

1/2021
ISSN 1105-9478
ΤΟΜΟΣ 30 ΣΕΙΡΑ VI

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ
ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

GEOTECHNICAL
SCIENTIFIC ISSUES

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

<i>Anna Tsiara</i> <i>Eleni Spanodimou</i> <i>Konstantinos Tsiboukas</i> <i>Georgios Zervas</i> <i>Iosif Bizelis</i>	Comparison of investment plans for the settlement and operation of sheep breeding businesses: Case of Chios sheep	4-9
<i>Stylios Gatsojannis</i> <i>Dimitrios Palaskas</i>	Yield tables of black pine forests of N. Grammos, Kastoria, Greece	10-31
<i>Stefanos P. Stefanidis</i> <i>Dimitrios I. Stathis</i>	Assessing the ability of regional climate models (RCMs) in simulating seasonal precipitation in the University Forest of Pertouli, Trikala	32-39
<i>D. Samaras</i> <i>K. Theodoropoulos</i> <i>E. Eleftheriadou</i>	The plant communities of hungarian oak (<i>Quercus frainetto</i> Ten.) forests of Mt Goulinas (Sterea Ellas, Greece)	40-58

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

<i>Άννα Τσιάρα</i> <i>Ελένη Σπανοδήμου</i> <i>Κωνσταντίνος Τσιμπούκας</i> <i>Γεώργιος Ζέρβας</i> <i>Ιωσήφ Μπιζέλης</i>	Σύγκριση επενδυτικών σχεδίων εγκατάστασης και λειτουργίας προβατοτροφικών εκμεταλλεύσεων: Η περίπτωση Χιώτικων προβάτων	4-9
<i>Στυλιανός Γκατζογιάννης</i> <i>Δημήτριος Παλάσκας</i>	Πίνακες παραγωγής Μαύρης πεύκης Β. Γράμιου Καστοριάς	10-31
<i>Στέφανος Π. Στεφανίδης</i> <i>Δημήτριος Ι. Στάθης</i>	Αξιολόγηση της καταλληλότητας των Περιφερειακών Κλιματικών Μοντέλων (RCMs) στην προσομοίωση των εποχιακών κατακρημνισμάτων στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου, Τρικάλων	32-39
<i>Δ. Σαμαράς</i> <i>Κ. Θεοδωρόπουλος</i> <i>Ε. Ελευθεριάδου</i>	Οι φυτοκοινωνίες των δασών της πλατυφύλλου δρυός (<i>Quercus frainetto</i> Ten.) του όρους Γουλινά (Κ. Στερεά Ελλάδα)	40-58

Σύγκριση επενδυτικών σχεδίων εγκατάστασης και λειτουργίας προβατοτροφικών εκμεταλλεύσεων: Η περίπτωση Χιώτικων προβάτων

Άννα Τσιάρα¹, Ελένη Σπανοδήμου¹, Κωνσταντίνος Τσιμπουκάς², Γεώργιος Ζέρβας³, Ιωσήφ Μπιζέλης⁴

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή αποτελεί μία συγκριτική μελέτη των οικονομικών αποτελεσμάτων δύο επενδυτικών σχεδίων ίδρυσης, εγκατάστασης και λειτουργίας προβατοτροφικών εκμεταλλεύσεων διαφορετικής δυναμικότητας, με σκοπό τη διερεύνηση της οικονομικής τους βιωσιμότητας. Το ένα επενδυτικό σχέδιο αφορά προβατοτροφική μονάδα δυναμικότητας 500 προβατινών Χιώτικης φυλής (Τσιάρα, 2016) ενώ το δεύτερο δυναμικότητας 1.000 προβατινών Χιώτικης φυλής (Σπανοδήμου 2016) και συντάχθηκαν βάση κοινών παραμέτρων.

Η δομή της εργασίας αποτελείται από εισαγωγικά στοιχεία σχετικά με τον κλάδο της αιγοπροβατοτροφίας και τη βιωσιμότητα των εκμεταλλεύσεων του συγκεκριμένου κλάδου. Ακολουθούν τα υλικά και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν, δηλαδή τα δεδομένα και οι υπολογισμοί της χρηματοοικονομικής ανάλυσης, σύμφωνα με τα σενάρια που λήφθηκαν υπόψη. Τέλος, παρουσιάζονται συγκριτικά τα αποτελέσματα της χρηματοοικονομικής ανάλυσης των δυο επενδυτικών σχεδίων και κάποιες εναλλακτικές προτάσεις με βάση τα συμπεράσματα που εξήχθησαν.

