τελικές καρπώσεις (Euro/ha)



Σχήμα 6. Η σύνθεση του ξυλαποθέματος σε προϊόντα ξύλου α) της κύριας συστάδας (Vbef) και β) των αραιώσεων (Vdf), ως συνάρτηση της ηλικίας συστάδων Μαύρης πεύκης (p07, ΥΠ: III)

Figure 6. Composition in wood products a) of the main stand (Vbef: wood stock before thinning and b) of the thinning (Vdf), as a function of age (T) of black pines stands with density level p07 and site quality III

Δαπάνη διοίκησης και αναδάσωσης: Η ετήσια δαπάνη διοίκησης που επιβαρύνει την παραγωγή ξύλου στην περιοχή μελέτης ανέρχεται στο ποσό των 8,6 Ευρώ ανά εκτάριο, ενώ το κόστος αναδάσωσης στο ποσό των 3480 Ευρώ ανά εκτάριο, σύμφωνα με τα αναλυτικά στοιχεία κοστολόγησης που δίνονται στον πίνακα VIII.

Η κατ' αξία απόδοση των συστάδων: με τη βοήθεια των τιμών εφαρμογής που δίνονται στη στήλη 3 (αξία πρέμνου) του πίνακα III και τα αποτελέσματα που καταχωρήθηκαν στους πίνακες VI και VII για τη σύνθεση των προϊόντων (στήλες 4, 5 και 6), προσδιορίστηκε η αξία των προϊόντων στις στήλες 7, 8, 9 και 10, ως αξία τελικής κάρπωσης (Au) (Πίν. VI) και ενδιάμεσων καρπώσεων (Ad) (Πίν. VII). Στον τελευταίο πίνακα δίνεται επίσης και η αθροιστική/σφραγιστική αξία ενδιάμεσων καρπώσεων από την έναρξή τους μέχρι μια ορισμένη ηλικία ($\Sigma Ad_i = \Sigma Ad_{(i-5)} + Ad_{(i-5)}$, στ. 11), καθώς και η συνολική κατ' αξία απόδοση των συστάδων σε όρους ΑΔΠ από ενδιάμεσες και τελικές καρπώσεις (Au+ ΣAd) (στ. 13). Μια συγκριτική εικόνα για την κατ' αξία απόδοση των συστάδων μας δίνουν επίσης και τα διαγράμματα στο σχήμα 7.

Οικονομική ανάλυση σε επίπεδο συστάδας: Για την εφαρμογή του τύπου (3) του Fausmann αξιοποιήθηκε το πρότυπο ανάλυσης που δίνεται σε σχετικό εγχειρίδιο δασικής οικονομίας (Γκατζογιάννης 1991, σελ. 39). Το πρότυπο αυτό προσαρμόστηκε στις εδώ ανάγκες και παρουσιάζεται στον πίνακα IX, όπου για εναλλακτικούς περιόδους χρόνου (u=60, 70, 80, 90, 100 και 110 ετών) υπολογίζονται διαδοχικά:

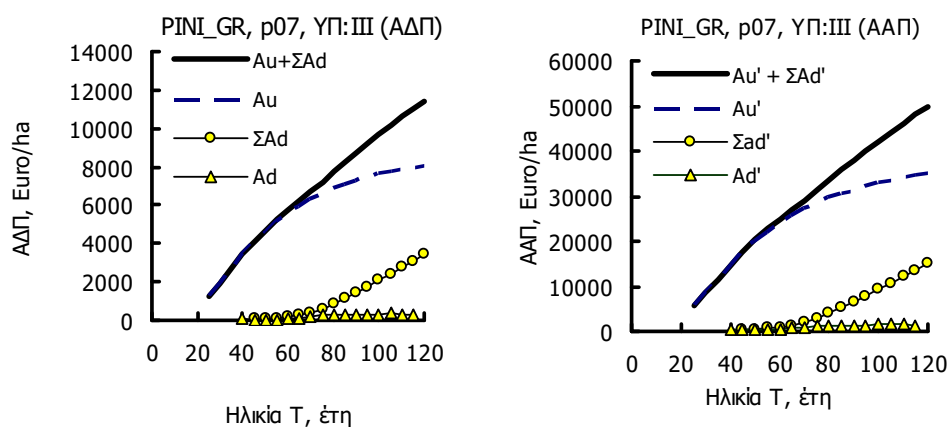
- $Ad_{ai} * 1,02^{u-ai}$: Η αξία των ενδιάμεσων καρπώσεων που πραγματοποιούνται σε ηλικία ai ανατοκίζόμενη (με $r=2\%$) μέχρι την ηλικία του περιόδου χρόνου (u), καθώς και το άθροισμα ($\Sigma Ad_{ai} * 1,02^{u-ai}$) για κάθε εναλλακτικό περίοδο χρόνο (στ. 3).
- $Au = H$ αξία του ξυλαποθέματος στην ηλικία του περιόδου χρόνου (Ευρώ/ha) (στ.4 έως 8).
- Πρόσοδοι: $Au + \Sigma Ad_{fai} * 1,0r^{u-ai}$: Αναμενόμενη αξία προσόδων στην ηλικία u, μετά από ανατοκισμό, σε όρους ΑΔΠ.
- $Cu = c * 1,0r^u$: Η δαπάνη αναδάσωσης (c/ha) ανατοκίζόμενη μέχρι την ηλικία u (Ευρώ/ha)
- $V = (v/0,0r) * (1,0r^u - 1)$: Η δαπάνη διοίκησης (v, Ευρώ/ha) που επιβαρύνει την συστάδα σ' ολόκληρη τον κύκλο παραγωγής u.
- $r =$ Επιτόκιο ανατοκισμού ή προεξόφλησης (%) ($r=2\%$).
- Δαπάνες: $Cu + V =$ Αναμενόμενη αξία δαπανών (Ευρώ/ha).
- $EVu = Au + \Sigma Ad_{fai} * 1,0r^{u-ai} - (C + V)$: Η αναμενόμενη καθαρή εδαφική πρόσδοδος στο τέλος ενός κύκλου παραγωγής (Ευρώ/ha).
- $LEV = EVu / (1,0r^u - 1)$: Η κεφαλαιακή αξία του συνόλου μελλοντικών αποδόσεων (EVu) (Ευρώ/ha), ως αξία απόδοσης του δασικού εδάφους/δασικής έκτασης.

Αν αφαιρέσουμε από τους υπολογισμούς τη δαπάνη αναδάσωσης, προκειμένου να γίνει προσαρμογή στις συνθήκες των φυσικώς αναγεννώμενων δασών, τότε,

Πίνακας VIII. Εκτίμηση δαπανών διοίκησης και αναδάσωσης που επιβαρύνουν τη δασική παραγωγή των συστάδων Μαύρης πεύκης

Table VIII. Estimation of management and reforestation costs for the forest production in a black pine forest stand

Κατηγορία δαπανών	Περιγραφή	Κόστος
α) Δαπάνη διοίκησης (ν)		Euro/50 ha
* Εκπόνηση διαχ/κού σχεδίου*	Απογραφή 6 ΔΕ/ Υποτήμημα, χαρτογράφηση, ΦΕΠ, κλπ	1440
* Προσήμανση	Απασχόληση δυο ημερών 1 δασολόγου, 1 τεχνολόγου και 1 δασεργάτη	1240
Συγκομιδή (Παραλαβή, εξέλεξη, πιστοποίηση)	Απασχόληση δυο ημερών 1 τεχνολόγου και 2 δασεργατών	908
* Γενική δαπάνη (20%)	Φύλαξη κλπ	718
Σύνολο ha =		4306 Euro/50 ha
Αναγωγή στο ha=		86,1 Euro/ ha
Ετήσια δαπάνη διοίκησης ν (Euro/ha,έτος):		8,6 Euro/ha,έτος
B) Δαπάνη αναδάσωσης**)		(Euro/ ha)
* Κατεργασία εδάφους	Με μηχανικά μέσα	400
* Άνοιγμα λάκκων	Με μηχανικά μέσα (2500/ha)	1500
* Φύτευση	Με δασεργάτες (2500/ha)	1000
Γενική δαπάνη (20%)	Μελέτη, φύλαξη κλπ	580
Δαπάνη αναδάσωσης c (Euro/ha):		3480 Euro/ha
*) Σύμφωνα με αμοιβολόγιο (Γκατζογιάννης κ.α., 2004)		
**) Σύμφωνα με ανάλυση τιμών της Δασικής Υπηρεσίας		



(α) (β)

Σχήμα 7. Η κατ' αξία απόδοση των συστάδων μαύρης πεύκης (p07, ΥΠ:III) από ενδιάμεσες (Ad) και τελικές καρπώσεις (Au), σε όρους (α) ακαθάριστης δασικής προσόδου (AΔΠ) και β) ακαθάριστης αξίας παραγωγής (AΑΠ)

Figure 7. Composition in wood products a) of the main stock (Vbef: wood stock before thinnings and b) of the thinnings (Vdf), as a function of age (T) of black pines stands with density level p07 and site quality III

με την ίδια διαδικασία προκύπτουν τα αντίστοιχα μεγέθη (EVu-c, LEV-c) (Πίν. IX).

Στο σχήμα 8α δίνεται η σχέση που διαμορφώνεται μεταξύ των δαπανών και προσόδων από την εφαρμογή εναλλακτικών περιτροπων χρόνων. Μπορούμε να παρατηρήσουμε εδώ ότι η μεγάλη συμμετοχή των δαπανών αναδάσωσης, σε σύγκριση με τις δαπάνες διοίκη-

σης αλλά και σε σχέση με τις προσόδους, διαμορφώνει καθοριστικά και το συνολικό επίπεδο απόδοσης, όσον αφορά την αναμενόμενη αξία εδάφους (LEV), η οποία και παίρνει αρνητικές τιμές (Σχ. 8β). Η εικόνα είναι όμως εντελώς διαφορετική αν αφαιρέσουμε τη δαπάνη αναδάσωσης, αφού προκύπτουν θετικές τιμές για την αναμενόμενη αξία του εδάφους (LEV-c) (Σχ.

Πίνακας IX. Εκτίμηση της αναμενόμενης αξίας απόδοσης των συστάδων Μαύρης πεύκης (p07, ΥΠ: III) σε όρους EVu: Αναμενόμενη αξία στο τέλος του περιτρόπου χρόνου, PV: παρούσα αξία προσόδων ενός κύκλου παραγωγής και LEV: Αναμενόμενη εδαφική αξία.

Table IX. Economic yield estimation of black pine stands (p07, SQ: III) in terms of EVu: Expectation value in the end of the rotation time, PV: present value and LEV: Land expectation value

ai	Adai	Περίτρ. Χρόνος u =>	u=60	u=70	u=80	u=90	u=100	u=110
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Adai*1,02 ^{u-ai}						
40	51	Ad40*1,02 ^{u-40}	77	93	114	139	169	206
45	46		62	75	91	111	136	166
50	41		50	61	75	91	111	135
55	37		41	50	61	75	91	111
60	64			78	95	116	142	173
65	140			155	189	230	280	342
70	203				247	302	368	448
75	249	Ad75*1,02 ^{u-75}			275	335	409	498
80	282					344	419	511
85	305					337	410	500
90	320						390	476
95	329						364	443
100	334							408
105	336							371
ΣAdai*1,02 ^{u-ai} :			230	513	1148	2079	3289	4788
Au :			5594	6333	6889	7308	7625	7867
Πρόσοδοι: Au + ΣAdai*1,02 ^{u-ai} :			5823	6846	8037	9387	10914	12655
Δαπάνη αναδάσωσης Cu=c*1.02 ^u :			11418	13918	16967	20682	25211	30733
Δαπάνη διοίκησης V= (v/0.02)*(1.02 ^u -1):			981	1290	1666	2126	2685	3367
Δαπάνες: Cu+V:			12399	15208	18633	22808	27897	34100
Αναμενόμενη καθαρή πρόσοδος: EVu=Au+ΣAdai*1,02 ^{u-ai} - (Cu+V) :			-6576	-8362	-10596	-13420	-16982	-21445
Αναμενόμενη αξία εδάφους LEV = EVu/ (1,02 ^u - 1) :			-2883	-2788	-2734	-2715	-2720	-2738
Χωρίς δαπάνες αναδάσωσης								
EVu_c=Au+ΣAdai*1,02 ^{u-ai} - V:				5556	6370	7262	8229	9287
LEV_c = EVu_c/ (1,02 ^u - 1):			2123	1852	1644	1469	1318	1186

8γ). Αυτό το αποτέλεσμα εξαρτάται βεβαίως και από το εφαρμοζόμενο επιτόκιο, την ποιότητα του σταθμού και το δασοκομικό χειρισμό ή την πυκνότητα των συστάδων. Στο διάγραμμα 9α βλέπουμε ότι για επιτόκια μεγαλύτερα του 1 % έχουμε σταθερά αρνητικές τιμές LEV, ενώ χωρίς τις δαπάνες αναδάσωσης οι τιμές LEV_c έχουν θετικό πρόσημο (Σχ. 9β). Στον πίνακα X και στα διαγράμματα του σχήματος 10 φαίνεται επίσης η επίδραση της πυκνότητας και της ποιότητας τύπου πάνω στην απόδοση των συστάδων.

