

1/2017

ISSN 1105-9478
ΤΟΜΟΣ 26 ΣΕΙΡΑ VI

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ
ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

GEOTECHNICAL
SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE VOL: 26 - ISSUE VI - No 1/2017



γεωτεχνικά επιστημονικά θέματα

ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΔΟΣΗ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ
ΕΛΛΑΔΑΣ

Τόμος 26
Σειρά VI
Τεύχος 1/2017

ΕΔΡΑ: Θεσσαλονίκη
Βενιζέλου 64, Τ.Κ. 546 31
Τηλ.: 2310 278.817-18 FAX: 2310 236.308

ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ
ΕΛΛΑΔΑΣ

ΕΚΔΟΤΗΣ
Σπυρίδων Μάμαλης

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΓΕΩΠΟΝΩΝ
Χ. Καμενίδης, *Γεωπόνος*
Ν. Κατής, *Γεωπόνος*
Γερ. Μαρτζόπουλος, *Γεωπόνος*

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΔΑΣΟΛΟΓΩΝ
Στ. Βέργος, *Δασολόγος*
Κ. Θεοδωρόπουλος, *Δασολόγος*
Π. Σμύρης, *Δασολόγος*

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ
Α. Κορωνιώτου, *Γεωπόνος*
Α. Βόλτσου, *Γεωπόνος*

ΕΚΤΥΠΩΣΗ
GRAFIS
2310 466.733

ISSN 1105-9478

geotechnical scientific issues

TRIMONTHLY EDITION
OF THE GEOTECHNICAL CHAMBER
OF GREECE

Volume 26
Issue VI
Number 1/2017

Thessaloniki
64 Venizelou str., 546 31
Tel.: 2310 278.817-18 FAX: 2310 236.308

OWNER
GEOTECHNICAL CHAMBER
OF GREECE

EDITOR
Spyridon Mamalis

AGRICULTURE ENGINEERS'
EDITORIAL COMMITTEE
Ch. Kamenidis, *Agriculture Engineer*
N. Katis, *Agriculture Engineer*
Ger. Martzopoulos, *Agriculture Engineer*

FORESTERS' EDITORIAL COMMITTEE
St. Vergos, *Forester*
K. Theodoropoulos, *Forester*
P. Smiris, *Forester*

BOOK DESIGNER
A. Koroniotou, *Agriculture Engineer*
A. Voltso, *Agriculture Engineer*

PRINTING
GRAFIS
2310 466.733

ISSN 1105-9478

1/2017

ISSN 1105-9478

ΤΟΜΟΣ 26 ΣΕΙΡΑ VI

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

GEOTECHNICAL
SCIENTIFIC ISSUES

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

<i>G. Baloutsos, At. Bourletsikas, D. Stathis, K. Kaoukis, A. Roussos</i>	Analysis and investigation of extreme rain events of NE slopes of Mt. Ossa (Mt. Kissavos) and the response to them of a forest experimental catchment	4-23
<i>St. Gatzojannis</i>	Yield tables for <i>Quercus conferta</i> stands of Arnaia forest in Greece	24-36
<i>A. Sahinoglou, P. Papapetrou, I. Roumbos</i>	Preliminary results of a study in Pelion area for identification of insects reported in the literature as vectors of the phytoplasma 'Candidatus phytoplasma mali' that causes the disease apple proliferation	37-44
<i>K. Biniari, M. Stavarakaki</i>	Is grapevine cultivar 'Korinthiaki Staphis' a mutation of grapevine cultivar 'Liatiko'?	45-50

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

<i>Γ. Μπαλούτσος, Αθ. Μπουρλέτσικας, Δ. Στάθης, Κ. Καούκης, Α. Ρούσσοις</i>	Ανάλυση και διερεύνηση ακραίων επεισοδίων βροχής των ΒΑ πλαγιών της Όσσας (του Κισιάβου) και της απόκρισης σε αυτά μιας δασωμένης πειραματικής λεκάνης	4-23
<i>Στ. Γκατζογιάννης</i>	Πίνακες παραγωγής Πλατυφύλλου δρυός Αρναίας Χαλκιδικής	24-36
<i>Α. Σαχίνογλου, Π. Παπαπέτρον, Ι. Ρούμπος</i>	Προκαταρκτικά αποτελέσματα μελέτης στην περιοχή Πηλίου για την εύρεση εντόμων που έχουν αναφερθεί στη διεθνή βιβλιογραφία ως φορείς του φυτοπλάσματος “Candidatus Phytoplasma mali” που προκαλεί την ασθένεια της “σκούπα της μάγισσας” στη μηλιά	37-44
<i>Κ. Μπινιάρη, Μ. Σταυρακάκη</i>	Είναι η ποικιλία ‘Κορινθιακή Σταφίδα’ μετάλλαξη της ποικιλίας ‘Λιάτικο’?	45-50

Ανάλυση και διερεύνηση ακραίων επεισοδίων βροχής των ΒΑ πλαγιών της Όσσας (του Κισσάβου) και της απόκρισης σε αυτά μιας δασωμένης πειραματικής λεκάνης

Γ. Μπαλούτσος¹, Αθ. Μπουρλέτσικας², Δ. Στάθης³, Κ. Καούκης², Α. Ρούσσος²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη και διερεύνηση τεσσάρων ακραίων επεισοδίων βροχής των ΒΑ πλαγιών της Όσσας αλλά και της απόκρισης σε αυτά της τοπικής πειραματικής υδρολογικής λεκάνης. Η εκδήλωση τέτοιων ακραίων επεισοδίων βροχής στις παραπάνω πλαγιές του βουνού λαμβάνει χώρα κυρίως κατά τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο και σπανιότερα κατά το Σεπτέμβριο και Δεκέμβριο. Η αποφόρτιση των ακραίων αυτών βροχών οφείλεται στην συγκυριακή συνύπαρξη και αλληλεπίδραση ενός υψηλού και ενός χαμηλού βαρομετρικού συστήματος για κάποιες ημέρες των μηνών που αναφέρεθηκαν, στην ευρύτερη περιοχή μελέτης. Από την ανάλυση και διερεύνηση των κυριότερων χαρακτηριστικών των 4 παραπάνω επεισοδίων βροχής, καθώς και της απόκρισης της λεκάνης σε αυτά, προκύπτουν τα ακόλουθα: Τα ακραία ύψη βροχής στους 6 σταθμούς μέτρησης των πλαγιών του βουνού υψομετρικού εύρους 30 – 1.250 m, κυμαίνονται από 247 – 766 mm και οι διάρκειές τους από 37 – 84 ώρες. Οι τιμές αυτές υπολείπονται όμως των αντίστοιχων μέγιστων σε παγκόσμια κλίμακα, τουλάχιστον κατά 4 φορές. Επομένως αυτά τα ύψη βροχής είναι τα ακραία εκ των ακραίων μόνο για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας. Ακόμα, το μεγαλύτερο ύψος βροχής των ακραίων επεισοδίων αποφορτίζεται άλλοτε στο υψόμετρο των 740 m των ΒΑ πλαγιών της Όσσας και άλλοτε σε εκείνο των 1.120 m. Όσον αφορά στις επιμέρους σταθερές εντάσεις βροχής των ακραίων επεισοδίων, αυτές κυμαίνονται σε ευρεία όρια και είναι ιδιαίτερα μεγάλες στους 3 υψηλότερους σταθμούς των πλαγιών (740 – 1.250 m) και μικρότερες στους 3 χαμηλότερους (υψόμετρο 30 – 370 m). Επιπλέον, οι περίοδοι επαναφοράς των ακραίων επεισοδίων βροχής κυμαίνονται από 1 – 278 έτη και εξαρτώνται από το συνολικό τους ύψος και τις αντίστοιχες διάρκειες. Προστίθεται επίσης πως η απόκριση της λεκάνης στα ακραία επεισόδια βροχής είναι συγκρατητική για κάποιο χρονικό διάστημα από την έναρξή τους και στη συνέχεια γίνεται σύντομα σχεδόν χειμαρρώδης. Ειδικότερα η λεκάνη, ανάλογα και με την αρχική υγρασιακή της κατάσταση, συγκρατεί 137 – 269 mm βροχής και στη συνέχεια, αφού εξαντληθεί η συγκρατητική της δυνατότητα, μετασχηματίζεται σε πλημμυρική απορροή άλλα 218 – 419 mm βροχής. Οι παροχές αιχμής της κυμαίνονται από 8,0 -21,2 m³/sec. Τα μεγέθη αυτά της πλημμυρικής απορροής και της παροχής αιχμής της λεκάνης, έχουν ως αποτέλεσμα την κάθοδο τεράστιου όγκου νερού στις αντίστοιχες πεδινές περιοχές της, όταν εκδηλώνονται στις ΒΑ πλαγιές της Όσσας ακραία επεισόδια βροχής. Σ' αυτές τις περιοχές όμως τα τελευταία χρόνια οι οικισμοί επεκτάθηκαν σημαντικά και δυστυχώς εκατέρωθεν και πολύ κοντά στις κοίτες των ρευμάτων τους. Επομένως αυξήθηκε πολύ ο κίνδυνος πλημμυρών για τους οικισμούς των πεδινών περιοχών και το γεγονός αυτό πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη από τους αρμόδιους τοπικούς φορείς αλλά και από τους ιδιοκτήτες των υφιστάμενων οικοδομών.

Λέξεις κλειδιά: ακραία επεισόδια βροχής, ΒΑ Όσσα, χαρακτηριστικά βροχής, απόκριση λεκάνης απορροής, πλημμύρες

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκδήλωση ακραίων υδρομετεωρολογικών φαινομένων σε αναπτυσσόμενες αλλά και ανεπτυγμένες χώρες ανά τον κόσμο στις μέρες μας, είναι

κατά κανόνα τα πρώτα «Νέα» στα ΜΜΕ. Τα «Νέα» όμως αυτά προξενούν πάντοτε δυσαρέσκεια, ανησυχία και συχνά πανικό στο ευρύ κοινό. Τι είναι όμως ακραίο υδρομετεωρολογικό φαινόμενο; Απάντηση

¹ Δρ. Δασολόγος – Υδρολόγος, Διατελέσας Τακτικός Ερευνητής του ΕΘΙΑΓΕ., e-mail: balgeorg@otenet.gr

² Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «Δήμητρα». Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων. e-mail: mpat@fria.gr

³ Αριστοτέλειο Παν. Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων, e-mail: dstatis@auth.gr

στο ερώτημα αυτό δίνεται από τον Lundquist (2002) και διευκρινίζεται πως ένα υδρομετεωρολογικό φαινόμενο (π.χ. μια βροχή, πλημμύρα, ξηρασία, ένας καύσωνας κ.λπ.) χαρακτηρίζεται ως ακραίο όταν έχει μεγάλη περίοδο επαναφοράς, το μέγεθός του είναι πολύ πέρα από εκείνο των αντίστοιχων κανονικών και συνηθισμένων φαινομένων μιας συγκεκριμένης όμως περιοχής και προξενεί εκτεταμένες καταστροφές. Έτσι μια βροχοπτώση π.χ. χαρακτηρίζεται ως ακραία αν είναι ασυνήθιστα ισχυρή και μεγάλης διάρκειας και έχει σοβαρότατες κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις στον άνθρωπο, αλλά και αρνητικές επιδράσεις στο ευρύτερο φυσικό περιβάλλον της περιοχής εκδήλωσης. Τα ίδια βέβαια κριτήρια για τον χαρακτηρισμό ενός υδρομετεωρολογικού φαινομένου ως ακραίου προτείνει και ο Papp (2002).

Η παραπάνω αναφορά «της συγκεκριμένης περιοχής εκδήλωσης» ενός ακραίου υδρομετεωρολογικού φαινομένου, έχει πολύ μεγάλη σημασία αφού κάθε περιοχή έχει ιδιαίτερα καιρικά και κλιματικά χαρακτηριστικά τα οποία διαφέρουν ως προς το μέγεθος και τη διάρκεια από τα αντίστοιχα άλλων περιοχών. Κατά συνέπεια, ένα ακραίο επεισόδιο βροχής σε μια περιοχή ή χώρα με κλίμα όχι ιδιαίτερα υγρό, δεν θα μπορούσε να χαρακτηριστεί επίσης ως ακραίο αν εκδηλώνονταν π.χ. στην Ινδία, στη Χαβάη, στη Νέα Ζηλανδία και γενικότερα σε μια άλλη χώρα όπου εκδηλώνονται, λόγω των κλιματικών της συνθηκών, πολύ ισχυρότερα και μεγαλύτερης διάρκειας επεισόδια βροχής. Για τους λόγους αυτούς ο Fink και Knippertz (2003) π.χ., θεώρησαν ως ακραίο ένα επεισόδιο βροχής στο Μαρόκο ύψους μόλις 72 mm και διάρκειας 24 ωρών, ενώ αντίθετα ο Henderson (1993) θεώρησε ως ακραία τα επεισόδια βροχής στις δυτικές Άλπεις του νότιου ημισφαιρίου της Νέας Ζηλανδίας που είχαν ύψος από 400 – 1810 mm και διάρκεια από 1 – 3 ημέρες. Τα παραδείγματα αυτά φανερώνουν πως ο ορισμός του ακραίου υδρομετεωρολογικού φαινομένου είναι υποκειμενικός και συμβατικός για κάθε περιοχή ή χώρα που εκδηλώνεται και όχι αντικειμενικός. Με άλλες λέξεις, όπως επισημαίνουν ο Kundzewicz και οι συνεργάτες του (1993), ένα ακραίο φαινόμενο κάθε περιοχής ή χώρας, αρχίζει επάνω από ένα συμβατικό διαχωριστικό όριο και κάτω από αυτό χαρακτηρίζεται ως κανονικό.

Η εκδήλωση των παραπάνω ακραίων φαινομένων που αναφέρθηκαν συνδέεται άμεσα με την υδρομετεωρολογική μεταβλητότητα του κλίμα-

τος η οποία είναι ένα φυσικό χαρακτηριστικό του (Hawkins, 2011). Κατά συνέπεια, τα φαινόμενα αυτά ποτέ δε θα σταματήσουν να εκδηλώνονται. Γεγονός όμως είναι πως από τις τελευταίες δεκαετίες μέχρι τις μέρες μας οι επιπτώσεις των ακραίων υδρομετεωρολογικών φαινομένων καθώς και ο αριθμός των πληγέντων από αυτά, αυξάνονται συνεχώς (Bryant 1993, Alexander 1993, Chapman 1994). Αιτίες για την αύξηση των επιπτώσεων των ακραίων υδρομετεωρολογικών φαινομένων είναι η αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού καθώς και οι συνεχείς και αθρόες παρεμβάσεις και διεισδύσεις του στις ζώνες και στις περιοχές εκδήλωσης και δράσης των φαινομένων αυτών. Οι ενέργειες αυτές έχουν ως αποτέλεσμα τη διατάραξη και υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, αλλά και τη μείωση έτσι της αντοχής του ανθρώπου σε αυτά τα φαινόμενα.

Βέβαια οι παραπάνω παρεμβάσεις και διεισδύσεις του ανθρώπου στις περιοχές εκδήλωσης και δράσης των ακραίων φαινομένων που συζητούνται, γίνονται κατά κανόνα για την ανάπτυξη αυτών των περιοχών. Η ανάπτυξη όμως πρέπει να έχει πάντοτε το χαρακτήρα της βιώσιμης για το καλό των σημερινών και των επερχόμενων γενεών που διαβιούν στις συγκεκριμένες περιοχές. Στην πραγματικότητα όμως, όπως επισήμανε ο Bouillee (1997), οι διαχειριστές των ακραίων υδρομετεωρολογικών φαινομένων συχνά δεν λαμβάνουν υπόψη τα γενικότερα σχέδια για βιώσιμη ανάπτυξη των περιοχών που πλήττονται και επιπλέον οι σχεδιαστές της βιώσιμης ανάπτυξης συχνά δεν θεωρούν την αύξηση του κινδύνου από τα παραπάνω φαινόμενα ως μέρος του σχεδιασμού τους. Αποτέλεσμα όλης αυτής της αυνενοησίας και των παραλήψεων είναι η διατάραξη της φυσικής ισορροπίας εκτεταμένων περιοχών και όπως αναφέρθηκε, η μειωμένη αντοχή του ανθρώπου στις περιπτώσεις εκδήλωσης ακραίων υδρομετεωρολογικών φαινομένων σε αυτές τις περιοχές.

Επισημαίνεται ακόμα πως την τελευταία δεκαετία, εκτός της αύξησης των δυσμενών επιπτώσεων των ακραίων υδρομετεωρολογικών φαινομένων, εκδηλώνεται και ένας μεγάλος αριθμός αυτών στα μέσα γεωγραφικά πλάτη του βόρειου ημισφαιρίου του πλανήτη μας (Coumou and Rahmstorf 2012). Αναφορικά με την αύξηση αυτή, το σοβαρότερο και σημαντικότερο ερώτημα που παραμένει ανοιχτό στις μέρες μας για τους επιστήμονες και τους αρμόδιους για τη χάραξη της πολιτικής είναι, αν η παραπάνω αύξηση του αριθμού αυτών των φαινομένων έχει φυσική ή ανθρωπογενή αιτία (Stott et al.

2004, Trenberth 2010, Zwiers et al. 2011, Pall et al. 2011, Min et al. 2011, Peterson et al. 2012, Hansen et al. 2012). Το ίδιο βέβαια ερώτημα ξανα συζητήθηκε, ως γνωστόν, ευρέως στα διεθνή ΜΜΕ από τον επιστημονικό κόσμο τόσο κατά τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 2014, όταν εκδηλώθηκαν οι ακραίες πλημμύρες στη ΒΔ και Κεντρική Ευρώπη και η πολύ μεγάλη πτώση της θερμοκρασίας στον Καναδά και στις ΗΠΑ, όσο και κατά το Μάιο του ίδιου έτους όταν εκδηλώθηκαν επίσης ακραίες πλημμύρες στη Σερβία, Κροατία, Βουνία – Ερζεγοβίνη κ.λπ. και επιπλέον το Σεπτέμβριο, στο Πακιστάν και στη Γαλλία.

Βέβαια και η Ελλάδα, ως μεσογειακή χώρα, δεν στερείται ακραίων υδρομετεωρολογικών φαινομένων και ειδικότερα πολύ ισχυρών βροχών, μεγάλων πλημμυρών, ξηρασιών κ.λπ. Τέτοια φαινόμενα, όπως διαπιστώνεται από πληθώρα παλαιών και πρόσφατων βιβλιογραφικών αναφορών (π.χ. Αιγινήτης 1908, Κωτούλας 1980), εκδηλώνονται στη χώρα μας από τους αρχαίους ακόμα χρόνους μέχρι και τις μέρες μας. Από τα παραπάνω ακραία καιρικά φαινόμενα υποστηρίζουμε πως τα πάρα πολύ μεγάλα επεισόδια βροχής που εκδηλώνονται στις ΒΑ πλαγιές της Όσσας (του Κισιάβου) κάθε 3-4 χρόνια κατά μέσο όρο, θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ως «τα ακραία εκ των ακραίων» (the extremes of the extremes) για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας. Τα επεισόδια αυτά έχουν διάρκεια 24-72 ωρών περίπου, αποφορτίζουν 400-750 mm βροχής στην υψομετρική ζώνη των 750 – 1.120 μέτρων του βουνού και παρά την εκδήλωσή τους σε αδιατάρακτο δάσος οξιάς και αειφύλλων πλατυφύλλων, προξενούν έντονα πλημμυρικά φαινόμενα στις χαμηλότερες κυρίως θέσεις των πλαγιών του, στις οποίες υπάρχουν αρκετοί οικισμοί και γεωργικές καλλιέργειες. Το πιο ανησυχητικό γεγονός όμως για τις χαμηλότερες θέσεις είναι η ανοικοδόμηση αυτών που πρόσφατα έλαβε χώρα κοντά και εκατέρωθεν της κοίτης των υδατορευμάτων, χωρίς να ληφθούν υπόψη τα τεράστια ύψη βροχής που αποφορτίζονται με τη συχνότητα που αναφέρθηκε στις ψηλότερες θέσεις των πλαγιών του βουνού.

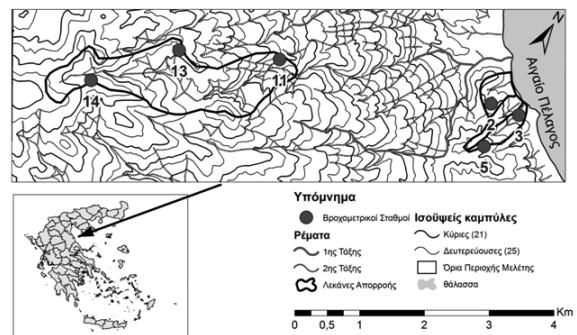
Τα παραπάνω συγκεκριμένα επεισόδια βροχής, από όσα γνωρίζουμε, πρέπει να είναι από τα μεγαλύτερα όχι μόνο από τα ακραία που εκδηλώνονται στην Ελλάδα, αλλά πιθανόν και από εκείνα που εκδηλώνονται στην Ευρώπη. Επομένως αυτά έχουν μεγάλη επιστημονική σημασία, αλλά και οικολογικό, διαχειριστικό και γενικότερα αναπτυξιακό ενδιαφέρον για την συγκεκριμένη περιοχή. Για όλους

αυτούς τους λόγους σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάλυση και διερεύνηση ενός δείγματος από τα παραπάνω ακραία επεισόδια βροχής και η απόκριση σε αυτά της αντίστοιχης δασωμένης πειραματικής υδρολογικής λεκάνης της Όσσας.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ, ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

2.1. Περιγραφή της περιοχής μελέτης

Η εργασία υλοποιήθηκε στις ΒΑ προς το Αιγαίο Πέλαγος πλαγιές της Όσσας – του Κισιάβου (Σχήμα 1) και ειδικότερα από το υψόμετρο των 30 m (συνοικισμός Κουτσουπιάς) έως και εκείνο των 1.250 m (υψόμετρο κορυφής του βουνού 1.976 m). Και αυτό επειδή στη ζώνη αυτή είχαν εγκατασταθεί όλα τα υδρομετεωρολογικά όργανα. Επισημαίνεται όμως πως πλήρης περιγραφή της περιοχής αυτής έγινε σε προηγούμενη εργασία από την οποία ελήφθη και το Σχήμα 1 (Μπαλούτσος κ.α. 2015) και για το λόγο αυτό εδώ γίνεται μόνο μια συνοπτική περιγραφή της.



Σχήμα 1. Η περιοχή μελέτης των ΒΑ πλαγιών της Όσσας
Figure 1. The study area of NE slopes of Mt. Ossa.

Ειδικότερα επισημαίνεται πως η βλάστηση της περιοχής είναι πυκνότερη και χαρακτηριστικό της γνώριμα είναι η έντονη καθ' ύψος ζωνική κατανομή της. Έτσι από την επιφάνεια της θάλασσας έως και τα 450-500 m κυριαρχούν τα αειφύλλα πλατύφυλλα με διάσπαρτους οικισμούς, γεωργικές καλλιέργειες και οπωρώνες στα χαμηλότερα αυτών. Η επόμενη βλαστητική ζώνη είναι εκείνη της δρυός και στη συνέχεια από τα 600 έως τα 1500 – 1550 m περίπου κυριαρχεί η οξιά, η οποία σχηματίζει κανονικό και πυκνό δάσος. Στη συνέχεια της οξιάς υπάρχει διάσπαρτη θαμνώδης βλάστηση και μετά από αυτή κυριαρχεί η ποώδης υπαλπική βλάστηση ως την κορυφή του βουνού.

Τέλος προστίθεται πως το μέσο ετήσιο ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημισμάτων της περιόδου 1973-1996 (24 ετών), είναι 1.096 mm στο υψόμετρο των 30 m (παραλιακή περιοχή) και αυξανόμενο συνεχώς, λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του (1.693 mm) στα 740 m. Στη συνέχεια το ύψος τους ελαττώνεται με αποτέλεσμα στα 1.250 m να είναι 1.502 mm. Διευκρινίζεται όμως πως τα παραπάνω μέσα ετήσια ύψη των κατακρημισμάτων πρέπει να αυξηθούν τουλάχιστον κατά 14% λόγω της ομιχλοβροχής η οποία σχηματίζεται από την πυκνότερη βλάστηση των πλαγιών του βουνού όταν επικρατούν ευνοϊκές καιρικές συνθήκες (Μπαλούτσος κ.α. 2004).

2.2. Περιγραφή της υδρολογικής λεκάνης και των υδρομετεωρολογικών οργάνων της περιοχής

Από τις αρχές τις δεκαετίας του 1970 εγκαταστάθηκαν στην περιοχή μελέτης μια πειραματική υδρολογική λεκάνη στη ζώνη της οξιάς και τρεις άλλες, στα χαμηλότερα της ζώνης των αειφύλλων πλατυφύλλων (Σχήμα 1). Σκοπός των εγκαταστάσεων αυτών ήταν η εξέταση και η μελέτη της επίδρασης του δάσους και των μεθόδων διαχείρισης αυτού στην ποσότητα, στην ποιότητα και στη χρονική κατανομή της απορροής των υδατορευμάτων, αλλά και στα άλλα «μέρη» της εξίσωσης του υδατικού ισοζυγίου μέσα στο δασικό περιβάλλον.

Η πειραματική υδρολογική λεκάνη της οξιάς η οποία χρησιμοποιείται στην υλοποίηση της εργασίας έχει περιγραφεί με λεπτομέρειες σε προηγούμενη δημοσίευση (Μπαλούτσος κ.α. 2013). Για το λόγο αυτό στην παρούσα εργασία επισημαίνεται μόνο πως η έκτασή της ανέρχεται στα 2.600 στρέμματα και το σχήμα της είναι επίμηκες με μέγιστο μήκος και πλάτος τα 4,1 και το 1,0 Km, αντίστοιχα. Το υψόμετρο της λεκάνης κυμαίνεται από τα 700 έως τα 1420 m και η μέση κλίση της είναι 33%. Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της λεκάνης είναι όμοια με εκείνα της ευρύτερης περιοχής αυτής τα οποία αναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο 2.1 της εργασίας.

Προστίθεται όμως πως στο στόμιο της λεκάνης εγκαταστάθηκε το 1972 υδρομετρικός σταθμός με τραπεζοειδή εκχειλιστή, ο οποίος έως το 2006 ήταν εφοδιασμένος με σταθμογράφο μηνιαίας ταινίας για τη συνεχή καταγραφή της στάθμης του ρεύματος (Εικόνα 1). Εκτός του σταθμογράφου της λεκάνης, σε όλη την περιοχή μελέτης από τα 30 έως τα 1.250 m είχαν εγκατασταθεί και έξι βροχομετρικοί σταθμοί εφοδιασμένοι με βροχογράφους και οι περισσότεροι από αυτούς και με ογκομετρικά βροχόμετρα



Εικόνα 1. Ο υδρομετρικός σταθμός στο στόμιο της λεκάνης με απορροή παραγόμενη κυρίως από το λιώσιμο χιονιού στις υψηλότερες θέσεις της (5 Απριλίου 1996)

Picture 1. The hydrometric station at the outlet of the catchment with streamflow generating mainly from melting snow in its upper sites (April 5, 1996)

μεγάλης χωρητικότητας (500 – 1000 mm). Οι θέσεις των βροχομετρικών σταθμών απεικονίζονται στο Σχήμα 1 και όλα τα χαρακτηριστικά των βροχομέτρων των έξι σταθμών παρουσιάζονται στον Πίνακα I, ο οποίος επίσης χρησιμοποιήθηκε στην προηγούμενη εργασία η οποία αναφέρθηκε παραπάνω. Τονίζεται όμως πως εκτός των έξι βροχομετρικών σταθμών, βορειότερα της περιοχής μελέτης κατά 5 Km και σε υψόμετρο 370 m, είχε εγκατασταθεί και Μετεωρολογικός Σταθμός (Μ.Σ.) εφοδιασμένος με όλα τα όργανα. Οι μετρήσεις του βροχογράφου και του ογκομετρικού βροχομέτρου του σταθμού αυτού χρησιμοποιούνται επίσης στην υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

2.3. Χαρακτηρισμός των επεισοδίων βροχής ως ακραίων, επιλογή δείγματος εξ' αυτών και ανάλυση των βροχογραφημάτων τους.

Οι δυσκολίες και τα υπό εξέταση κριτήρια για την κατάταξη ενός υδρομετεωρολογικού φαινομένου στην κατηγορία του ακραίου αναφέρθηκαν στην εισαγωγή της εργασίας. Ειδικότερα στην περίπτωση της Όσας για το χαρακτηρισμό ενός επεισοδίου βροχής ως ακραίου ελήφθησαν υπόψη, τόσο το συνολικό ύψος αυτού, όσο και οι κοινωνικο-οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις του στην αντίστοιχη ευρύτερη περιοχή. Η «συνύπαρξη» των δύο παρα-

Πίνακας I. Κατηγορίες και χαρακτηριστικά γνωρίσματα βροχομέτρων των ΒΑ πλαγιών της Όσσας
Table I. Categories and characteristics of raingauges in the NE slopes of Mt. Ossa

Κωδικός αριθμός θέσης οργάνων	Υψόμετρο θέσης οργάνων (m)	Είδος βλάστησης θέσης	Είδος οργάνων	Τύπος οργάνων	Διάμετρος στομίου οργάνων (mm)	Μέγιστο ύψος καταγραφής οργάνων (m)	Ύψος στομίου οργάνων (m)
3	30	Αείφυλλα πλατύφυλλα	Βροχογράφος	BELFORT	203	300	1,5
2	140	Αείφυλλα πλατύφυλλα	Βροχογράφος	BELFORT	203	300	1,5
			Βροχόμετρο	Ογκομετρικό	200	500	1,5
5	220	Αείφυλλα πλατύφυλλα	Βροχογράφος	BELFORT	203	300	1,5
11	740	Οξιά	Βροχογράφος	BELFORT	203	300	2,5
			Βροχογράφος	BELFORT	287	750	2,5
13	1120	Οξιά	Βροχογράφος	BELFORT	203	300	2,5
			Βροχογράφος	BELFORT	287	750	2,5
			Βροχόμετρο	Ογκομετρικό	460	1000	2,5
14	1250	Οξιά	Βροχογράφος	BELFORT	287	750	2,5
			Βροχόμετρο	Ογκομετρικό	200	500	2,5

πάνω κριτηρίων συνέβαλε στον «αποκλεισμό» της εξέτασης ως κριτήριο και της διάρκειας της βροχής, αφού ένας αριθμός επεισοδίων μεγάλου όγκου βροχής και μεγάλης διάρκειας, δεν είχαν τις παραπάνω επιπτώσεις στην ευρύτερη περιοχή, λόγω της μικρής τους έντασης. Έτσι από τα δύο παραπάνω κριτήρια προς εξέταση, το μεν ύψος βροχής ήταν άμεσα μετρήσιμο, οι δε επιπτώσεις μπορούσαν να εκτιμηθούν από τα αρχεία καταγραφής των πλημμυρών στην ευρύτερη περιοχή, τα οποία τηρούνται στο Ινστιτούτο (ΕΛΓΟ «Δήμητρα», ΙΜΔΟ & ΤΔΠ).

Με την αξιοποίηση των δύο κατηγοριών των κριτηρίων που αναφέρθηκαν, καταχωρήθηκαν στην κατηγορία των ακραίων εκείνα τα επεισόδια βροχής τα οποία είχαν συνολικό ύψος μεγαλύτερο των 250 και 400 mm στον χαμηλότερο σταθμό της ζώνης των αειφύλλων πλατυφύλλων (σταθμός 3, υψόμετρο 30 m) και στον αντίστοιχο της ζώνης της οξιάς (σταθμός 11, υψόμετρο 740 m). Και αυτό επειδή τα επεισόδια βροχής με τα ύψη που αναφέρθηκαν, ήταν πολύ επάνω από τη συντριπτική πλειονότητα των κανονικών και συνηθισμένων επεισοδίων για τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Κατά συνέπεια, αυτά ήταν επαρκή και ικανά για να έχουν σοβαρές κοινωνικο – οικονομικές και περιβαλλοντικές επι-

πτώσεις στην ευρύτερη περιοχή. Από τις ενέργειες αυτές και για τη χρονική περίοδο 1971 – 2010 (40 έτη) προέκυψαν 11 ακραία επεισόδια βροχής για τις ΒΑ πλαγιές της Όσσας υψόμετρον 30 έως 1.250 m. Από τα 11 αυτά επεισόδια επιλέχθηκε στη συνέχεια ένα δείγμα αυτών που ανήλθε στα 4 και το καθένα από αυτά είχε ιδιαίτερα χαρακτηριστικά για την καλύτερη επίτευξη του σκοπού της εργασίας.