Τα συμπεράσματα έδειξαν κατά πόσο η δυναμικότητα των προβατοτροφικών μονάδων στο συγκεκριμένο σύστημα εκτροφής και με όλες τις παραμέτρους που λήφθηκαν υπόψη, μπορεί να επηρεάσει την οικονομική βιωσιμότητά τους ως προς τα οικονομικά τους αποτελέσματα και τη διαχειριστότητά τους.

Λέξεις κλειδιά: σύγκριση, οικονομικά αποτελέσματα, επενδυτικά σχέδια, αιγοπροβατοτροφία, προβατοτροφικές μονάδες, Χιώτικη φυλή προβατινών, δυναμικότητα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην Ελλάδα εκτρέφεται το 10% των προβάτων της Ε.Ε. και παράγεται το 30% του συνολικού αιγοπρόβειου γάλακτος της Ευρώπης (Ζέρβας, 2015). Επιπλέον τα πρόβατα αποτελούν το 43,8% του ζωικού κεφαλαίου γεγονός που καθιστά την προβατοτροφία κυρίαρχο κλάδο, αφού κατέχει το μισό σχεδόν πληθυσμό του ζωικού κεφαλαίου (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2015).

Η εκτροφή των αιγοπροβάτων στην χώρα μας, κατά κύριο λόγο έχει ως παραγωγική κατεύθυνση τη γαλακτοπαραγωγή, παράγονται περίπου 700.000

τόνοι πρόβειου γάλακτος και περίπου 480.000 αίγειου από τους οποίους περισσότερο από το 80% τυροκομείται. Τις πρώτες θέσεις στην παραγωγή πρόβειου γάλακτος κατέχουν η Δυτική Ελλάδα και η Θεσσαλία η οποία κατέχει και την πρώτη θέση στην παραγωγή τυριών (ΕΛΟΓΑΚ., 2015). Η απουσία ποσοτώσεων στην παραγωγή αιγοπρόβειου γάλακτος είναι σημαντικό πλεονέκτημα για την χώρα μας καθώς συγκριτικό πλεονέκτημα του κλάδου αποτελεί η συμβολή της παραγωγής του στην τυροκομία και στην εθνική οικονομία γενικότερα και αυτό λόγω της εξέχουσας θέσης που κατέχει η παραγωγή

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπονδών «Επιχειρηματικότητα και Συμβουλευτική στην Αγροτική Ανάπτυξη», τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης & τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής & Υδατοκαλλιεργειών, Ιερά Οδός 75, 118 55, Βοτανικός, Αθήνα.

* Διευθύνσεις e-mail: anna_tsiara@hotmail.com (Α.Τσιάρα), lena_span@hotmail.com (Ε. Σπανοδήμου)

²Καθηγητής, Εργαστήριο Διοίκησης (Μάνατζμεντ) Γεωργικών Επιχειρήσεων και Εκμεταλλεύσεων, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

* Διευθίνση e-mail: tsiboukas@aau.gr

³Καθηγητής, Διευθυντής Εργαστηρίου Φυσιολογίας Θρέψης και Διατροφής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

* Διευθίνση e-mail: gzervas@aau.gr

⁴Αναπληρωτής καθηγητής, Εργαστήριο Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

* Διευθίνση e-mail: jmpiz@aau.gr

μοναδικών τυριών ΠΟΠ. Τα τυριά αποτελούν την κύρια ομάδα των προϊόντων ΠΟΠ της Ελλάδας (21 κατοχυρωμένα είδη) αφού συνιστούν τα 3/4 της παραγωγής, με το σπουδαιότερο απ' όλα στη συνολική αξία των πωλήσεων να είναι το τυρί "φέτα" το οποίο κατέχει αξιόλογη θέση στις αγορές του εσωτερικού και του εξωτερικού (European commission, 2012).