Αξία ξυλοποθέματος συστάδας: Η εκτίμηση της αξίας άμεσης υλοτομίας των συστάδων Au ή και Am, για την περίπτωση που εκτιμάται η αξία συστάδων ηλικίας (m) μικρότερης του περιτρόπου χρόνου u, έγινε σύμφωνα με το μαθηματικό τύπο (4) και τη διαδικασία που περιγράφεται στον πίνακα VI (βλέπε Au στη στήλη 10). Σχηματική απεικόνιση της αξίας αυτής και της μεταβλητότητας συναρτήσει της ηλικίας (T) και

της ποιότητας τύπου δίνεται στο σχήμα 11 για δυο επίπεδα πυκνότητας (p09 και p05) και 5 ποιότητες τύπου (ΥΠ:I, .., V).

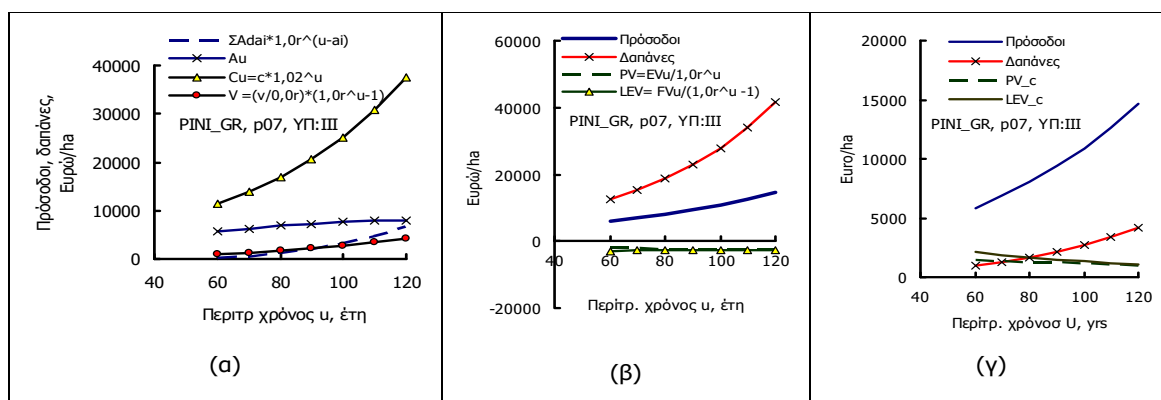
Η **αξία αναμονής (HEm)** και η **αξία κόστους (HKm)** δασοσυστάδων Μαύρης πεύκης υπολογίστηκαν με τη βοήθεια των μαθηματικών τύπων 5 και 6 αντίστοιχα και τα αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα XI και στα διαγράμματα του σχήματος 12, για συστάδες μέτριας πυκνότητας (p07) και τρίτης ποιότητας τύπου (ΥΠ: III) και με την εφαρμογή εναλλακτικών περιτρόπων χρόνων (u) και επιτοκίων (r%) και λαμβανομένης υπόψη ή όχι της δαπάνης αναδάσωσης.

Η πορεία των καμπυλών της αξίας αναμονής και της αξίας κόστους είναι, κάτω από ίδιες συνθήκες όσον αφορά τον περιτρόπο χρόνο και το επιτόκιο προεξόφλησης, κοινή (HEm = HKm). Στο σχήμα 12 φαίνεται η ταύτιση αυτή καθώς και η επίδραση της δαπάνης αναδάσωσης στην πορεία των καμπυλών

Πίνακας X. Η αναμενόμενη αξία εδάφους (LEV_c) για συστάδες Μαύρης πεύκης, διαφορετικής πυκνότητας (ρ09, ρ07 και ρ05) και διαφορετικής ποιότητας τόπου (ΥΠ: I, II, III, IV και V) (επιτόκιο προεξόφλησης $r=2\%$)

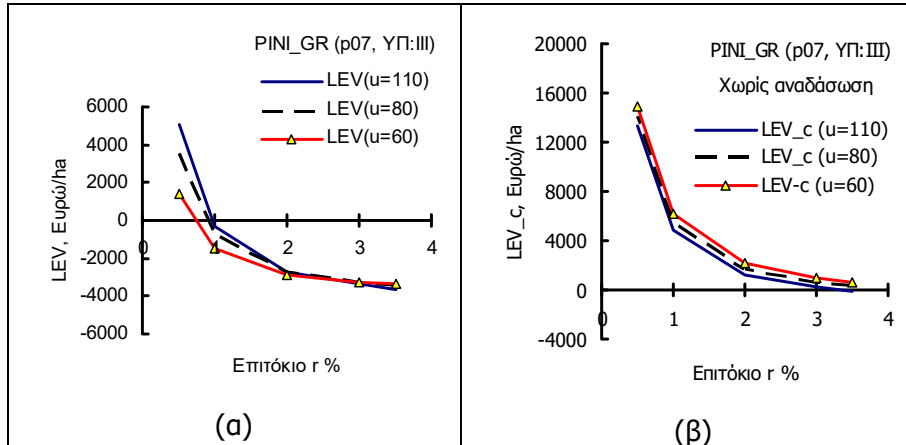
Table X. The land expectation value (LEV-c) of black pine stands in relation to stand density level (ρ09, ρ07, ρ05) and site quality (SQ: I, II, III, IV, V)

Αναμενόμενη αξία εδάφους LEV_c (Euro/ha)					
Περίτρ. χρόνος u , έτη	Ποιότητα τόπου (ΥΠ)				
	I	II	III	IV	V
Επίπεδο πυκνότητας $\rho=0,9$					
40	5808	4569	3210	1966	
50	4957	4127	3183	2110	1140
60	4346	3499	2848	2058	1198
70	3871	2994	2427	1852	1166
80	3473	2620	2022	1593	1068
90	3134	2319	1713	1329	929
100	2847	2069	1473	1085	777
110	2606	1859	1280	882	629
Επίπεδο πυκνότητας $\rho=0,7$					
40	4513	3464	2395	1404	
50	4048	3157	2374	1543	774
60	3760	2844	2123	1496	826
70	3470	2594	1852	1337	805
80	3192	2369	1644	1138	725
90	2939	2165	1469	958	615
100	2717	1984	1318	816	496
110	2526	1826	1186	697	381
Επίπεδο πυκνότητας $\rho=0,5$					
40	3153	2363	1578	862	
50	2886	2211	1579	975	419
60	2730	2059	1430	947	461
70	2544	1911	1291	841	451
80	2354	1765	1170	721	396
90	2177	1625	1059	620	320
100	2018	1496	957	533	239
110	1880	1382	866	456	168



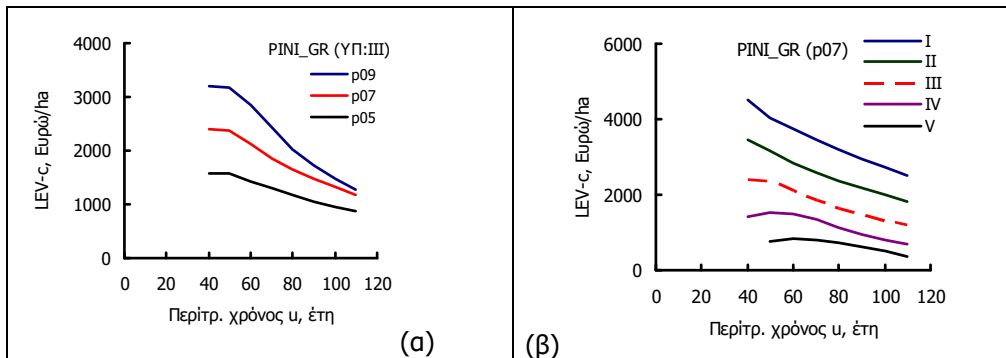
Σχήμα 8. Η επίδραση του περιτρόπου χρόνου στις δαπάνες και τις προσόδους (α), στην αναμενόμενη αξίας εδάφους (LEV) (β) και στην αναμενόμενη αξία εδάφους χωρίς τη δαπάνη αναδάσωσης (LEV_c) (γ), για συστάδες Μαύρης πεύκης (ρ07, ΥΠ:III)

Figure 8. The effect of the rotation time on costs and revenue (a) and land expected value with (LEV) (β) or without reforestation costs (LEV_c) (c), for black pine stands (ρ07, ΥΠ III)



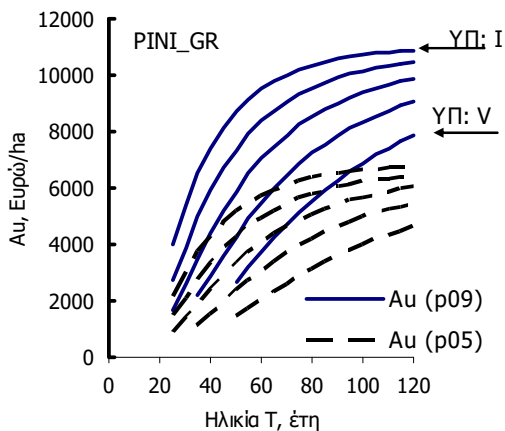
Σχήμα 9. Η μεταβολής της αναμενόμενης αξία εδάφους (LEV και LEV_c) συναρτήσει του περιτροπου χρόνου (u) και του επιτοκίου (r%), για συστάδες Μαύρης πεύκης (p07, ΥΠ III)

Figure 9. The land expectation value in relation to the rotation time (u) and the interest rate (r%)



Σχήμα 10. Η αξία αναμονής του εδάφους (LEV_c) συναρτήσει του περιτροπου χρόνου (u) για συστάδες Μαύρης πεύκης διαφορετικού επιπέδου πυκνότητας (α) και διαφορετικής ποιότητας τόπου (β)

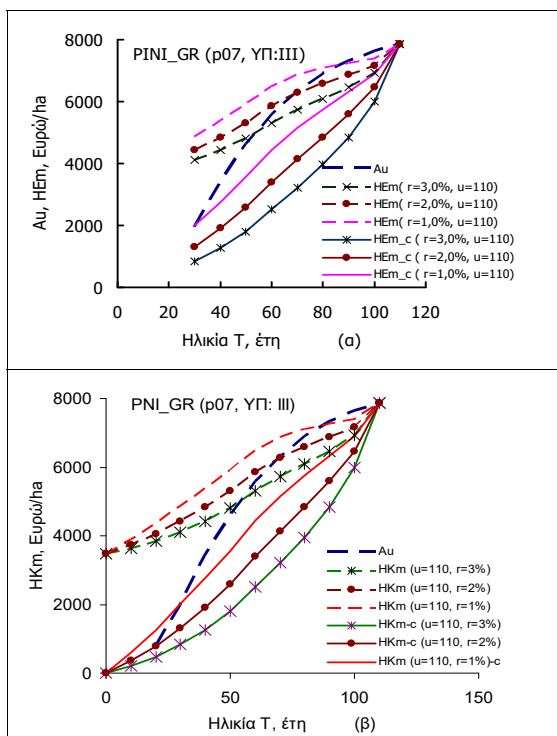
Figure 10. The land expectation value (LEV_c) in relation to the rotation time (u) for alternative stand density levels (α) und site qualities (β) of black pine stands



Σχήμα 11. Η αξία τελικής κάρπωσης (Am ή Au) των συστάδων Μαύρης πεύκης συναρτήσει της ηλικίας (T) και της ποιότητας τόπου (ΥΠ: I, ..., V) για δυο επίπεδα πυκνότητας (p09 και p05)

Πίνακας XI. Η αξία απόδοσης συστάδων Μαύρης πεύκης μέτριας πυκνότητας (p07) και τρίτης ποιότητας τόπου (ΥΠ:III) με την εφαρμογή εναλλακτικών περιόδων (u) και επιτοκίων (r%) και λαμβανομένης υπόψη ή όχι της δαπάνης αναδάσωσης **Table XI.** The yield value of Black pine stands (p07, Y: III), for medium density stands (p07) and medium site quality (ΥΠ: III) by applying alternative interest rate (r%) rotations (u) and taking into account whether or not reforestation costs