Το επόμενο στάδιο, και με βάση τις ταινίες καταγραφής των βροχογράφων, ήταν η ανάλυση των 4 επιλεγμένων ακραίων επεισοδίων για τον υπολογισμό των διαφόρων παραμέτρων τους και τη συμβολή τους έτσι στην ολοκληρωμένη παρουσίαση των αποτελεσμάτων και της συζήτησης. Τέλος προστίθεται πως εκτός της ανάλυσης των βροχογραφημάτων, αναλύθηκαν και τα αντίστοιχα γραφήματα της απορροής της πειραματικής λεκάνης στο στόμιο αυτής για τη μελέτη και διερεύνηση της απόκρισής της στα 4 παραπάνω ακραία επεισόδια βροχής.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Γενικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα των ακραίων επεισοδίων βροχής και καιρικά συστήματα αποφόρτισης αυτών

Ο μήνας και το έτος εκδήλωσης των 11 επεισο-

δίων βροχής τα οποία, σύμφωνα με τα κριτήρια που αναφέρθηκαν στο υποκεφάλαιο 2.3 χαρακτηρίστηκαν ως ακραία, παρουσιάζονται στον Πίνακα II. Από αυτά 5 (46%) εκδηλώθηκαν το μήνα Οκτώβριο, 4 (36%) το Νοέμβριο και από 1 (9%) το Σεπτέμβριο και Δεκέμβριο. Ο λόγος εκδήλωσης αυτών κατά τους παραπάνω μήνες και κυρίως τον Οκτώβριο και Νοέμβριο, είναι προφανώς η επικράτηση κατά τους μήνες αυτούς στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, λόγω της μεταβλητότητας του κλίματος, των καιρικών συστημάτων που τα προκαλούν και τα οποία θα αναφερθούν παρακάτω. Τα ακραία επεισόδια που αναφέρθηκαν, σύμφωνα με τη διάρκεια των μετρήσεων στην περιοχή μελέτης (1971-2010, 40 έτη) και τον αριθμό τους, έχουν περίοδο επαναφοράς 3-4 έτη κατά μέσο όρο.

Από τα 11 ακραία επεισόδια βροχής επιλέγη-

σαν, όπως αναφέρθηκε, για μελέτη και διερεύνηση 4 και αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα III. Η επιλογή τους έγινε με συγκεκριμένα κριτήρια ώστε αυτά να επιτρέπουν και τη μελέτη απόκρισης της αντίστοιχης πειραματικής υδρολογικής λεκάνης σε ευρύτερες μετεωρολογικές και εδαφοϋγκρασιακές συνθήκες. Αναλυτικότερα, το επεισόδιο 1 (Πίνακας III) εκδηλώθηκε μετά από μια περίοδο μεγάλης θερινής ανομβρίας στην περιοχή που διήρκεσε 4 μήνες, τα επεισόδια 2 και 3 αποφόρτισαν το μικρότερο και μεγαλύτερο ύψος βροχής, αντίστοιχα, από τα 11 συνολικά, και το 4 παρουσίασε μια σημαντικότερη ελάττωση της έντασής του στο μέσον της διάρκειας αυτού.

Από τον Πίνακα III διαπιστώνονται ακόμα οι ημερομηνίες εκδήλωσης των 4 ακραίων επεισοδίων, η διάρκεια αυτών και το συνολικό ύψος βροχής για

Πίνακας II. Μήνας και έτος εκδήλωσης ακραίων επεισοδίων βροχής στις ΒΑ πλαγιές της Όσας

Table II. Month and year of extreme rainfall events occurrence in the NE slopes of Mt. Ossa

A/A	Μήνας	Έτος	6	Νοέμβριος	1993
1	Σεπτέμβριος	1978	7	Οκτώβριος	1994
2	Νοέμβριος	1979	8	Δεκέμβριος	1995
3	Οκτώβριος	1982	9	Νοέμβριος	1998
4	Νοέμβριος	1985	10	Οκτώβριος	2000
5	Οκτώβριος	1986	11	Οκτώβριος	2010

Πίνακας III. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα των 4 ακραίων επεισοδίων βροχής των ΒΑ πλαγιών της Όσας

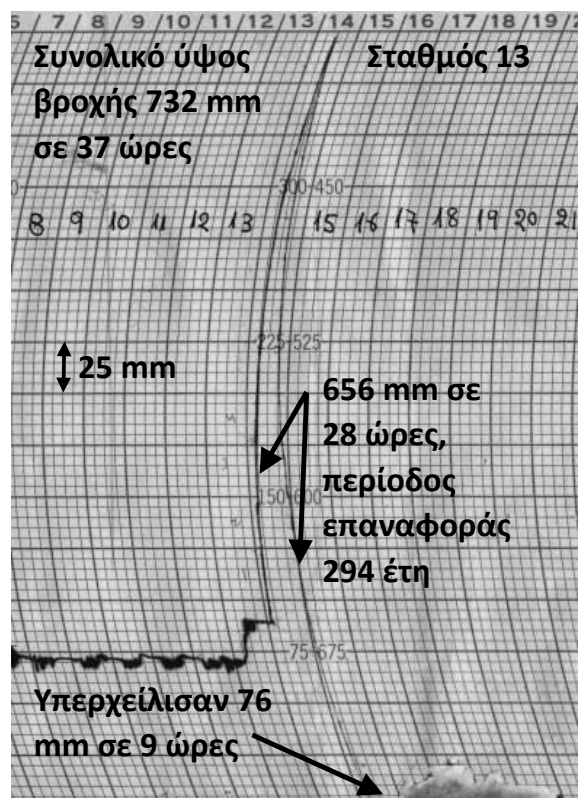
Table III. Characteristics of the 4 extreme rainfall events in the NE slopes of Mt. Ossa

Κωδικός θέσης οργάνου – σταθμού	Υψόμετρο θέσης οργάνου – σταθμού	Ημερομηνία εκδήλωσης επεισοδίου, ύψος βροχής (mm) και διάρκεια αυτής σε ώρες							
		1		2		3		4	
		14 έως 15 Σεπτεμβρίου 1978		24 έως 25 Νοεμβρίου 1979		19 έως 22 Οκτωβρίου 1994		1 έως 4 Δεκεμβρίου 1995	
		(mm)	ώρες	(mm)	ώρες	(mm)	ώρες	(mm)	ώρες
3	30	289	37	247	42	396	76	330	84
5	220	315	37	273	42	405	76	342	84
Μ.Σ.	370	350	37	327	42	425	76	379	84
11	740	409	37	420	42	580	76	710	84
13	1120	732	37	410	42	766	76	620	84
14	1250	504	37	345	42	685	76	530	84

τον καθένα από τους 6 σταθμούς τους (3 έως 14). Ειδικότερα για τη διάρκεια των επεισοδίων διευκρινίζεται πως, αν και αυτή διέφερε ορισμένες φορές σε κάποιους σταθμούς (και κυρίως στους 3 τελευταίους) κατά 1-2 ώρες περίπου σε σχέση με τους υπόλοιπους, θεωρήθηκε τελικά ίση και για τους 6 σταθμούς κάθε επεισοδίου για λόγους διευκόλυνσης παρουσίασης των αποτελεσμάτων. Άλλωστε το ίδιο γνώρισμα παρατηρήθηκε και για τις διάρκειες των ακραίων επεισοδίων βροχής τα οποία εκδηλώνονται, όπως αναφέρεται στο τέλος αυτού του υποκεφαλαίου, στις δυτικές πλαγιές των Άλπεων του νότιου νησιού της Νέας Ζηλανδίας, με την επικράτηση των ίδιων καιρικών συστημάτων όπως και εκείνων της Όσας (Henderson and Thompson 1999).

Εκτός των παραπάνω, επισημαίνεται πως ιδιαίτερης σημασίας είναι το εξαιρετικά μεγάλο ύψος βροχής των 4 επεισοδίων του Πίνακα III και κυρίως στους σταθμούς 11 και 13 το οποίο ξεπερνάει και τα 700 mm (π.χ. σταθμός 11: 710 mm – 41,9% του αντίστοιχου μέσου ετήσιου – και σταθμός 13: 732 και 766 mm – 45,3% και 47,4% του αντίστοιχου μέσου ετήσιου –). Βέβαια και τα ύψη βροχής των επεισοδίων στον παραλιακό σταθμό 3 είναι αρκετά υψηλά αφού, εκτός του επεισοδίου 2, στα άλλα κυμαίνονται από 289 έως 396 mm. Η ρεαλιστικότητα βέβαια αυτών των μεγεθών βροχής, τα οποία είναι τα ακραία εκ των ακραίων για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, είναι καλά τεκμηριωμένη. Και αυτό επειδή, εκτός της μέτρησής τους με μεγάλης χωρητικότητας ογκομετρικά χιονοβροχόμετρα (500-1000 mm), είναι επίσης όλα καταγεγραμμένα και σε ταινίες των χιονοβροχογράφων χωρητικότητας 750 mm. Για παράδειγμα, στο Σχήμα 2 απεικονίζεται τμήμα της μηνιαίας ταινίας του χιονοβροχογράφου του σταθμού 13, όπου καταγράφηκαν 656 mm βροχής σε διάρκεια 28 ωρών του επεισοδίου 1 του Πίνακα III, και στη συνέχεια το όργανο υπερχείλισε επειδή προϋπήρχαν σ' αυτό άλλα 89 mm. Βέβαια τα υπόλοιπα 76 mm διάρκειας 9 ωρών που υπερχείλισαν, εκτιμήθηκαν από παρακείμενο ογκομετρικό χιονοβροχόμετρο χωρητικότητας 1000 mm.

Το εύλογο ερώτημα που προκύπτει μετά την παρουσίαση των παραπάνω τιμών των ακραίων επεισοδίων βροχής της Όσας είναι: Πόσο υπολείπονται οι μέγιστες συγκεκριμένες τιμές, ορισμένης βέβαια διάρκειας, σε σχέση με τις αντίστοιχες μέγιστες σε παγκόσμια κλίμακα; Απάντηση στο ερώτημα αυτό μπορεί να δοθεί με τη σύγκριση του Πίνακα III με τον IV, όπου ο δεύτερος περιλαμβάνει τα ακραία ύψη βρο-



Σχήμα 2. Το βροχογράφημα του ακραίου επεισοδίου της 14ης και 15ης Σεπτεμβρίου 1978

Figure 2. The hyetograph of the extreme event on 14th and 15th September 1978.

χής και διάρκειας μεγάλου εύρους, που έχουν παρατηρηθεί σε παγκόσμια κλίμακα (WMO, 1994). Από τη σύγκριση των δύο αυτών Πινάκων διαπιστώνεται πως το μεγαλύτερο ύψος βροχής από τα ακραία της Όσας (766 mm σε 76 ώρες) είναι ίσο πρακτικά με εκείνο στο Smethport των ΗΠΑ (782 mm), το οποίο όμως αποφορτίστηκε σε διάρκεια μόλις 4 ωρών και 30 λεπτών. Αντί αυτού, πιο παραπλήσιο ως προς τη διάρκεια του επεισοδίου της Όσας (76 ώρες) φαίνεται πως είναι το ακραίο ύψος βροχής των 3.130 mm που αποφορτίστηκε σε 72 ώρες και παρατηρήθηκε στο Γαλλικό νησί La Reunion – 200 Km ανατολικά της Μαγαδασκάρης – (Πίνακας IV). Από τη σύγκριση των δύο παραπάνω ακραίων και σχετικά παρόμοιων ως προς τη διάρκεια επεισοδίων βροχής, διαπιστώνεται πως το ακραίο της Όσας υπολείπεται του αντίστοιχου μέγιστου σε παγκόσμια κλίμακα κατά τέσσερις φορές. Η ίδια βέβαια διαφορά, ή και μεγαλύτερη, ισχύει, σύμφωνα με το Σχήμα 3, και για τα μέγιστα ύψη βροχής της Όσας που κυμαίνονται

Πίνακας IV. Παρατηρηθέντα μέγιστα παγκόσμια σημειακά ύψη βροχής
Table IV. World's greatest observed point rainfalls

Διάρκεια	Ύψος βροχής (mm)	Περιοχή εκδήλωσης	Ημερομηνία
1 λεπτό	38	Barot, Guadeloupe	26 Νοεμβρίου 1970
8 λεπτά	126	Fussen, Bavaria	25 Μαΐου 1920
15 λεπτά	198	Plumb Point, Jamaica	12 Μαΐου 1916
20 λεπτά	206	Curtea-de-Arges, Romania	7 Ιουλίου 1889
42 λεπτά	305	Holt, MO, U.S.A.	22 Ιουνίου 1947
1 ώρα 00'	401	Shangdi, Nei Monggol, China	3 Ιουλίου 1975
2 ώρες 00'	483	Rockport, WV, U.S.A.	18 Ιουλίου 1889
2 ώρες 45'	559	D'Hanis, TX, U.S.A. (17 mi NNW)	31 Μαΐου 1935
4 ώρες 30'	782	Smethport, PA, U.S.A.	18 Ιουλίου 1942
6 ώρες	840	Muduocaidang, Nei Monggol, China	1 Αυγούστου 1977
9 ώρες	1.087	Belouve, La Reunion	28 Φεβρουαρίου 1964
10 ώρες	1.400	Muduocaidang, Nei Monggol, China	1 Αυγούστου 1977
18 ώρες 30'	1.689	Belouve, La Reunion	28-29 Φεβρουαρίου 1964
24 ώρες	1.825	Foe Foe, La Reunion	7-8 Ιανουαρίου 1966
2 ημέρες	2.467	Aurere, La Reunion	7-9 Απριλίου 1958
3 ημέρες	3.130	Aurere, La Reunion	6-9 Απριλίου 1958
4 ημέρες	3.721	Cherrapunji, India	12-15 Σεπτεμβρίου 1974

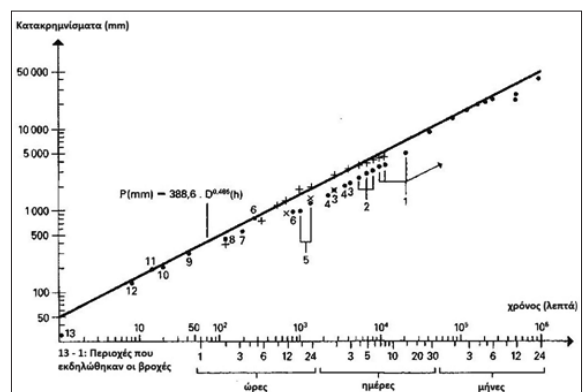
Ο πίνακας συνεχίζεται.

Πηγή: World Meteorological Organization 1994, (WMO, Publ. No. 168, σελίδα 403)

από 400 έως 685 mm και γενικά για όλο το εύρος των ακραίων υψών βροχής που εξετάζονται στην παρούσα εργασία. Κατά συνέπεια, τα ακραία ύψη βροχής της Όσσας πρέπει να είναι τα ακραία εκ των ακραίων για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας τουλάχιστον μέχρι το 2014 αφού, από όσα γνωρίζουμε, δεν έχουν παρατηρηθεί μεγαλύτερα σε κάποια άλλη περιοχή της.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό γνώριμα των ακραίων επεισοδίων που εξετάζονται, είναι η μεταβολή του ύψους βροχής με το υψόμετρο των 6 σταθμών τους για καθένα από τα 4 επεισόδια. Αναλυτικότερα, με τη χρήση τόσο του προηγούμενου Πίνακα III όσο και του Σχήματος 4, διαπιστώνεται πως οι μεταβολές της βροχής με το υψόμετρο μεταξύ των σταθμών (3-5) και (5-Μ.Σ.) (Μετεωρολογικού Σταθμού) είναι σχετικά μικρές και κυμαίνονται από 2,2 έως 9,5% ($\bar{x}=5,9\%$) και από 5,0 έως 16,5% ($\bar{x}=10,4\%$), αντίστοιχα. Σε αντίθεση όμως με τα δύο πρώτα ζεύγη των σταθμών, οι μεταβολές αυτές μεταξύ των σταθμών (Μ.Σ.-11) αυξάνονται σημαντικότερα και κυμαίνονται από 14,4 έως 46,6% ($\bar{x}=27,6\%$).

Η μεγάλη αυτή αύξηση της βροχής με το υψόμετρο των σταθμών μέτρησης οφείλεται προφανώς στον ορογραφικό παράγοντα των ΒΑ πλαγιών της Όσσας και πιο συγκεκριμένα στη συμπίκνωση πολύ με-



Σχήμα 3. Μέγιστο ύψος κατακρημνισμάτων που παρατηρήθηκε παγκοσμίως σε διάφορες χρονικές περιόδους (Hubert et al. 2002)

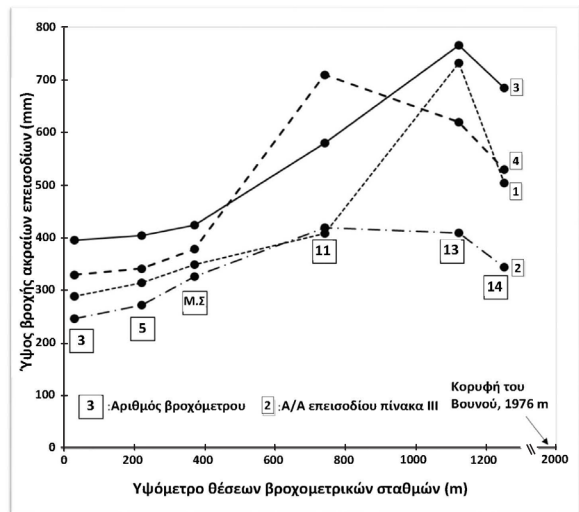
Figure 3. Maximum recorded globally precipitation for different time durations (after Hubert et al. 2002)

γάλης ποσότητας υδρατμών με την αύξηση του υψομέτρου και την αποφόρτιση επομένως των μεγάλων υψών βροχής στο σταθμό 11 (H= 740 m).

Πρέπει όμως να επισημανθεί εδώ πως ένα άλλο ιδιαίτερο γνώρισμα του σταθμού 11 στα δύο εκ των τεσσάρων ακραίων επεισοδίων που εξετάζονται (στο 2 και στο 4, Σχήμα 4), είναι η αποφόρτιση σ' αυτόν του μεγαλύτερου ύψους βροχής από τους 6 σταθμούς των ΒΑ πλαγιών του βουνού. Στη συνέχεια του σταθμού αυτού το ύψος βροχής μειώνεται με το υψόμετρο των δύο τελευταίων σταθμών (13 και 14 του Σχήματος 4), κατά 18 και 25% αντίστοιχα. Βέβαια τα παραπάνω ευρήματα για το υψόμετρο του σταθμού 11 επιβεβαιώθηκαν και σε προηγούμενη εργασία (Μπαλούτσος κ.α. 2015) αφού από τα μέσα ετήσια ύψη των κατακρημνισμάτων των ίδιων πλαγιών για περίοδο 24 ετών (1973-1996), το μέγιστο αποφορτίζεται επίσης στο υψόμετρο των 740 m και στη συνέχεια μειώνεται βαθμιαία μέχρι την κορυφή του βουνού, αλλά και στις υπήνεμες πλαγιές του. Τονίστηκε επίσης στην ίδια εργασία πως σε επίπεδο επεισοδίων είναι δυνατόν κάποια, λόγω της ατομικότητας και της αβεβαιότητας της εξέλιξής τους, να αποφορτίζουν το μέγιστο ύψος τους σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 740 m.

Προστίθεται ακόμα πως, σε αντίθεση με την αποφόρτιση του μεγαλύτερου ύψους βροχής των επεισοδίων 2 και 4 στο σταθμό 11, στα υπόλοιπα 2 επεισόδια (1 και 3) το μεγαλύτερο ύψος τους αποφορτίζεται στο σταθμό 13 (H= 1.120m) και στη συνέχεια αυτό μειώνεται μέχρι το σταθμό 14 (H= 1.250m) κατά 31 και 11%, αντίστοιχα (Σχήμα 4). Ο λόγος αυτής της διαφοροποίησης των επεισοδίων 2 και 4 από τα 1 και 3, είναι η ατομικότητα και η αβεβαιότητα της εξέλιξής τους, όπως τονίστηκε παραπάνω.

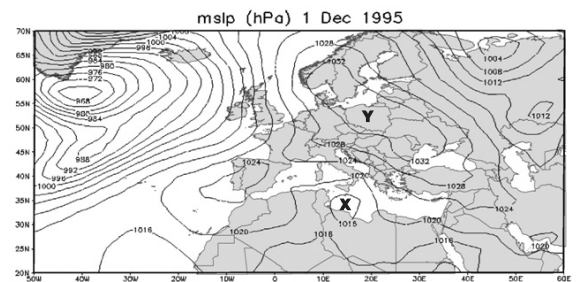
Μετά την εξέταση και συζήτηση όλων των παραπάνω γενικών χαρακτηριστικών των ακραίων επεισοδίων βροχής της Όσσας, είναι εύλογο και χρήσιμο να αναφερθούν και συζητηθούν επίσης και τα καιρικά συστήματα αποφόρτισης αυτών. Επισημαίνεται όμως πως το θέμα αυτό παρουσιάστηκε με λεπτομέρειες σε προηγούμενη εργασία (Μπαλούτσος κ.α. 2015). Επομένως εδώ αναφέρεται συνοπτικά πως οι απαραίτητες προϋποθέσεις για την αποφόρτιση των παραπάνω ακραίων επεισοδίων βροχής είναι η συγκυριακή συνύπαρξη και η αλληλεπίδραση των ακόλουθων καιρικών συστημάτων: Πρώτον ενός ψυχρού, ξηρού και σχεδόν στάσιμου υψηλού βαρομετρικού (αντικυκλώνα) από την κεντρική και ΒΑ Ευρώπη μέχρι τα νότια Βαλκάνια (βόρειο Αιγαίο)



Σχήμα 4. Μεταβολή του ύψους βροχής των 4 ακραίων επεισοδίων σε σχέση με το υψόμετρο των 6 σταθμών τους.

Figure 4. Rain modification of the 4 extreme events in relation to the altitude of the 6 measuring stations.

και δεύτερον ενός θερμού και υγρού χαμηλού βαρομετρικού (κυκλώνα) στην ανατολική Μεσόγειο, με κατεύθυνση από τα ΝΔ προς τα ΝΑ – από Τυνησία προς Ρωσία- (Σχήμα 5). Ο τύπος αυτός κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας είναι γνωστός ως Mt2- Mixed type 2- (Maheras et al. 2000). Η ύπαρξη του χαμηλού αυτού συμβάλλει στην επικράτηση ενός N-NA ρεύματος και όταν οι θερμές και υγρές αέριες μάζες του φθάνουν στο βόρειο Αιγαίο, προσκρούουν στις σχεδόν στάσιμες και ψυχρές μάζες του υψηλού βαρομετρικού (αντικυκλώνα μπλοκαρίσματος, blocking high, Hessel 1982) και εκτρέπονται από τα ανατο-

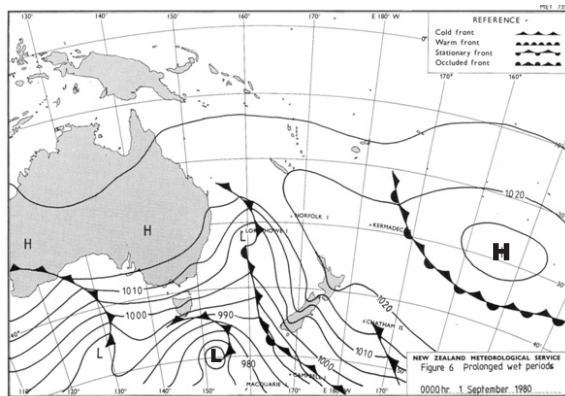


Σχήμα 5. Χάρτης πίεσης μέσης στάθμης θαλάσσης κατά τη διάρκεια εκδήλωσης του ακραίου επεισοδίου 4. (Παραχωρήθηκε από ομότ. Καθηγ. Μαχαίρα)

Figure 5. Map of surface pressure analysis during the development of extreme event 4 (Provided by emer. Prof. Maheras)

λικά προς τα δυτικά. Αυτή η αλλαγή πορείας του χαμηλού συμβάλλει στην ανύψωση των θερμών και υγρών αέριων μαζών του τόσο επάνω στις ψυχρές και στάσιμες αέριες μάζες του υψηλού βαρομετρικού, όσο και στις ΒΑ πλαγιές της Όσας. Οι διεργασίες αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την ψύξη και συμπύκνωση των υδρατμών του και στη συνέχεια την αποφόρτιση των ακραίων υψών βροχής στις πλαγιές του βουνού (Μαχαίρας, ομότιμος καθηγ. Μετεωρολογίας Α.Π.Θ., προσωπική επικοινωνία).

Τέλος είναι χρήσιμο από μετεωρολογικής, υδρολογικής και επιστημονικής άποψης γενικότερα, να προστεθεί ακόμα πως ο τύπος κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας Μt2, παρατηρείται και στις θάλασσες της Νέας Ζηλανδίας στον Ειρηνικό Ωκεανό. Ειδικότερα το υψηλό και σχεδόν στάσιμο βαρομετρικό σχηματίζεται στα ανατολικά αυτής και το χαμηλό (κυκλώνας) στα νότια της θάλασσας της Τασμανίας (Σχήμα 6, Hessel 1982). Στη συνέχεια η μετακίνηση του χαμηλού βαρομετρικού προς τα ΝΔ και η πρό-



Σχήμα 6. Ανάλυση επιφανειακής πίεσης σε μια κατάσταση εκδήλωσης ενός ακραίου επεισοδίου βροχής στις θάλασσες της Νέας Ζηλανδίας (Hessel 1982)

Figure 6. Surface pressure analysis for a typical extreme rainfall situation in the seas of New Zealand (after Hessel 1982)

σφρουσή του στο υψηλό, αναγκάζουν την ανύψωση των υγρών και θερμών αέριων μαζών του στις δυτικές πλαγιές των Άλπεων του νότιου νησιού της Νέας Ζηλανδίας και την αποφόρτιση σ' αυτές, ακραίων υψών βροχής που κυμαίνονται από 400 έως 1.810 mm (Hessel 1982, Henderson 1993).

3.2. Εντάσεις και περιόδοι επαναφοράς των ακραίων επεισοδίων βροχής

Είναι γνωστό πως πληροφορίες για την ένταση των επεισοδίων βροχής μιας περιοχής είναι απαραίτητες για την εκτίμηση της πλημμυρικής απορροής

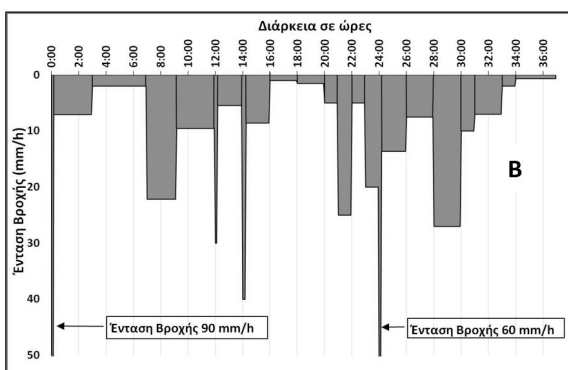
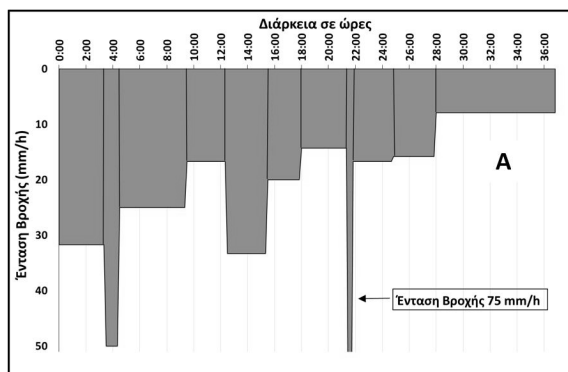
της και αυτή με τη σειρά της χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό δικτύων αποστράγγισης, οχετών, τεχνικών έργων ελέγχου των πλημμυρών και της διάβρωσης του εδάφους, γεφυρών υδατορευμάτων, κ.λπ. Τέτοιες πληροφορίες είναι επίσης απαραίτητες για τη μελέτη της υδρολογικής απόκρισης περιοχών των οποίων αλλάζουν οι χρήσεις γης τους, για τις γεωμορφολογικές αλλαγές των τοπίων κ.λπ. (Dunne and Leopold 1978).

Μεγαλύτερη όμως σημασία για το σχεδιασμό των παραπάνω τεχνικών έργων έχουν οι εντάσεις, αλλά και το συνολικό ύψος βροχής των ακραίων επεισοδίων. Και αυτό επειδή οι παραπάνω παράμετροι των επεισοδίων που αναφέρθηκαν, καταδεικνύουν το μέγιστο φορτίο στο οποίο είναι πιθανόν να εκτεθούν οι ανθρώπινες κατασκευές, αλλά και τα φυσικά χαρακτηριστικά του τοπίου, με συχνότητες βέβαια ανάλογες των περιόδων επαναφοράς τους.

Για τους λόγους αυτούς αναλύονται και συζητούνται παρακάτω οι εντάσεις βροχής διάφορων μικρών χρονικών περιόδων των ακραίων υψών βροχής των σταθμών 13 (732 mm) και του Μ.Σ. (350 mm) του επεισοδίου 1. Και αυτό επειδή, το πρώτο θεωρήθηκε ως αντιπροσωπευτικό και των αντίστοιχων ακραίων υψών βροχής των σταθμών 11, 13 και 14 (των υψηλότερων σταθμών) των υπόλοιπων επεισοδίων 2, 3 και 4, και το δεύτερο, ως αντιπροσωπευτικό και των αντίστοιχων μεγεθών των σταθμών 3, 5 και Μ.Σ. (των χαμηλότερων σταθμών) των ίδιων βέβαια επεισοδίων. Επιπλέον, τα βροχογραφήματα των οργάνων των σταθμών 13 και του Μ.Σ. ήταν πολύ ευκρινή και αυτό διευκόλυνε την ανάλυση αυτών. Οι εντάσεις των παραπάνω υψών βροχής των σταθμών 13 και του Μ.Σ. του επεισοδίου 1, όπως προέκυψαν από την ανάλυση των βροχογραφημάτων τους, παρουσιάζονται στους Πίνακες V και VI, αντίστοιχα, και απεικονίζονται στο Σχήμα 7 Α, Β.

Ειδικότερα από τον Πίνακα V και το Σχήμα 7Α διαπιστώνεται πως προσδιορίστηκαν 11 εντάσεις βροχής διάρκειας από 20 λεπτών έως 9 ωρών και εύρους τιμών από 7,9 έως 75 mm/hr. Είναι όμως φανερό πως στη διάρκεια των 37 ωρών της ακραίας βροχής υπήρξαν και μικρότερα χρονικά διαστήματα των 20 λεπτών με πολύ μεγάλες εντάσεις βροχής (ριπές βροχής). Τα μικρά αυτά χρονικά διαστήματα ήταν όμως πολύ δύσκολο να εντοπισθούν στην ταινία του βροχογραφήματος επειδή οι 6 ώρες βροχής αντιστοιχούσαν σε πλάτος μόνο 2,5 mm της ταινιάς καταγραφής του χιονοβροχογράφου των 750 mm.

Όσον αφορά στα μεγέθη των 11 εντάσεων του



Σχήμα 7. Κατανομή των εντάσεων της βροχής του ακραίου επεισοδίου 1 στους σταθμούς 13(A) και Μ.Σ.(B)
Figure 7. Rainfall intensities distribution of extreme event 1 at stations 13(A) and M.S.(B)

παρακάτω Πίνακα V τονίζεται πως, αν και η μέγιστη ένταση των 75 mm/hr διήρκεσε μόνο 20 λεπτά, οι υπόλοιπες τιμές τους και σε σχέση με τη διάρκεια τους, θεωρούνται επίσης ως πολύ υψηλές για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι εντάσεις βροχής 50 mm/hr για 1 ώρα, 33,5 mm/hr για 3 ώρες, 31,7 mm/hr για 3,5 ώρες και 25 mm/hr για 5 ώρες. Όμως και οι υπόλοιπες εντάσεις του βροχογραφήματος θεωρούνται επίσης ως πολύ υψηλές αφού κυμαίνονται από 14,3 – 20 mm/hr και έχουν διάρκεια συνολικά 20 ωρών. Από την κατηγορία των πολύ υψηλών ίσως εκφεύγει η τελευταία ένταση των 7,9 mm/hr για διάρκεια 9 ωρών, αφού αυτή μπορεί να καταταγεί στην κατηγορία των ισχυρών βροχοπτώσεων για τη χώρα μας. Οι συνενώσεις και αυξομειώσεις όλων αυτών των επιμέρους εντάσεων και της αντίστοιχης διάρκειας αυτών, απεικονίζονται πολύ παραστατικά στο Σχήμα 7A και καθιστούν πολύ κατανοητό το χαρακτηρισμό του συγκεκριμένου επεισοδίου βροχής ως ακραίου για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας. Τονίζεται όμως ακόμα πως και οι εντάσεις των ακραίων βροχών των σταθμών 11, 13 και 14 των επεισοδίων 2, 3 και 4, δεν δικαιολογείται να αποκλίνουν σημαντικά από τις παραπάνω εντάσεις βροχής του σταθμού 13, του επεισοδίου 1.

Στη συνέχεια προστίθεται πως οι εντάσεις βροχής του βροχογραφήματος του Μ.Σ. παρουσιάζονται στον Πίνακα VI και απεικονίζονται και στο σχήμα 7B. Από τα παραστατικά αυτά διαπιστώνεται πως οι εντάσεις βροχής των διάφορων χρονικών πε-

Πίνακας V. Εντάσεις βροχής του ακραίου επεισοδίου 1 στο σταθμό 13 (H=1.120 m)
Table V. Rainfall intensities of extreme event 1 at station 13 (H=1,120 m)

A/A περιόδων σταθερής έντασης βροχής από την έναρξη του επεισοδίου	Διάρκεια περιόδου σταθερής βροχής (σε ώρες και λεπτά)	Ύψος βροχής περιόδου (mm)	Ένταση βροχής περιόδου (mm/hr)
1	3h-30'	111	31,7
2	1h-00'	50	50
3	5h-00'	125	25
4	3h-00'	50	16,7
5	3h-00'	100	33,3
6	2h-30'	50	20
7	3h-30'	50	14,3
8	0h-20'	25	75
9	3h-00'	50	16,7
10	3h-10'	50	15,8
11	9h-00'	71	7,9
Σύνολο	37h-00'	732 mm	---

ριόδων είναι περισσότερες από εκείνες του βροχογραφήματος του σταθμού 13 και πιο συγκεκριμένα ανέρχονται στις 23. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην εβδομαδιαία ταινία καταγραφής του δεύτερου βροχογραφήματος, όπου οι δύο ώρες διάρκειας βροχής αντιστοιχούσαν σε πλάτος 3 mm της ταινίας καταγραφής του χιονοβροχογράφου των 300 mm. Κατά συνέπεια στη δεύτερη περίπτωση εντοπίστηκαν και μικρότερα χρονικά διαστήματα με σταθερή και πολύ μεγαλύτερη ένταση βροχής.