Αναφορικά με τον αριθμό των εκμεταλλεύσεων και των προβάτων ανά περιφέρεια, τα σκήπτρα κρατάνε η Δυτική Ελλάδα, η Κρήτη και η Θεσσαλία (ΕΛ. ΣΤΑΤ., 2015). Οι περισσότερες μονάδες στη χώρα μας είναι μικρές, μικτής και παραδοσιακής μορφής, ωστόσο τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μετακίνηση της προβατοτροφίας προς τις πεδινές περιοχές με εντατικότερης μορφής εκτροφές και παραγωγικά συστήματα, λόγω κοινωνικό-οικονομικών, κυρίως, λόγων. Μια εντατική εκτροφή, βέβαια, προϋποθέτει συνεχή και υψηλή παραγωγή. Γι' αυτό το λόγο είθισται να επιλέγονται πρόβατα βελτιωμένων, ανθεκτικών φυλών (π.χ. Χίου, Αρτας) με υψηλή γαλακτοπαραγωγή (>300 kg ετησίως) και πολυδυμία (>1,5).

Βάση των παραπάνω συνθηκών του κλάδου της αιγοπροβατοτροφίας πραγματοποιήθηκε και η σύνταξη των δυο επενδυτικών σχεδίων (Σπανοδήμου 2016, Τσιάρα 2016).

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Βασικό υλικό της παρούσας εργασίας αποτελούν τα δύο επενδυτικά σχέδια ίδρυσης και λειτουργίας προβατοτροφικών μονάδων 500 και 1.000 Χιώτικων προβατινών αντίστοιχα. Τα δύο επενδυτικά σχέδια είναι αποτελέσματα έρευνας και μελέτης δύο μεταπτυχιακών διατριβών και για την υλοποίησή τους ακολουθήθηκαν όλα τα απαιτούμενα βήματα (Σπανοδήμου 2016, Τσιάρα 2016). Πραγματοποιήθηκε εσωτερική και εξωτερική ανάλυση, ανάλυση στρατηγικής (swot analysis) και πλάνο παραγωγής έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί χρηματοοικονομική ανάλυση. Από την ανάλυση αυτή εξήχθησαν χρήσιμα αποτελέσματα-συμπεράσματα (Σπανοδήμου 2016, Τσιάρα, 2016).

Καθένα από τα επενδυτικά σχέδια αφορά στη σύσταση ομόρρυθμης εταιρείας από δύο εταίρους που μοιράζονται ισόποσα το γεωργικό εισόδημα. Έδρα της εταιρείας αποτελεί ένα ιδιόκτητο οικόπεδο 20.664 τ.μ. σε πεδινή έκταση στην τοπική κοινότητα Πηγής Τρικάλων. Τα πρόβατα που εκτρέφονται ανήκουν στην αυτόχθονη φυλή της Χίου, η κατεύθυνση είναι γαλακτοπαραγωγική και ακολουθείται καθαρά ενσταβλισμένη μέθοδος εκτροφής. Επιπλέον,

οι κατασκευές είναι θερμοκηπιακού τύπου λόγω των πλεονεκτημάτων που διαθέτουν (Νικίτα-Μαρτζοπούλου, 2006).

Τα κύρια προϊόντα είναι το πρόβειο γάλα και το κρέας αρνιών και τα δευτερεύοντα προϊόντα το κρέας προβατινών, το μαλλί και η κόπρος. Οι τιμές πώλησης των προϊόντων λήφθηκαν από τοπικές εταιρείες – συνεταιρισμό, κατά το έτος εκπόνησης των εργασιών (2016). Συγκεκριμένα, το πρόβειο γάλα πωλείται σε τυροκομείο και η τιμή πώλησης είναι 1 €/kg. Το πρόβειο κρέας πωλείται σε τοπική εταιρεία εμπορίας ζώων-κρεάτων στην τιμή των 3 €/kg το κρέας των προβατινών και των κριών και 5 €/kg το κρέας των αρνιών. Όσον αφορά το μαλλί, πλεονέκτημα του Νομού Τρικάλων είναι η δυνατότητα διάθεσης του μαλλιού ανάμεσα σε τέσσερις εταιρείες σύμφωνα με το Εμπορικό Επιμελητήριο Τρικάλων (2015). Η παραγόμενη ποσότητα μαλλιού πωλείται σε μια εκ των παραπάνω εταιρειών, με τιμή πώλησης 0,25 €/kg. Τέλος, η κόπρος διατίθεται χωρίς χρηματικό αντάλλαγμα στους γεωργούς της περιοχής.