Ηλικία συστάδας (m) =>	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Αξία τελικής κάρπωσης (Au) ή άμεσης υλοτομίας (Am)												
Au ή Am		-2000	0	1955	3413	4629	5594	6333	6889	7308	7625	7867
Αξία αναμονής (HEm)												
HEm(r=3,0%, u=110)				4110	4428	4811	5314	5731	6086	6461	6921	7867
HEm(r=2,0%, u=110)				4431	4844	5307	5859	6278	6591	6872	7173	7867
HEm(r=1,0%, u=110)				4874	5387	5916	6487	6871	7101	7258	7392	7867
HEm(r=2,0%, u=80)				4434	4849	5314	5868	6291	6889			
HEm(r=2,0%, u=60)				4313	4669	5063	5594					
Αξία αναμονής, χωρίς δαπάνη αναδάσωσης (HEm_c)												
HEm_c (r=3,0%, u=110)	0			831	1265	1806	2519	3220	3957	4845	5995	7867
HEm_c (r=2,0%, u=110)	0			1311	1901	2579	3392	4131	4833	5588	6468	7867
HEm_c (r=1,0%, u=110)	0			2003	2763	3565	4437	5153	5751	6314	6897	7867
HEm_c (r=2,0%, u=80)	0			2859	3705	4543	5419	6078	6889			
HEm_c (r=2,0%, u=60)	0			3109	3900	4694	5594					
Αξία κόστους (HKm)												
HKm (u=110, r=3%)	3480	3632	3836	4110	4428	4811	5314	5731	6086	6461	6921	7867
HKm (u=110, r=2%)	3480	3737	4049	4431	4844	5307	5859	6278	6591	6872	7173	7867
HKm (u=110, r=1%)	3480	3899	4362	4874	5387	5916	6487	6871	7101	7258	7392	7867
Αξία κόστους, χωρίς δαπάνη αναδάσωσης (HKm-c)												
HKm_c (u=110, r=3%)	0	200	469	831	1265	1806	2519	3220	3957	4845	5995	7867
HKm_c (u=110, r=2%)	0	354	785	1311	1901	2579	3392	4131	4833	5588	6468	7867
HKm_c (u=110, r=1%)	0	602	1268	2003	2763	3565	4437	5153	5751	6314	6897	7867



Σχήμα 12. Η αξία δασοσυστάδων μαύρης πεύκης (p07, ΥΠ:III, u=110 ετών) α) ως αξία αναμονής (HEm) και β) ως αξία κόστους (HKm), συναρτήσει της ηλικίας και για εναλλακτικά επιτόκια προεξόφλησης (r=1, 2, 3 %) και σε σύγκριση με την αξία τελικής κάρπωσης (Au) των συστάδων. **Figure 12.** The value of black pine stands (p07, ΥΠ: III, u = 110 years) a) as a expected value (HEm) and b) as a cost value (HKm), in relation to age for alternative discount rates (r = 1, 2, 3%) and compared to the final felling value (Au) of the stands

αυτών. Και τα τρία είδη αξιών συγκλίνουν και ταυτίζονται όταν αναφέρονται στην ηλικία του περιτρόπου χρόνου ($HEu=EKu=Au$). Η αξία αναμονής και η αξία κόστους επηρεάζονται, σύμφωνα με τους τύπους 5 και 6, από την αναμενόμενη αξία εδάφους (LEV), η οποία με αυξανόμενες τιμές του επιτοκίου ($r > 1\%$) παίρνει αρνητικές τιμές (Σχ. 9α), όταν λαμβάνεται υπόψη η δαπάνη αναδάσωσης, και θετικές όταν δεν λαμβάνονται υπόψη, και μάλιστα για ευρύ φάσμα επιτοκίων (Σχ. 9β). Το αποτέλεσμα αυτό επηρεάζει και τις σχέσεις μεταξύ της αξίας αναμονής (ή κόστους) και της αξίας τελικής υλοτομίας. Έτσι, όταν λαμβάνονται υπόψη οι δαπάνες αναδάσωσης οι τιμές HEm είναι για ευρύ φάσμα ηλικιών μεγαλύτερες από αυτές της τελικής κάρπωσης (Au) (Σχ. 12α) και, αντίστροφα, μικρότερες όταν δεν συνυπολογίζεται η δαπάνη αυτή (Σχ. 12β).

Η εξέλιξη αυτή υποδεικνύει κατ' αρχήν ότι στα φυσικώς αναγεννώμενα δάση, όπου δεν έχουμε δαπάνη αναδάσωσης, η εκτίμηση της αξίας των συστάδων μπορεί να βασίζεται στην αξία άμεσης υλοτομίας για συστάδες ηλικίας μέσω και μεγαλύτερων ηλικιών και μόνον για μικρές ηλικίες να εφαρμόζεται η αξία κόστους. Στην περίπτωση αυτή και για λόγους αποφυγής περιπλοκών αναλύσεων κρίνεται σκόπιμο όπως χρησιμοποιείται ένα ενιαίο επιτόκιο (πχ. 2%) γιατί, όπως δείχνουν οι καμπύλες στο σχήμα 12, συγκλίνουν στο μηδέν, όταν δεν λαμβάνεται υπόψη το κόστος αναδάσωσης (HKm) ή στην τιμή της δαπάνης αναδάσωσης (HKm_c , στο Σχ. 12β), με αποτέλεσμα οι διαφορές στην αξία των συστάδων να μην διαφέρουν ιδιαίτερα σημαντικά όταν εφαρμόζονται διαφορετικά επιτόκια. Η περίπτωση αυτή έχει ιδιαίτερη πρακτική σημασία δεδομένου ότι και στην εκτίμηση της αξίας τελικών υλοτομιών δεν υφίστανται τα επιτόκια, τα οποία συχνά δημιουργούν σοβαρούς προβληματισμούς και διαφορές κατά τις εκτιμήσεις. Όταν πρέπει να ληφθεί υπόψη η δαπάνη αναδάσωσης, ή και στην αντίθετη περίπτωση, όταν υπάρχουν σημαντικές δαπάνες καλλιέργειας στα πρώτα στάδια αύξησης των συστάδων (νεοφυτείας – πυκνοφυτείας), τότε η εκτίμηση της αξίας κόστους πρέπει να αποτελεί τη βάση για την εκτίμηση της αξίας των συστάδων, πλην αυτών βέβαια που βρίσκονται κοντά στην ηλικία του περιτρόπου χρόνου, οπότε και θα πρέπει η αξία τελικής κάρπωσης να έχει πάντοτε τον πρώτο λόγο. Όταν έχουμε τιμές αγοράς και πώλησης δασικών εκτάσεων, τότε στον υπολογισμό της αξίας των δασοσυστάδων (τύπους 5 και 6) δέον

όπως χρησιμοποιούνται οι τιμές της αγοράς αντί της αναμενόμενης αξίας εδάφους (LEV).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η οικονομική ανάλυση που αναπτύχθηκε στη παρούσα εργασία αναφέρεται στον παραγωγικό ρόλο των δασών Μαύρης πεύκης και ειδικότερα στην παραγωγή προϊόντων ξύλου. Ο ρόλος των εκτός ξυλοπαραγωγής δασικών λειτουργιών με ή και χωρίς οικονομική διάσταση βεβαίως και δεν αγνοείται, πλην όμως η ενσωμάτωση παραμέτρων των λειτουργιών αυτών στην οικονομική ανάλυση μπορεί και πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο ξεχωριστής εργασίας.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε εδώ βασίζεται στα κλασικά βήματα της δασικής οικονομικής ανάλυσης, δηλαδή στην ανάλυση οικονομικών γεγονότων που λαμβάνουν χώρα στην πορεία αύξησης των συστάδων. Απαραίτητα εργαλεία ανάλυσης αποτέλεσαν επίσης διάφορα βοηθητικά πρότυπα τα οποία και εξασφάλισαν τη δυνατότητα πρόβλεψης της παραγωγής και της οικονομικής απόδοσης των δασοσυστάδων. Αξιοποιήθηκαν υφιστάμενα και ισχύοντα για την περιοχή έρευνας πρότυπα, όπως οι πίνακες παραγωγής και οι πίνακες κατηγοριών προϊόντων, ενώ μια νέα ομάδα, οι πίνακες απόδοσης των συστάδων σε προϊόντα ξύλου, αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Για τα νέα αυτά πρότυπα αναπτύχθηκαν οι εξισώσεις που δίνονται στον πίνακα IV, όπου επιπλέον δίνονται και τα αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης που πιστοποιούν την εγκυρότητα των εν λόγω εξισώσεων, τόσο σε ότι αφορά στους επιμέρους συντελεστές (κριτ. t), όσο και συνολικά τις εξισώσεις (κριτ. R^2 , SEE και F). Θετική εικόνα μας δίνει επίσης και η ανάλυση των αποκλίσεων (residual analysis) που δίνεται στον πίνακα V και τα ιστογράμματα στο σχήμα 5.

Αξιοσημείωτο, στην προκειμένη περίπτωση, είναι το γεγονός ότι η απόδοση των συστάδων σε προϊόντα με τη μεγαλύτερη αξία ανά m^3 , δηλαδή σε στύλους ΔΕΗ/ΟΤΕ, μεγιστοποιείται στο εύρος διαμέτρων (dg) μεταξύ 15 και 25 cm, δηλαδή κατά το στάδιο των χονδρών κορμιδίων και των λεπτών κορμών. Αυτό οδηγεί συχνά σε αυξημένη ένταση αραιώσεων κατά το στάδιο αυτό προκειμένου να δημιουργηθεί ένα αυξημένο εισόδημα για τους υλοτόμους, χωρίς κατ' ανάγκη να αυξάνεται το προβλεπόμενο λήμμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται συχνά υπερβολικά η εγκάρσια κυκλική επιφάνεια νεαρών σχετικά συστάδων και να εμφανίζεται μεγάλο μέρος των συστάδων

με χαμηλά επίπεδα πυκνότητας (βλέπε τιμές p από 0,28 έως 1,24 και μέση πυκνότητα 0,62, στον πίνακα II) με αρνητικές τελικά επιπτώσεις στη συνολική (ποιοτική και ποσοτική) απόδοση του δάσους, όπως δείχνουν τα διαγράμματα στα σχήματα 2 και 11, όπου η απόδοση των συστάδων με πυκνότητα $p05$ είναι περίπου στο 60% της απόδοσης των συστάδων με $p09$.

Από την ανάλυση σε επίπεδο συστάδας συνάγονται επίσης τα ακόλουθα. Η σχέση μεταξύ προσόδων και δαπανών διαμορφώνει και το τελικό αποτέλεσμα, δηλαδή την αναμενόμενη αξία εδάφους LEV (Σχ. 8α και β). Ιδιαίτερο ρόλο παίζει η δαπάνη αναδάσωσης τόσο εξαιτίας του ύψους της ($c=3480$ Euro/ha), όσο και εξαιτίας του ότι πραγματοποιείται στην αρχή κάθε κύκλου παραγωγής και ο ανατοκισμός της για μεγάλα χρονικά διαστήματα, όπως είναι κατά κανόνα οι ισχύοντες περίτροποι χρόνοι των δασών Μαύρης πεύκης, αυξάνει σημαντικά τη συμμετοχή της στο τελικό αποτέλεσμα. Βεβαίως, η τελική τιμή LEV εξαρτάται και από το επιτόκιο ανατοκισμού ή κεφαλαιοποίησης, και παρατηρούμε ότι μόνο για πολύ μικρά επιτόκια ($r<1\%$) αναμένονται θετικές τιμές (Σχ. 9α). Η εικόνα αλλάζει στην περίπτωση που δεν έχουμε έξοδα αναδάσωσης, όπως συμβαίνει στα φυσικά δάση της χώρας μας, και οι τιμές LEV παίρνουν θετικές τιμές για ευρύ φάσμα επιτοκίων (Σχ. 9β).

Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των τιμών LEV παίζει το παραγωγικό δυναμικό και κατ'επέκταση η ποιότητα τόπου των σταθμών. Όταν μεταβαίνουμε από ανώτερες ποιότητες τόπου προς κατώτερες, βλέπουμε να μειώνεται η LEV_c (Σχ. 10α) και η μεγιστοποίηση της απόδοσης να μετατοπίζεται προς μεγαλύτερες ηλικίες. Ανάλογη είναι και η επίπτωση της πυκνότητας των συστάδων ως προς το ύψος της απόδοσης, όχι όμως ως προς το σημείο μεγιστοποίησης (Σχ. 10β). Διευκρινίζεται εδώ ότι η LEV στοχεύει στην εκτίμηση της αξίας του δασικού εδάφους (και όχι του δάσους συνολικά) όταν αυτό αναμένεται να αξιοποιηθεί μέσω της ξυλοπαραγωγής. Έχει επίσης και πρακτική σημασία ιδιαίτερα για εσωτερικούς της δασικής εκμετάλλευσης λόγους, όπως είναι πχ ο έλεγχος οικονομικότητας ή και η αξιολόγηση αποδοτικότητας επιμέρους συντελεστών της παραγωγής. Η LEV βρίσκεται βεβαίως και σε κάποια σχέση με την αγοραία αξία των δασικών εδαφών, πλην όμως η τελευταία δεν εκτιμάται μόνο με βάση τις αναμενόμενες προσόδους από τη ξυλοπαραγωγή, αλλά από το σύνολο των ωφελειών, δηλαδή από ξυλώδη και από μη ξυλώδη αγαθά και προϊόντα ή και άλλες πηγές (αναψυχή, θήρα, προστασία κλπ).

Συμπερασματικά για την αξία εδάφους (LEV, LEV_c) μπορούν να διατυπωθούν τα ακόλουθα: Όταν η δαπάνη αναδάσωσης είναι δεδομένη, τότε η αναμενόμενη απόδοση μπορεί να είναι θετική μόνον εφόσον οι απαιτήσεις όσον αφορά την απόδοση των κεφαλαίων είναι χαμηλές (για $r<1\%$). Με ή χωρίς δαπάνες αναδάσωσης η μεγιστοποίηση της απόδοσης πραγματοποιείται σε μικρές σχετικά ηλικίες (LEV στο σχήμα 8β και LEV_c στο σχήμα 8γ, 10α και 10β) και ανεξάρτητα από την πυκνότητα των συστάδων, γεγονός που συνηγορεί για εφαρμογή μικρότερων περίτροπων χρόνων. Η τεχνική της κατά συστάδα οικονομικής ανάλυσης βρήκες πρόσφορο έδαφος στους οπαδούς της μεθόδου της κατά συστάδας διαχείρισης του JUDEICH, η οποία δέχτηκε στην πορεία εξέλιξης της δασοπονίας σφοδρή κριτική γιατί αγνοεί απόψεις αιεφορίας και οι οποίες σήμερα έχουν γενικευμένη εφαρμογή τουλάχιστον στα ευρωπαϊκά δάση. Διατηρεί όμως τη σημασία της η εν λόγω ανάλυση τόσο για εσωτερικούς των δασικών εκμεταλλεύσεων λόγους (έλεγχος οικονομικότητας κλπ), όσο και για την αξιολόγηση επενδύσεων σε φυτείες με ταχυσυζή είδη, όπου μπορούν να εφαρμοστούν μικροί περίτροποι χρόνοι (10-15 ετών) και να αναμένονται ικανοποιητικές αποδόσεις¹.

Αναφορικά με τη μεταβολή της απόδοσης των συστάδων εξαιτίας σταθμού και συστάδων, που παρουσιάζεται στα διαγράμματα των σχημάτων 10 και 11 συμπεραίνονται ότι τόσο η ποιότητα τόπου, όσο και η ένταση αραιώσεων, η οποία διαμορφώνει και την πυκνότητα των συστάδων (p), επηρεάζουν καθοριστικά το επίπεδο απόδοσης αλλά και την εξέλιξη αυτής συναρτήσει της ηλικίας. Το επιτόκιο, τέλος, είτε ως στόχος απόδοσης για τα απασχολούμενα κεφάλαια στη δασική εκμετάλλευση, είτε ως κριτήριο ανάλυσης, διαμορφώνει και το σύστημα των αξιών της δασικής εκμετάλλευσης, όπως αυτό εκφράζεται από την αξία των δασικών εδαφών και την αξία του ξυλώδους αποθέματος των δασών.

Τέλος, το αποτέλεσμα κάθε εκτίμησης οικονομικής απόδοσης επηρεάζουν όπως είναι αυτονόητο οι τιμές βάσης και ιδιαίτερα η αξία που αποκτούν τα προϊόντα στην αγορά. Στον πίνακα XII δίνονται συγκριτικά στοιχεία εκτίμησης της αξίας αναμονής (HEm) συστάδων 70 ετών Ερυθρελάτης Γερμανίας και Μαύρης πεύκης Γράμμου συστάδων συγκρίσιμης απόδοσης με διαφορετικές όμως τιμές εκκίνησης που

1. Για την οικονομική απόδοση των δασών κάτω από συνθήκες αιεφορίας θα ανακοινωθούν αποτελέσματα σε προσεχή εργασία που βρίσκεται ήδη στη διαδικασία δημοσίευσης

ισχύουν στις δυο χώρες (50 και 10,4 ευρώ/m³ μέση αξία πρέμνου αντίστοιχα της Γερμανίας (BFW, 2014) και Ελλάδας για την ίδια περίοδο 2014). Το αποτέλεσμα δείχνει ότι η αξία αναμονής συστάδων αυξάνει σχεδόν αναλογικά με την αύξηση των τιμών των παραγόμενων προϊόντων.

Πίνακας XII. Συγκριτικά στοιχεία εκτίμησης της αξίας αναμονής συστάδων 70 ετών Ερυθρελάτης Γερμανίας και Μαύρης πεύκης Γράμμου συστάδων συγκρίσιμης απόδοσης με διαφορετικές όμως τιμές εκκίνησης που ισχύουν στις δυο χώρες

Table XII. Comparative data for estimating the expected value of stands (Spruce from Germany and Black pine of Greece) of comparable yield

	Ερυθρ. (DE)	Μ. Πεύκη (GR)
V _{bef100} (m ³ /ha)	700	733
E/m ³	50	10,4
Ηλικία/ age of stands	70	70
Περίτρ χρόνος u	100	100
Au	35000	7625
Σ _{adai} *1,02 ^{100-ai}	13000	1992
Au+Σ_{adai}*1,02^{100-ai}	48000	9617
B ή LEV _c : (Euro/ha)	10000	1318
V (Euro/ha)	5000	430

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται από τη θέση αυτή α) προς τον Δασολόγο της Διεύθυνσης Δασών Καστοριάς κ. Αργύρη Ιωάννου για την υποστήριξη της έρευνας πεδίου και την παροχή πληροφοριών για τη διαχείριση των δασών Βορείου Γράμμου, β) προς τον δασολόγο της Διεύθυνσης Δασών Θεσσαλονίκης κ. Σταύρο Παπαδόπουλο για την παροχή πληροφοριών για την κοστολόγηση εργασιών αναδάσωσης και γενικά της διαχείρισης των δασών.

Analyzing the economic performance of black pine stands

-Economic analysis at stand level -

Stylianos Gatzojannis¹

ABSTRACT

The present study focuses on the economic performance of Black pine forests. The economic analysis, which was developed, refers to the productive role of Black pine forests and in particular, to the production of wood products. The present methodology was based on the classic steps of forest economic analysis, i.e. the analysis of economic events taking place on the path of stand growth. Existing and current models for the research area, such as yield tables and assortment tables, were used, while a new group of wood product performance tables was developed in the context of this work. The most important results of the analysis include the land expected value and the value of growing stock (forest stands), as well as their dependence on site conditions, forest management decisions about rotation time and interest rate or capitalization rate.

Key words: Forest economics, *Pinus nigra*, land expected value, value of stands, assortment tables, forest capital, gross production value, forest revenue.

1. Doctor of forestry, Forest management and economics
www.gatzojannis.blogspot.com

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Amacher, G., Ollikainen, M., Koskela, E., 2009. Economics of Forest Resources. Massachusetts Institute of Technology. The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England. (p. 397)
- BFW. 2014. Waldbewertung. Beispiele aus Unterlagen bzw. Publikationen der Herren em.o.Univ.-Prof.Dipl.-Ing.Dr. Wolfgang SAGL (Universität für Bodenkultur) und Univ.-Prof. Dr. Martin MOOG (TU München) entnommen. Bundesforschungszentrum für Wald. http://bfw.ac.at/ort1/Vortraege_als_pdf/_Waldbewertung.pdf
- Gatzojannis, S., 1998. Ertragstabellen für Buchenbestände in Griechenland (Πίνακες παραγωγής συστάδων οξιάς Αρναίας Χαλκιδικής). Allg.Forst-u.J.-Ztg., 12:219-224.
- Gatzojannis, S., 1999. Ertragstabellen für Fichtenbestände Griechenlands (Πίνακες παραγωγής Ερυθρελάτης Ελατιάς Δράμας). Forstw. Cbl, 118: 129-144.
- Gatzojannis, S., 1999a. Ertragstabellen für Schwarzkiefernbestände in Griechenland (Πίνακες παραγωγής Μαύρης πεύκης Ταυγέτου). Forstarchiv 70: 98-102.
- Gatzojannis, S., Stamou, N., Efthymiou, P. and Kontos, N., 1995. Forest planning and management tools. Establishment of yield models (Site index, yield and assortment tables of Scots pine). Final report to the EU of the project: AIR PL 920715.
- Helmedag, F. 2018. From 1849 back to 1788: Reconciling the Faustmann formula with the principle of maximum sustainable yield. European Journal of Forest Research
- Hille, D. Hessenmöller, B. Möhring u. K. v. Gadow, 1999. Bewertung Waldbaulicher Maßnahmen mit Hilfe der Zeitfenster. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie, Georg-August-Universität Göttingen. Paper prepared for the IUFRO Conference in Prag, May 1999.
- Laar, van, A., Akça, A., 2007. Forest Mensuration. Springer Verlag, Germany (S. 384).
- Möhring, B., 1993. Über ökonomische Kalküle für forstliche Nutzungsentscheidungen. Schriften zurForstökonomie der Universität Göttingen.
- Moog, M., 2018. Waldbewertung. Skripten zur Forstökonomie. Lehrstuhl für Forstliche Wirtschaftslehre der Universität München. Niedersächsischen Landesforstverwaltung, 1998.
- Waldbewertungsrichtlinien' 86, aktuelle Version von 1998.
- Petras, R., Mecko, J., Nociar, V., 2008. Models of assortment yield tables for poplar clones. J. of For.Sc., 54 (6): 227-233.
- Prodan, M., 1965. Holzmesslehre. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- Speidel, G., 1967. Forstliche Betriebswirtschaftslehre. Verlag Paul Parey. Hamburg & Berlin.
- Viitala E-J. 2013. The discovery of the Faustmann formula in natural resource economics. Hist Polit Econ 45(3):523-548
- Γκατζογιάννης Σ., 1991. Μαθήματα Δασικής Οικονομίας. Τμήμα Δασοπονίας Δράμας του Τ.Ε.Ι. Καβάλας. Αυτοτελής έκδοση, 143 σελ.
- Γκατζογιάννης, Σ., 1998. Αύξηση και απόδοση (Πίνακες παραγωγής) των συστάδων Δασικής πεύκης Ελατιάς Δράμας. Γεωτ. Επιστ. Θέματα, 3:21-35.
- Γκατζογιάννης, Σ., 1999. Πίνακες παραγωγής Οξιάς Άνω Βροντού Σερρών. Δασική Έρευνα, ΕΘΙΑΓΕ, Τ. 12:91-104.
- Γκατζογιάννης, Σ., 2002. Η διαχείριση των οικοτόπων Μαύρης πεύκης. Μια πιλοτική προσπάθεια διαχείρισης παραγωγικού δάσους υπό καθεστώς προστασίας (NATURA 2000) στην περιοχή του Βορείου Γράμμου. ΕΘΙΑΓΕ, ΑΡΚΤΟΥΡΟΣ (Αυτοτελής έκδοση, σελ. 61, με πρόδρομα αποτελέσματα Πινάκων Παραγωγής Μαύρης πεύκης).
- Γκατζογιάννης, Σ., 2017. Πίνακες παραγωγής Πλατυφύλλου δρυός Αρναίας Χαλκιδικής. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. Σειρά VI, Τόμ. 26, Τεύχ. I (24-36).
- Γκατζογιάννης, Σ., 2018. Πίνακες παραγωγής Ελάτης Ταυγέτου. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. ΓΕΩΤΕΕ Σειρά VI, Τόμ. 27, Τεύχ. I (32-44).
- Γκατζογιάννης, 2022. Η εκτίμηση της αξίας του ξυλώδους κεφαλαίου δασοσυστάδων, ως εργαλείου οικονομικής ανάλυσης και εκτίμησης περιβαλλοντικού κόστους στη δασοπονία (η περίπτωση της Μαύρης πεύκης των δασών Β. Γράμμου Καστοριάς). Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. 1/2022.
- Γκατζογιάννης, Σ., 2021. Πίνακες παραγωγής Μαύρης πεύκης Β. Γράμμου. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα 1/2021.
- ΕΛΣΤΑΤ, 2018. Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν 2018.
- Κατενίδης, Κ. και Ευθυμίου, Π., 1983. Μελέτη των υλοτομικών εργασιών στα ελληνικά δάση οξιάς. Δασική Έρευνα, 3 (IV): 165-217.
- Παλάσκας, Δ., 2015. Ανάπτυξη προτύπων οικονομι-

- κής ανάλυσης της παραγωγής των δασών οξιάς στην Ελλάδα. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Οικονομικής των Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος, Βόλος, 30-31/10/2015 Σελ. 431- 440.
- Παλάσκας, Δ., 2016. Πίνακες Κατηγοριών Προϊόντων της πλατυφύλλου δρυός (*Q. frainetto*) Χαλκιδικής. Γεωτ. ΕΠΙΣΤ. ΘΕΜΑΤΑ, Σειρά VI, Τόμος 25, Τ. 1/2016.
- Παπαδόπουλος, Ι., 1997. Εκτίμηση και πρόβλεψη της προσφοράς εμπορεύσιμου ξύλου στο πανεπιστημιακό δάσος Περτουλίου σε συνδυασμό με τις ανάγκες της ξυλαγοράς. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φ.Π., Αριστοτέλειο Παν/μιο Θεσ/νίκης, 245 σελ.
- Στάμου, Ν., 1985. Οικονομική των δασικών εκμεταλλεύσεων. Δασική Οικονομική Ι. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, σελ. 350.
- ΥΠΕΝ, 2015. Απολογισμός δραστηριοτήτων Δασικών Υπηρεσιών.
- ΥΠΕΝ, 2016. Πίνακας διατίμησης δασικών προϊόντων (Υπουργείο Περιβάλλοντος, ΥΑ 135369/421, ΦΕΚ 618/2016).