Το εύρος των 23 εντάσεων κυμαίνεται από 0,7 – 90 mm/hr και οι αντίστοιχες διάρκειες από 10 λεπτά έως 4 ώρες. Από τις εντάσεις αυτές, αν και πολλές υπολείπονται εκείνων του σταθμού 13 κατά 40-50%, είναι ακόμα πολύ υψηλές και κατανέμονται ανομοιόμορφα σε ποσοστά επί της συνολικής διάρκειας (37 ωρών) του επεισοδίου. Αναλυτικότερα, στο 2% (0,75 ώρες) της παραπάνω διάρκειας οι εντάσεις κυμαίνονται από 30-90 mm/hr, στο 16,5% (6,1 ώρες)

από 20-27 mm/hr, στο 49% (18,1 ώρες) από 5-13,6 mm/hr και στο υπόλοιπο 32,5% (20 ώρες) από 0,7-2 mm/hr. Η τελευταία κλάση των εντάσεων της βροχής, με μέση ένταση 1,4 mm/hr, αποφόρτισε μόνο 17 mm από την έναρξη έως τη λήξη της βροχής.

Η κατανομή των εντάσεων αυτών κατά κλάσεις μεγέθους και διάρκειας δείχνει πως, εκτός της τελευταίας κλάσης, όλες οι υπόλοιπες είναι αρκετά υψηλές ώστε στη διάρκεια των 37 ωρών να μπορούν να σχηματίσουν στο Μ.Σ. το ακραίο επεισόδιο βροχής των 350 mm. Οι συνενώσεις και αυξομειώσεις των παραπάνω εντάσεων με τις αντίστοιχες διάρκειες απεικονίζονται, όπως και προηγούμενα, πολύ παραστατικά στο Σχήμα 7 Β. Προστίθεται ακόμα πως, όπως και με το σταθμό 13, οι εντάσεις των ακραίων βροχών των σταθμών 3, 5 και Μ.Σ. των επεισοδίων 2, 3 και 4, είναι λογικό να μη διαφέρουν σημαντικά από τις παραπάνω εντάσεις της βροχής του Μ.Σ. του επεισοδίου 1.

Εκτός της ανάλυσης και συζήτησης των παρα-

Πίνακας VI. Εντάσεις βροχής του ακραίου επεισοδίου 1 στον Μ.Σ. (H= 370 m)
Table VI. Rainfall intensities of extreme event 1 at M.S. (H= 370 m)

A/A περιόδων σταθερής έντασης βροχής από την έναρξη του επεισοδίου	Διάρκεια περιόδου σταθερής βροχής (σε ώρες και λεπτά)	Ύψος βροχής περιόδου (mm)	Ένταση βροχής περιόδου (mm/hr)
1	0h-10'	15	90,0
2	2h-50'	20	7,1
3	4h-00'	8	2,0
4	2h-10'	48	22,2
5	2h-50'	27	9,5
6	0h-10'	5	30,0
7	1h-50'	10	5,5
8	0h-15'	10	40,0
9	1h-45'	15	8,6
10	2h-00'	2	1,0
11	2h-00'	3	1,5
12	1h-00'	5	5,0
13	1h-00'	25	25,0
14	1h-00'	5	5,0
15	1h-00'	20	20,0
16	0h-10'	10	60,0
17	1h-50'	25	13,6
18	2h-00'	15	7,5
19	2h-00'	54	27,0
20	1h-00'	10	10,0
21	2h-00'	14	7,0
22	1h-00'	2	2,0
23	3h-00'	2	0,7
Σύνολο	37h-00'	350 mm	---

πάνω εντάσεων των ακραίων επεισοδίων των σταθμών 13 και Μ.Σ., στη συνέχεια εξετάζονται οι μέσες εντάσεις και οι περίοδοι επαναφοράς του ύψους βροχής των έξι σταθμών καθενός από τα επεισόδια 1, 2, 3 και 4. Οι παραπάνω παράμετροι παρουσιάζονται στον Πίνακα VII.

Αναλυτικότερα, από το συγκεκριμένο Πίνακα διαπιστώνεται πως οι μέσες εντάσεις της βροχής στους 6 σταθμούς του επεισοδίου 1, είναι μεγαλύτερες σε σχέση με εκείνες των αντίστοιχων σταθμών των επεισοδίων 2, 3 και 4 και κυμαίνονται από 7,8 – 19,8 mm/hr (\bar{x} =9,5 mm/hr). Το χαρακτηριστικό αυτό γνώρισμα των εντάσεων των βροχών του συγκεκριμένου επεισοδίου σε σχέση με τις εντάσεις των βροχών των υπόλοιπων επεισοδίων, οφείλεται προφανώς στη μικρότερη διάρκεια αυτού (37 ώρες). Επομένως το επεισόδιο 1 μπορεί να χαρακτηριστεί συνολικά ως το σοβαρότερο εκ των τεσσάρων που αναλύονται στην εργασία. Στα υπόλοιπα τρία επεισόδια (2, 3, και 4) οι μέσες εντάσεις της βροχής στους 6 σταθμούς τους κυμαίνονται από (5,9 – 10 mm/hr) (\bar{x} =6,7 mm/hr), (5,2 – 10,1 mm/hr) (\bar{x} =7,1 mm/hr), και από (3,9 – 8,5 mm/hr) (\bar{x} =5,8 mm/hr), αντίστοιχα.

Η σημαντικότερη όμως χρήση των παραπάνω μέσων εντάσεων των βροχών είναι η συμβολή τους στην εκτίμηση των περιόδων επαναφοράς των

ακραίων υψών βροχής, καθενός από τους 6 σταθμούς των τεσσάρων επεισοδίων. Για την εκτίμηση αυτή ελήφθη προφανώς υπόψη και η διάρκεια των ακραίων βροχών και χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση της όμβριας καμπύλης του σταθμού 11 (H= 740 m) της περιοχής μελέτης (Μπαλούτσος κ.α. 2005).

Από τον Πίνακα VII διαπιστώνεται πως η περίοδος επαναφοράς των 6 ακραίων υψών βροχής του επεισοδίου 1 κυμαίνονται από 3-278 έτη. Η μεγάλη αυτή διακύμανση οφείλεται προφανώς στο μεγάλο επίσης εύρος των μέσων εντάσεων των επεισοδίων βροχής (από 7,8 έως 19,8 mm/hr). Από τις περιόδους επαναφοράς του παραπάνω επεισοδίου, εκείνες των υψών βροχής των τριών χαμηλότερων σταθμών του, ανέρχονται μόνο σε 3, 4 και 7 έτη, αντίστοιχα. Αυτό βέβαια οφείλεται στη συχνή αποφόρτιση επεισοδίων βροχής από 289 έως 350 mm στη χαμηλότερη ζώνη των πλαγιών υψομέτρου έως 370 m. Αντίθετα, οι περίοδοι επαναφοράς των υπόλοιπων τριών υψηλότερων σταθμών του συγκεκριμένου επεισοδίου, είναι πολύ μεγαλύτερες και ανέρχονται στα 15, 278 και 42 έτη, αντίστοιχα. Η μεγαλύτερη από αυτές περίοδος επαναφοράς (278 έτη) παρατηρείται στο σταθμό 13 (H = 1.120 m), αφού σ' αυτόν εκδηλώθηκε, όπως αναφέρθηκε, το δεύτερο σε μέγεθος από τα ακραία ύψη βροχής των 4 επεισοδίων, σε 37 ώρες.

Όσον αφορά στις περιόδους επαναφοράς των

Πίνακας VII. Μέσες εντάσεις βροχής και περίοδοι επαναφοράς στους 6 σταθμούς των 4 ακραίων επεισοδίων
Table VII. Mean rainfall intensities and return periods in the 6 stations of the 4 extreme rain events

Κωδικός θέσης οργάνου – σταθμού	Υψόμετρο θέσης οργάνου – σταθμού	Ημερομηνία ακραίου επεισοδίου, ύψος βροχής (H, mm), διάρκεια αυτής (D, h), μέση ένταση αυτής (\bar{I} , mm/hr), και περίοδος επαναφοράς (R, γ)															
		1				2				3				4			
		14 έως 15 Σεπτεμβρίου 1978				24 έως 25 Νοεμβρίου 1979				19 έως 22 Οκτωβρίου 1994				1 έως 4 Δεκεμβρίου 1995			
		H (mm)	D (h)	\bar{I} (mm/hr)	R (γ)	H (mm)	D (h)	\bar{I} (mm/hr)	R (γ)	H (mm)	D (h)	\bar{I} (mm/hr)	R (γ)	H (mm)	D (h)	\bar{I} (mm/hr)	R (γ)
3	30	289	37	7,8	3	247	42	5,9	1	396	76	5,2	3	330	84	3,9	1
5	220	315	37	8,5	4	273	42	6,5	2	405	76	5,3	3	342	84	4,1	1
Μ.Σ.	370	350	37	9,5	7	327	42	7,8	4	425	76	5,6	4	379	84	4,5	2
11	740	409	37	11,1	15	420	42	10,0	13	580	76	7,6	18	710**	84	8,5	39
13	1.120	732	37	19,8	278	410	42	9,8	11	766*	76	10,1	72	620	84	7,4	20
14	1.250	504	37	13,6	42	345	42	8,2	5	685	76	9,0	41	530	84	6,3	9

*Τα 570 mm (του επεισοδίου των 766 mm) τα οποία αποφορτίστηκαν σε 18 ώρες έχουν περίοδο επαναφοράς 382 έτη.

**Τα 684 mm (του επεισοδίου των 710 mm) τα οποία αποφορτίστηκαν σε 60 ώρες, έχουν περίοδο επαναφοράς 68 έτη.

υψών βροχής των τριών υπόλοιπων επεισοδίων (2, 3, 4), αυτές είναι μικρότερες κατά ένα ποσοστό των αντίστοιχων παραμέτρων του επεισοδίου 1, λόγω προφανώς αύξησης της διάρκειας αυτών από το επεισόδιο 2 (D= 42 hr) μέχρι και το επεισόδιο 4 (D= 84 hr). Ειδικότερα οι περίοδοι επαναφοράς των 3 τελευταίων επεισοδίων και με τη σειρά που αναφέρθηκαν παραπάνω, κυμαίνονται από (1-3 έτη), (3-72 έτη) και από (1-39 έτη) – Πίνακας VII.

Σημαντικό όμως είναι να επισημανθεί ακόμα πως στο σταθμό 13 του επεισοδίου 3, αποφορτίστηκε το μεγαλύτερο ύψος βροχής από τα 4 ακραία επεισόδια και ανήλθε σε 76 ώρες, στα 766 mm. Με τα δεδομένα αυτά η περίοδος επαναφοράς του ανέρχεται μόνο στα 72 έτη. Αν όμως ληφθεί υπόψη πως από τα 766 mm αυτής της βροχής τα 570 mm (74,4%) αποφορτίστηκαν μόνο σε 18 ώρες, (μέση ένταση βροχής 31,7 mm/hr), τότε η περίοδος επαναφοράς αυτής της ακραίας καταγίδας ανέρχεται στα 382 έτη (Πίνακας VII, υποσημείωση*). Παρόμοια βέβαια περίπτωση παρατηρήθηκε και με τα 710 mm βροχής στο σταθμό 11 του επεισοδίου 4, όταν τα 684 mm (96,3 %) από τα παραπάνω, αποφορτίστηκαν σε διάρκεια 60 ωρών (μέση ένταση 11,4 mm/hr). Στην περίπτωση αυτή η περίοδος επαναφοράς της ακραίας καταγίδας των 684 mm εκτιμήθηκε στα 68 έτη (Πίνακας VII, υποσημείωση**).

Προστίθεται ακόμα πως η παρουσίαση των παραπάνω περιόδων επαναφοράς κατέδειξε ένα πολύ μεγάλο εύρος αυτών από 1-278 έτη και για διάρκειες από 37 – 84 ώρες. Το εύρος αυτό μπορεί να διευρυνθεί έως και τα 382 έτη για ένα μεγάλο μέρος βροχής (570 mm) από το συνολικό εκείνης των 766 mm στο σταθμό 13, του επεισοδίου 3 (Πίνακας VII, υποσημείωση*). Είναι όμως γνωστό πως, για οικονομικούς λόγους, επεισόδια βροχής με πολύ μεγάλη περίοδο επαναφοράς δεν λαμβάνονται πάντοτε υπόψη στο σχεδιασμό υδραυλικών έργων. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση αυτή επιδιώκεται κατά κανόνα να βρεθεί μια οικονομικά και τεχνικά βέλτιστη λύση μεταξύ ασφάλειας και οικονομικότητας των έργων. Κατά συνέπεια, το μεγάλο εύρος των περιόδων επαναφοράς των ακραίων επεισοδίων βροχής της περιοχής μελέτης, διευκολύνει τους αρμόδιους για την ανάπτυξη των υδατικών και εδαφικών πόρων γεωτεχνικούς και τεχνικούς, να επιλέξουν τη βέλτιστη βροχή σχεδιασμού των απαραίτητων υδραυλικών έργων για την περιοχή μελέτης.

3.3. Απόκριση της υδρολογικής λεκάνης στα 4 ακραία επεισόδια βροχής

Οι παράμετροι απόκρισης της υδρολογικής λεκάνης στα 4 ακραία επεισόδια βροχής παρουσιάζονται στον Πίνακα VIII. Πριν την εξέταση όμως αυτών των παραμέτρων τονίζεται πως κατά τη διάρκεια εκδήλωσης του επεισοδίου 3 που είναι το μεγαλύτερο από τα τέσσερα, ο σταθμογράφος του υδρομετρικού σταθμού μπλοκαρίστηκε και έτσι καταγράφηκε μόνο το κατώτερο τμήμα του πλημμυρογραφήματος. Για το λόγο αυτό το πλήρες πλημμυρογράφημα του επεισοδίου εκτιμήθηκε με τη χρήση του προγράμματος υδρολογικής προσομοίωσης HEC-HMS- 3.5 (2010).

Αναλυτικότερα, από τον παρακάτω Πίνακα διαπιστώνεται πως ο συντελεστής πλημμυρικής απορροής της λεκάνης από το επεισόδιο 1 ανέρχεται στο 47,4% (στα 260 mm) του μέσου ύψους βροχής της (548 mm) και η συγκερατική – αποθηκευτική ικανότητα αυτής (ή το υδρολογικό της βάθος), στο 49,1 % (στα 269 mm). Τα υπόλοιπα 19 mm εκφράζουν την βασική απορροή της λεκάνης.

Οι παράμετροι αυτές δείχνουν πως η λεκάνη μετασχημάτισε σε πλημμυρική (ταχεία) απορροή ένα σημαντικότερο μέρος της μέσης βροχής της, αλλά συγχρόνως συγκράτησε και ένα άλλο σημαντικότατο επίσης μέρος της παραπάνω βροχής της. Το σημαντικότερο ύψος βροχής που συγκρατήθηκε (269 mm), οφείλεται, εκτός από του άριστου συμπλόκου δαιτικής βλάστησης, αντίστοιχης φυλλάδας και του αδιατάρακτου και βαθέος εδάφους της λεκάνης (Μπαλούτσος 1991), και στη μεγάλη έλλειψη υγρασίας αυτού πριν την έναρξη της συγκεκριμένης ακραίας καταγίδας. Και αυτό επειδή είχε προηγηθεί αυτής μια τετραμήνη θερινή ανομβρία στην περιοχή και επιπλέον το έδαφος της λεκάνης δεν είχε ακόμα ισορροπήσει πλήρως υγρασιακά από την ακραία ξηρασία που κυριάρχησε στην περιοχή όλο το 1977.

Εκτός της παραπάνω σημαντικής πλημμυρικής απορροής της λεκάνης από το επεισόδιο 1, σε πολύ μεγάλο ύψος ανήλθε και η παροχή αιχμής της αφού έφτασε στα 13,874 m³/sec ή στα 5,34 m³/sec/km² (ειδική παροχή). Η τιμή αυτή της παροχής αιχμής είναι η δεύτερη σε τάξη μεγέθους από τις 4 των ακραίων επεισοδίων και η τιμή της στη μονάδα επιφάνειας πρέπει να είναι η μεγαλύτερη από τις αντίστοιχες μέγιστες που έχουν παρατηρηθεί σε άλλες δασοσμέντες λεκάνες απορροής της Ελλάδας. Κατά συνέπεια, τα πλημμυρικά φαινόμενα που εκδηλώθηκαν εκατέ-

Πίνακας VIII. Παράμετροι απόκρισης της υδρολογικής λεκάνης στα 4 ακραία επεισόδια βροχής.
Table VIII. Response parameters of the hydrologic catchment to 4 extreme rain events

A/A Επεισοδίων	Ημερομηνία εκδήλωσης επεισοδίου βροχής	Διάρκεια βροχής (ώρες)	Αριθμητικό μέσο ύψος βροχής λεκάνης (\bar{x} =mm)	Παροχή στην αρχή ανόδου του πλημμυρογραφήματος (m^3/sec)	Παροχή αιχμής (Q_{max}) της λεκάνης (m^3/sec)	Πλημμυρική απορροή της λεκάνης (mm)	Συντελεστής πλημμυρικής απορροής της λεκάνης (%)	Βασική απορροή της λεκάνης (mm)	Συγκράτηση βροχής από τη βλάστηση και το έδαφος της λεκάνης (mm)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	14 – 15 Σεπτεμβρίου 1978	37	548	0,003	13,874	260	47,4	19	269
2	24 – 25 Νοεμβρίου 1979	42	392	0,170	9,380	218	55,6	37	137
3	19 – 22 Οκτωβρίου 1994	76	677	0,113	21,2	419	61,9	22	236
4	1 – 4 Δεκεμβρίου 1995	84	620	0,018	8,900* 8,000*	368	59,4	52	200

* Δύο κορυφές του πλημμυρογραφήματος

ρωθεν και κατά μήκος της ορεινής κοίτης του ρεύματος και επιπλέον τα αντίστοιχα στις οικιστικές και γεωργικές πεδινές περιοχές της, ήταν αναμενόμενα. Τα ακραία αυτά πλημμυρικά φαινόμενα εκδηλώθηκαν βέβαια και στην ευρύτερη περιοχή μελέτης και επεκτάθηκαν έως και τα πεδινά της Αγίας Λαρίσης στα νότια της Όουσας.

Όσον αφορά στο συντελεστή πλημμυρικής απορροής της λεκάνης από το επεισόδιο 2, το οποίο είναι το μικρότερο από τα 4 ακραία (μέσο ύψος βροχής της λεκάνης μόνο 392 mm), αυτός ανέρχεται στο 55,6% (στα 218 mm) και είναι μεγαλύτερος του αντίστοιχου συντελεστή του επεισοδίου 1, κατά 8,2%. Επομένως στο επεισόδιο 2 μετασχηματίστηκε σε πλημμυρική απορροή μεγαλύτερο ποσοστό βροχής από τα 392 mm της λεκάνης παρά από τα 548 mm του προηγούμενου επεισοδίου. Η απόκριση αυτή οφείλεται στον υψηλό δείκτη αρχικής υγρασιακής κατάστασης του εδάφους της λεκάνης και αυτός διαπιστώνεται από την μεγάλη παροχή του ρεύματος ($Q=0,17 m^3/sec$, Πίνακας VIII) κατά την έναρξη ανόδου του πλημμυρογραφήματος αυτής. Εξαιτίας της αρχικής υψηλής υγρασιακής κατάστασης της λεκάνης, αυτή συγκράτησε μικρότερο ύψος βροχής και ειδικότερα

το 34,9% ή 137 mm από το μέσο ύψος βροχής της. Οι παραπάνω συνθήκες και κυρίως το μικρό μέσο ύψος βροχής της λεκάνης, λογικά «παρήγαγαν» και μικρότερη παροχή αιχμής από το επεισόδιο 1 και η οποία ανήλθε στα 9,38 m^3/sec (3,61 $m^3/sec/km^2$). Προστίθεται ακόμα πως και από το ακραίο επεισόδιο 2 εκδηλώθηκαν μέτρια πλημμυρικά φαινόμενα στα ορεινά της κοίτης του ρεύματος και εκτεταμένα, αλλά μικρότερης σοβαρότητας τέτοια φαινόμενα από εκείνα του επεισοδίου 1, στις αντίστοιχες πεδινές περιοχές της λεκάνης.

Το ακραίο επεισόδιο 3 είναι το μεγαλύτερο που εκδηλώθηκε στη λεκάνη κατά τη συνολική διάρκεια των υδρολογικών μετρήσεων (40 ετών) και ο συντελεστής της πλημμυρικής απορροής της ανήλθε στο 61,9% της μέσης βροχής της (677 mm), ή στα 419 mm. Αντίθετα η συνολική συγκράτηση βροχής από τη λεκάνη ανήλθε στο 34,9% της μέσης βροχής της ή στα 236 mm. Από αυτά, αποθηκεύτηκαν εξ' ολοκλήρου από τη λεκάνη κατά τις πρώτες 42 ώρες της βροχής 147 mm και κατά τις τελευταίες 16 ώρες άλλα 49 mm, δηλαδή το 83% (196 mm) της συνολικής της αποθήκευσης. Ιδιαίτερης σημασίας είναι επίσης και η παροχή αιχμής της λεκάνης από το συγκεκριμένο

επεισόδιο η οποία ανήλθε στα 21,2 m³/sec ή στα 8,2 m³/sec/km². Η τιμή αυτή της ειδικής παροχής πρέπει να είναι η ακραία εκ των ακραίων που έχουν εκδηλωθεί σε δασωμένες λεκάνες της χώρας μας. Τονίζεται ακόμα πως τα πλημμυρικά φαινόμενα από τις παραπάνω ακραίες τιμές της πλημμυρικής απορροής και της παροχής αιχμής της λεκάνης, ήταν αναλόγου έντασης και καταστροφικότητας τόσο για τις περιοχές εκατέρωθεν και κατά μήκος της ορεινής κοίτης του ρεύματος, όσο και για τις πεδινές περιοχές της λεκάνης.

Προστίθεται ακόμα πως το τελευταίο (4^ο) ακραίο επεισόδιο βροχής του Πίνακα VIII είναι δεύτερο σε τάξη μεγέθους μετά το προηγούμενο που ξετάσθηκε, ενώ η πλημμυρική απορροή της λεκάνης ανήλθε στο 59,4% (ή στα 368 mm) του μέσου ύψους βροχής της, το οποίο υπολογίσθηκε στα 620 mm. Σημαντική είναι επίσης και η συνολική συγκράτηση βροχής από τη λεκάνη αφού ανέρχεται στο 32,2% του μέσου ύψους της ή στα 200 mm. Το μεγάλο σχετικά αυτό ποσοστό συγκράτησης, οφείλεται, όπως και στο επεισόδιο 1, στο μικρό δείκτη αρχικής υγρασιακής κατάστασης του εδάφους της, αλλά και στη μεγάλη μείωση της έντασης της βροχής στο μέσον της διάρκειας αυτής. Η μείωση της έντασης της βροχής είχε ως επακόλουθο την εμφάνιση μιας ισχυρής ύφεσης στο πλημμυρογράφημα και την εκδήλωση έτσι δύο παροχών αιχμής σε αυτό, οι οποίες ανήλθαν στα 8,9 και στα 8,0 m³/sec, αντίστοιχα (Πίνακας VIII). Σε αντίθετη περίπτωση, η παροχή αιχμής της λεκάνης στο συγκεκριμένο επεισόδιο βροχής θα ήταν πολύ υψηλότερη των δύο παραπάνω παροχών, αφού το μέσο ύψος της ανέρχεται, όπως αναφέρθηκε, στα 620 mm. Επισημαίνεται όμως πως, παρά την ύφεση της πλημμυρικής απορροής, εκδηλώθηκαν σοβαρά και εκτεταμένα πλημμυρικά φαινόμενα, τόσο στην ορεινή κοίτη του ρεύματος όσο και στις αντίστοιχες πεδινές περιοχές της λεκάνης.

Μετά την εξέταση της απόκρισης της λεκάνης στα 4 ακραία επεισόδια βροχής, το εύλογο ερώτημα που προκύπτει είναι: Πόσο συνάδει η υδρολογική αυτή απόκριση της λεκάνης με εκείνη άλλων παρόμοιων λεκανών της Ελλάδας ή διάφορων άλλων χωρών; Η απάντηση είναι πως τέτοιες συγκρίσεις με υδρολογικές λεκάνες της χώρας μας είναι πάντοτε ενδιαφέρουσες και παρά το γεγονός πως το ύψος των ακραίων επεισοδίων τους, λόγω των διαφορετικών κλιματικών τους συνθηκών, υπολείπεται εκείνων της Όσσας κατά 1-3 φορές. Μια τέτοια περίπτωση για την Ελλάδα είναι π.χ. το πιο ακραίο ύψος

βροχής των πειραματικών λεκανών ελάτης στην Ευρυτανία του Ι.Μ.Δ.Ο & Τ.Δ.Π, το οποίο στις 12-13 Ιανουαρίου 1997 ανήλθε σε 19 ώρες στα 183 mm, είχε περίοδο επαναφοράς 318 ετών και προξένησε έντονα πλημμυρικά φαινόμενα τόσο στο κανονικό και αδιατάρακτο δάσος ελάτης της Ευρυτανίας, όσο και στις χαμηλότερες ευρύτερες περιοχές της. Άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα ακραίας βροχής σε δασωμένη περιοχή της χώρας μας είναι και εκείνη που εκδηλώθηκε στις νότιες πλαγιές του Χολομόντα Χαλκιδικής την 7-8 Οκτωβρίου 2000 (Στάθης και Σαπουντζής 2003, Stathis et al.2005). Η συγκεκριμένη ακραία ορογραφική βροχή αποφόρτισε σε 6 και 24 ώρες 240 και 380 mm, αντίστοιχα, και προξένησε καταστροφικά πλημμυρικά φαινόμενα στις αντίστοιχες οικιστικές και γεωργικές πεδινές περιοχές.

Βέβαια, πιο αντικειμενικές συγκρίσεις μπορούν να γίνουν με την απόκριση δασωμένων λεκανών άλλων χωρών και με παρόμοιων υψών βροχής με εκείνων της Όσσας. Μια τέτοια περίπτωση είναι πχ. εκείνη των δύο δασωμένων πειραματικών λεκανών στα ορεινά της Ταϊβάν – της Φορμόζας – (Cheng et al. 1987). Πιο αναλυτικά, στην περίπτωση αυτή η πλημμυρική απορροή των δύο λεκανών κατά τις 25-26 Ιουλίου 1971 και με μέσο ύψος βροχής τους 565 mm, σε διάρκεια λίγο μεγαλύτερη των 24 ωρών, ανήλθε στο 42% (237 mm) και στο 63% (356 mm), αντίστοιχα. Κατά συνέπεια, οι λεκάνες αυτές, όπως και εκείνη της Όσσας, συγκράτησαν ένα μεγάλο μέρος της ακραίας βροχής (328 και 209 mm αντίστοιχα) αλλά και μετασημάτισαν σε πλημμυρική απορροή ένα άλλο μεγάλο επίσης ύψος βροχής και επαρκές ώστε να προξενήσει εντονότατα πλημμυρικά φαινόμενα τόσο στις ορεινές όσο και στις αντίστοιχες πεδινές περιοχές τους.

Από τη σύγκριση της υδρολογικής απόκρισης της λεκάνης της Όσσας με την απόκριση άλλων δασωμένων λεκανών της Ελλάδας και διάφορων επιπλέον χωρών στα ακραία ύψη βροχής, διαπιστώνονται τα ακόλουθα: Οι δασωμένες και αδιατάρακτες λεκάνες απορροής κατά τη διάρκεια ακραίων επεισοδίων βροχής έχουν τη δυνατότητα, ανάλογα και με την αρχική υγρασιακή τους κατάσταση, να συγκρατούν με τη βλάστηση και το έδαφός τους ένα σημαντικότατο ύψος βροχής. Όμως, πέρα από τη δυνατότητα αυτή, η συγκρατητική-αποθηκευτική τους χωρητικότητα δεν είναι ανεξάντλητη. Έτσι με την εκπλήρωση όλων των ευεργετικών συγκρατητικών τους δυνατοτήτων, και οι λεκάνες αυτές ανταποκρίνονται στο επιπλέον ύψος βροχής κατά τρόπο παρόμοιο με εκείνον των υπο-

βαθμισμένων. Επομένως προξενούν και αυτές καταστροφικές πλημμύρες τόσο στις ορεινές όσο και στις αντίστοιχες πεδινές περιοχές τους. Ο τρόπος αυτός απόκρισης των δασωμένων λεκανών στα πολύ μεγάλα ύψη βροχής παρατηρήθηκε εδώ και πολλά χρόνια. Επίσης επισημάνθηκε πως τις τελευταίες δεκαετίες, αναγνωρίζεται από όλο και περισσότερους επαγγελματίες δασολόγους το γεγονός πως, μερικές από τις μεγαλύτερες πλημμύρες σε διάφορα μέρη ανά τον κόσμο εκδηλώθηκαν σε αδιατάρακτες δασωμένες λεκάνες απορροής και επεκτάθηκαν και στις αντίστοιχες πεδινές περιοχές τους, (Lee 1980). Η αναγνώριση αυτής της συμπεριφοράς των δασωμένων λεκανών στα ακραία ύψη βροχής είναι πολύ σημαντική γιατί διαφορετικά, όπως επεσήμανε ο Bruijnzel (1986), είναι πολύ πιθανόν να χαθεί η εμπιστοσύνη των πολιτικών και του κόσμου προς τους διαχειριστές των ορεινών υδρολογικών λεκανών, σε περίπτωση εκδήλωσης πλημμυρών στα πεδινά και μετά την εγκατάσταση δασικής βλάστησης στις αντίστοιχες ορεινές περιοχές.

Τέλος προστίθεται πως σύμφωνα με τις διαπιστώσεις για τις δασωμένες λεκάνες που συζητήθηκαν παραπάνω, η κάθοδος τεράστιων όγκων πλημμυρικής απορροής από τις ΒΑ πλαγιές της Όσσας στις αντίστοιχες οικιστικές και γεωργικές πεδινές περιοχές είναι αναπόφευκτη, σε περίπτωση εκδήλωσης ακραίων επεισοδίων βροχής στα ορεινά της. Οι μέχρι πρότινος όμως πλημμυρικές απορροές και παροχές αιχμής από τις ακραίες βροχές στις περιοχές αυτές δεν επηρέαζαν σοβαρότατα πολλούς οικισμούς, λόγω της σποραδικότητας αυτών. Κατά την τελευταία δεκαετία όμως οι οικισμοί επεκτάθηκαν πολύ και δυστυχώς εκατέρωθεν και πολύ κοντά στην κοίτη των ρευμάτων. Η ενέργεια αυτή έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της παροχτετευτικής ικανότητας της κοίτης τους και κατά συνέπεια την αύξηση του κινδύνου εκδήλωσης εντονότατων πλημμυρικών φαινομένων στις περιοχές αυτές. Επομένως ο κίνδυνος αυτός πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη από τους αρμόδιους φορείς σε περίπτωση περαιτέρω επέκτασης των οικισμών, αλλά και από τους ιδιοκτήτες των υφιστάμενων κατοικιών για τη λήψη προληπτικών μέτρων μετριασμού των πλημμυρικών φαινομένων και των επιπτώσεων στην περιοχή, από ακραία επεισόδια βροχής στις πλαγιές του βουνού.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση και συζήτηση των αποτελεσμά-

των της εργασίας προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Τα ακραία επεισόδια βροχής των ΒΑ πλαγιών της Όσσας εκδηλώνονται κυρίως κατά τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο και σπανιότερα κατά το Σεπτέμβριο και Δεκέμβριο. Η εκδήλωσή τους οφείλεται στην συγκυριακή συνύπαρξη και αλληλεπίδραση κατά τη διάρκεια κάποιων ημερών των παραπάνω μηνών, ενός στάσιμου και ψυχρού υψηλού βαρομετρικού από την κεντρική και ΒΑ Ευρώπη έως το βόρειο Αιγαίο και ενός θερμού και υγρού χαμηλού βαρομετρικού συστήματος στην ανατολική Μεσόγειο, με ΝΑ κατεύθυνση προς το βόρειο Αιγαίο. Ειδικότερα η κατεύθυνση αυτή του χαμηλού βαρομετρικού το οδηγεί στην πρόσκρουσή του με τις στάσιμες και ψυχρές αέριες μάζες του υψηλού στο βόρειο Αιγαίο, στην εκτροπή του έτσι από τα Α προς τα Δ και έπειτα στην πρόσκρουσή του και την άνοδο στις ΒΑ πλαγιές της Όσσας, με αποτέλεσμα την αποφόρτιση σ' αυτές με ορογραφικές διεργασίες, τα ακραία ύψη βροχής.
- Τα ύψη βροχής των ακραίων επεισοδίων από την παραλιακή ζώνη έως τα 1.250 m, κυμαίνονται από 247 έως 766 mm και η διάρκειά τους από 37 έως 84 ώρες. Τα ακραία αυτά ύψη βροχής και με τις διάρκειες που αναφέρθηκαν, υπολείπονται των αντίστοιχων ακραίων σε παγκόσμια κλίμακα, τουλάχιστον κατά 4 φορές. Επομένως είναι τα ακραία εκ των ακραίων για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας.
- Το μεγαλύτερο ύψος βροχής των ακραίων επεισοδίων αποφορτίζεται άλλοτε στα 740 και άλλοτε στα 1.120 m των πλαγιών του βουνού, όπου έγιναν οι μετρήσεις. Μετά τα δύο παραπάνω υψόμετρα αποφόρτισης, το ύψος βροχής μειώνεται βαθμιαία έως της κορυφή της Όσσας (H = 1.976 m) και η διεργασία αυτή συνεχίζεται και στις υψηλές πλαγιές της μέχρι τον κάμπο της Λάρισας.
- Οι επιμέρους σταθερές εντάσεις βροχής των ακραίων επεισοδίων στους 6 σταθμούς τους ποικίλουν σημαντικά και είναι ιδιαίτερα μεγάλες στους 3 υψηλότερους σταθμούς (740 – 1.250 m) των ΒΑ πλαγιών του βουνού. Για το σταθμό 13 στα 1.120 m, οι εντάσεις κυμαίνονται από 7,9 έως 75,0 mm/hr και υπάρχουν σ' αυτές πολλές ακραίες τέτοιες τιμές για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας (από 25 – 50 mm/hr και με διάρκειες από 1-5 ώρες) που «παράγουν» τα ακραία επεισόδια βροχής. Παρόμοιες είναι και οι εντάσεις

βροχής στους δύο άλλους από τους υψηλότερους σταθμούς της περιοχής μελέτης. Οι αντίστοιχες εντάσεις βροχής στους 3 χαμηλότερους σταθμούς (από 30-370 m) είναι μικρότερες των προηγούμενων που αναφέρθηκαν και για τον Μ.Σ. κυμαίνονται από 0,7 – 90,0 mm/hr. Οι πάρα πολύ μεγάλες όμως και μικρής διάρκειας εντάσεις βροχής που υπήρχαν (ριπές βροχής) στα ακραία επεισόδια, είναι πολύ δύσκολο να εντοπισθούν στις εβδομαδιαίες και κυρίως στις μηνιαίες ταινίες καταγραφής τους.