Αξιολόγηση νέων υβριδίων κολοκυθίου (*Cucurbita pepo* L.) με ανεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες για εμπορική καλλιέργεια

Γ. Καπότης¹, Χ. Μπλαχούρα¹, Ε. Ψαθά¹, Α. Λιόπα – Τσακαλίδη¹, Γ. Σαλάχας¹, Π. Μπαρούχας¹, Χ. Καριπίδης², Β. Παπασωτηρόπουλος¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο Εργαστήριο Λαχανοκομίας, του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Πατρών καλλιεργήθηκαν και αξιολογήθηκαν τέσσερα εμπορικά και είκοσι πειραματικά υβρίδια κολοκυθίου. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε μη θερμαινόμενα θερμοκήπια για τρεις καλλιεργητικές περιόδους. Προσδιορίστηκε η απόδοση, το μέσο βάρος καρπών και το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων, πραγματοποιώντας συγκομιδές ανά 3-4 ημέρες. Την καλλιεργητική περίοδο της άνοιξης του 2020, τις καλύτερες αποδόσεις εμφάνισε το πειραματικό υβρίδιο R3 x Cher, αντίστοιχα την περίοδο φθινόπωρο 2020 - χειμώνας 2021 τα πειραματικά υβρίδια R3 x R1, Pel x T2(I) και R3 x Pel, ενώ την καλλιεργητική περίοδο της άνοιξης 2021 το Pel x T2(I). Το υβρίδιο Pel x T2(I) ήταν μεταξύ των καλύτερων ως προς τις αποδόσεις και στις τρεις καλλιεργητικές περιόδους τεκμηριώνοντας την υψηλή παραγωγικότητά του. Το μέσο βάρος των καρπών κυμάνθηκε από 69-145g με το πειραματικό υβρίδιο 5f x D4 να εμφανίζει το μεγαλύτερο βάρος καρπών, κατά τις περιόδους “φθινόπωρο 2020” και “άνοιξη 2021”, ακολουθούμενο από το Pel x T2(I). Οι καρποί όλων των υβριδίων ικανοποιούσαν τις απαιτήσεις της αγοράς. Τρία πειραματικά υβρίδια εμφάνισαν μικρά μεσογονάτια διαστήματα και παρουσίασαν συμπαγή ορθόκλαδη ανάπτυξη, αναδεικνυόμενα ως τα πλέον κατάλληλα για μακρά καλλιεργητική περίοδο (5-6 μήνες) σε θερμοκήπια. Δύο εμπορικά και τέσσερα πειραματικά υβρίδια είχαν υψηλές τιμές μήκους μεσογονατίων διαστημάτων και εμφάνισαν ζωηρή και πλούσια βλάστηση, έτσι ώστε να θεωρούνται κατάλληλα για υπαίθριες κυρίως καλλιέργειες. Τα υπόλοιπα σημείωσαν ενδιάμεσες τιμές μεσογονατίων διαστημάτων, είχαν μέτρια βλαστική ανάπτυξη και μπορούν να καλλιεργηθούν στο θερμοκήπιο για 3,5 έως 5 μήνες.

Λέξεις Κλειδιά: βελτίωση κολοκυθίου, υβρίδια, θερμοκηπιακή καλλιέργεια, παραγωγή, βάρος καρπών, μεσογονάτια διαστήματα, βλαστική ανάπτυξη.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη χώρα μας η καλλιέργεια των θερινών λαχανικών γίνεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Στις περιόδους με σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (τέλος φθινοπώρου, αρχές άνοιξης) η καλλιέργεια των κυριότερων λαχανοκομικών ειδών γίνεται σε θερμοκήπια διαφόρων τύπων, όμως με εξαίρεση το κολοκύθι, στα υπόλοιπα είδη, υψηλές αποδόσεις εξασφαλίζονται μόνο σε θερμαινόμενα θερμοκήπια. Η θέρμανση αυξάνει το κόστος παραγωγής με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του εισοδήματος των παραγωγών (Ολύμπιος, 2001). Η καλλιέργεια του κολοκυθίου (*Cucurbita pepo* L.) για νωπά κολοκυθάκια τις περιόδους με χαμηλές νυχτερινές θερμοκρασίες είναι δυνατή σε θερμοκήπια τύπου τούνελ, χαμηλού κόστους, χωρίς θέρμανση και

έχει αποδειχτεί ιδιαίτερα επιτυχής σε περιοχές της Νότιας Ελλάδας (Πελοπόννησος, Κρήτη), με ήπιο χειμώνα. Προϋπόθεση για τέτοιες καλλιέργειες είναι η χρήση φυτών με καλή ανεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες. Είναι γνωστό ότι η χρήση των υβριδίων στην καλλιέργεια των κηπευτικών έχει δώσει μεγάλη αύξηση των αποδόσεων, ομοιόμορφη και ποιοτική παραγωγή και αυξημένη αντοχή σε παθογόνα και αντίξοες καιρικές συνθήκες όπως είναι οι πολύ υψηλές ή οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (Koutsika-Sotiriou κ.α. 2007).

Το κολοκύθι είναι ένα λαχανικό με πολύ μεγάλη παραλλακτικότητα, η οποία δεν αφορά μόνο τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού και των καρπών, αλλά και τις καλλιεργητικές του απαιτήσεις συμπεριλαμβανομένης και της απαίτησής του σε θερμοκρασίες.

¹ Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Νέα Κτίρια 30200, Μεσολόγγι, Ελλάδα.

² Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Άρτα 47100, Ελλάδα.

Email: kapotis@upatras.gr

Παρότι είναι ένα θερινό λαχανικό και η επιτυχής καλλιέργειά του για παραγωγή ώριμων καρπών και σπόρων απαιτεί σχετικά υψηλές θερμοκρασίες, υπάρχουν ποικιλίες και υβρίδια που ανέχονται τις χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες στα όρια του παγετού και δίνουν καλή παραγωγή σε φρέσκο κολοκυθάκι τις ημέρες που σημειώνεται καλή ηλιοφάνεια και βελτιωμένος καιρός, κυρίως σε περιοχές με καλό μικροκλίμα.

Έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες προσεγγίσεις στη βελτίωση του κολοκυθίου με κύριους στόχους τη μορφολογία και το χρώμα των καρπών, την απόδοση, την ανθεκτικότητα στις βιολογικές και αβιοτικές καταπονήσεις, καθώς και την ποιότητα των καρπών (Ferriol και Pico, 2008). Ο υβριδισμός (ενδο- και διαειδικός ιδιαίτερα με τα είδη *C. moschata* και *C. maxima*) αποτελεί δημοφιλή επιλογή (Cui και Loy, 2002, Loy, 2004). Επίσης χρησιμοποιούνται και άλλες μέθοδοι επιλογής, όπως η αναδιασταύρωση και η γενεαλογική επιλογή. Η τελευταία περιλαμβάνει αυτογονιμοποίηση και επιλογή για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σε κάθε γενεά και αποτελεί την συχνότερη μέθοδο, ιδιαίτερα όταν οι δύο γονείς του δημιουργούμενου υβριδίου διαθέτουν αρκετά επιθυμητά χαρακτηριστικά (Paris, 2008). Άλλη βελτιωτική μέθοδος κολοκυθίου είναι η απ' ευθείας χρήση επιλεγμένων ατόμων που προκύπτουν από τις ελεύθερες επικονιαζόμενες ποικιλίες (Whitaker και Robinson, 1986, Ferriol και Pico, 2008). Τα τελευταία χρόνια σύγχρονες «-ομικές» και βιοτεχνολογικές προσεγγίσεις εφαρμόζονται όλο και περισσότερο για την βελτίωση του γένους *Cucurbita* (Paris, 2016, Wan Shafiiin κ.α. 2021, Xanthopoulou κ.α. 2021). Έχουν χρησιμοποιηθεί in vitro τεχνικές, όπως καλλιέργεια ανθήρων και ωαρίων (Sarowar κ.α. 2003, Shalaby, 2007, Kurtar και Seymen, 2021) που βοηθούν στην παραγωγή απλοειδών και διπλασιασμένων απλοειδών (double haploids) φυτών. Επιπλέον έχει επιτευχθεί δημιουργία φυτών μέσω οργανογένεσης στα είδη *C. pepo* και *C. maxima*, που οδήγησαν σε παραγωγή βλαστών από ώριμες κοτυληδόνες (Lee κ.α. 2003, Mookann, 2015). Η καλλιέργεια εμβρύων εφαρμόζεται για τη διάσωση διαειδικών υβριδίων του γένους *Cucurbita* (Lebeda κ.α. 2007), ενώ σωματική εμβρυογένεση έχει επιτευχθεί στα είδη *C. pepo* (Leljak-Levanić κ.α. 2004) και *C. ficifolia* (Urbanek κ.α. 2004). Γενετικά τροποποιημένα φυτά με ανεκτικότητα στις ιώσεις έχουν αναπτυχθεί για το *C. pepo* (Gaba κ.α. 2004) και είναι πλέον διαθέσιμα για καλλιέργεια στις ΗΠΑ (Fuchs και Gonsalves, 2007).

Στο Εργαστήριο Λαχανοκομίας στο τμήμα Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Πατρών, τις τρεις τελευταίες δεκα-

ετίες, έχει γίνει συστηματική ερευνητική εργασία πάνω στη βελτίωση του κολοκυθίου (Γιαννούλης κ.α. 2019, Καπότης κ.α. 1998, 2001, 2014, 2018, Karotis κ.α. 2021). Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε βελτίωση του ντόπιου κομποκολόκυθου και δημιουργήθηκαν αρκετά υβρίδια με υψηλή παραγωγικότητα και πολύ καλά χαρακτηριστικά καρπών, επιζητούμενα στην Ελληνική αγορά (διατήρηση άνθους, πράσινο ή λευκό χρώμα, ευθυτενές κυλινδρικό σχήμα κ.λπ.) (Καπότης κ.α. 2001, Παπασωτηρόπουλος κ.α. 2003). Ένα εξ αυτών (Gina F1) εγγράφηκε στον εθνικό κατάλογο καλλιεργούμενων ποικιλιών και κυκλοφόρησε στην Ελληνική αγορά. Επίσης δημιουργήθηκαν υβρίδια με ανεκτικότητα στις ιώσεις που αποτελούν το μεγαλύτερο πρόβλημα στις υπαίθριες καλλιέργειες κολοκυθίου κυρίως το καλοκαίρι (Καπότης κ.α. 2014).

Τα τελευταία χρόνια στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος RIS3 Αγροδιατροφή "Δημιουργία και αξιολόγηση νέων υβριδίων κολοκυθίου με ανεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες για εμπορική χρήση (MIS 5040314), αξιολογήθηκαν είκοσι πειραματικά υβρίδια ως προς την ανοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες για καλλιέργεια εκτός εποχής. Δύο εξ' αυτών έχουν δοθεί για εγγραφή στον εθνικό κατάλογο ποικιλιών καλλιεργούμενων φυτών (αιτήσεις εγγραφής 2021 και 2022) και για το ένα έγινε παραχώρηση δικαιωμάτων δημιουργού σε εμπορική σποροπαραγωγική εταιρεία.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Γενετικό Υλικό

Για τη δημιουργία των πειραματικών υβριδίων χρησιμοποιήθηκαν ως γονείς, καθαρές σειρές κολοκυθίων που προέρχονται από καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Ελλάδα με υψηλή παραγωγικότητα κατά την ψυχρή περίοδο (φθινόπωρο - χειμώνα - μέσα άνοιξης) και ανοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτές οι καθαρές σειρές δημιουργήθηκαν μετά από συνεχείς αυτογονιμοποιήσεις, αξιολογήσεις και επιλογές (Καπότης, κ.α. 1998, 2001).

Μεθοδολογία

Για τις πειραματικές καλλιέργειες στο θερμοκήπιο έγινε μεταφύτευση σποροφύτων που προετοιμάζονταν σε ατομικά ή ομαδικά γλαστράκια (5x5x8cm) με απολυμασμένο φυτόχωμα τύρφης. Μετά την σπορά τα γλαστράκια τοποθετούνταν σε προβλαστήριο ελεγχόμενων συνθηκών (θερμοκρασία 28-30 0C) και φωτισμό με λαμπτήρες φθορισμού και πυρακτώσεως, έτσι ώστε να επιτευχθεί γρήγορο και ομοιόμορφο φύτερωμα. Μετά την έκπτυξη των κοτυληδόνων τα σπορόφυτα μεταφέρονταν στο θερμοκήπιο, όπου παρέμεναν τρεις περίπου εβδομάδες. Στη συνέχεια τα σπορόφυτα φυτεύονταν

σε αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 1,20m και επί των γραμμών 50cm. Στο έδαφος του θερμοκηπίου εφαρμόζοταν βασική λίπανση (12-12-17+2Mg) σε σχετικά χαμηλή δοσολογία (50 Kg/στρέμμα). Στο θερμοκήπιο η μέση θερμοκρασία κυμαινόταν μεταξύ 10-25°C (ελάχιστη 1°C και μέγιστη 32°C).

Τεχνικές δημιουργίας καθαρών σειρών και υβριδίων

Η δημιουργία καθαρών σειρών έγινε με την μέθοδο των συνεχών αυτογονιμοποιήσεων επιλεγμένων φυτών που είχαν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά βλαστικής ανάπτυξης και καρπών (μήκος βλαστών, χρώμα, σχήμα καρπών και παραγωγή). Μετά από κάθε αυτογονιμοποίηση επαναλαμβάνονταν η επιλογή του φυτού ή των φυτών με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά ενώ παράλληλα και σταδιακά τα φυτά αυτά αξιολογούνταν και για την αντοχή τους στις χαμηλές θερμοκρασίες (βλαστική ανάπτυξη και παραγωγή από τέλος φθινοπώρου έως μέσα άνοιξης). Η αξιολόγηση αυτή έγινε πιο συστηματική όταν οι αυτογονιμοποιούμενες ποικιλίες απέκτησαν σταθερότητα των χαρακτηριστικών τους, μετά από πραγματοποίηση 8-10 συνεχών αυτογονιμοποιήσεων.

Η επιλογή των γονέων για σταυρογονιμοποίηση είχε στόχο την δημιουργία υβριδίων με ικανοποιητικά τουλάχιστον χαρακτηριστικά φυτών και καρπών (π.χ. μήκος, σχήμα ή χρώμα καρπών, ανάπτυξη βλαστών κ.λπ.). Κυριότερο κριτήριο επιλογής ήταν η παραγωγικότητα κατά την περίοδο των χαμηλών θερμοκρασιών.

Πειραματικός Σχεδιασμός – Αξιολόγηση υβριδίων

Τα πειράματα για την απόκτηση των καθαρών σειρών και τη δημιουργία υβριδίων έγιναν σε γυάλινο θερμοκήπιο του τμήματος Γεωπονίας (38°21'58.4"N 21°28'38.2"E) στο Μεσολόγγι, σε τρεις περιόδους: α) άνοιξη του 2020 (Φεβρουάριος - Μάιος), β) φθινόπωρο του 2020 - (Οκτώβριος 2020 - Ιανουάριος 2021) και γ) άνοιξη του 2021 (Φεβρουάριος - Μάιος). Για τη διεξαγωγή των πειραμάτων φυτεύτηκαν 20 - 30 φυτά από κάθε ποικιλία έτσι ώστε να γίνει ο απαραίτητος αριθμός αυτογονιμοποιήσεων και σταυρογονιμοποιήσεων.

Τα πειράματα αξιολόγησης έγιναν σε θερμοκήπια τύπου τούνελ με κάλυψη θερμικού πλαστικού φύλλου, της Πανελληνίας Ένωσης Βιολογικών Προϊόντων ΑΕΣ ΑΕ στο Νεοχώριο Μεσολογγίου (38° 24' 33.5"N, 21° 16' 50.7"E). Φυτεύτηκαν 60 φυτά από κάθε υβρίδιο σε τρεις επαναλήψεις των 20 φυτών ακολουθώντας το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο.

Η αξιολόγηση των υβριδίων αφορούσε τον τύπο ανάπτυξης των φυτών, το μέσο βάρος των καρπών και τις αποδόσεις. Στο τέλος της καλλιέργειας μετρήθηκε

το μέσο μήκος (cm) των μεσογονατίων διαστημάτων των βλαστών (μήκος βλαστού προς αριθμό μεσογονατίων), για να εκτιμηθεί η βλαστική ανάπτυξη των υβριδίων. Η συγκομιδή γινόταν κάθε τέσσερις μέρες το χειμώνα ενώ την άνοιξη και το φθινόπωρο οι συγκομιδές γινόταν κάθε τρεις ημέρες.

Ο έλεγχος Duncan (επίπεδο σημαντικότητας 5%) χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του προγράμματος SPSS 27.0 (SPSS Inc.).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

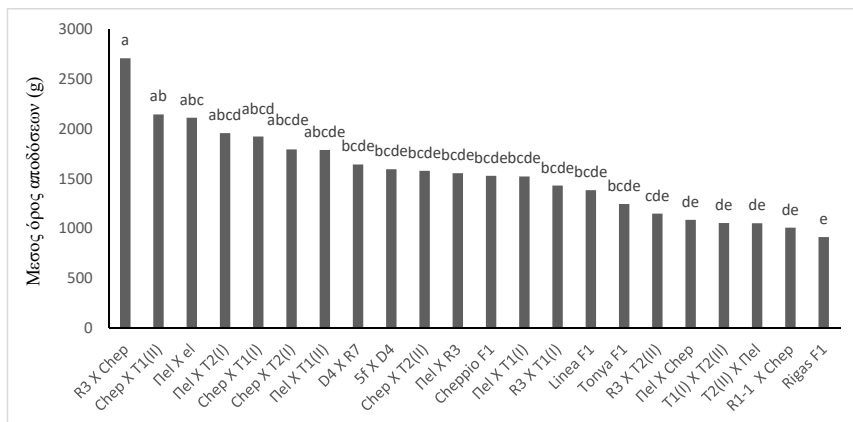
Αποδόσεις

Σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αποδόσεων των υβριδίων στα πειράματα που έγιναν και στις τρεις καλλιεργητικές περιόδους.

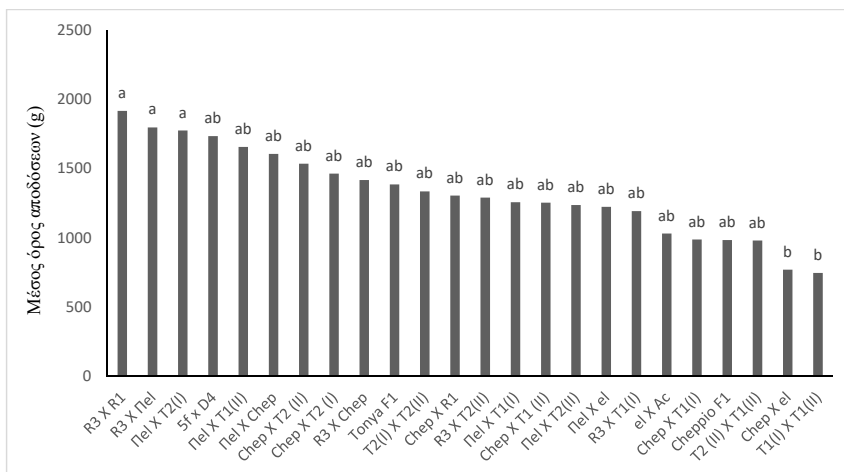
Στην ανοιξιάτικη καλλιέργεια του 2020 (Φεβρουάριος-Μάιος) τα πειραματικά υβρίδια R3 x Cher, Cher x T1(II), Pel x el, Pel x T2(I) και Cher x T1(I) έδωσαν τις υψηλότερες συνολικές αποδόσεις (1925-2711g) με τις αποδόσεις του υβριδίου R3 x Cher να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά έναντι των τεσσάρων εμπορικών και ένδεκα πειραματικών υβριδίων. Το εμπορικό υβρίδιο Rígas F1 και τα πειραματικά R1-1 x Cher, T1(I) x T2(II), T2(II) x Pel, και Pel X Cher είχαν τις χαμηλότερες αποδόσεις (915-1087g), ενώ τα υπόλοιπα ενδιάμεσες (1149-1795g) (Σχ. 1).

Στην φθινοπωρινή καλλιέργεια (Οκτώβριος 2020 – Ιανουάριος 2021) έξι πειραματικά υβρίδια (R3 x R1, Pel x Cher, 5f x D4, Pel x T1(II), Pel x T2(I) και R3 x Pel), σημείωσαν τις υψηλότερες αποδόσεις (1606 έως 1916g). Τα πειραματικά υβρίδια Cher x el και T1(I) x T1(II) έδωσαν τις χαμηλότερες αποδόσεις (746-770g) και στατιστικά σημαντικά μικρότερες από αυτές των R3 x R1, R3 x Pel και Pel x T2(I). Ενδιάμεσες τιμές αποδόσεων (950-1534g) είχαν τα υπόλοιπα υβρίδια (Σχ. 2).

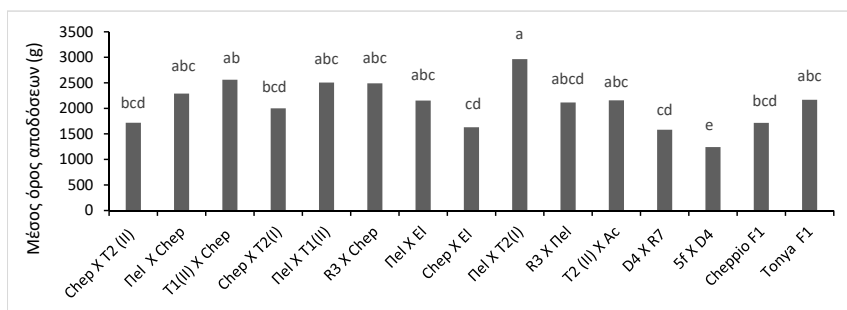
Στην ανοιξιάτικη καλλιέργεια του 2021 τα πειραματικά υβρίδια Pel x T2(I) και Cher x T1(II), έδωσαν τις υψηλότερες αποδόσεις (2560-2964g). Κατόπιν ακολούθησαν τα πειραματικά υβρίδια Pel X T1(II), R3 X Cher, Pel X Cher, T2 (II) X Ac, Pel X el και το εμπορικό Tonya F1 (2153-2506g). Οι χαμηλότερες αποδόσεις σημειώθηκαν στα πειραματικά υβρίδια 5f x D4, D4 x R7, Cher x el και Cherpio F1 (1243-1630g). Στα υπόλοιπα σημειώθηκαν ενδιάμεσες τιμές (1716-2145g) (Σχ. 3). Οι αποδόσεις του υβριδίου Pel x T2(I) ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες από το μάρτυρα Cherpio F1 και πέντε ακόμα πειραματικά υβρίδια.