- Οι περίοδοι επαναφοράς των υψών βροχής των 6 σταθμών καθενός από τα 4 ακραία επεισόδια, κυμαίνονται από 1-278 έτη. Η μεγαλύτερη περίοδος επαναφοράς (278 έτη) παρατηρείται στο δεύτερο σε τάξη μεγέθους ύψος βροχής (732 mm) και μικρότερης διάρκειας (37 ωρών). Το πρώτο σε τάξη μεγέθους ύψος βροχής (766 mm) έχει περίοδο επαναφοράς μόνο 72 ετών λόγω των μικρών εντάσεων αυτής στην αρχή και στο τέλος της διάρκειάς της. Εκείνο όμως το μέρος της παραπάνω βροχής (570 mm) που αποφορτίστηκε μόνο σε 18 ώρες από το σύνολο των 766 mm, έχει περίοδο επαναφοράς 382 ετών. Οι μικρότερες περίοδοι επαναφοράς (1-7 έτη) παρατηρούνται στα ύψη βροχής των χαμηλότερων σταθμών του βουνού, ενώ εκείνες οι βροχές με περίοδο επαναφοράς μόνο 1 έτους, είναι μειονότητες και χαρακτηρίζονται από μικρό σχετικά ύψος και μεγάλη διάρκεια.
- Η απόκριση της λεκάνης στα ακραία επεισόδια

βροχής είναι κατά ένα μεγάλο σχετικά χρονικό διάστημα από την αρχή τους, συγκρατητική – αποθηκευτική και στη συνέχεια μετατρέπεται σύντομα σχεδόν σε χειμαρρώδη. Ειδικότερα στην αρχή των επεισοδίων η λεκάνη έχει τη δυνατότητα συγκράτησης, ανάλογα βέβαια και με την αρχική υγρασιακή της κατάσταση, από 137 – 269 mm βροχής. Στη συνέχεια όμως, και αφού εξαντληθεί η συγκρατητική της δυνατότητα, η λεκάνη μετασχηματίζει άμεσα σε πλημμυρική απορροή και ένα άλλο πολύ μεγάλο ύψος βροχής που κυμαίνεται από 218 έως 419 mm. Η σφοδρή αυτή απόκριση της λεκάνης μετά τον κορεσμό της, διαπιστώνεται και από τις πολύ υψηλές παροχές αιχμής της που κυμαίνονται από 8,0 έως 21,2 m³/sec. Οι δύο παραπάνω παράμετροι σφοδρής απόκρισης της λεκάνης προξενούν έντονα και εκτεταμένα πλημμυρικά φαινόμενα τόσο κατά μήκος και εκατέρωθεν της ορεινής κοίτης του ρεύματος, όσο και στις αντίστοιχες πεδινές περιοχές της.

- Η κατανόηση και αποδοχή από το ευρύ κοινό των παραπάνω χαρακτηριστικών απόκρισης ορεινών δασωμένων λεκανών σε ακραία επεισόδια βροχής, έχουν πολύ μεγάλη σημασία. Και αυτό επειδή διαφορετικά, είναι πολύ πιθανόν να χαθεί η εμπιστοσύνη των πολιτικών και του κόσμου γενικότερα προς τους διαχειριστές ορεινών υδρολογικών λεκανών, αν συνεχισθεί η εκδήλωση πλημμυρών από αυτές στα πεδινά και μετά την εγκατάσταση δασικής βλάστησης στις αντίστοιχες ορεινές περιοχές τους.

Analysis and investigation of extreme rain events of NE slopes of Mt. Ossa (Mt. Kissa-vos) and the response to them of a forest experimental catchment

G. Baloutsos¹, At. Bourletsikas², D. Stathis³, K. Kaoukis², A. Roussos²

ABSTRACT

This paper focuses on the study and investigation of four extreme rain events discharged in the NE slopes of Mt. Ossa and the response of the local experimental catchment to them. The occurrence of such extreme rain events takes place in the aforementioned mountain slopes mainly in October and November and less likely in September and December. The discharge of the above extreme rainfall, as mentioned in the article, is due to coincidental coexistence and interaction of a high and a low pressure system for a period of days during the months mentioned above, in the greater extent of the study area. The analysis and investigation of

¹ Forester – Hydrologist, former senior researcher of the National Agricultural Research Foundation, Athens. E-mail: balgeorg@otenet.gr

² Hellenic Agricultural Organization – “Demeter”. Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology. E-mail: mpat@fria.gr

³ Aristotle Univ. of Thessaloniki, Department of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Mountain Water Management and Control. E-mail: dstatis@auth.gr

the main characteristics of the four extreme rain events and the catchment response, resulted in the following: The extreme rainfalls measured in the six stations of the mountain slopes with altitudinal range from 30 to 1,250 m, vary from 247 to 766 mm and lasted from 37 to 84 hours. These values, however, are lower than the respective extremes in global scale, by at least four times. Consequently, they are the extremes of the extremes only for the climatic conditions of Greece. Furthermore, the largest amount of rain of these extreme events is discharged at one time on the altitude of 740 m of the NE slopes of Mt. Ossa and at other time on that of 1,250 m. As far as the stable intensities during various time periods of the extreme rain events are concerned, they range between very wide limits and are exceptionally large in the 3 upper measuring stations (740 to 1,250 m) and smaller in the 3 lower ones (30 to 370 m). Furthermore, the return periods of the extreme rain events range from 1 to 278 years and they depend on the total amount of rain and of their respective durations. In addition to that, the response of the catchment to the extreme rain events is retaining for some time span after the rain begins and then soon it becomes almost torrential. This catchment in specific, according to its antecedent precipitation index, stores 137 to 269 mm of rain and when its storage capacity becomes saturated, it transforms to storm flow some 218 to 419 mm of rain. Its peak flows range from 8.0 to 21.2 m³/sec. The above sizes of storm flows and peak flows result in the movement of huge volume of water from the uplands to the flatlands when an extreme rain event occurs in the NE slopes of Mt. Ossa. In the flatlands, however, settlements during the recent years grew substantially on both sides and unfortunately very close to the channels of the streams. Consequently, the risk of flooding increased significantly for the settlements on the flatlands and this situation should be taken seriously into account by the responsible local authorities and also by the owners of the existing premises.

Keywords: extreme rain events, Mt Ossa, rain characteristics, catchment response, floods

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αιγινίτης Δ., 1908. Το κλίμα της Ελλάδος. – Μέρος Β': Το κλίμα της Αττικής. Εν Αθήναις, Τύποις Σακελαροίου Π.Δ., σελ. 535.
- Alexander D., 1993. Natural Disasters. Biddles Ltd., King's Lynn and Guildford, England, pp. 632.
- Boullee, Ph., 1997. Disaster reduction and sustainable development: Complex relationships – people centered approaches. Stop Disasters, United Nations, No 31-I, pp. 3-4.
- Bruijnzeel P.S., 1986. Environmental impacts of deforestation in the humid Tropics. A watershed perspective. Department of Hydrology and Geographical Hydrology, Institute of Earth Sciences, Free University, Amsterdam, The Netherlands.
- Bryant E.A., 1993. Natural Hazards. Cambridge University Press, pp. 294.
- Chapman D., 1994. Natural Hazards. Oxford University Press, pp. 174.
- Cheng J.D., Hsia Y.J., Lu H.S., Liu V.C. and Koh C.C., 1987. Streamflow characteristics of two small, steep and forested watersheds in high elevation areas of central Taiwan. I.A.H.S., Publ. no. 167, pp. 499-508.
- Coumou D. and Rahmstorf S., 2012. A decade of weather extremes. Nature Climate Change, Vol. 2: 491-496.
- Dunne T. and Leopold L.R., 1978. Water in Environmental Planning. W.H. Freeman and Company, San Francisco, pp. 818.
- Fink A.H. and Knippertz P., 2003. An extreme precipitation event in southern Morocco in spring 2002 and some hydrological implications. Weather, Vol. 58(10): 377-387.
- Hansen J., Sato M. and Ruedy R., 2012. Perception of climate change. Proc. Natl. Acad. Sci., USA, Vol. 109: 14,726- 14,734.
- Hawkins E., 2011. Our evolving climate: communicating the effects of climate variability. Weather, Vol. 66(7): 175-179.
- Henderson R.D., 1993. Extreme storm rainfalls in the Southern Alps, New Zealand. I.A.H.S. Publ. no. 213, pp. 113-120.
- Henderson R.D. and Thompson S.M., 1999. Extreme rainfalls in the Southern Alps of New Zealand. J. of Hydrology (NZ), 38 (2): 309-330.
- Hessell J.W.D., 1982. The climate and weather of Westland. Ministry of Transport, New Zealand Meteorological Service, Wellington, New Zealand, pp. 44.
- Hubert P., Bendjoudi H., Schertzer D. and Lovejoy S., 2002. Multifractal taming of extreme hydrometeorological events. I.A.H.S., Publ. no. 213, pp. 51-56.
- Hydrologic Modeling System HEC-HMS 3.5 2010.

- US Army Corps of Engineers, Institute of Water Resources, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA 95616 USA.
- Kundzewicz Z.W., Rosbjerg D., Simonovic S.P. and Takeuchi K., 1993. Extreme hydrological events in perspective. I.A.H.S., Publ. no. 213, pp. 1-7.
- Κωτούλας Δ., 1980. Το πλημμυρικό πρόβλημα της Ελλάδας υπό το πρίσμα των πλημμυρικών καταστροφών της Κεντρ. Μακεδονίας στις 18-19/11/1979. Α.Π.Θ., Γεωπονική και Δασολογική Σχολή, Εργαστήριο Διευθετήσεως Ορεινών Υδάτων, σελ. 90.
- Lee R., 1980. Forest Hydrology, pp. 266 – 281. Columbia University Press, New York.
- Lundquist D., 2002. What is an extreme flood and for whom? I.A.H.S., Publ. no. 271, pp. 367 – 371.
- Maheras P., Patrikas I., Karakostas Th. and Anagnostopoulou Chr., 2000. Automatic classification of circulation types in Greece: methodology, description, frequency, variability and trend analysis. Theor. Appl. Climatol., 67: 205-223.
- Min K.S., Zhang X., Zwiers F.W. and Hegeri G.C., 2011. Human contribution to more – intense precipitation extremes. Nature, vol. 470: 378-381.
- Μπαλούτσος Γ., 1991. Πλημμυρικές αιχμές σε μια δασωμένη ορεινή λεκάνη απορροής της Ανατολικής Όσσας. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, Τεύχος 1: 19-32.
- Μπαλούτσος Γ., Μπουρλέτσικας Αθ. και Καούκης Κ., 2004. Υδατοσυγκράτηση, διαπερώσα βροχή και κορμοαπορροή με συνθήκες ομιχλοβροχής σε συστάδα οξιάς της ΒΑ Όσσας. Δασική Έρευνα, 17: 55-72.
- Μπαλούτσος Γ., Μπουρλέτσικας Αθ. και Λάχλου Α., 2005. Κατάρτιση και διερεύνηση όμβριων καμυλών για τρεις δασικούς βροχομετρικούς σταθμούς της νοτιοδυτικής, κεντρικής και ανατολικής Ελλάδας. Δασική Έρευνα, 18: 33-42.
- Μπαλούτσος Γ., Μπουρλέτσικας Αθ. και Καούκης Κ., 2013. Μελέτη και διερεύνηση χαρακτηριστικών επίσιων και μηνιαίων απορροών μιας δασικής πειραματικής υδρολογικής λεκάνης της ανατολικής Όσσας. (Κισσάβου). Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. Τομ. 22, Σειρ. II Τευχ. 1: 24-37.
- Μπαλούτσος Γ., Μπουρλέτσικας Αθ., Καούκης Κ. και Ρούσος Α., 2015. Μελέτη και διερεύνηση των ορογραφικών και υπήνεμων κατακρημνισμάτων των ΒΑ και Δ πλαγιών του ορεινού όγκου της Όσσας (του Κισσάβου). Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. Τομ. 24, Σειρ. VI, Τευχ. 2: 28-47.
- Pall P., Aina T., Stone D.A., Stott P.A. et al., 2011. Anthropogenic greenhouse gas contribution to flood risk in England and Wales in autumn 2000. Nature, vol. 470: 382-385.
- Papp F., 2002. Extremeness of extreme floods. I.A.H.S., Publ. no. 271, pp. 373-378.
- Peterson T.C., Stott P.A. and Herring S., 2012. Explaining extreme events of 2011 from a climate perspective. Bull. Am. Meteor. Soc., Vol. 93: 1,041-1,067.
- Στάθης Δ. και Σαπουντζής Μ., 2003. Διερεύνηση της σχέσης βροχής – απορροής της λεκάνης του χειμαρρικού ρεύματος «Πετρόνια» Γοματίου Ν. Χαλκιδικής στην καταιγίδα της 7-9 Οκτωβρίου 2000. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. Τομ. 14, Σειρά II, σελ. 69-78.
- Stathis D., Ivanova D., Balafoutis Cr. and Makrogiannis T., 2005. Orographic effect on heavy rainfall in Chalkidiki peninsula (Greece) induced by a Mediterranean cold front: A case study on 7th to 8th October 2000. Croatian Meteorological Journal, Vol. 40: 490-493.
- Stott P.A., Stone D.A. and Allen M.R., 2004. Human contribution to the European heatwave of 2003. Nature, Vol. 432: 610-614.
- Trenberth K.E., 2010. Change in precipitation with climate change. Climate Research, Vol. 47: 123-138.
- World Meteorological Organization (WMO), 1994. Guide to hydrological practices. WMO, Publ. no. 168, pp. 735.
- Zwiers F.W., Zhang X. and Feng Y., 2011. Anthropogenic influence on long return period daily temperature extremes at regional scales. J. Climate, Vol. 2: 491-496.

Πίνακες παραγωγής Πλατυφύλλου δρυός Αρναίας Χαλκιδικής

Στυλιανός Γκατσογιάννης¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανάπτυξη μιας σειράς δασοαποδοτικών προτύπων και η κατάρτιση ενός συστήματος πινάκων παραγωγής για την Πλατύφυλλο δρυ των δασών Αρναίας Χαλκιδικής αποτελεί το αντικείμενο της εργασίας αυτής. Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε με τη βοήθεια υλικού ανάλυσης κορμών και απογραφικά δεδομένα δοκιμαστικών επιφανειών, που συγκεντρώθηκαν κατά την εκπόνηση του διαχειριστικού σχεδίου του συμπλέγματος δασών Αρναίας. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται υπό τη μορφή δασοαποδοτικών προτύπων και εξισώσεων, καθώς και υπό τη μορφή των κλασικών πινάκων παραγωγής. Οι πίνακες αυτοί μπορούν να λειτουργήσουν αφενός μεν ως μοντέλα προσομοίωσης για την εκτίμηση της πορείας αύξησης και της μελλοντικής απόδοσης των συστάδων, κάτω από εναλλακτικούς δασοκομικούς χειρισμούς, και αφετέρου ως εργαλεία για τη δασική απογραφή και τη λήψη σειράς βασικών διαχειριστικών αποφάσεων που έχουν να κάνουν με τον κύκλο παραγωγής των συστάδων, την πρόβλεψη λήμματος και την αειφορία των δασών.

Λέξεις κλειδιά: Αύξηση και απόδοση συστάδων, δείκτης ποιότητας τύπου, πυκνότητα συστάδων, υπό αναγωγή συστάδες, κανονικά πρότυπα, διαχείριση δασών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα έρευνα αναφέρεται στα δάση Πλατυφύλλου δρυός του συμπλέγματος δασών Αρναίας Χαλκιδικής. Τα δάση αυτά καταλαμβάνουν έκταση 3.424 εκταρίων και αποτελούν αντικείμενο οργανωμένης εκμετάλλευσης για την παραγωγή ξύλου. Έχουν δημιουργηθεί μετά από αποψιλωτικές υλοτομίες, συγκροτούν ομήλικες συστάδες και τελούν σήμερα υπό αναγωγή, με σκοπό τη μετατροπή τους σε υψηλά δάση.

Οι συστάδες των δασών αυτών περνούν βαθμιαία στη φάση της αναγέννησης και θα πρέπει να ληφθούν αποφάσεις αναφορικά με τους περιότρους χρόνους, το δασοκομικό χειρισμό και την οργάνωση της μελλοντικής παραγωγής τους πάνω σε αειφορικές βάσεις.

Για τα δρυοδάση της περιοχής έρευνας, αλλά και γενικότερα, υπάρχει έλλειψη σε δασοαποδοτικά πρότυπα, όπως αυτά των πινάκων παραγωγής, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να ληφθούν οι απαραίτητες αποφάσεις.

Για τα δρυοδάση της χώρας πραγματοποιήθηκαν μέχρι σήμερα αρκετές δασοαποδοτικές έρευνες, όπως αυτές των Απασιδή (1992), Μάτη (2000) και Ντάφη (1966), οι οποίες εστιάζουν κυρίως στην εξέλιξη του ύψους των συστάδων και στην κατάρτιση

σταθμοδεικτικών καμπυλών, χωρίς όμως να καλύπτουν τα ζητήματα αύξησης του ξυλαποθέματος και απόδοσης των συστάδων συνολικά.

Αυτό στοιχειοθετεί αδυναμία για το σχεδιασμό και την οργάνωση της παραγωγής με άμεση επίπτωση στη διαχείριση και τη σταθερότητα των οικοσυστημάτων. Η χρησιμοποίηση πινάκων παραγωγής δρυοδασών άλλων χωρών, όπως αυτοί των Schober (1975) ή Marschall (1975), για την αντιμετώπιση της αδυναμίας αυτής, έπρεπε να αποκλειστεί, αφού δεν υπάρχει σχετική εμπειρία για το βαθμό ανταπόκρισης αυτών κάτω από ελληνικές συνθήκες. Έπρεπε επίσης να αποκλειστούν και οι πίνακες παραγωγής του Κοσσενάκη (1939), αφού αυτοί αναφέρονται σε προεμνοφυώς διαχειριζόμενες συστάδες, ηλικίας μόνο μέχρι 45 ετών, όπου επιπλέον δεν πραγματοποιούνται ενδιάμεσες καρπώσεις, όπως συμβαίνει στα υπό αναγωγή δρυοδάση.

Ενόψει των ελλείψεων αυτών, επιχειρείται στην παρούσα εργασία η κατάρτιση ενός ολοκληρωμένου συστήματος πινάκων παραγωγής για τις αμιγείς και υπό αναγωγή συστάδες Πλατυφύλλου δρυός του συμπλέγματος δασών Αρναίας.

Η έρευνα αυτή διενεργήθηκε στο πλαίσιο ενός ευρύτερου προγράμματος συνεργασίας του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης με τις Δασικές

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

Υπηρεσίες της χώρας, το οποίο είχε ως στόχους, αφενός μεν την αναμόρφωση του συστήματος απογραφής, που εφαρμόζεται κατά την εκπόνηση των διαχειριστικών σχεδίων των διαφόρων δασών, και αφετέρου τη δημιουργία εισροών για δασοαποδοτική έρευνα. Μέχρι τώρα έχουν ανακοινωθεί σχετικά αποτελέσματα για Δασική πεύκη (Γκατζογιάννης, 1998), Ερυθρελάτη (Gatzojannis, 1999a), Μαύρη πεύκη (Gatzojannis, 1999b) και Οξιά (Gatzojannis, 1998), ενώ αναμένονται σχετικές ανακοινώσεις και για άλλα δασοπονικά είδη (Τραχεία πεύκη, Ελάτη κ.ά.).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η μεθοδολογία έρευνας, στην οποία στηρίχθηκε η παρούσα έρευνα, εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα κατά την κατάρτιση πινάκων παραγωγής Δασικής πεύκης του συμπλέγματος δασών Ελατιάς Δράμας (Γκατζογιάννης, 1998). Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αυτή, η διερεύνηση της εξέλιξης των συστάδων στηρίζεται α) στην πορεία αύξησης του ύψους των συστάδων συναρτήσει της ηλικίας και της ποιότητας τόπου, όπως αυτή προκύπτει από αναλύσεις κορμών κυριαρχούντων δένδρων των συστάδων και β) στις σχέσεις που διαμορφώνονται, στην πορεία αύξησης των συστάδων, μεταξύ ανώτερου ύψους και λοιπών δασοαποδοτικών μεγεθών, όπως αυτές μπορούν να αποτυπωθούν στις δοκιμαστικές επιφάνειες τρεχουσών απογραφών των διαφόρων δασών. Η εξέλιξη του ύψους των συστάδων της πλατυφύλλου δρυός μελετήθηκε σε προηγούμενη εργασία (Gatzojannis &

Grigoriadis, 2000), με τη βοήθεια υλικού ανάλυσης 82 δοκιμαστικών κορμών της περιοχής έρευνας, καθώς και ανεξάρτητο δείγμα 17 κορμών της ίδιας περιοχής, και οδήγησε στην ανάπτυξη μιας συνολικής δέσμης υποκαμπυλών, ως υποδομή για την ταξινόμησή των συστάδων κατά ποιότητες τόπου, αλλά και ως αφετηρία για την παραπέρα δασοαποδοτική έρευνα, όπως αυτή επιχειρείται στην παρούσα εργασία.

Η μελέτη των σχέσεων μεταξύ του ύψους και των υπολοίπων δασοαποδοτικών μεγεθών έγινε με τη βοήθεια απογραφής 1045 δοκιμαστικών επιφανειών (ΔΕ) συστηματικά κατανεμημένων στη συνολική περιοχή έρευνας. Με πλήρη παχυμέτρηση όλων των δένδρων (με στηθ. διάμετρο > 7 cm) και μετρήσεις ύψους και στηθιαίας ηλικίας ικανού αριθμού δέντρων σε κάθε ΔΕ, προσδιορίστηκαν, με τη βοήθεια ταριφών ύψους και μαζοπινάκων διπλής εισόδου, τα χαρακτηριστικά εκείνα μεγέθη των συστάδων που αποτέλεσαν το υλικό της παρούσας έρευνας (βλέπε μεταβλητές και βασικά στατιστικά στον πίνακα Ι). Η ανάπτυξη του συστήματος βασίστηκε στη διερεύνηση των τριών βασικών σχέσεων που διέπουν τη δομή της εξέλιξης των ομήλικων συστάδων και κατ'επέκταση και τη διάρθρωση των πινάκων παραγωγής (Assmann, 1970):

Βασική σχέση Ι (σχέση ταξινόμησης): $h_0 = f(T, ΠΤ)$ (το ανώτερο ύψος h_0 , ως συνάρτηση της ηλικίας T και της ποιότητας τόπου $ΠΤ$),

Βασική σχέση ΙΙ (βοηθητική σχέση): $ΣΙv = f(h_0)$ (η συνολική απόδοση των συστάδων $ΣΙv$ ως συνάρτηση του ανώτερου ύψους h_0)

Πίνακας Ι: Βασικά στατιστικά του υλικού έρευνας
Table I: Data set for stand growth and yield modeling

Μεταβλητές – Variables	Min	Max	Mean	Std. Dev.
α) Των δοκιμαστικών κορμών ανάπτυξης του μοντέλου - Stem analysis data (αρ. παρατηρήσεων n= 507)				
Στηθιαία ηλικία - Breast height age (yrs)	0,00	141,00	22,68	22,02
Ύψος - Tree height (m)	1,30	26,70	8,78	5,93
Δείκτης ποιότητα τόπου πυκνότητας - Site index (SI_{40})	8,22	19,82	14,41	2,75
β) Του ανεξάρτητου δείγματος κορμών - Validation data set (αριθμός παρατηρήσεων n= 152)				
Στηθιαία ηλικία - Breast height age (yrs)	0,00	77,17	18,48	19,25
Ύψος - Tree height (m)	1,3	20,8	7,70	5,84
Δείκτης ποιότητα τόπου πυκνότητας - Site index (SI_{40})	8,75	18,05	14,34	2,91
γ) Των δοκιμαστικών επιφανειών - Data set of the sample plots (αριθμός παρατηρήσεων n= 1045)				
Δείκτης ποιότητας τόπου – Site Index (SI_{50})	6,19	26,25	16,03	3,27
Ανώτερο ύψος – dominant height (h_0 , m)	2,98	32,10	16,19	4,90
Δείκτης πυκνότητας συστάδων – Stand Density Index (SDI)	47,96	713,51	349,03	118,11
Μέση διάμετρος συστάδας – Mean diameter (d_b , cm)	8,72	40,41	16,44	4,39
Εγκάρσια κυκλική επιφάνεια – Basal area (G , m^2/ha)	1,83	37,28	14,54	5,47
Αριθμός κορμών – Number of stems (N/ha)	120,00	2120,00	749,17	343,63
Ξυλαπόθεμα – Stand volume (V , m^3/ha)	4,57	395,56	100,59	53,03

Βασική σχέση III (τελική σχέση): $\Sigma I_v = f(T, \Pi T)$ (η συνολική απόδοση ΣI_v ως συνάρτηση της ηλικίας T και της ποιότητας τόπου ΠT), καθώς και στη λογική των αυξητικών σειρών του Magin (1963), όπως αυτή αποτυπώνεται στη σχέση (1).

$$(1) \Sigma I_{v(t)} = V_a + \Sigma \Delta V_s + \Sigma Ndf_{(s)} * vm_{(s/2)} * k$$

όπου : $\Sigma I_{v(t)}$: Συνολική προσαύξηση (απόδοση) μιας συστάδας από τη δημιουργία της μέχρι μια ορισμένη ηλικία (t) ή ένα ορισμένο ύψος (h_t) το οποίο επιτυγχάνεται στην ηλικία αυτή, V_a : Ξυλαπόθεμα της συστάδας σε ηλικία a (ηλικία έναρξης αραιώσεων), ή σε ύψος h_a , ΔV_s : Διαφορά Ξυλαποθεμάτων που έχουν οι συστάδες στην αρχή και στο τέλος ενός χρονικού διαστήματος s , $Ndf_{(s)}$: Αριθμός δένδρων που απομακρύνονται με τις αραιώσεις στο χρονικό διάστημα s , $vm_{(s/2)}$: Όγκος του μέσου κορμού της κύριας συστάδας στο μέσο του χρονικού διαστήματος s , k : Συντελεστής διόρθωσης του Magin, ο οποίος εκφράζει τη σχέση όγκου του μέσου κορμού αραιώσεων προς αυτόν της κυρίας συστάδας και δίνεται από τη σχέση (2).

(2) $k = (N_{df}/N)^{b/c}$, όπου: $b = \ln(N^2/3000) / \ln V$ και $c =$ παράγοντας που εξαρτάται από την ένταση αραιώσεων και κυμαίνεται μεταξύ 2 και 7 (Marschall 1975, σελ. 171). Για τον υπολογισμό της συνολικής προσαύξησης των συστάδων ο Marschall συνέδεσε τον συντελεστή $c = 3$ με συστάδες μέτριας αραιώσης, ενώ ο Magin, σύμφωνα με τον Marschall (1975), προτείνει $c=3$ για κανονικά διαχειριζόμενες συστάδες.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Βασική σχέση I: Το σύστημα σταθμοδεικτικών καμπυλών, το οποίο αναπτύχθηκε σε προηγούμενη εργασία (Gatzojannis & Grigoriadis, 2000) αναμορφώθηκε εδώ για να εξυπηρετήσει μια προσπάθεια δημιουργίας ενός νέου συστήματος αναφοράς και ένταξης των συστάδων όλων των δασοπονικών ειδών σε ένα ενιαίο σύστημα ποιότητας τόπου. Για το σκοπό αυτόν έγιναν οι εξής προσαρμογές:

α) Στο υλικό ανάλυσης των 82 δοκιμαστικών κορμών, στο οποίο βασίστηκε και το προηγούμενο σύστημα, προσαρμόστηκε ένα νέο μαθηματικό μοντέλο ικανό προσαρμογής σε κάθε περίπτωση και πλέον εύχρηστο, από πρακτική άποψη, δεδομένου ότι αντιστρέφεται και μπορεί να εξυπηρετεί άμεσα τον προσδιορισμό του δείκτη ποιότητας τόπου, με τρόπο μάλιστα μαθηματικό και για επιθυμητή ηλικία αναφοράς. Το μοντέλο αυτό είναι των McDill and Amateis (1992) και δίνεται από την εξίσωση (3) και

την αντίστροφη της (3α):

$$(3) H_o = 1,3 + M / (1 - (1 - M / (SI_{50} - 1.3))) * (50 / A)^{a1},$$

όπου H_o = το ανώτερο ύψος συστάδας, SI_{50} = ο δείκτης ποιότητας τόπου, ως ύψος στην ηλικία αναφοράς ($A_o = 50$ έτη) και M , $a1$ = συντελεστές της εξίσωσης.

(3α) $SI_{50} = 1,3 + M / (1 - (1 - M / (h_i - 1.3))) * (a_i / 50)^{a1}$, όπου a_i η στηθαία ηλικία και h_i το ύψος κυριαρχούντων ή και συγκυριαρχούντων δένδρων των συστάδων που χρησιμοποιούνται ως στοιχεία εισαγωγής για την εκτίμηση του SI_{50} .

Το μοντέλο αναπτύχθηκε αρχικά με $A_o = 40$ έτη και με μη γραμμικές διαδικασίες παλινδρόμησης και τα αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα II. Ακολούθησε ανάλυση των υπολοίπων (residual analysis) για την εκτίμηση διαφόρων δεικτών ως ακολούθως (βλ. Πίν. : III): Η μέση τιμή των αποκλίσεων ($MRes$: mean residual), ως δείκτης για το συστηματικό σφάλμα που παράγεται από την εφαρμογή του μοντέλου και το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων ($SSRes$: Residual sum of squares), όπως και η μέση τιμή των απόλυτων τιμών των αποκλίσεων ($AMRes$: Absolute mean residual) ως δείκτες ακρίβειας του μοντέλου. Οι συντελεστές (α , β) του γραμμικού μοντέλου (linear regression: $obs_i = \alpha_i + \beta_i est_i$) μεταξύ των πραγματικών παρατηρήσεων/ μετρήσεων ύψους (obs_i : observations) και των θεωρητικών τιμών (est_i : estimated/ predicted values) δίνουν ταυτόχρονα ένα δείκτη για την αποτελεσματικότητα ή αποδοτικότητα του μοντέλου (Amaro et al., 1997, Eriksson et al., 1997). Οι δείκτες αυτοί υπολογίστηκαν τόσο για το πακέτο δεδομένων με το οποίο αναπτύχθηκε το μοντέλο (βλ περίπτωση α στον πίνακα III), όσο και για αυτό των ανεξάρτητων παρατηρήσεων (περ. β του πίνακα III).

Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ένα πολύ καλό επίπεδο προσαρμογής στο υλικό ανάλυσης των δοκιμαστικών κορμών του δείγματος, και ίδιο περιόπου με αυτό του αρχικού μοντέλου του Ericsson (Gatzojannis & Grigoriadis 2000), ενώ η δοκιμασία εφαρμογής του μοντέλου των McDill & Amateis στο δείγμα των ανεξάρτητων παρατηρήσεων έδωσε καλύτερα αποτελέσματα πρόβλεψης απ' ότι το αρχικό μοντέλο (Πιν. III).

β) Χρησιμοποιήθηκε η ηλικία αναφοράς $A_o = 50$ έτη, αντί αυτής των 40 ετών, που αρχικά είχε προβλεφθεί, και δημιουργήθηκε μια νέα κλίμακα ποιότητας τόπου που δίνεται στον πίνακα IV. Η αλλαγή αυτή κατέστη αναγκαία για να δημιουργηθεί μια νέα κλί-

Πίνακα II: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης του συστήματος σταθμοδεικτικών καμπυλών με τη βοήθεια του μοντέλου των McDill & Amateis

Table II: Estimated parameters and fit statistics for height growth modelling of *Quercus conferta*

Συντελεστές Parameter	Εκτιμητές Parameter estimates	Τυπικό σφάλμα Asymptot. std errors of parameters	Διάστημα εμπιστοσύνης Asymptotic 95 % conf. interval	
<i>Μη γραμμική διαδικασία παλινδρόμησης - non-linear regression model of McDill & Amateis (R² = 0,97, Mean Squares =1,14)</i>				
<i>M</i>	36,795	2,091	32,687	40,903
<i>a1</i>	1,027	0,029	0,970	1,085

Πίνακας III: Αποτελέσματα ανάλυσης των υπολοίπων των μοντέλων του συστήματος σταθμοδεικτικών καμπυλών
Table III: Residual analysis results of the site index equation

Κριτήρια Criteria	Ιδεατές τιμές Ideal values	Modell of McDill & Amateis	Επεξήγηση συμβόλων
<i>α) Ποιότητα προσαρμογής (δεδομένα ανάπτυξης των μοντέλων) - model fitting data set</i>			Mean residual:
Αριθμός παρατηρήσεων (<i>n</i>)		507	$MRes = \sum_{i=1}^n \frac{(est_i - obs_i)}{n}$
<i>MRes</i>	0	0,00	Absolute mean residual:
<i>AMRes</i>	0	0,71	
<i>SSRes</i>	0	576,77	$AMRes = \sum_{i=1}^n \frac{ est_i - obs_i }{n}$
Mean Squares	0	1,14	
Linear regression r^2_{adj}	1	0,97	Residual sum of squares;
α	0	0,99	
β	1	0,11	
<i>Ho: normal</i>	Normal	Accept	$SSRes = \sum_{i=1}^n (est_i - obs_i)^2$
<i>β) Ικανότητα πρόβλεψης - Quality of prediction (ανεξάρτητες παρατηρήσεις - validation data set)</i>			Mean Squares=SSRes / <i>n</i>
Αριθμός παρατηρήσεων (<i>n</i>)		152	Lineare Regression: $obs_i = a_i + \beta_i est_i$.
<i>MRes</i>	0	0,02	
<i>AMRes</i>	0	0,53	obs _i : Μετρήσεις ύψους - height measurements (observations), est _i : θεωρητικές τιμές - predicted (estimated) values for each tree (<i>i</i>).
<i>SSRes</i>	0	94,96	
Mean Squares	0	0,62	
Linear regression r^2_{adj}	1	0,98	
α	0	-0,15	
β	1	1,01	
<i>Ho: normal</i>	Normal	Accept	

μακα ποιότητων τόπου εναρμονισμένη με αυτήν που εφαρμόστηκε στο γειτονικό δάσος Ταξιάρχη του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Διοίκηση Δάσους Ταξιάρχη, 2013) και είχε ως στόχο τη δημιουργία μιας ενιαίας, για όλα τα δασοπονικά είδη, «κλίμακας υποποιότητων»² με τα χαρακτηριστικά που δίνονται στο σχήμα 1 και στον πίνακα IV. Διευκρινίζεται εδώ ότι το ενιαίο της κλίμακας αναφέρεται μόνο στην ηλικία αναφοράς και το εύρος των τιμών του δείκτη ποιότητας τόπου που ορίζει τα όρια των διαφόρων υποκαμπυλών η οποία και παραμένει ανεξάρτητη

και ιδιαίτερη για κάθε δασοπονικό είδος.

Το μοντέλο των McDill & Amateis και η τεχνητή αυτή κλίμακα χρησιμοποιήθηκαν για να διευκολύνουν τη σύγκριση της απόδοσης των σταθμών μεταξύ διαφόρων δασοπονικών ειδών χωρίς αυτή να συνδέεται ευθέως με την έννοια και το περιεχόμενο των διακρινόμενων μέχρι σήμερα ποιότητων τόπου, από σταθμολογική άποψη. Για τους λόγους αυτούς χαρακτηρίζονται οι διακρινόμενες ποιότητες τόπου ως «υποποιότητες», ενώ το περιεχόμενό τους, όσον αφορά την απόδοση των συστάδων και τις σταθμικές κατηγορίες που εκπροσωπούν, μέλει πλέον να προσδιοριστεί από τα στοιχεία απόδοσης των συστάδων, που θα ενταχθούν σε κάθε μια βαθμίδα της κλίμακας των υποποιότητων (Πίν. IV), καθώς και

² Η χρήση του όρου "Ποιότητες τόπου" στη συνέχεια της εργασίας έχει πάντοτε το νόημα των "Υποποιότητων τόπου", όπως εδώ ορίζονται.

Πίνακας IV: Κλίμακες ταξινόμησης των συστάδων σε ποιότητες τόπου
Table IV: Classification of forest stands in site qualities (SQ)

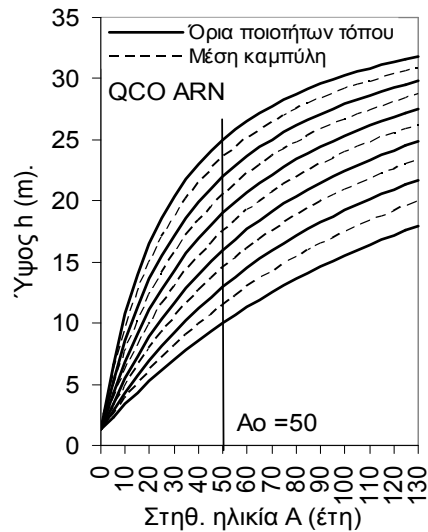
Ποιότητα τόπου (ΠΤ)/ υψοποιότητα (ΥΠ)	I	II	III	IV	V
Δείκτης ποιότητας τόπου (SI ₅₀) ως ύψος στη στηθ. ηλικία αναφοράς Ao = 50 έτη	23,5 (22-25)	20,5 (19-22)	17,5 (16-19)	14,5 (13-16)	11,5 (10-13)
ΠΤ= Site Quality (SQ), SI ₅₀ = Site Index at base age Ao = 50 έτη (Breast height age) Τιμές SI ₅₀ εκτός του εύρους (10->25) λαμβάνονται επίσης υπόψη διευρύνοντας την κλίμακα προς τα αριστερά ή δεξιά ως ακολούθως: ΠΤ: Ia για SI ₅₀ :25-28 ή ΠΤ: Va για SI ₅₀ : 7-10					

με πρόσθετες προς τούτο σταθμολογικές έρευνες. Η εκτίμηση τώρα του δείκτη ποιότητας τόπου γίνεται σημειακά ή σε επίπεδο δοκιμαστικών επιφανειών, κατά το δυνατόν μικρού μεγέθους, ώστε να υπάρχει ομοιογένεια σταθμού στο εσωτερικό τους. Μετρήσεις στηθιαίας ηλικίας και ύψους (a_p, h_p) σε περιορισμένο αριθμό (τρία έως τέσσερα δένδρα) κυρίαρχων ή/ και συγκυρίαρχων δένδρων κάθε ΔΕ επιτρέπουν τον υπολογισμό του SI₅₀ για κάθε ζεύγος τιμών (a_p, h_p) με τη βοήθεια της εξίσωσης (3α). Μετασχηματίζοντας το σύστημα αυτό, έτσι ώστε στον άξονα των ηλικιών να έχουμε την πραγματική (T) αντί της στηθιαίας (A) ηλικίας, προκύπτει, σύμφωνα με τη σχέση που συνδέει τις δυο ηλικίες $T = A + 1,3 * t_{13} = 3,745$ έτη (Gatzojannis & Grigoriadis, 2000), η δέσμη καμπυλών του σχήματος 2, που αποτελεί πλέον τη ζητούμενη Βασική σχέση I του συστήματος πινάκων παραγωγής.

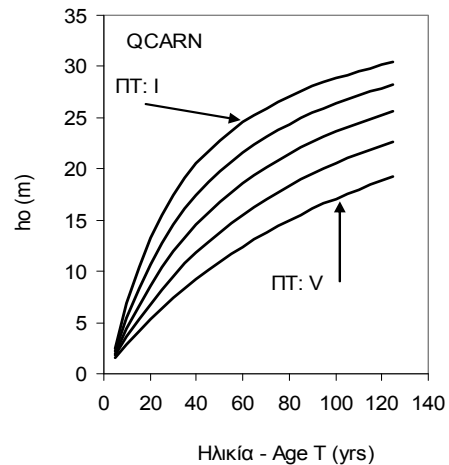
Ταξινόμηση των συστάδων σε επίπεδα πυκνότητας: Η ταξινόμηση των συστάδων σε επίπεδα πυκνότητας βασίστηκε στην παραδοχή ότι, ο δείκτης πυκνότητας των συστάδων $SDI = N * (25/d_g)^{-1,605}$ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο για τον σκοπό αυτόν και μάλιστα ανεξάρτητα από την ηλικία και την ποιότητα τόπου των συστάδων (Kramer, 1988). Το μέτρο αυτό έχει εφαρμογή μόνον εφόσον η σχέση (4), που συνδέει τον αριθμό κορμών (N) με τη μέση διάμετρο (d_g) συστάδων, μπορεί να εκφράσει με επιτυχία το μέγιστο επίπεδο πυκνότητας των συστάδων.

$$(4) \quad \ln(N) = b_o - 1.605 * \ln d_g$$

Στο σχήμα 3 δίνεται η διασπορά των παρατηρήσεων ($\ln d_g, \ln N$), καθώς και η καμπύλη προσαρμογής ($\ln N = 9,75 - 1,171 * \ln d_g$) στις παρατηρήσεις αυτές. Μεταπορίζοντας την καμπύλη αυτή έτσι ώστε η κλίση της να πάρει την τιμή -1.605, δηλαδή την τιμή του εκθέτη που χρησιμοποιείται στον τύπο του SDI, διαπιστώνεται ότι η καμπύλη $\ln N_{max} = 11,55 - 1.605 * \ln d_g$ είναι σε θέση να αντιπροσωπεύσει το αναμενόμενο μέγιστο επίπεδο πυκνότητας των συστάδων. Στο ίδιο συμπέρασμα οδηγεί και το διάγραμμα στο σχήμα 4, όπου οι μέγιστες τιμές $N_{max} = \exp(11,67 - 1.605 * \ln d_g)$ αποτελούν



Σχήμα 1: Σύστημα σταθμοδεικτικών καμπυλών των συστάδων Πλατυφύλλου δρυός Αρναίας Χαλκιδικής με στοιχεία εισαγωγής, στ. ηλικία (A) και ανώτ. ύψος (h_o).
Figure 1: Site Index System for Oak stands in Greece (entry data BH-Age and h_o)

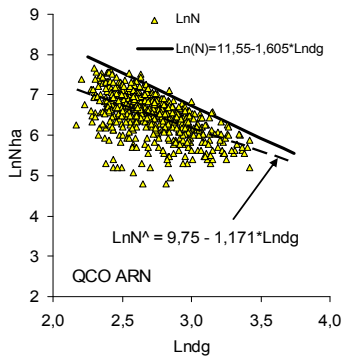


Σχήμα 2: Η εξέλιξη του ανώτερου ύψους (h_o) συναρτήσει της ηλικίας (T) και της ποιότητας τόπου (ΠΤ) των συστάδων Πλατυφύλλου δρυός Αρναίας Χαλκιδικής
Figure 2: Height growth of dominant trees of Oak stands in Greece, by age (T) and site class (ΠΤ)

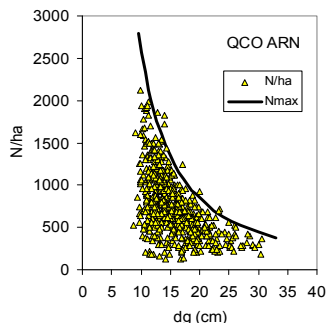
ένα είδος οροφής των παρατηρήσεων N/ha ως προς d_g και εκφράζουν με επιτυχία το μέγιστο αυτό επίπεδο. Οι διαπιστώσεις αυτές έδωσαν τη δυνατότητα χρησιμοποίησης του SDI για τη διερεύνηση της σχέσης που συνδέει την κυκλική επιφάνεια (G) με το ανώτερο ύψος των συστάδων (h_o) και τον δείκτη SDI. Κατόπιν αυτού και με τη βοήθεια των παρατηρήσεων των δοκιμαστικών επιφανειών του δείγματος αναπτύχθηκε με γραμμικές διαδικασίες παλινδρόμησης η σχέση (5):

$$(5) G = b_0 + b_1 * SDI + b_2 * SDI / h_o, (n = 1045, R^2 = 0,96, F = 11848^{***}, SEE = 1,12),$$

όπου G : Η εγκάρσια κυκλική επιφάνεια των συστάδων (m^2/ha), h_o : το ανώτερο ύψος των συστάδων (m), SDI : ο δείκτης πυκνότητας συστάδων και οι συντελεστές της εξίσωσης $b_0 = 0,278$ ($t = 2,392^{**}$), $b_1 = 0,054$ ($t = 122,48^{***}$) και $b_2 = -0,208$ ($t = -30,0^{***}$).



Σχήμα 3: Λογαριθμική σχέση μεταξύ αριθμού κορμών (N/ha) και μέσης διαμέτρου (d_g) συστάδων Πλατυφύλλου δρυός
Figure 3: Relations between number of stems (N/ha) and mean diameter (d_g) of Oak stands



Σχήμα 4: Νέφος διασποράς των παρατηρήσεων (d_g , N/ha) και μέγιστο επίπεδο πυκνότητας συστάδων, σε όρους αριθμού κορμών ανά εκτάριο
Figure 4: Scatter plot of the observations (d_g , N/ha) and stand density maximum, in term of number of stems per ha

Εισάγοντας στην εξίσωση αυτή την τιμή $SDI_{max} = 700$, ως το σχετικά ανώτερο επίπεδο τιμών SDI , που παρατηρήθηκε στο υλικό της έρευνας, προέκυψε η εξίσωση (6).

$$(6) G_{max} = 0,278 + 0,054 * 700 - 0,208 * 700 / h_o$$

Η σχέση αυτή, εκφράζουσα το μέγιστο επίπεδο κυκλικής επιφάνειας που μπορούν να διατηρήσουν οι συστάδες στα διάφορα στάδια εξέλιξης (στα διάφορα ύψη), αποτέλεσε στη συνέχεια τον οδηγό για τη διαμόρφωση τριών επιπέδων πυκνότητας των συστάδων ($p_{09} = 0,9 * G_{max}$, $p_{07} = 0,7 * G_{max}$ και $p_{05} = 0,5 * G_{max}$). Η διαβάθμιση αυτή, συνδεδεμένη και με αντίστοιχη διαβάθμιση των συστάδων από άποψη έντασης αραιώσεων, δίνεται αναλυτικά στον πίνακα V.

Το σύστημα αυτό ταξινόμησης έχει ως στόχο την ομαδοποίηση των συστάδων κατά αυξητικές σειρές, δηλαδή σε σύνολα συστάδων, όπου ο μελλοντικός χειρισμός μπορεί να διατηρηθεί ενιαίος, τόσο από ποσοτική, όσο και από ποιοτική άποψη. Το σύστημα αυτό, αν και τεχνητό, εντούτοις αποκτά οικολογική/ βιολογική και δασοκομική σημασία με την εξέλιξη έννοια. Η καμπύλη G_{max} πρέπει να εκφράσει τον «φυσιολογικό βαθμό ξυλοβρίθειας» (Assmann, 1970), που αποκτούν συστάδες κανονικά αυξανόμενες και κάτω από αδιατάρακτες συνθήκες (χωρίς κανένα δασοκομικό χειρισμό). Αποτελεί, μάλιστα, η καμπύλη αυτή ένα είδος «οροφής» για τις παρατηρήσεις κυκλικής επιφάνειας, που μπορούν να επιτύχουν όλες οι συστάδες δρυός, ανεξάρτητα από την ποιότητα του σταθμού, όπου αυτές αναπτύσσονται, όπως αυτό επιβεβαιώνεται και από το διάγραμμα στο σχήμα 5.

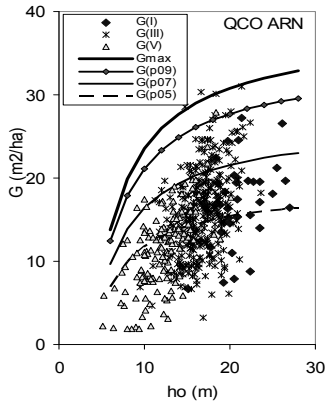
Η καμπύλη $G_{max} = f(h_o, SDI_{max})$, αν και πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο ιδιαίτερης έρευνας, έτσι ώστε να πιστοποιηθεί με βεβαιότητα η εγκυρότητά της από βιολογική/ οικολογική άποψη, εντούτοις δεν αποκλείει την επιχειρούμενη εδώ κατάταξη των συστάδων, δεδομένου ότι η κυκλική επιφάνεια (G) είναι ένα μέγεθος που μπορεί, στην πορεία αύξησης των συστάδων, να ρυθμίζεται επιθυμητά και ανάλογα με τους διαχειριστικούς και τους δασοκομικούς σχεδιασμούς και στόχους κατά τη διαχείριση των συστάδων.

Βοηθητικές σχέσεις των πινάκων παραγωγής: Από τη στατιστική διερεύνηση του υλικού των δοκιμαστικών επιφανειών προέκυψαν οι εξισώσεις (7), (8) και (9), οι οποίες συνδέουν βασικά δασοοποδοτικά μεγέθη (Ξυλαπόθεμα V, Αριθμός κορμών N/ha και Μέσο ύψος h_m με την εξέλιξη του ανώτερου ύψους (h_o) και τις συνθήκες πυκνότητας των συστάδων.

Πίνακα V: Κατηγορίες έντασης αραιώσεων και σύνδεσή τους με τα επίπεδα πυκνότητας συστάδων Πλατυφύλλου δρυός (p09,p07,p05)

Table V: Intensity of thinning in connection of the density levels (p: p09,p07,p05) of Oak stands

Κατηγορίες αραιώσεων – intensity of thinning	Επίπεδα πυκνότητας των συστάδων (p)
Συστάδες ασθενούς αραιώσεως (weak)	p09 => G (p09)= G/G _{max} = 0,9 (0,8 -> 1.0)
Συστάδες μέτριας αραιώσεως (moderate)	p07 => G (p07)= G/G _{max} = 0,7 (0,6 -> 0.8)
Συστάδες εντατικής/ ισχυρούς αραιώσεως (strong)	p05 => G (p05) = G/G _{max} = 0,5 (0,4 -> 0.6)



Σχήμα 5: Εγκάρσια κυκλική επιφάνεια (G) συναρτήσει του ανώτερου ύψους (ho) και της ΠΤ (I, III,V) συστάδων δρυός και η διαμόρφωση τριών επιπέδων πυκνότητας G(p09), G(p07) και G(p05)

Figure 5: Basal area (G) in relation to dominant height (ho) in three stand density levels G(p09), G(p07) and G(p05)

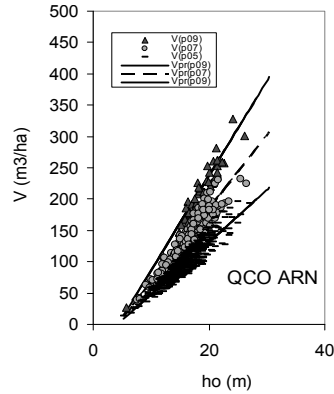
$$(7) V = b_0 + b_1 * G * h_0 + b_2 * p + b_3 * h_0 \quad (n=1045, R^2 = 0,99, S.E.E. = 1,54, F = 408372^{***}), b_0 = 2,597 (t = 4,35^{***}), b_1 = 0,447 (t = 231,3^{***}), b_2 = -9,983 (t = -10,81^{***}), b_3 = -0,19 (t = -4,83^{***})$$

$$(8) h_m = b_0 + b_1 * h_0 + b_2 * SI_{50} + b_3 * T + b_4 * p \quad (n = 1045, R^2 = 0,99, S.E.E. = 0,35, F = 25866^{***}), b_0 = -2,549 (t = -20,73^{***}), b_1 = 0,847 (t = 72,69^{***}), b_2 = 0,156 (t = 13,75^{***}), b_3 = 0,018 (t = 8,13^{***}), b_4 = 0,348 (t = 5,06^{***})$$

$$(9) \ln(N) = b_0 + b_1 * \ln(p) + b_2 * h_0 + b_3 * ho/SI_{50} \quad (n=1045, R^2=0,63, S.E.E.=0,29, F=598,5^{***}), b_0 = 8,987 (t = 135,44^{***}), b_1 = 0,985 (t = 38,02^{***}), b_2 = -0,064 (t = -20,67^{***}), b_3 = -0,764 (t = -14,27^{***})$$

Μια εικόνα των βοηθητικών αυτών σχέσεων καθώς και της ανταπόκρισής τους στις πραγματικές παρατηρήσεις μας δίνει το διάγραμμα στο σχήμα 6. Εφαρμόζοντας κατόπιν τη λογική των αυξητικών σειρών (της εξίσωσης 1) χωριστά σε κάθε συσταδικό τύπο, δηλαδή σε κάθε ομάδα με ίδια χαρακτηριστικά ταξινόμησης (ποιότητα τόπου και επίπεδο πυκνότητας), προκύπτει η συνολική απόδοση των συστάδων που εικονίζεται στο διάγραμμα του σχήματος 7.

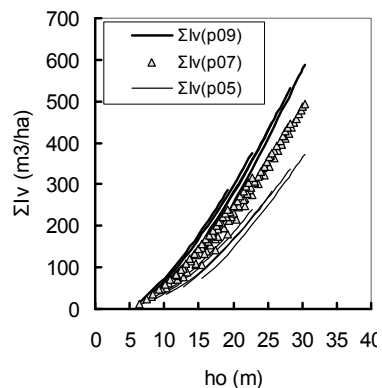
Οι τελικές σχέσεις του συστήματος: Από το συνδυασμό της βασικής σχέσης I: $h_0 = f(T, ΠΤ)$, όπως



Σχήμα 6: Η διασπορά των πραγματικών παρατηρήσεων (ho, V) σε συνδυασμό με τη εξέλιξη του ξυλοποθέματος (Vpr) των πινάκων παραγωγής συναρτήσει του ύψους (ho) συστάδων Πλατυφύλλου δρυός των επιπέδων πυκνότητας (p09, p07 και p05)

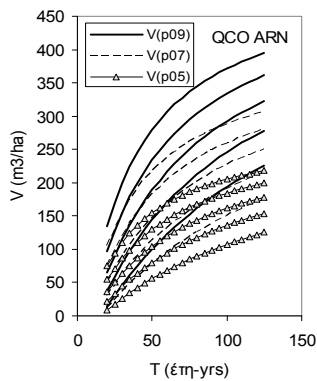
Figure 6: Stand volume (V: observations, Vpr: predicted values from yield tables) in relation to dominant height (ho) for three stand density levels (p09, p07, p05) of Oak stands

αυτή εικονίζεται στο σχήμα 2, και των παραπάνω βοηθητικών σχέσεων ($V, N/ha, \Sigma V = f(h_0, p)$) προέκυψαν οι τελικές σχέσεις του συστήματος των πινάκων παραγωγής ($G, V, \Sigma V, I_v, Z_u = f(T, SQ, p)$,



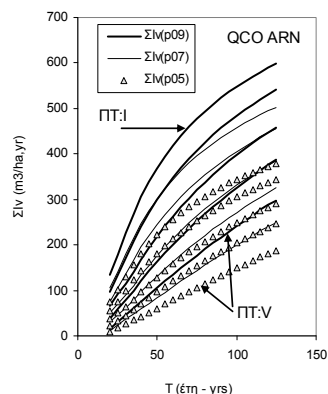
Σχήμα 7: Η συνολική απόδοση (ΣIv) συναρτήσει του ανώτερου ύψους (ho) στα τρία επίπεδα πυκνότητας (p09, p07 και p05) των πινάκων παραγωγής

Figure 7: Total yield (ΣIv) in relation to top height (ho) in the three stand density levels (p09,p07,p05) of the Oak stands



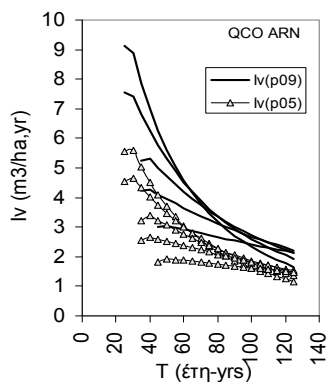
Σχήμα 8: Η εξέλιξη του ξυλοποθέματος (V) συναρτήσει της ηλικίας (T) και της ποιότητας τόπου (ΠΤ) για τα τρία επίπεδα πυκνότητας ($p09$, $p07$, $p05$) των πινάκων παραγωγής των συστάδων Πλατυφύλλου δρυός

Figure 8: Development of stand volume (V) in relation to age (T) and site quality (ΠΤ) of Oak stands for three density levels ($p09$, $p07$, $p05$)



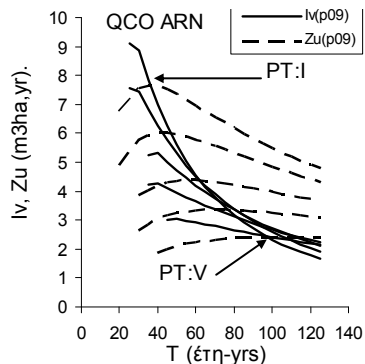
Σχήμα 9: Η εξέλιξη της συνολικής απόδοσης (ΣIv) συναρτήσει της ηλικίας (T) και της ποιότητας τόπου (ΠΤ) για τα τρία επίπεδα πυκνότητας ($p09$, $p07$, $p05$) των συστάδων Πλατυφύλλου δρυός

Figure 9: Total yield (ΣIv) in relation to age (T) and site quality (ΠΤ) of Oak stands for three density levels ($p09$, $p07$, $p05$)



Σχήμα 10: Η εξέλιξη της τρέχουσας προσαύξησης όγκου (Iv) συναρτήσει της ηλικίας (T) και της ποιότητας τόπου (ΠΤ: I,II, III,IV,V) για τα επίπεδα πυκνότητας των συστάδων $p09$ και $p05$.

Figure 10: Annual volume increment (Iv) in relation to stand age (T) and site quality (ΠΤ: I,II, III,IV,V) of two stand density levels $p09$, $p05$



Σχήμα 11: Συγκριτική απεικόνιση της εξέλιξης της τρέχουσας (Iv) και μέσης περιόδου προσαύξησης (Zu) συναρτήσει της ηλικίας και ποιότητας τόπου συστάδων του επιπέδου πυκνότητας $p09$

Figure 11: Annual volume increment (Iv) and mean annual increment (Zu) in relation to stand age (T) and site quality (ΠΤ: I, II, III, IV, V) for the stand density level $p09$

που αποδίδουν πλέον την αναμενόμενη εξέλιξη των συστάδων (βλέπε διαγράμματα στα σχήματα 8,9,10 και 11) ως συνάρτηση της ηλικίας, της ποιότητας τόπου και της πυκνότητας των συστάδων.

Οι Πίνακες Παραγωγής: Η πινακοποίηση των αποτελεσμάτων που εκπροσωπούν τα παραπάνω διαγράμματα οδηγούν στην κατάρτιση των ζητούμενων πινάκων παραγωγής. Στον πίνακα VI δίνονται οι πίνακες παραγωγής που προέκυψαν για τις αυξητικές σειρές: QCO/ $p09$ /I, QCO/ $p09$ /III, QCO/ $p09$ /V,

δηλαδή για συστάδες πλατυφύλλου δρυός (QCO), ασθενούς αραιώσης/ πυκνότητας $p=0.9$ (0,8 έως 1,0), των ποιοτήτων τόπου I, III και V αντίστοιχα. Η διαδικασία κατάρτισης των πινάκων αυτών, καθώς και σχετικές επεξηγήσεις δίνονται στο κείμενο που συνοδεύει τους εν λόγω πίνακες (Πίν. VI). Με τη διαδικασία που περιγράφεται στον πίνακα αυτόν μπορεί κανείς εύκολα να αναπαράγει τους πίνακες παραγωγής και των υπολοίπων αυξητικών σειρών.

Πίνακας VI: Πίνακες παραγωγής Πλατυφύλλου δρυός των συσταδικών τύπων QCO/p09/I, QCO/p09/III και QCO/p09/V (Συστάδες κανονικής πυκνότητας $p = G/G_{max} = 0.9$ (0.8-1.0))

Table VI: Yield tables for Oak stands in Arnaia forest of Greece (Density level $p=0,9$)

p	SI ₅₀	A	T	ho	hm	G	dg	V	N	Ndf	k	Vdf	Vdf%	ΣVdf	Vbef	ΣIv	Iv	Zu
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]
Ποιότητας τόπου I - Site quality I (SI₅₀ = 23,5(22->25))																		
0,9	23,5	16,3	20	13,2	13,0	24,4	12,4	135,2	2011,2						135,2	135,2		6,8
0,9	23,5	21,3	25	15,5	15,0	25,8	14,3	170,2	1608,1	338,5	0,50	18,1	21,3	0,0	179,3	179,3	9,1	7,2
0,9	23,5	26,3	30	17,5	16,8	26,8	16,0	199,5	1334,3	234,4	0,50	17,4	17,5	18,1	208,2	226,3	8,9	7,5
0,9	23,5	31,3	35	19,1	18,3	27,4	17,5	224,3	1139,4	169,5	0,49	16,4	14,6	35,5	232,4	267,9	7,9	7,7
0,9	23,5	36,3	40	20,5	19,5	27,9	18,9	245,5	995,2	127,0	0,49	15,2	12,4	51,9	253,1	304,9	7,0	7,6
0,9	23,5	41,3	45	21,7	20,6	28,2	20,2	263,8	885,3	98,0	0,48	14,0	10,6	67,1	270,8	337,9	6,2	7,5
0,9	23,5	46,3	50	22,8	21,6	28,5	21,3	279,8	799,3	77,4	0,48	12,9	9,2	81,1	286,3	367,4	5,6	7,3
0,9	23,5	51,3	55	23,7	22,5	28,7	22,4	293,9	730,4	62,5	0,47	11,9	8,1	94,0	299,9	393,9	5,1	7,2
0,9	23,5	56,3	60	24,6	23,3	28,9	23,4	306,5	674,3	51,3	0,47	11,0	7,2	105,9	312,0	417,9	4,6	7,0
0,9	23,5	61,3	65	25,3	24,0	29,1	24,3	317,7	627,9	42,7	0,47	10,1	6,4	116,9	322,7	439,6	4,2	6,8
0,9	23,5	66,3	70	26,0	24,7	29,2	25,1	327,7	588,9	36,1	0,47	9,4	5,7	127,0	332,4	459,4	3,8	6,6
0,9	23,5	71,3	75	26,6	25,3	29,3	25,9	336,8	555,8	30,8	0,46	8,7	5,1	136,4	341,1	477,5	3,5	6,4
0,9	23,5	76,3	80	27,1	25,8	29,4	26,7	345,0	527,3	26,6	0,46	8,0	4,7	145,0	349,0	494,1	3,2	6,2
0,9	23,5	81,3	85	27,6	26,3	29,5	27,3	352,5	502,7	23,1	0,46	7,5	4,2	153,1	356,3	509,3	2,9	6,0
0,9	23,5	86,3	90	28,0	26,8	29,6	28,0	359,4	481,1	20,3	0,46	6,9	3,9	160,5	362,9	523,4	2,7	5,8
0,9	23,5	91,3	95	28,5	27,3	29,7	28,6	365,7	462,1	17,9	0,46	6,5	3,5	167,5	368,9	536,4	2,5	5,6
0,9	23,5	96,3	100	28,9	27,7	29,7	29,2	371,5	445,3	15,9	0,46	6,0	3,3	173,9	374,5	548,5	2,3	5,5
Ποιότητα τόπου III- Site quality III (SI₅₀ = 17,5 (16->19))																		
0,9	17,5	16,3	20	8,6	8,2	19,1	9,2	65,4	2852,3						65,4	65,4		3,3
0,9	17,5	21,3	25	10,4	9,7	21,6	10,8	91,8	2363,0						91,8	91,8	5,0	3,7
0,9	17,5	26,3	30	11,9	11,1	23,3	12,2	115,4	1997,3						115,4	115,4	4,9	3,8
0,9	17,5	31,3	35	13,3	12,4	24,4	13,5	136,6	1717,5	249,2	0,41	8,0	11,8	0,0	140,7	140,7	5,3	4,0
0,9	17,5	36,3	40	14,6	13,6	25,3	14,7	155,8	1498,9	196,3	0,41	8,4	10,8	8,0	160,0	168,0	5,3	4,2
0,9	17,5	41,3	45	15,7	14,6	25,9	15,8	173,1	1324,9	157,3	0,42	8,5	9,9	16,4	177,4	193,8	5,0	4,3
0,9	17,5	46,3	50	16,8	15,6	26,5	16,9	188,9	1184,2	128,0	0,42	8,6	9,1	25,0	193,2	218,1	4,7	4,4
0,9	17,5	51,3	55	17,7	16,5	26,9	17,9	203,3	1068,8	105,6	0,42	8,5	8,3	33,5	207,5	241,1	4,5	4,4
0,9	17,5	56,3	60	18,6	17,3	27,2	18,9	216,5	973,0	88,2	0,42	8,3	7,7	42,0	220,7	262,7	4,2	4,4
0,9	17,5	61,3	65	19,4	18,1	27,5	19,8	228,6	892,4	74,5	0,43	8,2	7,1	50,4	232,7	283,1	4,0	4,4
0,9	17,5	66,3	70	20,1	18,8	27,8	20,7	239,9	823,9	63,5	0,43	7,9	6,6	58,5	243,8	302,4	3,7	4,3
0,9	17,5	71,3	75	20,8	19,5	28,0	21,6	250,2	765,3	54,7	0,43	7,7	6,2	66,5	254,1	320,6	3,5	4,3
0,9	17,5	76,3	80	21,5	20,1	28,2	22,4	259,9	714,6	47,4	0,43	7,5	5,8	74,2	263,6	337,8	3,4	4,2
0,9	17,5	81,3	85	22,1	20,7	28,3	23,2	268,8	670,4	41,4	0,44	7,2	5,4	81,7	272,4	354,1	3,2	4,2
0,9	17,5	86,3	90	22,6	21,3	28,5	24,0	277,2	631,7	36,4	0,44	7,0	5,0	88,9	280,7	369,6	3,0	4,1
0,9	17,5	91,3	95	23,1	21,8	28,6	24,7	285,0	597,6	32,2	0,44	6,8	4,7	95,9	288,4	384,3	2,9	4,0
0,9	17,5	96,3	100	23,6	22,3	28,7	25,4	292,3	567,2	28,7	0,44	6,5	4,5	102,6	295,6	398,2	2,7	4,0
Ποιότητας τόπου V - Site quality V (SI₅₀ = 11,5 (10->13))																		
0,9	11,5	16,3	20	5,3	4,4	9,4	5,7	14,8	3625,6						14,8	14,8		0,7
0,9	11,5	21,3	25	6,4	5,4	13,7	7,4	31,2	3146,7						31,2	31,2	3,2	1,2
0,9	11,5	26,3	30	7,4	6,3	16,5	8,7	46,7	2753,7						46,7	46,7	3,0	1,6
0,9	11,5	31,3	35	8,3	7,3	18,6	9,9	61,3	2428,4						61,3	61,3	2,8	1,8
0,9	11,5	36,3	40	9,3	8,1	20,1	10,9	75,0	2157,0						75,0	75,0	2,8	1,9
0,9	11,5	41,3	45	10,1	8,9	21,3	11,9	88,0	1928,5	211,0	0,31	3,0	6,8	0,0	89,5	89,5	3,0	2,0
0,9	11,5	46,3	50	10,9	9,7	22,3	12,8	100,3	1734,9	179,5	0,32	3,3	6,7	3,0	101,9	104,9	3,1	2,1
0,9	11,5	51,3	55	11,7	10,4	23,1	13,7	111,9	1569,6	153,7	0,33	3,6	6,5	6,3	113,7	120,0	3,0	2,2
0,9	11,5	56,3	60	12,4	11,2	23,7	14,5	122,9	1427,6	132,5	0,34	3,9	6,3	10,0	124,8	134,8	2,9	2,2
0,9	11,5	61,3	65	13,1	11,8	24,3	15,4	133,3	1304,7	114,9	0,35	4,1	6,2	13,8	135,4	149,2	2,9	2,3
0,9	11,5	66,3	70	13,8	12,5	24,7	16,2	143,2	1197,8	100,2	0,36	4,3	6,0	18,0	145,4	163,3	2,8	2,3
0,9	11,5	71,3	75	14,4	13,1	25,2	17,0	152,7	1104,4	87,8	0,36	4,4	5,8	22,2	154,9	177,1	2,7	2,4
0,9	11,5	76,3	80	15,0	13,7	25,5	17,8	161,6	1022,2	77,4	0,37	4,5	5,6	26,7	163,9	190,6	2,7	2,4
0,9	11,5	81,3	85	15,5	14,3	25,8	18,6	170,2	949,5	68,5	0,38	4,6	5,5	31,2	172,5	203,7	2,6	2,4
0,9	11,5	86,3	90	16,1	14,8	26,1	19,4	178,3	885,1	61,0	0,38	4,7	5,3	35,9	180,7	216,5	2,5	2,4
0,9	11,5	91,3	95	16,6	15,3	26,4	20,1	186,1	827,6	54,4	0,39	4,8	5,1	40,6	188,5	229,1	2,5	2,4
0,9	11,5	96,3	100	17,1	15,8	26,6	20,9	193,5	776,2	48,8	0,40	4,8	5,0	45,3	196,0	241,3	2,4	2,4

Στοιχεία εισαγωγής: Στήλες [1]: Επίπεδο πυκνότητα συστάδας ($p = G/G_{max}$), [2]: Δείκτης ποιότητας τόπου (SI_{50}), [3]: Στηθαία ηλικία (A), [4]: Ηλικία συστάδας (T = A+3,745), [5]: Ανώτερο ύψος συστάδας (ho).