Σχήμα 1. Μέσος όρος αποδόσεων (g) των υβριδίων την άνοιξη του 2020 (Φεβρουάριος-Μάιος)
Figure 1. Hybrids' average yield (g) during spring 2020 cultivation (February-May)



Σχήμα 2. Μέσος όρος αποδόσεων (g) των υβριδίων το φθινόπωρο του 2020 (Οκτώβριος 2020-Ιανουάριος 2021)
Figure 2. Hybrids' average yield (g) during autumn 2020 cultivation (October 2020-January 2021)

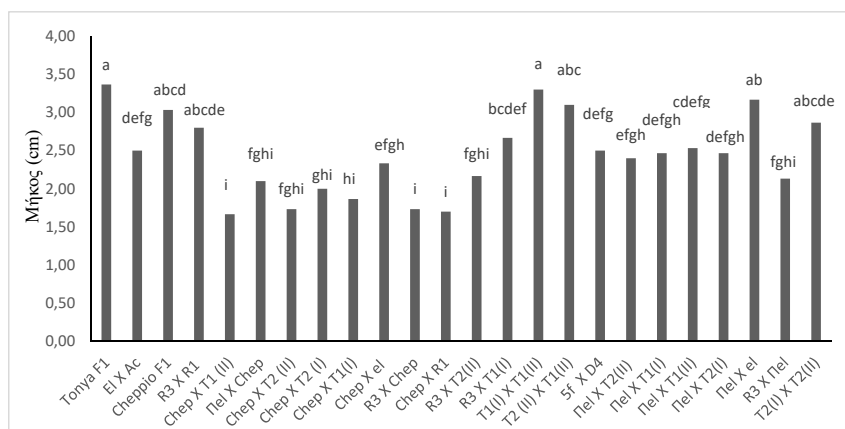


Σχήμα 3. Μέσος όρος αποδόσεων (g) των υβριδίων την άνοιξη του 2021 (Φεβρουάριος-Μάιος)
Figure 3. Hybrids' average yield (g) during spring 2021 cultivation (February-May)

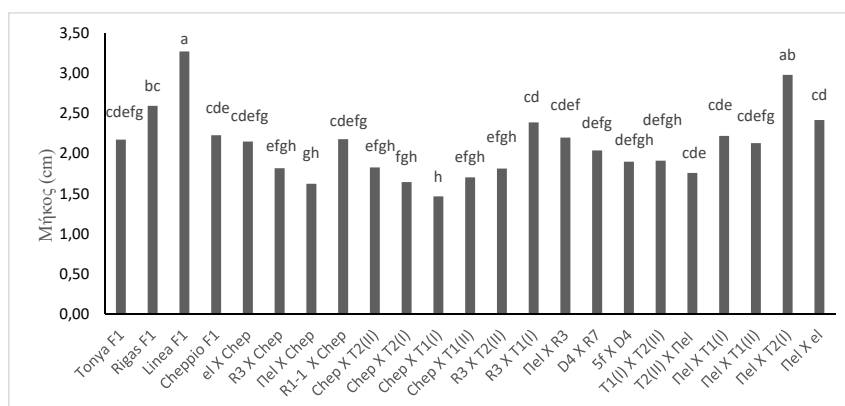
Μεσογονάτια διαστήματα

Την φθινοπωρινή περίοδο του 2020, το εμπορικό υβρίδιο Tonya F1 (3,37cm) και το πειραματικό T1(I) X T1(II) (3,30 cm) εμφάνισαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερα μεσογονάτια διαστήματα έναντι των περισσότερων υπολοίπων (εύρος 1,67-2,67 cm). Ακολούθησαν τα Pel X el (3,17cm), T2 (II) X T1(II) (3,10cm), Cherrio F1, T2(I) X T2(II) και R3 X R1 (2,80-3,03cm). Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου προέκυψαν φυτά με σχετικά μεγάλους βλαστούς. Αντίθετα τα πειραματικά υβρίδια Cher x T1(II), Cher x R1, R3 x Cher και Cher x T2(II), είχαν τις χαμηλότερες τιμές μεσογονατίων διαστημάτων (1,67-1,73 cm) και έδωσαν φυτά με συμπαγή και ορθόκλαδη βλάστηση, ιδιαίτερα επιθυμητή για καλλιέργεια στο θερμοκήπιο (Σχ. 4). Στην ανοιξιάτικη καλλιέργεια του 2021 οι υψηλότερες

τιμές μεσογονατίων διαστημάτων (2,39-3,28 cm) σημειώθηκαν στα εμπορικά υβρίδια Linea F1 και Rigas F1 καθώς και στα πειραματικά υβρίδια, Pel x T2(I), Pel x el και R3 x T1(I). Το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων του υβριδίου Linea F1 υπερείχε στατιστικά σημαντικά έναντι όλων των άλλων μεσογονατίων διαστημάτων των υβριδίων εκτός του Pel x T2(I) (Σχ. 4). Αντίθετα τα πειραματικά υβρίδια Cher x T1(I), Cher x T2(I), και Pel X Cher είχαν πολύ μικρά μεσογονάτια διαστήματα (1,47-1,64 cm) και η βλάστησή τους ήταν συμπαγής και ορθόκλαδη. Τα εμπορικά υβρίδια Tonya F1 και Cherrio F1 καθώς και τα υπόλοιπα πειραματικά υβρίδια σημείωσαν ενδιάμεσες τιμές μεσογονατίων διαστημάτων (1,76-2,23 cm) και έδωσαν φυτά μέτριας ανάπτυξης (Σχ. 5).



Σχήμα 4. Μέσος όρος μήκους μεσογονατίων διαστημάτων (cm) το φθινόπωρο του 2020 (Οκτώβριος 2020-Ιανουάριος 2021)
Figure 4. Average internode length (cm) during autumn 2020 cultivation (October 2020-January 2021)



Σχήμα 5. Μέσος όρος μήκους μεσογονατίων διαστημάτων (cm) την άνοιξη του 2021 (Φεβρουάριος-Μάιος)
Figure 5. Average internode length (cm) during spring 2021 cultivation (February-May)

Μέσο βάρος καρπών

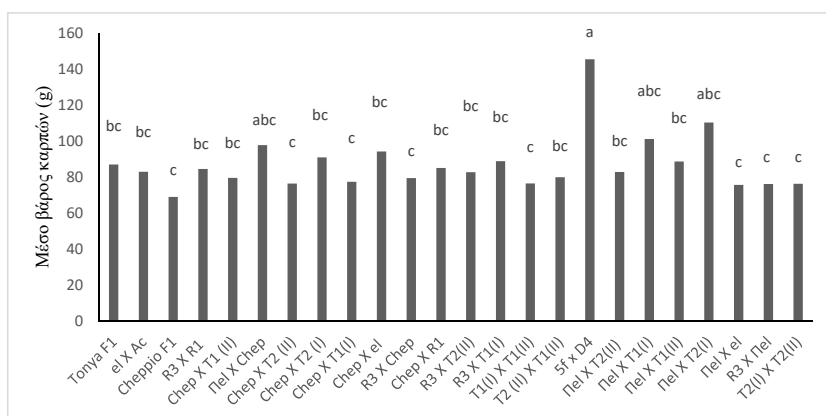
Κατά την φθινοπωρινή καλλιεργητική περίοδο το υβρίδιο 5f x D4 παρουσίασε στατιστικά σημαντικά υψηλότερη τιμή μέσου βάρους καρπών (147,5g) έναντι δεκαοκτώ υβριδίων συμπεριλαμβανομένων των εμπορικών Tonya F1 και Cherrio F1. Ακολούθησε το υβρίδιο Pel x T2(I) με 137,0g. Τα υπόλοιπα πειραματικά υβρίδια είχαν μέσο βάρος καρπών από 69-118g, ενώ τα εμπορικά υβρίδια Cherrio F1 και Tonya F1 68,2 και 89,4g αντίστοιχα (Σχ. 6).

Την άνοιξη του 2021, τα υβρίδια 5f x D4, Pel x T2(I) και R3 x Pel, έδωσαν καρπούς με μέσο βάρος περισσότερο από 100g. Το υβρίδιο 5f x D4 είχε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο μέσο βάρος καρπών έναντι όλων των υπολοίπων (143,3g). Τα υπόλοιπα υβρίδια είχαν μέσο βάρος καρπών από 80-100 γραμμάρια και οι διαφορές τους δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Σχ. 7).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

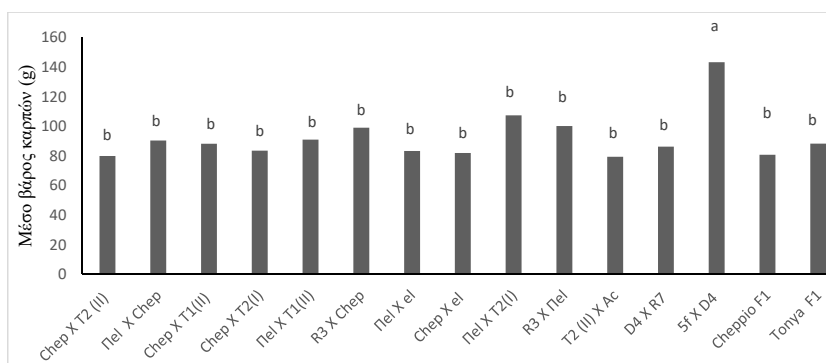
Διαφορές στις αποδόσεις των εμπορικών και πειραματικών υβριδίων σημειώθηκαν σε όλες τις καλλιεργητικές περιόδους. Ένα απ' τα πειραματικά υβρίδια (Pel x T2(I)) ήταν μεταξύ αυτών που είχαν μεγαλύτερες αποδόσεις και στις τρεις καλλιεργητικές περιόδους. Επιπλέον τέσσερα πειραματικά υβρίδια (Pel x el, Pel x Cher, Cher x T1(II), R3 x Cher,) έδωσαν επίσης σταθερά υψηλές αποδόσεις στις δύο εκ των τριών καλλιεργητικών περιόδων. Έτσι τεκμηριώνεται η υψηλή παραγωγικότητα των παραπάνω πειραματικών υβριδίων, όχι μόνο συγκριτικά με τα υπόλοιπα πειραματικά υβρίδια αλλά και έναντι των εμπορικών υβριδίων που χρησιμοποιήθηκαν σαν μάρτυρες. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί από τους Karotis κ.α. (2021).

Τα πειραματικά υβρίδια Cher x T1(II), Pel x Cher και R3 x Cher είχαν σχετικά μικρά μεσογονάτια δια-



Σχήμα 6. Μέσο βάρος (g) καρπών το φθινόπωρο του 2020 (Οκτώβριος 2021-Ιανουάριος 2021)

Figure 6. Average fruits' weight (g) during autumn 2020 cultivation (October 2020-January 2021)



Σχήμα 7. Μέσο βάρος (g) καρπών την άνοιξη του 2021 (Φεβρουάριος-Μάιος).

Figure 7. Average fruits' weight (g) during spring of 2021 cultivation (February-May)

στήματα σ' όλες τις καλλιεργητικές περιόδους. Τα υβρίδια με μικρά μεσογονάτια διαστήματα έχουν βραχείς βλαστούς, συμπαγή ορθόκλαδη βλαστική ανάπτυξη, καλύπτουν μικρότερη έκταση και καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο. Έτσι μπορούν να καλλιεργηθούν στο θερμοκήπιο επιτρέποντας καλύτερο αερισμό, μείωση των ασθενειών και διευκόλυνση των καλλιεργητικών εργασιών. Επιπλέον μπορούν να φυτευτούν σε μικρότερες αποστάσεις και να δώσουν μεγαλύτερες στρεμματικές αποδόσεις. Ο καλλιεργητικός κύκλος των υβριδίων αυτών στο θερμοκήπιο μπορεί να φθάσει τους πέντε και πλέον μήνες. Ο Edelstein (1989), ανέφερε ότι τα θαμνώδη-ορθόκλαδα υβρίδια με μικρά μεσογονάτια διαστήματα που φυτεύτηκαν πιο πυκνά στα θερμοκήπια μήκαν πιο γρήγορα στην παραγωγή, έδωσαν περισσότερα θηλυκά άνθη και μεγαλύτερες αποδόσεις συγκριτικά με υβρίδια που είχαν μεγάλα μεσογονάτια διαστήματα και μακρείς βλαστούς.

Τα υβρίδια με μεγάλο μήκος μεσογονατίων διαστημάτων και μακρύς βλαστούς έχουν πλούσια και ζωνρή βλάστηση και η καλλιέργειά τους είναι επιτυχής κυρίως στην ύπαιθρο όταν φυτεύονται σε μεγάλες σχετικές αποστάσεις. Τα υβρίδια που έδωσαν ενδιάμεσες τιμές μεσογονατίων διαστημάτων και μέτρια βλαστική ανάπτυξη μπορούν να καλλιεργηθούν στο θερμοκήπιο επιτυχώς για χρονική διάρκεια 3,5 – 5 μηνών.