Στοιχεία κυρίας συστάδας (χαρακτηρίζουν την πορεία αύξησης της συστάδας στο μέσο του διαστήματος μεταξύ δυο διαδοχικών αραϊώσεων): Στήλες [6]: Μέσο ύψος συστάδας (hm) προσδιοριζόμενο από τη βοήθητική σχέση (8), [7]: Εγκάρσια κυκλική επιφάνεια (G) προσδιοριζόμενη από τη σχέση ταξινόμησης των συστάδων σε επίπεδα πυκνότητας (εξίσωση 6), [8]: Μέση διάμετρος συστάδας (dg = $100 \cdot ((G/N)/0,7854) \cdot 0,5$), [9]: Το ζυγαλόθεμα συστάδων (V, m³/ha) προσδιοριζόμενο (σε όρους κορμύζιλου) από βοήθητική σχέση (7), [10]: Αριθμός κορμών συστάδων (N) προσδιοριζόμενος από βοήθητική σχέση (9) και [11] Το ζυγαλόθεμα των συστάδων πριν την αραίωση σε δεδομένη ηλικία t (Vbef(t) = V(t) + 0,5 * Vdf(t)).

Στοιχεία αραϊώσεων: Στήλες [11]: Αριθμός κορμών (Ndf) που απομακρύνεται με τις αραϊώσεις σε ηλικία t (και για διάστημα δετίας), προσδιοριζόμενος από την με το χρόνο επερχόμενη απομείωση του αριθμού κορμών (στήλη 10) των συστάδων ($Ndf(t) = (N(t-5) - N(t+5))/2$), [12]: Συντελεστής διόρθωσης του Magin $k = (Ndf/N) \cdot b^c$, όπου $b = Ln(N/2/3000) / (c \cdot Ln(V))$ και $c = 3,4$ και 5 για συστάδες με πυκνότητα $p = 0,9, 0,7$ και 0,5 αντίστοιχα, [13]: Ο όγκος των ενδιάμεσων καρπώσεων ($Vdf = Ndf \cdot (V/N) \cdot k$), [14]: Το ποσοστό κάρπωσης των συστάδων για δεκαετή χρόνο περιφοράς ($Vdf\% = 2 \cdot 100 \cdot Vdf/V$), [15]: Αθροισμα των ενδιάμεσων καρπώσεων που πραγματοποιούνται από την ηλικία έναρξης ενδιάμεσων καρπώσεων μέχρι την ηλικία t ($\Sigma Vdf(t) = \Sigma Vdf(t-5) + Vdf(t-5)$).

Προσαύξηση και συνολική απόδοση: Στήλες [17] Η συνολική προσαύξηση ή συνολική απόδοση σε όρους ζυγώδου όγκου των συστάδων ως άθροισμα του ζυγαλοθέματος και των συνολικών ενδιάμεσων καρπώσεων που πραγματοποιούνται από την ίδρυση μιας συστάδας μέχρι μια ορισμένη ηλικία t ($\Sigma Iv(t) = Vbef(t) + \Sigma Vdf(t)$), [18]: Η τρέχουσα προσαύξηση όγκου των συστάδων ($Iv(t) = (\Sigma Iv(t+5) - \Sigma Iv(t-5))/10$ (m³/ha.yr)), [19]: Η μέση (κατ'έτος) προσαύξηση των συστάδων που προκύπτει από το ηπλικό της συνολικής προσαύξησης προς το χρόνο που χρειάστηκε αυτή για να παραχθεί ($Zu(t) = \Sigma Iv(t) / t$) και όταν ο χρόνος t ταυτίζεται με τον χρόνο τελικής κάρπωσης των συστάδων (τον περίτροπο χρόνο, t = u) τότε η προσαύξηση αυτή καλείται και μέση βερίτροπη προσαύξηση, εκφράζουσα ταυτόχρονα και το παραγωγικό δυναμικό των συστάδων που ταξινομούνται στην αυξητική σειρά του αντίστοιχου πίνακα παραγωγής.

p = Stand density level, SI₅₀ = Site Index (height at base age A₀ = 50), A = bh age(yrs), T = Age (yrs), ho = Height of WEISE's top height tree in m, hm = Height of average basal area tree in m, G = basal area in m²/ha, dg = Diameter of average basal area tree in cm, V = Stand volume in m³, N = Number of stems/ha, k = Correction factor, ΣIv = Total yield in m³/ha, Iv = Annual volume increment in m³/ha.yr, Zu = mean annual volume increment in m³/ha.yr.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το σύστημα των πινάκων παραγωγής, που δημιουργήθηκε στην εργασία αυτή, είναι το πρώτο ολοκληρωμένο μοντέλο πρόβλεψης της απόδοσης των συστάδων δρυός Αρναίας Χαλκιδικής. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν καθιστούν πλέον δυνατή την πρόβλεψη της μελλοντικής εξέλιξης και της απόδοσης των συστάδων, όταν γ' αυτές είναι διαθέσιμα τα ακόλουθα στοιχεία: Στηθιαία ηλικία (A), ανώτερο ύψος και εγκάρσια κυκλική επιφάνεια (G). Οι πίνακες παραγωγής μπορούν, με βάση τη δυνατότητα αυτή, να αποτελέσουν επίσης βασικό εργαλείο, τόσο για τη λήψη βασικών διαχειριστικών αποφάσεων, όπως σχετικά αναφέρθηκε παραπάνω, όσο και για την απογραφή των δασών.

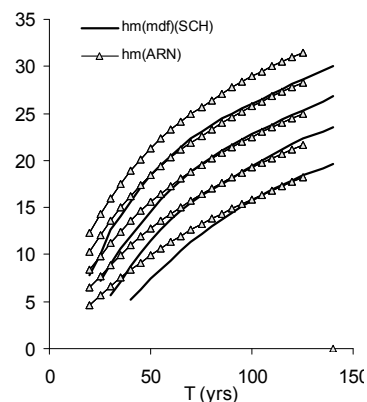
Το σύστημα των πινάκων παραγωγής που αναπτύχθηκε έχει την ικανότητα προσαρμογής και πρόβλεψης κάτω από μεταβαλλόμενες συνθήκες των συστάδων. Η ιδιότητα αυτή και, ειδικά, η συμμετοχή της πυκνότητας των συστάδων στα στοιχεία εισαγωγής, αποτελεί σήμερα ένα πλεονέκτημα έναντι των κλασικών πινάκων παραγωγής, αφού εξασφαλίζει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης παραμέτρων του συνόλου των δασικών λειτουργιών, και όχι μόνο της ξυλοπαραγωγής, στη διαχείριση των δασών. Η δυνατότητα αυτή διευκολύνει την αναγκαία διεύρυνση της αιφορίας των δασών, έτσι ώστε αυτή να καλύψει το σύνολο των δασικών λειτουργιών, όπως ορίζουν σχετικές κατευθυντήριες γραμμές της ΕΕ (European Community, 1993, Mäkelä et al, 2012, Franklin et al 2012, MCPFF, 2002).

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης των μοντέλων, που μας οδήγησαν στην κατάρτιση των πινάκων παραγωγής, προκύπτει ότι το σύνολο των εξισώσεων, τόσο των σχέσεων ταξινόμησης, όσο και των βοηθητικών εξισώσεων του συστήματος, είναι στατιστικά σημαντικές (κριτήριο F), οι συντελεστές αυτών διάφοροι του μηδενός (διάστημα εμπιστοσύνης ή κριτήριο t), με καλή ποιότητα προσαρμογής (R^2 : συντελεστής προσδιορισμού) και ικανοποιητική ακρίβεια (κριτήρια SEE: τυπικά σφάλμα εκτίμησης). Τα θετικά αυτά αποτελέσματα επικυρώνονται και από το τελικό αποτέλεσμα των πινάκων παραγωγής, ως αυξητικών πλέον προτύπων, όπως είναι οι καμπύλες προσαύξησης ($\Sigma I_v, I_v, Z_v$). Αυτές ανταποκρίνονται στους νόμους αύξησης και σε βασικές απαιτήσεις της δασικής αποδοτικότητας (Kramer, 1998, Assmann, 1970). Οι καμπύλες συνολικής προσαύξησης (Σχήμα 9) εκκινούν πχ. από το σημείο μηδέν, έχουν σιγμοειδή μορφή και διαβαθμίζονται κατά τρόπο ώστε οι παράγωγες αυτών καμπύλες τρέχουσας προσαύξησης,

σε συνδυασμό και με αυτές της μέσης προσαύξησης, να εμφανίζουν την κλασική εικόνα που φαίνεται και στα διαγράμματα των σχημάτων 10 και 11, όπου δηλαδή έχουμε πτώση των καμπυλών σε κατώτερα επίπεδα και μετατόπιση του σημείου μεγιστοποίησης αυτών προς τα δεξιά, όσο η ποιότητα τόπου χειροτερεύει, ενώ τα σημεία τομής μεταξύ τρεχουσών και μέσων προσαύξεσεων ταυτίζονται με τα σημεία μεγιστοποίησης των τελευταίων (Σχ.11, Πίν. VI).

Συγκρίνοντας τώρα τα αποτελέσματα της εργασίας με τα δεδομένα των πινάκων παραγωγής δρυός της Γερμανίας (Schober, 1975) προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα. Η εξέλιξη του ύψους συναρτήσει της ηλικίας και της ποιότητας τόπου δείχνει, στις δυο αυτές περιπτώσεις, συγκεκριμένες ομοιότητες και αντιστοιχίες (Σχ. 12), γεγονός που επιτρέπει και παραπέρα συγκρίσεις όσον αφορά την απόδοση των συστάδων. Αποδεχόμενοι ότι η εξέλιξη της κυκλικής επιφάνειας (G) μπορεί να αποτελέσει τη βάση αναφοράς, για την αξιολόγηση της έντασης των αραιώσεων, τότε μπορούμε να παραβάλουμε (για ένα ευρύ φάσμα τιμών h_m) τις συστάδες μέτριας αραίωσης των συστάδων δρυός της Γερμανίας ($G_{mdf(SCH)}$) στο σχήμα 13), με αυτές μέτριας αραίωσης (G07) των συστάδων Αρναίας. Οι συστάδες ισχυρής αραίωσης του Schober (Gsd) βρίσκονται μεταξύ αυτών ισχυρής και μέτριας αραίωσης των συστάδων Αρναίας.

Αυτές οι αντιστοιχίες αποτέλεσαν και τη βάση για την επιλογή (στην εξίσωση 1) των τιμών του πα-



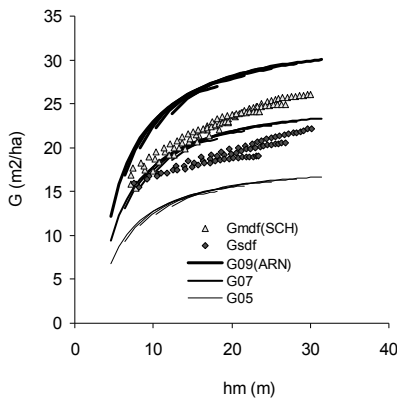
Σχήμα 12: Η εξέλιξη του μέσου ύψους των συστάδων δρυός Αρναίας (hm(ARN)) συγκριτικά με αντίστοιχες προβλέψεις των πινάκων παραγωγής του Schober (hm(mdf)(SCH))

Figure 12: The development of mean height of oak stands in Arnaia forest (hm(APN)) in comparison to the yield tables of Schober (Germany) (hm(mdf)(SCH))

ράγοντα $c = 3, 4$ ή 5 για συστάδες των δρυοαδασών Αρναίας με πυκνότητα ρ_{09}, ρ_{07} και ρ_{05} αντίστοιχα, με τη διευκρίνιση ότι ο παράγοντας c είναι πάντοτε μια μεταβλητή που πρέπει να ελέγχεται στην πορεία αύξησης των συστάδων και να αναπροσαρμόζεται ανάλογα με το χειρισμό στον οποίο υποβάλλονται αυτές (βλέπε πίνακα V). Επισημαίνεται επίσης ότι για αλλαγή του c κατά μια μονάδα οι επιπτώσεις στη συνολική απόδοση των συστάδων (ΣIv) είναι της τάξης περίπου του 5 % με διακύμανση από 1 έως 10

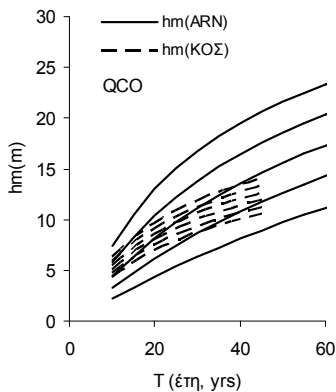
% ανάλογα με το ύψος των ενδιαμέσων καρπώσεων που πραγματοποιούνται σε κάθε συσταδικό τύπο.

Έντονες όμως διαφοροποιήσεις προκύπτουν από τα δεδομένα των πινάκων παραγωγής των πρεμινοφυών δρυοαδασών του Κοσσενάκη (1939). Οι καμπύλες του μέσου ύψους του Κοσσενάκη ($h_{m(KO\Omega)}$) (Σχ. 14) αποκλίνουν σημαντικά από τις αντίστοιχες των πινάκων της παρούσας εργασίας ($h_{m(ARN)}$), τόσο όσον αφορά το εύρος τιμών, όσο και προοπώντων την πορεία ανάπτυξης των καμπυλών. Η απόκλιση αυτή επιβεβαιώνεται



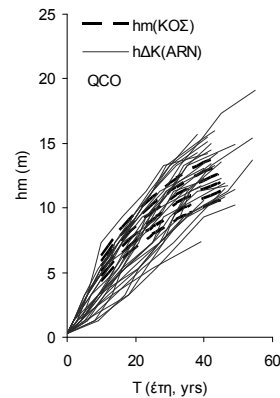
Σχήμα 13: Η εξέλιξη της εγκάρσιας κυκλικής επιφάνειας των συστάδων δρυός Αρναίας (Gr09, Gr07, Gr05) σε σύγκριση με τις προβλέψεις των πινάκων παραγωγής του Schober για μέτρια (Gmdf) και ισχυρή αραίωση (Gsdf)

Figure 13: The development of basal area of Oak stands in Arnaia (G09, G07, G05) in comparison to the yield tables of Schober for moderate (Gmdf) and strong (Gsdf) thinning



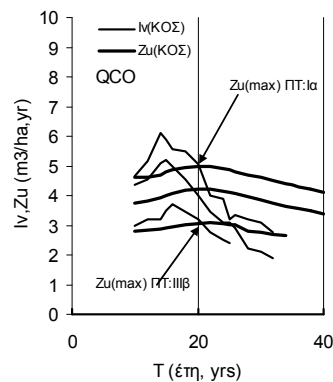
Σχήμα 14: Συγκριτική απεικόνιση της εξέλιξης του μέσου ύψους συστάδων Πλατυφύλλου δρυός των πινάκων παραγωγής Αρναίας ($hm(ARN)$) και Κοσσενάκη ($hm(KO\Omega)$)

Figure 14: The development of mean height of Oak stands in Arnaia forest ($hm(ARN)$) in comparison to the yield tables of Kossenakis ($hm(KO\Omega)$)



Σχήμα 15: Εξέλιξη του μέσου ύψους συστάδων των πινάκων παραγωγής Κοσσενάκη ($hm(KO\Omega)$) σε σύγκριση με την πορεία αύξησης τους ύψους των αναλυθέντων κορμών Πλατυφύλλου δρυός Αρναίας ($h\Delta K(ARN)$)

Figure 15: Adaptation of the theoretical height curves of the yield tables of Kossenakis ($hm(KO\Omega)$) to the actual height curves of the stem analysis data in the forest of Arnaia ($h\Delta K(ARN)$)



Σχήμα 16: Η πορεία της τρέχουσας ($Iv(KO\Omega\Sigma\Sigma)$) και μέσης προσαύξησης ($Zu(KO\Omega\Sigma\Sigma)$) των συστάδων Πλατυφύλλου δρυός των γενικών πινάκων παραγωγής Κοσσενάκη

Figure 16: Annual volume increment (Iv) and mean annual increment (Zu) in relation to stand age (T) and site quality ($ΠΤ$) of Oak stands of the yield tables of Kossenakis

και από τη σύγκριση των καμπυλών του Κοусσενάκη με την πραγματική εξέλιξη του ύψους αναλυθέντων κορμών του δείγματος της παρούσας έρευνας (Σχ.15). Η απόκλιση αυτή σηματοδοτεί σοβαρή αδυναμία ανταπόκρισης των πινάκων Κοусσενάκη στην πραγματική εξέλιξη του ύψους των υπό αναγωγή συστάδων δρυός τουλάχιστον σε ότι αφορά την περιοχή έρευνας.

Η απόκλιση αυτή μεταφέρεται, όπως είναι επόμενο, και στην απόδοση των δασοσυστάδων και ιδιαίτερα στην πορεία των καμπυλών τρέχουσας και μέσης προσαύξεσης. Το σχήμα 16 δείχνει ότι η μεγιστοποίηση της μέσης προσαύξεσης ($Z_{u(KOZ)}$) επέρχεται στην ηλικία των 20 ετών, τόσο για τις συστάδες της ανώτερης ποιότητας τύπου (Iα) όσο και αυτές της κατώτερης (IIIβ). Το γεγονός αυτό δείχνει όχι μόνο απόκλιση από τους πίνακες παραγωγής της παρούσας εργασίας (Σχ.11), αλλά και αδυναμία ανταπόκρισης των πινάκων του Κοусσενάκη σε νομοτέλειες που διέπουν την αύξηση των συστάδων και που θέλουν την μέση προσαύξεση κατώτερων ποιοτήτων τύπου να μεγιστοποιείται σε πολύ μεγαλύτερες ηλικίες απ' ότι στις ανώτερες ποιότητες τύπου, όπως χαρακτηριστικά μας δείχνει το διάγραμμα στο σχήμα 11.

Οι πίνακες παραγωγής του Κοусσενάκη αποτέλεσαν τη βάση για τη διαμόρφωση μιας συγκεκριμένης δασικής πολιτικής για τη διαχείριση των πρεμνοφυών δασών στη μεταπολεμική Ελλάδα. Η πολιτική αυτή

βασίστηκε κυρίως στην πορεία της τρέχουσας και μέσης αύξεσης των συστάδων (βλέπε σχήμα 16) και οδήγησε στην απόφαση καθορισμού μικρών περιτροπων χρόνων με αποψιλωτικές υλοτομίες των πρεμνοφυών δρυοδασών στις ηλικίες των 20 ή 25 ετών. Η απόφαση αυτή αν και βοήθησε στην κάλυψη των ατομικών αναγκών των κατοίκων της ορεινής Ελλάδας για πολλές δεκαετίες, εντούτοις συνδέθηκε και με σοβαρή κριτική από περιβαλλοντική άποψη, δεδομένου ότι οι αποψιλωτικές υλοτομίες των πρεμνοφυών δασών εκθέτουν το δασικό έδαφος σε κινδύνους διάβρωσης, καταστρέφουν κατά περιόδους το ενδοδασογενές περιβάλλον, συνδέονται αναπόφευκτα με υποβάθμιση της βιοποικιλότητας των δρυοδασών και δεν συμβάλλουν σημαντικά στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, εξαιτίας των πολύ χαμηλών αποθεμάτων ξύλου και βιομάζας που διατηρούν. Πέραν όμως αυτών διαπιστώνεται, από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, και σημαντικό μειονέκτημα της πολιτικής αυτής από οικονομική και κοινωνική άποψη, αφού η απόδοση των πρεμνοφυών δρυοδασών δεν μεγιστοποιείται στις ηλικίες των 20 και 25 ετών, και οι συστάδες που υλοτομούνται στις ηλικίες αυτές συνδέονται αναπόφευκτα με απώλειες σε προσόδους και μειωμένη συνδρομή των δασών στο ακαθάριστο εθνικό προϊόν της χώρας.

Yield tables for *Quercus conferta* stands of Arnaia forest in Greece

Stylianos Gatzojannis³

ABSTRACT

The construction of an integrated yield table system for *Quercus conferta* even aged stands at the forest of Arnaia is the aim of the present paper. The research material came from stem analysis data and temporary sample plots. The development of the system was based on the investigation of the basic yield relations which rule the growth of pure even-aged stands and on the theory of Magin's growth series. The results, in the form of models, diagrams and tables, illustrate the development of the basic forest yield parameters of stands in relation to stand age, site quality and stand density. The entire system is characterized by flexibility and adaptability to the changing conditions of stands, whereas it gives the potential of simulating alternative treatments and different conditions of the stand growth. The gradation of the yield tables based on the stand density gives an opportunity, parameters from the areas outside the wood production, such as landscape, aesthetics and protection functions (wildlife, erosion, forest fire, filtration in air and soil), to be considered in the sustainable planning.

Keywords: Oak forest, site index, stand density, stand under conversion, growth and yield, forest management, normal model.

³ Forest Research Institute, Thessaloniki

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Amaro, Ana, Reed, D., Tomé, M. and Themido, I., 1997. Modelling Dominant Height Growth: Eucalyptus Plantations in Portugal. *For. Sci.* 44(1): 37-46.
- Assmann, E., 1970. Studies in the organic Production, Structure, Increment and Yield of forest Stands. The principles of Forest yield Study. Pergamon Press, p. 506.
- Eriksson, H. Johansson, U. and Kiviste, A., 1997. A Site-index Model for Pure and Mixed Stands of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. *Scand. J. For. Res.* 12: 149-156.
- Franklin, O., Moltchanova Elena, Kraxner, F., Seidl, R., Böttcher, H., Rokityiansky, D., Obersteiner, M., 2012. Large-Scale Forest Modelling: Deducing Stand Density from Inventory Data. *International Journal of Forestry Research*. Volume 2012. Article ID 934974, 13 pages.
- Gatzojannis, S., 1998. Ertragstafeln für Buchenbestände in Griechenland. *Allg.Forst-u.J.-Ztg.*, 12:219-224.
- Gatzojannis, S., 1999a. Ertragstafeln für Fichtenbestände Griechenlands. *Forstw. Cbl*, 118: 129-144.
- Gatzojannis, S., 1999b. Ertragstafeln für Schwarzkiefernbestände in Griechenland. *Forstarchiv* 70: 98-102.
- Gatzojannis, S. und Grigoriadis, N., 2000. Ein polymorphes Höhenmodell für *Quercus frainetto* Bestände im Waldgebiet Arnäa (Griechenland). *Allg. Forst-u.J.-Ztg.*, 171. Jg., 4(67-74).
- Gatzojannis, S., Stefanidis, P., Kalabokidis, K., 2001. An inventory and evaluation methodology for non-timber functions of forests. *Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau. Mitteilungen der Abteilung für Forstliche Biometrie* 2001, s. 49.
- Kramer, H., 1988. *Waldwachstumslehre*. Verlag Paul – Parey, Hamburg und Berlin. S. 374.
- Magin, R., 1963. Standortsgerechte Ertragsermittlung als Teil der Forsteinrichtung. *AFZ* 18, S. 128-130.
- McDill, M. E., Amateis, R. L., 1992. Measuring forest site quality using the parameters of a dimensionally compatible height growth function. *For. Sci.* 38, 409-429
- Mäkelä, A., Miren del Rvo, Hynynen, J., Hawkins, M., Reyer, C., Soares, Paula, Oijen, M., Tome, Margarida, 2012. Using stand-scale forest models for estimating indicators of sustainable forest management. *Forest Ecology and Management* 285, 164 – 178.
- Marschall, J., 1975. *Hilfstafeln für die Forsteinrichtung*. Österreichischer Agrarverlag Druck- und Verlagsges. m.b.H, Nfg. KG, Sturzgasse 1A, A-1141. Wien.
- Schober, R., 1975. *Ertragstafeln wichtiger Baumarten*. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M.
- Sterba, H., 1981., *Natürlicher Bestockungsgrad und Reineke's SDI*. *Centralblatt für das Gesamte Forstwesen* 98: 101-116.
- Απατσιδης, Λ., 1992. „Πρότυπο για εκτίμηση Ξυλοποθέματος, Προσαύξησης, και Δείκτη Ποιότητας Τόπου Δρυοδασών στη Νότια Ελλάδα. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου.
- Γκατζογιάννης, Σ., 1998. Αύξηση και απόδοση των συστάδων Δασικής πεύκης Ελατίας Δράμας. *Γεωτ. Επιστ. Θέματα*, 3:21-35.
- Δασαρχείο Αρναίας, 1995. *Μελέτη Διαχείρισης και Δασικής Ανάπτυξης Δασικών Οικοσυστημάτων του Συμπλέγματος Δημοσίων Δασών Αρναίας*. Περίοδος 1994-2003. Τεύχος 1, σελ. 161.
- Διοίκηση Δάσους Ταξίαρχη, 2013. *Σχέδιο διαχείρισης του πανεπιστημιακού Δάσους Ταξίαρχη - Βραστάμων (2012 - 2021)*. Ταμείο πανεπιστημιακών Δασών Α.Π.Θ..
- Κοσσενάκης, Γ., 1939. Πίνακες παραγωγής πρεμνοφυών δασών δρυός (*Quercus conferta* Kit), οξιάς (*Fagus silvatica*) και καστανιάς (*Castanea vulagris* Lam). Τμήμα Δασικής Έρευνας του Υπουργείου Γεωργίας, Αθήνα.
- Μάτης, Κ., 2000. Καμπύλες αύξησης ύψους και δεικτών ποιότητας τόπου για την πλατύφυλλο δρυ στο Πανεπιστημιακό δάσος Ταξίαρχη Χαλκιδικής. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, Τ.11.
- Ντάφης, Σ., 1966. Σταθμολογικά και δασοαποδοτικά έρευνα εις πρεμνοφυή δρυοδάση και καστανοτά της βορειοανατολικής Χαλκιδικής. Εργαστήριο Δασοκομίας και Ορεινής Υδρονομικής, ΑΠΘ.

Προκαταρκτικά αποτελέσματα μελέτης στην περιοχή Πηλίου για την εύρεση εντόμων που έχουν αναφερθεί στη διεθνή βιβλιογραφία ως φορείς του φυτοπλάσματος “*Candidatus Phytoplasma mali*” που προκαλεί την ασθένεια της «σκούπα της μάγισσας» στη μηλιά

Α. Σαχίνογλου¹, Π. Παπαπέτρον¹, Ι. Ρούμπος¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην προσπάθεια εύρεσης του εντόμου-φορέα του φυτοπλάσματος ‘*Candidatus Phytoplasma mali*’ στην περιοχή του Πηλίου όπου εμφανίζεται το πρόβλημα της μικροκαρπίας στις μηλιές, στο χρονικό διάστημα από αρχές Μαρτίου έως τέλος Ιουνίου πραγματοποιήθηκε σύλληψη ατόμων ψύλλας με στόχο τη διαπίστωση τυχόν παρουσίας των ειδών *Cacopsylla melanoneura* και *Cacopsylla picta* σε οπωρώνες που είχαν ιστορικό μειωμένης παραγωγής και υποβαθμισμένης ποιότητας στις περιοχές Μηλιές και Χάνια με την βοήθεια κίτρινων κολλητικών παγίδων. Επίσης έγινε καταμέτρηση ατόμων ειδών της οικογένειας Cicadellidae στο ίδιο χρονικό διάστημα. Συγχρόνως έγινε η συλλογή ενηλίκων ατόμων ψύλλας με την μέθοδο του ραβδισμού των κλάδων των δένδρων. Ένας μικρός αριθμός ενηλίκων ατόμων ψύλλας συνελήφθη στις παγίδες και η ταυτοποίησή τους θα γίνει σε εξειδικευμένο εργαστήριο του εξωτερικού. Η συλλογή τριών μόνο ατόμων ψύλλας με την μέθοδο του ραβδισμού ενισχύει την άποψη ότι οι ψύλλες που μετακινούνται στους επιλεγέντες οπωρώνες δεν έχουν ξενιστή την μηλιά. Η έρευνα πρέπει να συνεχισθεί για τον εντοπισμό τυχόν εντόμου φορέα που προκαλεί την εξάπλωση του φυτοπλάσματος.

Λέξεις κλειδιά: Μικροκαρπία, μηλιά, φυτόπλασμα, ψύλλα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην περιοχή του ορεινού Πηλίου το 1999 εμφανίστηκε στους μηλεώνες το φαινόμενο της μικροκαρπίας. Η μικροκαρπία είναι ένα από τα συμπτώματα που προκαλείται στη μηλιά όταν προσβληθεί από το φυτόπλασμα ‘*Candidatus Phytoplasma mali*’ (Roumbou et al. 2007). Το μέγεθος των καρπών μπορεί να μειωθεί μέχρι 50% το δε βάρος τους έως 63-74% με συνέπεια την υποβάθμιση της ποιότητας των φρούτων και τη μείωση της ποσότητας της παραγωγής (EPPO/CAB 1996). Ένα από τα συμπτώματα της ασθένειας είναι η βλαστομανία, γι’ αυτό και ονομάστηκε «σκούπα της μάγισσας» στη μηλιά, η οποία γίνεται αντιληπτή συνήθως αργά το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο και η εμφάνισή της στο δένδρο της μηλιάς, το καθιστά ύποπτο προσβολής από το φυτόπλασμα ‘*Ca. Phytoplasma ma*’.