Το μέσο βάρος καρπών κυμάνθηκε από 69-145g στις δυο πειραματικές περιόδους. Το μεγαλύτερο βάρος καρπών είχαν τα πειραματικά υβρίδια 5f x D4 (και στις δύο περιόδους) ακολουθούμενο από το Pel x T2(I). Παρά την υπεροχή κάποιων υβριδίων ως προς το μέσο βάρος καρπών, πρέπει να σημειωθεί ότι το μέσο βάρος καρπών που σημειώθηκε για όλα τα

υβρίδια είναι αποδεκτό στην αγορά των κηπευτικών την χειμερινή και ανοιξιάτικη εποχή. Η μεγάλη ετερογένεια που παρατηρήθηκε κατά την φθινοπωρινή καλλιεργητική περίοδο πιθανόν να οφείλεται στην επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών. Αντίθετα, κατά την ανοιξιάτικη περίοδο οι τιμές ήταν περισσότερο ομοιογενείς χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι Ergon κ.α. (2003) συγκρίνοντας το μέσο βάρος καρπών τεσσάρων υβριδίων και έξι καθαρών σειρών διαφόρων τύπων κολοκυθίου διαπίστωσαν ότι οι διαφορές στο μέσο βάρος καρπών δεν ήταν μεγάλες και κυμάνθηκαν από 127-140g.

Συμπερασματικά έχουν δημιουργηθεί και αξιολογηθεί είκοσι πειραματικά υβρίδια μεταξύ των οποίων ορισμένα υπερέχουν στις αποδόσεις έναντι των εμπορικών υβριδίων που είναι επικρατέστερα στην Ελληνική καλλιέργεια κολοκυθίου στα θερμοκήπια τις ψυχρές περιόδους (φθινόπωρο-χειμώνας -αρχές άνοιξης) και φαίνεται να έχουν πολύ καλή αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Το υβρίδιο Pel x T2(I) υπερείχε ως προς τις αποδόσεις, ενώ είχε και μεγάλο βάρος καρπών. Επιπλέον τα πειραματικά υβρίδια Pel x Cher, Cher x T1(II) και R3 x Cher έχουν συμπαγή ορθόκλαδη ανάπτυξη και κρίνονται ιδιαίτερα κατάλληλα για θερμοκηπιακή καλλιέργεια μεγάλης περιόδου και υψηλών στρεμματικών αποδόσεων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και από Εθνικούς Πόρους στο πλαίσιο του Ε.Π «ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ 2014-2020» (Έργο: MIS 5040314).

Evaluation of newly developed zucchini hybrids (*Cucurbita pepo* L.) with tolerance to low temperatures for commercial cultivation

G. Kapotis¹, Ch. Mplachoura¹, E. Psatha¹, A. Liopa – Tsakalidi¹, G. Salachas¹, P. Barouchas¹,
Ch. Karipidis², V. Papatotiropoulos¹

ABSTRACT

In the Laboratory of Vegetable Production at the Department of Agriculture in the University of Patras, four commercial and twenty experimental zucchini (*Cucurbita pepo* L.) F1 hybrids were cultivated and evaluated. The experiment was implemented for three growing seasons in unheated greenhouses. The fruits were harvested every 3-4 days and the yield, the fruits' average weight and the internode lengths were recorded. During the growing season of Spring 2020 the experimental hybrid R3 x Chep had the highest yield, while in the growing period of autumn 2020 the highest yield was recorded for the experimental hybrids R3 x R1, Πel x T2(I) and R3 x Πel. Finally, during Spring 2021 the experimental hybrid Πel x T2(I) had the highest yield. The latter outperformed most hybrids in all growing seasons, documenting its high productivity. The fruits' average weight ranged from 69-145g. The hybrid 5f x D4 had the heaviest fruits in both growing seasons, followed by Πel x T2(I). The fruits of all hybrids met the markets' requirements. Three experimental hybrids had short internode intervals and erect growth habit. These hybrids are most suitable for greenhouse cultivation over a longer period (5-6 months). On the other hand, two commercial and four experimental hybrids had high internode lengths and vigorous growth rate, so they are considered suitable mainly for outdoor cultivation. The rest had intermediate internodes and moderate vegetative growth and are suitable for greenhouse cultivation for shorter period (3,5-5 months).

Key Words: Squash breeding, hybrids, greenhouse crop, production, fruit weight, internode increments, vegetative growth.

¹ Department of Agriculture, University of Patras, Messolonghi, 30200, Greece

² Department of Agriculture, University of Ioannina, 47100, Greece.

Email: kapotis@upatras.gr

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cui, H., and Loy, J. B. (2002). Heterosis for seed yield exhibited in hull-less seeded pumpkin, in: Cucurbitaceae 2002, D. N. Maynard, ed., ASHS Press, Alexandria, pp. 323-329.
- Edelstein, M., Paris, H. S., & Nerson, H. (1989). Dominance of bush growth habit in spaghetti squash (*Cucurbita pepo*). *Euphytica*, 43(3), 253-257.
- Ercan, N., & Kurum, R. A. N. A. (2003). Plant, flower, fruit and seed characteristics of five generation inbred summer squash lines (*Cucurbita pepo* L.). *Pak. J. Bot.*, 35(2), 237-241.
- Ferriol M., Picó B. (2008) Pumpkin and Winter Squash. In: Prohens J., Nuez F. (Eds.), Handbook of Plant Breeding. Vegetables I. Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae and Cucurbitaceae. Springer, USA, pp. 317-349.
- Fuchs M, Gonsalves D (2007) Safety of virus-resistant transgenic plants two decades after their introduction: lessons from realistic field risk assessment studies. *Annu Rev Phytopathol* 45:173–202.
- Gaba V, Zelcer A, Gal-On A (2004) Cucurbit biotechnology—the importance of virus resistance. *In Vitro Cell Dev Biol-Plant* 40:346–358.
- Kapotis G., Salahas G., Liopa - Tsakalidi A., Barouchas P., Karipidis Ch., Psatha E., Mplachoura Ch. and V. Papisotiropoulos. Breeding of summer squash (*Cucurbita pepo* L.) development of F1 hybrids tolerant to low temperatures. Agriculture & Food, 9th International Conference, 16-19 August 2021, Burgas, Bulgaria.
- Koutsika-Sotiriou M. Traka-Mavropa E.A. and Evgenidis G.L. (2007). Assessment of tomato source breeding material through mating designs. *Journal of Agricultural Science* 146:301-310.
- Kurtar, E. S., & Seymen, M. (2021). Anther Culture in Cucurbita Species. In *Doubled Haploid Technology* (pp. 111-121). Humana, New York, NY.
- Lebeda A, Widrlechner MP, Staub J, Ezura H, Zalapa J, Křístková E (2007) Cucurbits (Cucurbitaceae; *Cucumis* spp., *Cucurbita* spp., *Citrullus* spp.). In: Singh RJ (ed) Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement, vol 3. CRC Press, Boca Raton, pp 271–376.
- Lee Y.K., Chung W.I., Ezura H. (2003). Efficient plant regeneration via organogenesis in winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) *Plant science* 164(3):413-418.
- Leljak-Levanić D., Bauer N., Mihaljević S., Jelaska S. (2004). Somatic embryogenesis in pumpkin (*Cucurbita pepo* L.): Control of somatic embryo development by nitrogen compounds. *Journal of plant physiology* 161(2):229-236.
- Loy, J. B. (2004). Morpho-physiological aspects of productivity and quality in squash and pumpkins (*Cucurbita* spp.), *Crit. Rev. Plant Sci.* 23(4):337-363.
- Mookann M (2015) Direct organogenesis from cotyledonary node explants of *Cucurbita pepo* (L.) an important zucchini type vegetable crop. *Am J Plant Sci* 6:157–162.
- Paris H.S. (2008). Summer Squash. In: Prohens J., Nuez F. (Eds.), Handbook of Plant Breeding. Vegetables I. Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae and Cucurbitaceae. Springer, USA, pp. 351-379.
- Paris, H.S. (2016). Germplasm enhancement of *Cucurbita pepo* (pumpkin, squash, gourd: Cucurbitaceae): progress and challenges. *Euphytica* 208, 415–438.
- Sarowar S., Oh H.Y., Hyung N.I., Min B.W., Harn C.H., Yang S.K., Ok S.H., & Shin J.S. (2003). In vitro micropropagation of a Cucurbita interspecific hybrid cultivar - A root stock plant. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 75(2):179- 182.
- Shalaby, T. A. (2007). Factors affecting haploid induction through in vitro gynogenesis in summer squash (*Cucurbita pepo* L.). *Scientia horticulturae*, 115(1), 1-6. Urbanek A., Zechmann B., Muller M. (2004). Plant regeneration via somatic embryogenesis in Styrian pumpkin: cytological and biochemical investigations. *Plant cell, tissue and organ culture* 79(3):329-340.
- Wan Shafiq, W. N. S. S., Ablah, N. L., Nur Fatimah, H. N., Alam, M. A., Ma'arup, R., Jahan, M. S., ... & Alias, N. (2021). Breeding strategies for enhancing nutrient content and quality in Cucurbitaceae: a review. *International Journal of Vegetable Science*, 27(5), 415-438.
- Whitaker T., Robinson R. (1986). Squash breeding. Breeding vegetable crops (M. Baset, ed.). AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut:209-242.
- Xanthopoulou, A., Montero-Pau, J., Picó, B., Boumpas, P., Tsaliki, E., Paris, H. S., ... & Ganopoulos, I. (2021). A comprehensive RNA-Seq-based gene expression atlas of the summer squash (*Cucurbita pepo*) provides insights into fruit morphology and ripening mechanisms. *BMC genomics*, 22(1), 1-17.

- Καπότης Γ., Κωνσταντοπούλου Ε. και Γ. Συμιλλίδης. Βελτίωση ντόπιου κολοκυθίου (τύπου κομποκολόκυθου) *Cucurbita pepo* L., 7^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης Φυτών. 1998 Ηράκλειο Κρήτης.
- Καπότης Γ., Κωνσταντοπούλου Ε., Παπασωτηρόπουλος Β., και Γ. Συμιλλίδης. Βελτίωση Ελληνικού κολοκυθίου *Cucurbita pepo* L., 20^ο Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 2001 Λάρνακα Κύπρου.
- Καπότης Γ., Παπασωτηρόπουλος Β., Ψαθά Ε. και Γ. Σαλάχας. Βελτίωση κολοκυθίου (*Cucurbita pepo* L.) και δημιουργία γενοτύπων με ανεκτικότητα στις ιώσεις. 15^ο Συνέδριο Ε.Ε.Ε.Γ.Β.Φ 15-17 Οκτωβρίου 2014, Λάρισα.
- Καπότης Γ., Παπασωτηρόπουλος Β., Ψαθά Ε., Μπλαχούρα Χ. και Γ. Σαλάχας. Αξιολόγηση υβριδίων κολοκυθίου με ανεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες. 17^ο Συνέδριο Ε.Ε.Ε.Γ.Β.Φ 17-21 Οκτωβρίου 2018, Πάτρα.
- Γιαννούλης Δ., Μπλαχούρα Χ., Ψαθά Ε., Μπαρούχας Π., Λιόπα – Τσακαλίδη Α., Σαλάχας Γ., Παπασωτηρόπουλος Β., και Γ. Καπότης. Αξιολόγηση υβριδίων κολοκυθίου (*Cucurbita pepo* L.) κατάλληλων για χειμερινή καλλιέργεια υπό κάλυψη. 29^ο Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών (ΕΕΕΟ), 15-18 Οκτωβρίου 2019, Πάτρα.
- Ολύμπιος Χ.Μ. (2001). Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλη.
- Παπασωτηρόπουλος Β., Κωνσταντοπούλου Ε., Σαλάχας Γ., & Γ. Καπότης (2003). Γενετική ταυτοποίηση καθαρών σειρών προερχομένων από ελληνικούς πληθυσμούς κολοκυθίου (*Cucurbitae pepo* L.) με χρήση πολυμορφικών DNA δεικτών. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα (14) 2, 24-29.

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ και ΟΔΗΓΙΕΣ
προς τους συγγραφείς επιστημονικών εργασιών του περιοδικού
“ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ”

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

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

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

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

- 10.** Η παράθεση της βιβλιογραφίας στο τέλος της εργασίας θα ακολουθεί τους εξής κανόνες:
 - α) Η σειρά παράθεσης θα γίνεται με απόλυτη αλφαβητική σειρά του ονόματος του ίδιου συγγραφέα. Δεν θα υπάρχει αρίθμηση.
 - β) Κάθε βιβλιογραφία θα έχει τα ονόματα των συγγραφέων, τη χρονολογία δημοσίευσης, 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 καμμία 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.