Το φυτόπλασμα ‘*Ca. Phytoplasma mali*’ βρίσκεται στον φλοιόμα του ξενιστή και μεταδίδεται μέσω του εμβολιασμού με προσβεβλημένο υλικό ή με έντομα που απομυξούν τους χυμούς του ηθμού. Στην Ιταλία έχουν αναγνωρισθεί ως έντομα-φορείς του συγκεκριμένου φυτοπλάσματος τα είδη *Cacopsylla*

picta (συνώνυμο *Cacopsylla costalis*) (Frisinghelli et al. 2000; Jarausch et al. 2003) και *Cacopsylla melanoneura* (Tedeschi et al. 2002) της οικογένειας Psyllidae και το τζιτζικάκι *Fieberiella florii* (Krczal et al. 1989; Tedeschi et al. 2006) της οικογένειας Cicadellidae, ενώ στη Γερμανία έχει αναγνωρισθεί ως κύριος φορέας του φυτοπλάσματος μόνο το είδος *Cacopsylla picta* και υπάρχουν μελέτες που αποδεικνύουν τη μικρή ως ασήμαντη συμμετοχή του είδους *C. melanoneura* στην διάδοση της ασθένειας (Mayer et al. 2009). Τα μεγαλύτερα ποσοστά εμφάνισης της ασθένειας σκούπα της μηλιάς έχουν αναφερθεί στην εύκρατη ζώνη της Ευρώπης (Kunze 1989). Η γεωγραφική διασπορά της ασθένειας περιορίζεται στην Ευρώπη και σε μερικές γειτονικές περιοχές με το ίδιο γεωγραφικό πλάτος, ενώ δεν είναι γνωστό αν ο περιορισμός αυτός οφείλεται στην έλλειψη του φορέα ή στις ακατάλληλες θερμοκρασίες βορειότερα ή νοτιότερα της ζώνης αυτής (Jarausch et al. 2010). Τα είδη *C. picta* και *C. melanoneura* συναντώνται στην παλαιοαρκτική περιοχή (Lauterer 1999).

Το είδος *C. picta* έχει αποκλειστικό ξενιστή τα

ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Βιομηχανικών και Κτηνοτροφικών Φυτών, Τμήμα Φυτοπροστασίας Βόλου, οδός Φυτόκου 47, 38001, Βόλος

μηλοειδή όπου λαμβάνει χώρα η αναπαραγωγή, ενώ το είδος *C. melanoneura*, εκτός από τα μηλοειδή στα οποία εμφανίζεται περιστασιακά, δείχνει μεγαλύτερη προτίμηση για την αναπαραγωγή του στον κράταιγο.. Και τα δύο συμπληρώνουν μία γενεά το χρόνο και διαχειμάζουν ως ενήλικα στα κωνοφόρα (Cermak et al. 2008; Mayer et al. 2010). Η μετανάστευση των ενηλίκων της ψύλλας προς τους μηλεώνες πιθανόν να αρχίζει όταν η μέση μέγιστη θερμοκρασία επτά ημερών είναι μεγαλύτερη των 9,5 °C (Tedeschi et al. 2012). Η μετακίνηση του διαχειμάζοντα πληθυσμού προς την μηλιά στην βόρεια Ιταλία και Γερμανία γίνεται το τέλος του χειμώνα (Μάρτιο- Απρίλιο) οπότε φωτοκεί. Τα προνυμφικά στάδια διαρκούν 4-5 εβδομάδες και τα νέα ενήλικα έντομα παραμένουν στα δένδρα δύο περίπου εβδομάδες μέχρι να φύγουν από τον οπωρώνα προς τις περιοχές που διαχειμάζουν, που χρονικά συμβαίνει στην βόρεια Ιταλία τον Ιούνιο και μέσα Ιουνίου έως Ιούλιο στη Γερμανία (Mattedi et al. 2008; Mayer et al. 2010). Τόσο τα ενήλικα που διαχειμάσαν όσο και τα ενήλικα της νέας γενεάς συμμετέχουν στη διάδοση της ασθένειας (Jarausch et al. 2011).

Αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι η εύρεση στην περιοχή του Πηλίου πιθανού εντόμου-φορέα του φυτοπλάσματος, προκειμένου να καθοριστεί ο τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος της μικροκαρπίας. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν συλλήψεις εντόμων σε μηλεώνες με πρόβλημα μικροκαρπίας, και καταγράφηκε η παρουσία ατόμων ψύλλας και ειδών Cicadellidae/Jassidae, τα οποία θα εξεταστούν περαιτέρω για την ταυτοποίησή τους και τυχόν παρουσία φυτοπλάσματος στο σώμα τους.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Επιλέγησαν πέντε οπωρώνες στην περιοχή του ορεινού Πηλίου, στους οποίους είχε εμφανισθεί μικροκαρπία τα προηγούμενα χρόνια και τοποθετήθηκαν παγίδες για την παρακολούθηση της μετακίνησης του πληθυσμού των ειδών ψύλλας από και προς τον οπωρώνα. Συγκεκριμένα στις αρχές Μαρτίου 2014 σε τρεις οπωρώνες στις Μηλιές και σε δύο στα Χάνια αναρτήθηκαν δύο κίτρινες κολλητικές παγίδες ανά οπωρώνα. Από αρχές Μαρτίου μέχρι μέσα Ιουνίου ανά δεκαπέντε μέρες γινόταν η αλλαγή των παγίδων και η καταμέτρηση των συλληφθέντων ατόμων ειδών ψύλλας και ειδών που ανήκουν στην οικογένεια Cicadellidae (syn.Jassidae). Συγχρόνως γινόταν και η συλλογή των ενηλίκων ατόμων ψύλλας με την μέθοδο του ραβδισμού των κλάδων.

Ο καλύτερος χρόνος εφαρμογής αυτής της μεθόδου είναι οι πρωινές ώρες όταν τα ενήλικα είναι δυσκίνητα λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών. Με τον τρόπο αυτό αναμένεται να καταγραφούν τα είδη ψύλλας που τρέφονται από τους χυμούς της μηλιάς. Ταυτόχρονα καταγράφονται οι θερμοκρασίες γιατί η μέση μέγιστη θερμοκρασία 7ημερών είναι ένας δείκτης έναρξης της μετανάστευσης του είδους *C. melanoneura* από τις θέσεις διαχείμασης προς τους ξενιστές αναπαραγωγής (Tedeschi 2012). Η καταγραφή αυτή έγινε μόνο στα Χάνια επειδή στις Μηλιές δεν υπήρχε πρόσβαση σε μετεωρολογικά στοιχεία.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι συλλήψεις ενηλίκων ατόμων ψύλλας και ειδών της οικογένειας Cicadellidae (syn. Jassidae) στις παγίδες παρουσιάζονται στους πίνακες I έως V και η μετακίνηση των ενηλίκων αυτών από και προς τους επιλεγέντες οπωρώνες όπως καταγράφηκε με τις κίτρινες κολλητικές παγίδες αποτυπώνεται στα διαγράμματα I έως V. Από τα δεδομένα των πινάκων φαίνεται ότι την περίοδο από Μάρτιο μέχρι τέλος Απριλίου παρατηρήθηκε σύλληψη πολύ μικρού αριθμού ακμαίων. Στον πίνακα I φαίνεται ότι οι πρώτες συλλήψεις σημειώθηκαν αρχές Μαρτίου. Σημειώνεται ότι ο οπωρώνας αυτός βρίσκεται μέσα σε δάσος.

Στους πίνακες II και III φαίνεται ότι οι πρώτες συλλήψεις παρατηρούνται αρχές Απριλίου. Εδώ αναφέρεται ότι ο οπωρώνας στον οποίον αναρτήθηκαν οι παγίδες 9 και 10 ήταν καλλιεργημένος ενώ ο άλλος στον οποίον αναρτήθηκαν οι παγίδες 11-12

Πίνακας I: Αθροισμα συλληφθέντων ενηλίκων ατόμων ψύλλας (*Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella*) και ειδών Cicadellidae (syn. Jassidae) στις παγίδες 1 και 2 ανά ημερομηνία καταγραφής σε οπωρώνα στις Μηλιές.

Table I: Total captures of adults of *Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella* and Cicadellidae (syn. Jassidae) species in traps 1 and 2 in an apple orchard at Milies locality.

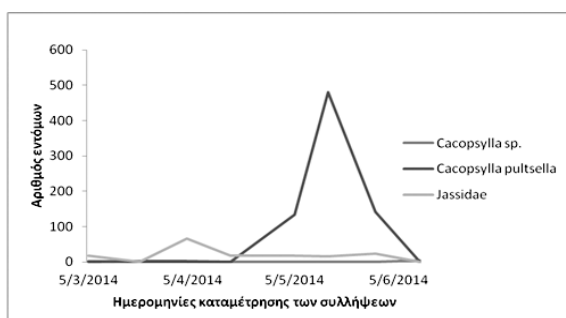
HM/NIA	ΠΑΓΙΔΑ 1 και 2		
	<i>Cacopsylla</i> sp.	<i>Cacopsylla pultsella</i>	Jassidae
5/3/14	2	0	18
20/3/14	1	2	0
3/4/14	1	3	66
16/4/14	0	0	17
5/5/14	0	134	18
15/5/14	0	480	16
29/5/14	0	142	23
11/6/14	4	0	0

Πίνακας II: Άθροισμα συλληφθέντων ενηλίκων ατόμων ψύλλας (*Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella*) και ειδών Cicadellidae (συν. Jassidae) στις παγίδες 9 και 10 ανά ημερομηνία καταγραφής σε οπωρώνα στις Μηλιές
Table II: Total captures of adults of *Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella* and Cicadellidae (syn. Jassidae) species in traps 9 and 10 in an apple orchard at Milies locality.

ΗΜ/ΝΙΑ	ΠΑΓΙΔΑ 9 και 10		
	<i>Cacopsylla</i> sp.	<i>Cacopsylla pultsella</i>	Jassidae
5/3/14	0	0	0
20/3/14	0	0	0
3/4/14	3	0	131
16/4/14	0	1	7
5/5/14	0	164	3
15/5/14	2	99	11
29/5/14	0	13	27
11/6/14	4	0	0

Πίνακας III: Άθροισμα συλληφθέντων ενηλίκων ατόμων ψύλλας (*Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella*) και ειδών Cicadellidae (συν. Jassidae) στις παγίδες 11 και 12 ανά ημερομηνία καταγραφής σε οπωρώνα στις Μηλιές
Table III: Total captures of adults of *Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella* and Cicadellidae (syn. Jassidae) species in traps 11 and 12 in an apple orchard at Milies locality.

ΗΜ/ΝΙΑ	ΠΑΓΙΔΑ 11 και 12		
	<i>Cacopsylla</i> sp.	<i>Cacopsylla pultsella</i>	Jassidae
5/3/14	0	0	0
20/3/14	0	0	0
3/4/14	0	0	7
16/4/14	1	0	74
5/5/14	0	30	18
15/5/14	0	127	18
29/5/14	0	8	30
11/6/14	0	0	0



Διάγραμμα I: Η μετακίνηση ενηλίκων ατόμων ψύλλας (*Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella*) και ειδών Cicadellidae (συν. Jassidae) στον οπωρώνα στις Μηλιές όπου ήταν οι παγίδες 1 και 2

Figure I: Movement of adults of *Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella* and Cicadellidae (syn. Jassidae) species during the growing season in an apple orchard at Milies area where was the traps 1 and 2



Διάγραμμα II: Η μετακίνηση ενηλίκων ατόμων ψύλλας (*Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella*) και ειδών Cicadellidae (συν. Jassidae) στον οπωρώνα στις Μηλιές όπου ήταν οι παγίδες 9 και 10

Figure II: Movement of adults of *Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella* and Cicadellidae (syn. Jassidae) species during the growing season in an apple orchard at Milies area where was the traps 9 and 10

Πίνακας IV: Άθροισμα συλληφθέντων ενηλίκων ατόμων ψύλλας (*Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella*) και ειδών Cicadellidae (συν. Jassidae) στις παγίδες 5 και 6 ανά ημερομηνία καταγραφής σε οπωρώνα στα Χάνια

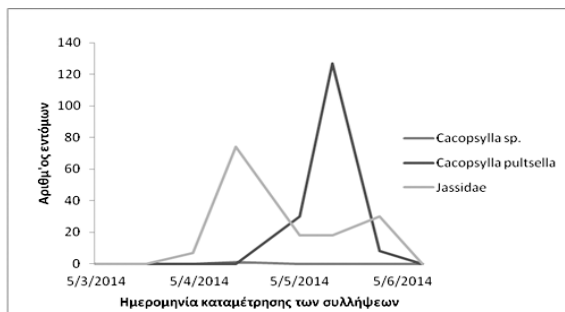
Table IV: Total captures of adults of *Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella* and Cicadellidae (syn. Jassidae) species in traps 5 and 6 in an apple orchard at Hania locality.

HM/NIA	ΠΑΓΙΔΑ 5 και 6		
	<i>Cacopsylla</i> sp.	<i>Cacopsylla pultsella</i>	Jassidae
12/3/14	0	0	1
27/3/14	1	0	12
10/4/14	4	0	19
25/4/14	3	1	4
8/5/14	7	144	9
22/5/14	2	579	6
5/6/14	34	2	4
20/6/14	1	20	5

Πίνακας V: Άθροισμα συλληφθέντων ενηλίκων ατόμων ψύλλας (*Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella*) και ειδών Cicadellidae (συν. Jassidae) στις παγίδες 7 και 8 ανά ημερομηνία καταγραφής σε οπωρώνα στα Χάνια

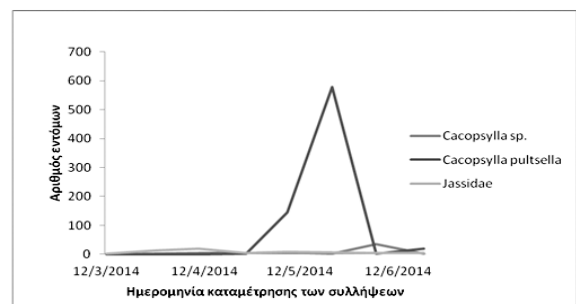
Table V: Total captures of adults of *Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella* and Cicadellidae (syn. Jassidae) species in traps 7 and 8 in an apple orchard at Hania locality.

HM/NIA	ΠΑΓΙΔΑ 7 και 8		
	<i>Cacopsylla</i> sp.	<i>Cacopsylla pultsella</i>	Jassidae
12/3/14	0	0	0
27/3/14	0	0	0
10/4/14	0	0	7
25/4/14	2	0	14
8/5/14	1	76	9
22/5/14	2	128	6
5/6/14	4	3	11
20/6/14	0	3	2



Διάγραμμα III: Η μετακίνηση ενηλίκων ατόμων ψύλλας (*Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella*) και ειδών Cicadellidae (συν. Jassidae) στον οπωρώνα στις Μηλιές όπου ήταν οι παγίδες 11 και 12

Figure III: Movement of adults of *Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella* and Cicadellidae (syn. Jassidae) species during the growing season in an apple orchard at Milies area where was the traps 11 and 12



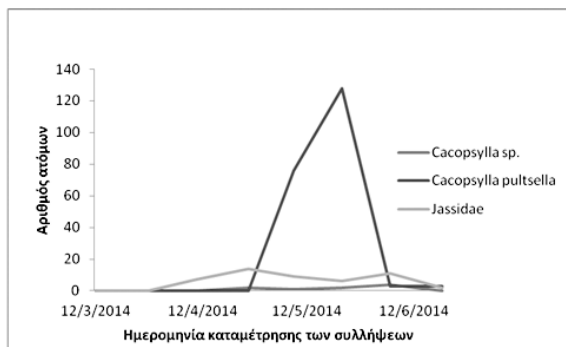
Διάγραμμα V: Η μετακίνηση ενηλίκων ατόμων ψύλλας (*Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella*) και ειδών Cicadellidae (συν. Jassidae) στον οπωρώνα στα Χάνια όπου ήταν οι παγίδες 7 και 8

Figure V: Movement of adults of *Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella* and Cicadellidae (syn. Jassidae) species during the growing season in an apple orchard at Hania area where was the traps 7 and 8

Πίνακας VI:Μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες αέρα κατά το 17ήμερο που προηγήθηκε της πρώτης σύλληψης στα Χάνια.

Table VI: Maximum and minimum air temperatures during 17days prior to the first capture in Hania

ΗΜ/ΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	
	ΜΕΓΙΣΤΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ
11/3/14	-1	-2
12/3/14	7	-1
13/3/14	5	1
14/3/14	6	-3
15/3/14	10	-3
16/3/14	5	2
17/3/14	10	1
18/3/14	15	4
19/3/14	16	3
20/3/14	9	4
21/3/14	10	1
22/3/14	11	-1
23/3/14	13	1
24/3/14	14	4
25/3/14	10	2
26/3/14	8	3
27/3/14	9	3



Διάγραμμα IV: Η μετακίνηση ενηλίκων ατόμων ψύλλας (*Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella*) και ειδών Cicadellidae (syn. Jassidae) στον οπωρώνα στα Χάνια όπου ήταν οι παγίδες 5 και 6

Figure IV: Movement of adults of *Cacopsylla* sp., *Cacopsylla pultsella* and Cicadellidae (syn. Jassidae) species during the growing season in an apple orchard at Hania area where was the traps 5 and 6

ήταν εγκαταλελειμμένος.

Τα δεδομένα των πινάκων I έως III προέρχονται από οπωρώνες που βρίσκονται στις Μηλιές. Οι πίνακες IV, V αναφέρονται στην περιοχή Χάνια όπου μέχρι τέλος Απριλίου ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων ψύλλας ήταν μικρός

Τον Μάιο παρατηρήθηκαν πολλές συλλήψεις του είδους *Cacopsylla pultsella* που είναι η ψύλλα της κουτσουπιάς και ελάχιστες συλλήψεις άλλων ειδών ψύλλας σ' όλους τους επιλεγέντες οπωρώνες πλην ενός που βρισκόταν στα Χάνια. Δεν έγινε ταυτοποίηση άλλων ειδών ψύλλας εκτός από το είδος *Cacopsylla pultsella* λόγω τεχνικών δυσκολιών. Επίσης μεγάλος αριθμός συλλήψεων της ψύλλας της κουτσουπιάς *Cacopsylla pultsella* με κίτρινες κολλητικές παγίδες είχε παρατηρηθεί την άνοιξη και το καλοκαίρι του 2006 από την Υπηρεσία μας (Ινστιτούτο Προστασίας Φυτών Βόλου) σε μια αντίστοιχη έρευνα που έγινε από τον Δρα Αθ. Κουτρούμπα σε μηλεώνες στην περιοχή της Ζαγοράς. Τότε είχε διαπιστωθεί η παρουσία της κουτσουπιάς (*Cercis siliquastrum*) σε γειτονικές περιοχές γεγονός που οδήγησε στο συμπέρασμα ότι αυτήν την εποχή έχουμε ένα μεταναστευτικό κύμα του είδους *Cacopsylla pultsella* που κινείται τυχαία μέσα από τους οπωρώνες της μηλιάς. Άποψη που στοιχειοθετείται από το γεγονός ότι το είδος αυτό της ψύλλας δεν είναι εχθρός της μηλιάς, γι' αυτό εξάλλου είχαμε μία μόνο σύλληψη ενηλίκου με την μέθοδο του ραβδιισμού, που θεωρείται αμελητέος αριθμός σε σχέση με τον μεγάλο αριθμό ενηλίκων του είδους που μετακινήθηκε διαμέσου του οπωρώνα.

Τα στοιχεία στους πίνακες δείχνουν την παρουσία και άλλων ειδών ψύλλας στον οπωρώνα, αλλά δεν αποδεικνύουν κατ' ανάγκη ότι είναι και εχθροί της καλλιέργειας εκτός αν αναγνωρισθεί ότι ανήκουν σε είδη ψύλλας που είναι εχθροί της μηλιάς. Τα είδη που έχουν ξενιστή την μηλιά είναι : *Cacopsylla melanoneura* (Förster 1848), *Cacopsylla costalis* (Flor 1861), *Cacopsylla mali* (Schmidberber 1836) and *Triozia urticae* (Linnaeus 1758) (Frisinghelli et al. 2000). Οι παγίδες στάλθηκαν σε εξειδικευμένο στην ταυτοποίηση ειδών ψύλλας εργαστήριο του εξωτερικού και αναμένονται τα αποτελέσματα.

Η μέθοδος του ραβδιισμού των κλάδων αποδεικνύει την ύπαρξη επιβλαβών ειδών ψύλλας όμως ο αριθμός συλληφθέντων ενηλίκων με αυτή την μέθοδο και στους πέντε οπωρώνες ήταν ασήμαντος. Στη διάρκεια των τεσσάρων μηνών παρακολούθησης συνελήφθησαν μόνο τρία ενήλικα άτομα και από αυτά το ένα ανήκει στο γνωστό είδος *Cacopsylla pultsella*.

Όσο για τις συλλήψεις στις κίτρινες παγίδες των ειδών που ανήκουν στις οικογένειες Cicadellidae και Jassidae, μερικά των οποίων έχουν χαρακτηριστεί ως φορείς φυτοπλάσματος, το διάστημα από Μάρτιο έως Απρίλιο, παρατηρήθηκε ότι το μέγιστο των συλλήψεων σημειώθηκε τον μήνα Απρίλιο.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι πρώτες πτήσεις των ενηλίκων εντόμων παρατηρήθηκαν από τέλος Μαρτίου μέχρι τέλος Απριλίου. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία του 7ημέρου 13/3-20/3/14 δηλαδή λίγο πριν το τέλος Μαρτίου είναι 9,5 °C στα Χάνια. Επειδή όμως τα δεδομένα ήταν λίγα είναι παρακινδυνευμένο να αποδεχθούμε τον δείκτη αυτόν εφαρμόσιμο στην περιοχή παρόλο ότι η πρώτη πτήση σημειώθηκε ανάμεσα στις 13/3- 27/3. Απαιτείται περισσότερη έρευνα πάνω στην σχέση θερμοκρασίας και έναρξης των πτήσεων για καθένα είδος ψύλλας-φορέα. Ο μικρός αριθμός συλλήψεων ατόμων ειδών ψύλλας μέχρι τέλος Απριλίου, που πιθανόν είναι φορείς του φυτοπλάσματος 'Ca Phytoplasma mali', δεν επιτρέπει τον ισχυρισμό ότι υπάρχει μαζική μετακίνηση των ενηλίκων από τα γειτονικά δάση προς τους οπωρώνες, όπως θα αναμενόταν αν υπήρχαν στις περιοχές είδη ψύλλας που ήταν φορείς. Στην άποψη αυτή συνηγορούν επιπλέον και το ότι η εφαρμογή της μεθόδου του ραβδισμού των κλάδων έδειξε περιορισμένη παρουσία ατόμων ψύλλας στα δένδρα της μηλιάς καθώς και το γεγονός ότι από τα τρία είδη *Cacopsylla* που είναι γνωστοί φορείς του φυτοπλάσματος έχει αναφερθεί ότι υπάρχει στην Ελλάδα η *Cacopsylla melanoneura*, ενώ για τα άλλα δύο είδη *Cacopsylla picta* και *Cacopsylla mali* δεν υπάρχει κάποια αναφορά εύρεσης τους στον Ελλαδικό χώρο (Burckhardt Daniel 2010). Αυτά τα δεδομένα ενισχύουν την άποψη ότι τα μη ταυτοποιημένα είδη ψύλλας που συλλέχθηκαν στις κίτρινες παγίδες δεν αναμένεται να είναι εχθροί της μηλιάς.

Η μελέτη αυτή στηρίχθηκε στην υπόθεση ότι η μετακίνηση των ειδών ψύλλας φορέων του φυτοπλάσματος θα γινόταν αρχές Μαρτίου όπως συμβαίνει στην Γερμανία και βόρεια Ιταλία. Όμως στις ελληνικές συνθήκες, που είναι πιο θερμές, η μεταναστεύση μπορεί να συνέβη νωρίτερα από τον Μάρτιο. Εξάλλου έχει αναφερθεί στην βόρειο Ιταλία ως χρόνος μεταναστεύσης της *C. melanoneura* το τέλος Ιανουαρίου (Tedeschi et al. 2012). Όμως στην περίπτωση αυτή θα αναμενόταν μέσα στους επόμενους μήνες η παρουσία του εντόμου πάνω στα δένδρα,

όπου θα ωστοκούσε και τα προνυμφικά στάδια θα αναπτυσσόταν, ενώ αργότερα τον Ιούνιο θα ανευρίσκονταν τα ενήλικα άτομα της νέας γενεάς που θα μετανάστευαν προς τα κωνοφόρα. Κάτι τέτοιο δεν διαπιστώθηκε στον επιλεγέντα τυχαία εγκαταλελειμμένο οπωρώνα, για τον οποίο εξασφαλίζεται ότι δεν υπήρξαν επεμβάσεις για την καταπολέμηση των εντόμων που θα μπορούσαν να αλλάξουν τα δεδομένα. Τον Ιούνιο σε ένα μόνο οπωρώνα στα Χάνια συνελήφθη στις παγίδες σημαντικός αριθμός ενηλίκων ψύλλας από είδη που έχουν σταλεί για ταυτοποίηση (Πίνακας 4).

Είναι γνωστό ότι στην βόρεια Ιταλία στα μέσα Ιουνίου και στην Γερμανία τον Ιούνιο και Ιούλιο παρατηρείται μεταναστευτικό κύμα των ειδών ψύλλας της μηλιάς προς τα κωνοφόρα για να διαχειμάσουν. Όμως στον συγκεκριμένο οπωρώνα ενώ υπήρχαν συλλήψεις στις παγίδες που αποδεικνύουν την παρουσία ενηλίκων ψύλλας, με τον ραβδισμό των κλάδων των δένδρων μηλιάς παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν ψύλλες πάνω στα δένδρα. Άρα τα είδη ψύλλας στους οπωρώνες την εποχή της μετανάστευσης τους δεν είναι βλαβερά για την καλλιέργεια της μηλιάς.

Στις περιοχές, που διεξήχθη η μελέτη το φαινόμενο της μικροκαρπίας ήταν έντονο και η εξάπλωση της ασθένειας γρήγορη την περίοδο από το 1999 μέχρι τα τελευταία χρόνια, ωστόσο δεν έχει βρεθεί στην περιοχή κάποιο από τα γνωστά έντομα-φορείς του φυτοπλάσματος. Υπάρχει η εκδοχή ο φορέας του φυτοπλάσματος να είναι κάποιο άλλο έντομο. Στην Ιταλία έχει αναφερθεί ως φορέας το τζιτζικάκι *Fieberiella florii* για το οποίο όμως απαιτείται περαιτέρω έρευνα για το πόσο σημαντική είναι η συμμετοχή του στην εξάπλωση της ασθένειας της σκούπας της μηλιάς επειδή είναι πολυφάγο έντομο. Το ενδεχόμενο ο φορέας στην περιοχή να είναι το έντομο αυτό δεν μπορεί να αποδειχθεί με τα στοιχεία αυτής της εργασίας, γιατί το έντομο αναφέρεται ότι βρίσκεται στους οπωρώνες από τον Ιούλιο μέχρι και τον Οκτώβριο (Tedeschi et al. 2006). Για την περίοδο αυτή δεν έχουμε παρατηρήσεις γιατί το ενδιαφέρον μας είχε επικεντρωθεί στις ψύλλες που δραστηριοποιούνται νωρίτερα.

Η έρευνα για την εύρεση του φορέα πρέπει να συνεχισθεί γιατί το φυτόπλασμα μπορεί να εισέλθει σε ένα οπωρώνα με το πολλαπλασιαστικό υλικό ή με τον εμβολιασμό με προσβεβλημένο εμβόλιο όμως κατόπιν η εξάπλωση του γίνεται με τα έντομα φορείς. Άρα η εύρεση του φορέα είναι σημαντική για να αντιμετωπισθεί το φαινόμενο και να εμποδιστεί η εξάπλωση του .

Preliminary results of a study in Pelion area for identification of insects reported in the literature as vectors of the phytoplasma ‘Candidatus phytoplasma mali’ that causes the disease apple proliferation

A. Sahinoglou¹, P. Papapetrou¹, I. Roubos¹

ABSTRACT

A survey for identification of insect vectors of the phytoplasma ‘Candidatus Phytoplasma mali’ has been conducted in Pelion area where the problem of small fruits of apple-trees has been observed. The capture of Psylla species has occurred from early March until late June in orchards of Milies and Hania areas which had reduced fruit production and degraded quality using yellow stick traps. In addition in the same time period, the captures of insects of the Cicadellidae family were recorded. At the same time adults Psylla individuals were collected using the beating tray method. A small number of Psylla adults were captured in the traps and their identification will be performed in a foreign specialized laboratory. The collection of only three Psylla individuals by the beating method reinforces the assumption that the apple-tree is not host plant for the species of Psylla moving in the selected orchards. The research must be continued in order to identify the insect vector that causes the spread of the disease apple proliferation in the orchards of the Pelion area.

Keywords: Small fruits, phytoplasma, psylla, apple

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Burckhardt Daniel, Naturhistorisches Museum Basel, 2010
2. Čermák, V., and Lauterer, P. 2008. Overwintering of psyllids in South Moravia (Czech Republic) with respect of the vectors of the Apple Proliferation cluster phytoplasmas. Bull. Insectol. 61:147-148
3. EPPO/CABI (1996) Apple proliferation phytoplasma. In: Quarantine Pests for Europe, 2nd edn. Wallingford: CAB International. 959–962.
4. Frisinghelli, C., Delaiti, L., Grando, M. S., Forti, D., and Vindimian, M.E. 2000. *Cacopsylla costalis* (Flor 1861), as a vector of apple proliferation in Trentino. J. Phytopathol. 148:425- 431.
5. Jarausch B, Schwind N, Fuchs A, Jarausch W. 2011. Characteristics of the spread of apple proliferation by its vector *Cacopsylla picta*. Phytopathology.101(12):1471-80.
6. Jarausch, B., and Jarausch, W. 2010. Psyllid vectors and their control. Pages 250-271 in: Phytoplasmas – Genomes, Plant Hosts and Vectors. P. G. Weintraub and P. Jones, eds. CABI, England.
7. Jarausch, B., Schwind, N., Jarausch, W., Krczal, G., Dickler, E., and Seemöller, E. 2003. First report of *Cacopsylla picta* as a vector of apple proliferation phytoplasma in Germany. Plant Dis. 87:101.
8. Krczal, G., Krczal H., and Kunze, L. 1989. *Fiebertiella florii* (Stal)—a vector of the apple proliferation agent. Acta Hort. 235:99-104.
9. Kunze, L. 1989. Apple proliferation. Pages 99-113 in: Virus and Viruslike Diseases of Pome Fruits and Simulating Noninfectious Disorders. P. R. Fridlund, ed. Cooperative Extension College of Agriculture and Home Economics, Washington State University, Pullmann.
10. Lauterer, P. 1999. Results of the investigations on Hemiptera in Moravia, made by the Moravian museum (*Psylloidea* 2). Acta Mus. Morav. Sci. Nat. 84:71-151.
11. Mattedi, L., Forno, F., Cainelli, C., Grando, M. S., and Jarausch, W. 2008. Research on ‘Candidatus

ELGO DIMITRA, Directorate General of Agricultural Research Institute of Industrial and Forage Crops, Plant Protection, Department of Volos, Fytokou 47, 38001

- Phytoplasma mali' transmission by insect vectors in Trentino. *Acta Hort.* 781:369-374.
12. Mayer, C.J., Jarausch, B., Jarausch, W., Vilcinskis, A., and Gross, J. 2009. *Cacopsylla melanoneura* has no relevance as vector of apple proliferation in Germany. *Phytopathology* 99:729-738.
 13. Mayer, C. J., Vilcinskis, A., and Gross, J. 2010. Chemically mediated multitrophic interactions in a plant-insect vector-phytoplasma system compared with a partially nonvector species. *Agric. For. Entomol.* Online publication. doi:10.1111/j:1461-9563.
 14. Roubou A, Carraro L., Nanos G., Boutla I., Roubos I., 2007. First report of *Candidatus Phytoplasma mali* in Greece and correlation with small apple fruit disorder occurring in the orchards of the Pelion Mountain. *Acta Horticultura (ISHS)* 781:505-510.
 15. Tedeschi Rosemarie, Mario Baldessari, Valerio Mazzoni, Federica Trona, and Gino Angeli. 2012. Population Dynamics of *Cacopsylla melanoneura* (Hemiptera: Psyllidae) in Northeast Italy and Its Role in the Apple Proliferation Epidemiology in Apple Orchards. *J. Econ. Entomol.* 105 (2).
 16. Tedeschi R, Baldessari M, Mazzoni V, Trona F, Angeli G. 2012. Population dynamics of *Cacopsylla melanoneura* (Hemiptera: Psyllidae) in Northeast Italy and its role in apple proliferation epidemiology in apple orchards. *J Econ Entomol* 105(2): 322–328.
 17. Tedeschi, R., and Alma, A. 2006. *Fieberiella florii* (Homoptera:Auchenorrhyncha) as a vector of 'Candidatus *Phytoplasma mali*' *Plant Dis.* 90:284-290.
 18. Tedeschi, R., Bosco, D., and Alma, A. 2002. Population dynamics of *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae), a vector of apple proliferation phytoplasma in Northwestern Italy. *J. Econ. Entomol.* 95:544-551.

Είναι η ποικιλία 'Κορινθιακή Σταφίδα' μετάλλαξη της ποικιλίας 'Λιάτικο'?

Κατερίνα Μπινιάρη¹ και Μαριτίνα Σταυρακάκη²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή επιχειρήθηκε, με τη χρησιμοποίηση της μοριακής μεθόδου RAPD-PCR, η διερεύνηση της προέλευσης της ποικιλίας «Κορινθιακή Σταφίδα» και συγκεκριμένα αν αποτελεί προϊόν μετάλλαξης της ποικιλίας «Λιάτικο». Μελετήθηκαν έξι βιότυποι από την ποικιλία «Κορινθιακή Σταφίδα» (μεταξύ των οποίων περιλαμβάνεται και ο βιότυπος γνωστός ως «μεταλλαγμένη Κορινθιακή Σταφίδα») και έξι βιότυποι της ποικιλίας «Λιάτικο» (μεταξύ των οποίων περιλαμβάνεται και ο βιότυπος γνωστός με το όνομα «Τσιμπίμπες»). Για τη γενετική μελέτη χρησιμοποιήθηκαν έξι εκκινητές που έδωσαν περισσότερες από 40 ηλεκτροφορητικές ζώνες. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος UPGMA και ο συντελεστής ομοιότητας SM. Με βάση τα ενισχυμένα προϊόντα, προσδιορίστηκε ο βαθμός γενετικής ομοιότητας όλων των δυνατών ζευγών των βιότυπων των δύο ποικιλιών που μελετήθηκαν και σχηματίστηκε το σχετικό δενδρογράμμα. Από τη συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι: α) όλοι οι βιότυποι της ποικιλίας «Λιάτικο» έδειξαν εξαιρετικά υψηλό βαθμό γενετικής ομοιότητας έως και ταυτότητα μεταξύ τους ($I = 0,977 - 1,000$), αποτελούν επομένως εν δυνάμει κλώνους, β) ανάλογο υψηλό βαθμό γενετικής ομοιότητας ($I = 0,954 - 0,977$) παρουσίασαν μεταξύ τους και οι βιότυποι της ποικιλίας «Κορινθιακή Σταφίδα» που μελετήθηκαν και οι οποίοι μπορούν να θεωρηθούν ως κλώνοι, γ) διαπιστώθηκε απόσταση μεταξύ των βιότυπων της ποικιλίας «Λιάτικο» και εκείνων της ποικιλίας «Κορινθιακή Σταφίδα», με το βαθμό γενετικής ομοιότητας να κυμαίνεται σε σχετικά χαμηλές τιμές ($I = 0,774 - 0,791$). Τα παραπάνω αποτελέσματα δεν επιβεβαιώνουν την υπόθεση ότι η ποικιλία «Κορινθιακή Σταφίδα» προήλθε από την ποικιλία «Λιάτικο» μέσω του φαινομένου της μετάλλαξης, με ενδιάμεση μορφή το βιότυπο «Τσιμπίμπες», αλλά πρόκειται για διαφορετικές ποικιλίες αμπέλου.

Λέξεις κλειδιά: Κορινθιακή Σταφίδα, Λιάτικο, RAPD-PCR, γενετική μελέτη, *Vitis vinifera* L.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ποικιλίες Κορινθιακή Σταφίδα και Λιάτικο θεωρούνται και είναι από τις πλέον παλαιές του ελληνικού αμπελώνα με αποκλειστικά σχεδόν κέντρα καλλιέργειας τη Βορειοδυτική Πελοπόννησο και τα νησιά του Ιονίου η πρώτη, και την Κρήτη η δεύτερη. Πολυκλωνικής φύσης ποικιλίες, παρουσιάζουν μεγάλο αριθμό βιότυπων οι οποίοι διαμορφώθηκαν στις επί μέρους αμπελοοικονομικές περιοχές κατά τη μακροαίωνα καλλιέργειά τους, που διαφέρουν σε αμπελοοικονομικούς, φυσιολογικούς και παραγωγικούς χαρακτήρες. Βασική διαφορά των δύο ποικιλιών, μεταξύ των άλλων, είναι η απουσία ή παρουσία γιγάρτων στις ράγες. Η Κορινθιακή Σταφίδα ως παρθενοκαρπική ποικιλία είναι αγίγαρη, ενώ το Λιάτικο είναι εγγίγαρη (2-3 γίγαρτα ανά ράγα).

Όμως, όπως έχει διαπιστωθεί στην μεν Κορινθιακή Σταφίδα παρατηρείται ποσοστό 2-4% των ραγών με γίγαρτα που κατά κανόνα στερούνται εμβρύου (Χαιρέτης 1883, Κοιμπάς 1930), ενώ αντίστοιχο και ίσως μεγαλύτερο ποσοστό ραγών σε έναν βιότυπο της ποικιλίας Λιάτικο (Τσιμπίμπες) είναι μικρού μεγέθους και φέρουν υποτυπώδη γίγαρτα.

Για την Κορινθιακή Σταφίδα τόσο στην ελληνική (Κοιμπάς 1943, Νταβίδης 1982, Βλάχος κ.ά. 1986) όσο και τη διεθνή Αμπελογραφία (Guillon 1895, Viala and Vermorel 1909, Robinson κ.ά. 2012) αναφέρονται αρκετά συνώνυμα, όπως Σταφιδάμπελος, Κορινθιακή Σταφίς, Κορινθιακή, Λιανορρόγι, Μαύρη Σταφίδα, Corinthe Noir, Raisin de Corinthe (Γαλλία), Corinto nero, Passerina nera, Passula di Corinto, Alga Passera (Ιταλία), Black Corinth,

¹Εργαστήριο Αμπελολογίας, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 118 55, Αθήνα. E-mail: kbiniari@aua.gr

²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Αμπελολογίας, Ιερά Οδός 75, 118 55, Αθήνα

Zante Currants, Currant Grape (Αγγλία, Αυστραλία, ΗΠΑ), Corinto Negro (Ισπανία) κ.ά., χρωματικές παραλλαγές και τύποι, όπως Κορινθιακή λευκή (White Corinth, Passerina bianca, Corinto bianco), Κορινθιακή ρόδινη, (Passerina rosa), Κορινθιακή σχιστόφυλλη, Κορινθιακή ανθούσα κ.ά.

Η ποικιλία Λιάτικο θεωρείται γηγενής του κρητικού αμπελώνα, όπου καλλιεργείται αποκλειστικά από τον 11ο αιώνα ή και νωρίτερα και ουσιαστικά στερείται συνωνύμων, εξαιτίας του γεωγραφικού εντοπισμού. Ως συνώνυμο αναφέρεται ο Μαυρολιάτης, όμως η αμπελογραφική περιγραφή (τουλάχιστον για το βιότυπο που διατηρείται στην Αμπελογραφική Συλλογή του Ινστιτούτου Αμπέλου, Λυκόβρυση) έδειξε ότι πρόκειται για συγγενή αλλά διαφορετική ποικιλία (Σταυρακάκης κ.ά. 2016).

Για την Κορινθιακή Σταφίδα έχει διατυπωθεί η άποψη ότι είναι γηγενής του ελληνικού περιβάλλοντος και προήλθε από τοπικό πληθυσμό της άγριας αμπέλου και όχι από την καυκασιανή (*Vitis vinifera caucasica*) άμπελο (Λογοθέτης 1970). Η άποψη αυτή, της ύπαρξης δηλαδή ενός ή και περισσότερων δευτερογενών γενετικών κέντρων των ποικιλιών αμπέλου από τον ευρύτερο χώρο του Αιγαίου έως τη Δυτική Ευρώπη, ενισχύεται από πρόσφατες ερευνητικές εργασίες (Grassi κ.ά. 2003, Štajner κ.ά. 2011, De Andrés κ.ά. 2012). Δεν υπάρχουν, όμως, αρκετά δεδομένα για το χρόνο εμφάνισης της Κορινθιακής Σταφίδας. Αντίθετα υποστηρίζεται ότι η Κορινθιακή Σταφίδα όπως και η Κορινθιακή λευκή περιλαμβάνονται στην *proles pontica* όπως και οι περισσότερες ελληνικές ποικιλίες και στην *sub proles balcanica* (Negrul, 1938, 1946; Levadoux, 1956). Προκειμένου

περί ελληνικών ποικιλιών οινοποιίας, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι οι περισσότερες εξ αυτών αποτελούν απλά ή πολλαπλά υβρίδια άλλων ποικιλιών (Loukas κ.ά. 1983).

Ως προς την προέλευση της Κορινθιακής σταφίδας έχουν διατυπωθεί διαφορετικές απόψεις. Με κριτήριο τις ομοιότητες στους μορφολογικούς και αμπελογραφικούς χαρακτήρες μεταξύ των ποικιλιών Κορινθιακή Σταφίδα και Λιάτικο, υποστηρίχθηκε ότι η πρώτη προέκυψε από την δεύτερη μέσω του φαινομένου της μετάλλαξης με ενδιάμεσο βιότυπο τις «Τσιμπίμπες» (Κριμπάς 1930). Πρόσφατα, τα αποτελέσματα ερευνητικής εργασίας με τη χρήση μοριακών μεθόδων επέτρεψαν τη διατύπωση της άποψης ότι η ποικιλία Κορινθιακή Σταφίδα είναι προϊόν διασταύρωσης μεταξύ της ποικιλίας Λιάτικο και μιας άγνωστης ποικιλίας αμπέλου, χωρίς να δίνονται, όμως περισσότερες πληροφορίες (προέλευση, αμπελογραφική περιγραφή, κ.ά.) για τους βιότυπους που μελετήθηκαν ούτε ως προς το Λιάτικο ούτε, κυρίως, ως προς την Κορινθιακή Σταφίδα (Myles κ.ά. 2011).

Στην παρούσα εργασία, για τη διερεύνηση της υπόθεσης αυτής μελετήθηκαν από έξι βιότυποι των ποικιλιών Λιάτικο και Κορινθιακή Σταφίδα με τη χρήση των RAPDs.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στον Πίνακα I παρουσιάζονται οι βιότυποι των ποικιλιών Λιάτικο και Κορινθιακή Σταφίδα που μελετήθηκαν καθώς και οι περιοχές δειγματοληψίας. Από την Κορινθιακή Σταφίδα επελέγησαν παραγωγικοί βιότυποι από τα κύρια καλλιεργητικά κέντρα

Πίνακας I. Βιότυποι των ποικιλιών Λιάτικο και Κορινθιακή Σταφίδα που μελετήθηκαν και περιοχές δειγματοληψίας.
Table I. Biotypes of cultivars Liatiko and Korinthiaki Staphis studied and sampling areas

Κωδικός	Ποικιλία	Περιοχή δειγματοληψίας
A1	Λιάτικο («Τσιμπίμπες»)	Α.Σ. Γ.Π.Α.
A2	Λιάτικο	Α.Σ. Ι.Α.Λ.
A3	Λιάτικο	Α.Σ. Ι.Α.Λ.
A4	Λιάτικο	Α.Σ. Ι.Α.Λ.
A5	Λιάτικο	Α.Σ. Ι.Α.Λ.
A6	Λιάτικο	Α.Σ. Ι.Α.Λ.
A7	Κορινθιακή Σταφίδα	Α.Σ. Ι.Α.Λ.
A8	Κορινθιακή Σταφίδα Αιγιάλειας	Α.Σ. Γ.Π.Α.
A9	Κορινθιακή Σταφίδα Ζακύνθου	Ζάκυνθος
A10	Κορινθιακή Σταφίδα Κεφαλληνίας	Αιγιάλεια
A11	Κορινθιακή Σταφίδα Μεταλλαγμένη 1	Αιγιάλεια
A12	Κορινθιακή Σταφίδα Μεταλλαγμένη 2	Αιγιάλεια

Όπου: Α.Σ. Ι.Α.Λ.: Αμπελογραφική Συλλογή Ινστιτούτου Αμπέλου / ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Λυκόβρυση
Α.Σ. Γ.Π.Α.: Αμπελογραφική Συλλογή Εργαστηρίου Αμπελογαίας,
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Βοτανικός

και από πρέμνα που διατηρούνται στις αμπελογραφικές συλλογές. Επίσης, πάρθηκαν δείγματα από τη “μεταλλαγμένη” Κορινθιακή Σταφίδα από πρέμνα που είχαν επισημανθεί στην ορεινή Αιγιάλεια και



Εικόνα 1. Κορινθιακή Σταφίδα «μεταλλαγμένη»
Figure 1. Korinthiaki Staphis “metallagmeni”



Εικόνα 2. Λιάτικο «Τσιμπίμπες»
Figure 2. Liatiko “Tsibibes”

συγκεκριμένα ξεχωριστό δείγμα από το βραχίονα που έφερε τις εγγύαρτες σταφυλές (κωδικός δείγματος A11) και ξεχωριστό δείγμα από το βραχίονα του πρέμνου με τις αγύαρτες σταφυλές (κωδικός δείγματος A12) (Εικ. 1). Οι βιότυποι της ποικιλίας Λιάτικο είχαν επισημανθεί και επιλεγεί από αμπελώνες της Ανατολικής Κρήτης και δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στους κύριους αμπελογραφικούς και παραγωγικούς χαρακτήρες. Διαφορές εντοπίζονται στους χαρακτήρες της σταφυλής (μέγεθος, πυκνότητα) και των ραγών, ιδιαίτερα στο βιότυπο «Τσιμπίμπες», που παρουσιάζει κατά κανόνα μεγαλύτερο αριθμό και σημαντικά μικρότερου μεγέθους αγύαρτες ράγες μεταξύ των κανονικών εγγύαρτων ραγών (Εικ. 2).

Ως πειραματικό υλικό χρησιμοποιήθηκαν τα νεαρά φύλλα των κυρίων βλαστών των πρέμνων στα οποία πραγματοποιήθηκε μακροσκοπικός έλεγχος της υγείας των πρέμνων, τόσο κατά την περίοδο βλάστησης όσο και κατά την πλήρη ωρίμανση του φορτίου, έτσι ώστε να επισημανθούν και τελικά να επιλεγούν υγιείς βιότυποι. Από το κάθε πρέμνο συλλέχθηκαν περισσότερα από τρία δείγματα, τα οποία και τοποθετήθηκαν σε διαφορετικές σακούλες. Αμέσως μετά τη συλλογή τους, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε φορητό ψυγείο με ξηρό πάγο (-80°C περίπου) και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν και τοποθετήθηκαν σε ψυγείο βαθιάς κατάψυξης (-80°C).

Η απομόνωση του DNA πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το πρωτόκολλο των Thomas κ.ά. (1993), ύστερα από κάποιες τροποποιήσεις.

Οι αντιδράσεις της αλυσιδωτής αντίδρασης της πολυμέρασης (PCR) έγιναν σύμφωνα με τους Williams κ.ά. (1990), με μικρές τροποποιήσεις. Για την ενίσχυση χρησιμοποιήθηκε ο κυκλικός ενάλκας θερμοστάτης (Perkin Elmer, DNA Thermal Cycler 9600) και οι συνθήκες ενίσχυσης ήταν: 1 κύκλος για 5 λεπτά στους 94°C, 35 κύκλοι από 1 λεπτό στους 94°C, 1 λεπτό στους 44°C, 2 λεπτά στους 72°C και τέλος 1 κύκλος για 10 λεπτά στους 72°C.

Οι εκκινητές που χρησιμοποιήθηκαν για την ενίσχυση του γονιδιωματικού DNA ήταν τυχαία δεκαμερή ολιγονουκλεοτίδια, τα οποία προήλθαν από το Ίδρυμα Τεχνολογίας Έρευνας, Ινστιτούτο Μοριακής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας (ΙΤΕ – IMBB) και την Operon Technologies Inc. Alameda CA, USA (OT). Οι εκκινητές και η αλληλουχία τους φαίνονται στον πίνακα II.

Ο διαχωρισμός των ενισχυμένων προϊόντων, 20μL από κάθε δείγμα, έγινε με οριζόντια ηλεκτρο-

φόρηση σε πηκτή αγαρόζης συγκέντρωσης 2%. Το ρυθμιστικό διάλυμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το TAE (40 mM Tris-acetate, 1mM EDTA, pH: 8,0) και η χρώση του DNA έγινε με βρωμιούχο αιθίδιο σε συγκέντρωση 0,5 µg/mL στην πηκτή και στο ρυθμιστικό διάλυμα. Οι διαστάσεις της πηκτής 15 cm x 13 cm και πάχους 10 mm και η ηλεκτροφόρηση γινόταν στα 80 Volt σταθερά με διάρκεια περίπου 3,5 ώρες.

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τα υπολογιστικά φύλλα Excel (Microsoft Office Suite) και το στατιστικό πρόγραμμα NTSYS-pc v.2.11f (Rohlf 2000, Exeter Software New York, USA).

Για τον προσδιορισμό της γενετικής συγγένειας των βιοτύπων των ποικιλιών χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής ομοιότητας Simple Matching (SM), όπως περιγράφεται από τους Sneath και Sokal (1973).

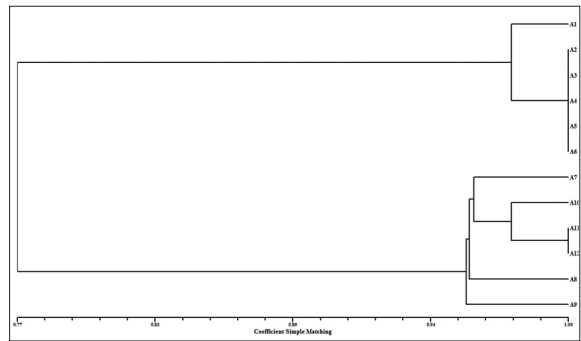
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως φαίνεται στον Πίνακα II, οι εκκινητές που χρησιμοποιήθηκαν έδωσαν περισσότερες από 40 ηλεκτροφορητικές ζώνες. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά, προσδιορίστηκε ο βαθμός γενετικής ομοιότητας (Πίνακας III) μεταξύ όλων των δυνατών ζευγών των βιοτύπων που μελετήθηκαν και σχηματίστηκε το αντίστοιχο δενδρόγραμμα (Εικ. 3).

Από τη συγκριτική μελέτη των παραπάνω δεδομένων προκύπτει ότι:

α) όλοι οι βιότυποι της ποικιλίας Λιάτικο έδειξαν εξαιρετικά υψηλό βαθμό γενετικής ομοιότητας έως και ταυτότητα μεταξύ τους ($I = 0,977 - 1,000$), γεγονός που δείχνει ότι πρόκειται περί κλώνων της ποικιλίας, β) ανάλογο υψηλό βαθμό γενετικής ομοιότητας ($I = 0,954 - 0,977$) παρουσίασαν οι βιότυποι της ποικιλίας Κορινθιακή Σταφίδα οι οποίοι μπορούν να θεωρηθούν ως ξεχωριστοί κλώνοι. Πρόσφατα, με τη χρήση της αμπελογραφικής περιγραφής και των AFLPs, διαπιστώθηκε η ύπαρξη αριθμού διακριτών κλώνων στην Κορινθιακή Σταφίδα και ακόμη ότι είναι διαφορετική ποικιλία από την Κορινθιακή λευκή (Stavrakaki και Biniari 2016).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η διαπίστωση της απουσίας γενετικής διαφοροποίησης μεταξύ των δύο δειγμάτων (βιοτύπων) που πάρθηκαν από το “μεταλλαγμένο” πρέμνο της Κορινθιακής Σταφίδας, γεγονός που δείχνει ότι αποτελεί προϊόν μετάλλαξης του αγίγαρου βιότυπου της Κορινθιακής Σταφίδας, γ) αντίθετα, διαπιστώθηκε σχετικά υψηλή απόσταση μεταξύ των βιοτύπων της ποικιλίας Λιάτικο και εκείνων της ποικιλίας Κορινθιακή Στα-



Εικόνα 3. Δενδρόγραμμα των ποικιλιών που μελετήθηκαν με τη μέθοδο RAPD με βάση το συντελεστή Simple Matching (UPGMA).

Figure 3. Dendrogram of the cultivars studied with the molecular method RAPD and the coefficient Simple Matching (UPGMA).

Πίνακας II. Εκκινητές που χρησιμοποιήθηκαν, αλληλουχία των βάσεων και αριθμός των ενισχυμένων προϊόντων για τη μελέτη των ποικιλιών Λιάτικο και Κορινθιακή Σταφίδα

Table II. Primers combination used for AFLP analysis

Εκκινητές	Αλληλουχία 5' → 3'	Αριθμός ενισχυμένων προϊόντων
1225	AGGTGACCGT	6
OPF-05	CCGAATTCCC	12
OPF-09	CCAAGCTTCC	8
OPM-02	ACAACGCCTC	3
OPM-04	GCGGTTTGTC	11
OPM-05	GGGAACGTGT	3

Πίνακας III. Βαθμός γενετικής ομοιότητας των ποικιλιών που μελετήθηκαν με τη μέθοδο RAPD με βάση το συντελεστή Simple Matching (UPGMA).

Table III. Degree of genetic similarity of the cultivars studied with the molecular method RAPD and the coefficient Simple Matching (UPGMA).

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
A1	1,000											
A2	0,977	1,000										
A3	0,977	1,000	1,000									
A4	0,977	1,000	1,000	1,000								
A5	0,977	1,000	1,000	1,000	1,000							
A6	0,977	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000						
A7	0,767	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	1,000					
A8	0,767	0,744	0,744	0,744	0,744	0,744	0,954	1,000				
A9	0,767	0,744	0,744	0,744	0,744	0,744	0,954	0,954	1,000			
A10	0,791	0,767	0,767	0,767	0,767	0,767	0,977	0,977	0,977	1,000		
A11	0,814	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,954	0,954	0,954	0,977	1,000	
A12	0,814	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,954	0,954	0,954	0,977	1,000	1,000

φίδα ($I=0,774 - 0,791$). Ο χαμηλός αυτός βαθμός γενετικής ομοιότητας δείχνει ότι πρόκειται περί διαφορετικών ποικιλιών αμπέλου, και επομένως το Λιάτικο μάλλον δεν αποτελεί γονεϊκή ποικιλία από την οποία προέκυψε η Κορινθιακή Σταφίδα με τη συσσώρευση μεταλλάξεων, δ) ο βιότυπος της ποικιλίας Λιάτικο με το όνομα «Τσιμπίμπες», αν και κατατάσσεται στον ίδιο κλάδο του δενδρογράμματος, φαίνεται να διαφοροποιείται ελαφρά από τους υπόλοιπους βιότυπους του Λιάτικου, τουλάχιστον για τους εκκινητές που χρησιμοποιήθηκαν. Η ονομασία «Τσιμπίμπες» (στην Κρήτη χρησιμοποιείται το όνομα «Ντοντίνια») πιθανόν παραπέμπει στο συνώνυμο που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα για την Κορινθιακή Σταφίδα στα Ιόνια νησιά (τσιμπίμπο και λιανορρώγι) και θεωρείται ως ενδιάμεση μορφή μεταξύ των ποικιλιών Λιάτικο και Κορινθιακή Σταφίδα (Κριμπάς 1943, Σταυρακάκης 2010). Το λήμμα «ντοντίνι» ή «ντοντουίνι» είναι δυσετυμολόγητο, αλλά πιθανολογείται ότι προέρχεται είτε από το τουρκικό τότση, ή το λατινικό dodoni, που σημαίνουν «το

κενό περιεχομένου σφαιρίδιο». Στην προκειμένη περίπτωση της ποικιλίας με το όνομα αυτό νοείται η μικρή, χωρίς γίγαρτο, σφαιρική ράγα. Άλλωστε στην Κρήτη και ιδιαίτερα στις αγροτικές κοινότητες είναι πολύ γνωστή η έκφραση «ντοντίνι μυαλό δεν έχει» που σημαίνει «δεν έχει κουκούτσι μυαλό» (Σταυρακάκης κ.ά. 2016).

Το σημαντικό, όμως, είναι ότι παρουσιάζει σχετικά χαμηλό βαθμό γενετικής ομοιότητας με τον εγγίγαρτο βιότυπο της Κορινθιακής Σταφίδας ($I=0,814$).

Τα παραπάνω αποτελέσματα δεν φαίνεται να επιβεβαιώνουν την υπόθεση ότι η ποικιλία Λιάτικο αποτελεί την αρχική (γονεϊκή) ποικιλία από την οποία προέκυψε η Κορινθιακή Σταφίδα μέσω μεταλλάξεων ούτε και την άποψη ότι ενδιάμεσος μεταξύ των ποικιλιών αυτών είναι ο βιότυπος «Τσιμπίμπες». Είναι προφανές ότι απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση του θέματος με τη χρήση συνδυασμού της αμπελογραφικής περιγραφής και άλλων μοριακών μεθόδων.

Is grapevine cultivar ‘Korinthiaki Staphis’ a mutation of grapevine cultivar ‘Liatiko’?

Katerina Biniari and Maritina Stavrakaki

ABSTRACT

The present study investigated the origin of grapevine cultivar ‘Korinthiaki Staphis’ and in particular if it is a product of mutation of grapevine cultivar ‘Liatiko’, with the use of the molecular method RAPD-PCR. Six biotypes of cultivar ‘Korinthiaki Staphis’ (among which the biotype known as “mutated Korinthiaki Staphis” is also included) and six biotypes of cultivar ‘Liatiko’ (among which the biotype known as “Tsibibes” is included) were studied. For the genetic study, six primers were used which produced more than 40 reproducible fragments. For the statistical analysis, the method UPGMA and the similarity coefficient SM were used. Based on the amplified products, the degree of genetic similarity of all possible pairs of the biotypes of the two cultivars studied was determined and the corresponding dendrogram was generated. The analysis of the results revealed the following: a) all the biotypes of cultivar ‘Liatiko’ showed an extremely high degree of genetic similarity even identity between them ($I= 0.977-1.000$), which suggests that they are potential clones, b) the biotypes of cultivar ‘Korinthiaki Staphis’ also showed a high degree of genetic similarity among them ($I= 0.954-0.977$), and they can also be considered as clones, c) a distance among the biotypes of cultivar ‘Liatiko’ and those of cultivar ‘Korinthiaki Staphis’ was revealed, with the degree of genetic similarity being considerably low ($I= 0.774-0.791$). The above results do not confirm the hypothesis that grapevine cultivar ‘Korinthiaki Staphis’ derived from grapevine cultivar ‘Liatiko’ through the phenomenon of mutation, with intermediate form the biotype “Tsibibes”, but they are different grapevine cultivars.

Keywords: Korinthiaki Staphis, Liatiko, RAPD-PCR, genetic study, *Vitis vinifera* L.

Laboratory of Viticulture, Department of Crop Science, School of Agriculture, Engineering and Environmental sciences, Agricultural University of Athens, Iera Odos 75, 11855, Athens. E-mail: kbiniari@aua.gr

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βλάχος, Μ., 1986. Αμπελογραφία. Θεσσαλονίκη.
- De Andris, M.T., Benito, A., Perez-Rivera, G., Ocete, R., Lopez, M.A., Gaforio, L., Muñoz, G., Cabello, F., Martvnez Zapater, J.M. and Arroyo-Garcva, R., 2012. Genetic diversity of wild grapevine populations in Spain and their genetic relationships with cultivated grapevines. *Mol. Ecol.* 21(4): 800 – 816.
- Grassi, F., Labra, M., Imazio, S., Spada, A., Sgorbati, S., Scienza, A. and Sala, F., 2003. Evidence of a secondary grapevine domestication centre detected by SSR analysis. *Theor. Appl. Genet.* 107: 1315 – 1320.
- Guillon, J.M., 1895. Les cıpages orientaux. G. Carre. Paris.
- Κομπάς, Β.Δ., 1930. Η καταγωγή της σταφιδαμπέλου. Πρακτικά της Ακαδημίας Αθηνών (Συνεδρίαση της 9 Δεκεμβρίου 1930).
- Κομπάς, Β.Δ., 1943. Ελληνική Αμπελογραφία, τ. 1. Αθήναι.
- Levadoux, L., 1956. Les populations sauvages et cultivies de *Vitis vinifera* L. *Annales de l'Amulioration des Plantes*, 6, 59-118.
- Loukas, M., Stavrakakis, M.N. and Krimbas, C.B., 1983. Inheritance of polymorphic isoenzymes in grape cultivars. *The Journal of Heredity* 74: 181 – 183.
- Λογοθέτης, Β.Χ., 1970. Η εξέλιξις της αμπέλου και της αμπελοουργίας εις την Ελλάδα κατά τα αρχαιολογικά ευρήματα της περιοχής. Θεσσαλονίκη.
- Myles, S., Boyko, A.R., Owens, C.L., Brown, P.J., Grassi, F., Aradhya, M.K., Prins, B., Reynolds, A., Chia, J.-M., Ware, D., Bustamante, C.D. and Buckler, E.S., 2011. Genetic structure and domestication history of the grape. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 108(9): 3530 – 3535. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1009363108
- Negrul, A. M., 1938. Evolution of cultivated forms of grapes. *Comptes Rendus de l'Acadmic des Sciences, USSR*, 18, 585-588.
- Negrul, A. M., 1946. Origin of the cultivated grapevine and its classification. In A. Baranoc, Y. F. Kai, M. A. Lazarevski, A. M. Negrul, T. V. Palibin & N. N. Prosmoserdov (Eds.), *Ampelographia of USSR* (Vol. I, pp. 159-216). Moscow, Russia.
- Νταβίδης, Ο.Ξ., 1982. Ελληνική Αμπελολογία (Δοκίμιον). τ Γ', Στοιχεία Αμπελογραφίας, Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών, Αθήνα.
- Robinson, J., Harding, J. and Voulliamoz, J., 2012. *Wine grapes. A complete guide to 1.368 vine varieties, including their origins and flavours.* Penguin books Ltd. London.
- Rohlf, F.J., 2000. NTSYS-pc numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.1. Exeter Software, Setauket, N.Y.
- Sneath, P.H. and Sokal, R.R., 1973. *Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification.* Freeman W.H. and Company, San Francisco and London.
- Štajner, N., Rusjan, D., Korosec-Koruza, Z. and Javornik, B, 2011. Genetic characterization of old Slovenian grapevine varieties of *Vitis vinifera* L. by microsatellite genotyping. *Am. J. Enol. Vitic.* 62(2): 250 – 255.
- Stavrakaki, M. and Biniari, K., 2016. Genotyping and phenotyping of the potential clones, biotypes and variants of grapevine cultivar 'Korinthiaki staphis' (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Agricultural Science.* 8(3): 127–141 ISSN 1916-9752 (print) E-ISSN 1916-9760 (online). <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v8n3p127>
- Σταυρακάκης, Μ.Ν., 2010. Αμπελογραφία. Εκδόσεις Τροπή. Αθήνα.
- Σταυρακάκης, Μ.Ν., Σταυρακάκη Μ., Μπινιάρη Κ. και Μπούζα Δ. 2016. «Αμπελογραφία των ξεχασμένων ελληνικών ποικιλιών». Εκδόσεις Τροπή. Αθήνα (υπό έκδοση).
- Thomas, M. R., Matsumoto, S., Cain, P. and Scott, N. S., 1993. Repetitive DNA of grapevine: classes present and sequences suitable for cultivar identification. *Theoretical & Applied Genetics*, 86, 173-180. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00222076>
- Viala, P. and Vermorel, V., 1909. *Traiti Gunral d'Ampulographic.* Maison id. Paris, 7 volumes.
- Χαιρέτης, Μ.Θ., 1883. Περί σταφιδαμπέλου. Αθήναι.
- Williams, J.G.K., Kubelik, A.R., Livak, K.J., Rafalski, A. and Tingey, S.V., 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucl. Acids Res.* 18(22): 6531 – 6535.

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 ανάλογου μεγέθους, ώστε να παραμένουν ευανάγνωστα σε περίπτωση σμίκρυνσης του σχήματος. Το ελάχιστο μέγεθος των σχεδίων πρέπει να είναι 9x12 εκ. και το μέγιστο 18.5x24 εκ. Τα σχέδια πρέπει να αριθμούνται με αραβικούς αριθμούς ύστερα από τη λέξη “σχήμα” (π.χ. Σχήμα 1). Ο τίτλος (λεζάντα) των σχημάτων και των εικόνων (φωτογραφιών) θα δακτυλογραφείται σε ξεχωριστή σελίδα και όχι επάνω στο σχήμα.
Οι φωτογραφίες πρέπει να είναι καλής ποιότητας και να έχουν καλό κοντράστ και ευκρίνεια.
- 8.** Οι λεζάντες των σχημάτων, των πινάκων και των φωτογραφιών που θα υπάρχουν στην εργασία θα πρέπει **ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ** να είναι γραμμένες εκτός από την ελληνική γλώσσα και στην ξένη γλώσσα την οποία ο συγγραφέας ή οι συγγραφείς έχουν χρησιμοποιήσει για να γράψουν και την περίληψη της εργασίας τους.
- 9.** Η βιβλιογραφία, θα πρέπει να δίνεται - τόσο εντός κειμένου όσο και στο τέλος - με ορισμένο τρόπο. Συνιστάται να ακολουθείται το σύστημα HARVARD, οι βασικές αρχές του οποίου είναι:
 - α) Εντός του κειμένου οι βιβλιογραφικές αναφορές θα περιλαμβάνουν το όνομα του συγγραφέα και τη χρονολογία, αμφότερα εντός παρενθέσεως ή μόνο τη χρονολογία. Σε περίπτωση δύο συγγραφέων θα αναφέρονται και οι δύο (π.χ. Βασιλείου και Παύλου,1988). Εάν οι συγγραφείς είναι περισσότεροι των δύο, τότε η καταχώρηση γίνεται ως Βασιλείου κ.α. (1988). Το ίδιο γίνεται και για τα ξένα ονόματα.
Εάν υπάρχουν περισσότερες της μίας βιβλιογραφικές αναφορές σε συνέχεια, τότε η παράθεσή τους γίνεται κατά

χρονολογική σειρά (π.χ. Jones 1982, Reter 1984, Demeter και Peterson 1987).
Εάν υπάρχουν από τον ίδιο συγγραφέα περισσότερες από μία δημοσιεύσεις του ίδιου έτους, τότε αριθμούνται ως α,β,γ, (π.χ. Jones 1988α, Jones 1988β).

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