Για την εκτενέστερη μελέτη των επιχειρηματικών σχεδίων δημιουργήθηκε το πλάνο παραγωγής το οποίο διαμορφώθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο εκτροφής των προβατινών, το κατάλληλο πρόγραμμα διατροφής σε όλες τις παραγωγικές φάσεις των ζώων και τις αρχές υγιεινής και εκτροφής. Σε κάθε επενδυτικό σχέδιο, η εκμετάλλευση ξεκινάει με την αγορά μέρους του ζωικού κεφαλαίου, με σκοπό την πλήρωση του κατάλληλου ζωικού δυναμικού, όπως αναφέρεται παρακάτω.

Τα δύο επενδυτικά σχέδια διαφέρουν στα εξής: Το πρώτο (δυναμικότητας 500 προβατινών) αποτελεί τριετές επενδυτικό σχέδιο στο οποίο οι εγκαταστάσεις θα ολοκληρωθούν στο πρώτο έτος, θα απασχολεί προσωπικό τρεις εργάτες και θα υπάρχει δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης καθώς έχει προβλεφθεί ήδη σύμφωνα με τα σχέδια και τη νομοθεσία (Τσιάρα, 2016). Από την άλλη, το δεύτερο (δυναμικότητας 1.000 προβατινών) αποτελεί τετραετές επενδυτικό σχέδιο στο οποίο οι εγκαταστάσεις θα ολοκληρωθούν σε δύο έτη και θα απασχολεί προσωπικό πέντε εργάτες (Σπανοδήμου, 2016).

Επιπλέον, για το επιχειρηματικό σχέδιο της μονάδας 500 προβατινών αγοράστηκαν 250 θηλυκά αρνιά, ώστε στο 3^ο έτος λειτουργίας της ο αριθμός αυτός να ανέλθει σε 500 προβατινές γαλακτοπαραγωγής. Αντίστοιχα η μονάδα 1.000 προβατινών ξεκίνησε με την αγορά 300 θηλυκών αρνιών, ώστε στο 4^ο έτος λειτουργίας της να φτάσει την πλήρη δυνα-

μικτότητα της δηλαδή τις 1.000 προβατίνες γαλακτοπαραγωγής

Η χρηματοδότηση των επενδύσεων προήλθε από ίδια κεφάλαια εταιρών, λήψη μακροπρόθεσμου δάνειου οκταετίας και ενίσχυση της επένδυσης. Το συνολικό κόστος επένδυσης για την μονάδα δυναμικότητας 500 προβατινών είναι 441.879 € και για τη μονάδα δυναμικότητας 1.000 προβατινών είναι 644.438 €.

Χρηματοοικονομική ανάλυση

Η χρηματοοικονομική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με την χρήση των υπολογιστικών φύλλων (Excel). Περιλαμβάνει κοστολόγηση (σε βάθος τριετίας και τετραετίας αντίστοιχα) και αξιολόγηση της κάθε επένδυσης (σε βάθος δεκαπενταετίας) με την υπόθεση δύο σεναρίων, το βασικό και το δυσμενές.

Το βασικό σενάριο μελετήθηκε με βάση τις συνθήκες και τα δεδομένα του κλάδου στην περιοχή, στην Ελλάδα και παγκοσμίως κατά το έτος σύνταξης των επενδυτικών σχεδίων (2016). Χρησιμοποιήθηκε τιμή γάλακτος 1 €/λίτρο, φορολογία των επιχειρήσεων 13% και τιμές ζωοτροφών που ίσχυαν το έτος 2016 στη συγκεκριμένη περιοχή. Το βασικό αυτό σενάριο αποτελεί οδηγό για την απόφαση επένδυσης αυτών των επιχειρήσεων, καθώς τα αποτελέσματά του θα οδηγήσουν στη λήψη της απόφασης των επενδυτών.

Το δυσμενές σενάριο πραγματοποιήθηκε βάση τριών αρνητικών μεταβολών που δύναται να δημιουργηθούν με το πέρασμα των ετών. Σε αυτό μειώθηκε η τιμή πώλησης του γάλακτος σε 0,90 €/λίτρο, αυξήθηκαν οι τιμές των συμπυκνωμένων ζωοτροφών κατά 15% και αυξήθηκε η φορολόγηση της επιχείρησης σε 26%. Το δυσμενές αυτό σενάριο αποτελεί μια υπόθεση ενός συνολικά αρνητικού περιβάλλοντος που θα έχει να αντιμετωπίσει ο επιχειρηματικός κλάδος και που αν πραγματοποιηθούν θα επηρεαστούν αρνητικά όλοι οι κλάδοι και η αγορά γενικότερα.

Το επιτόκιο προεξόφλησης που χρησιμοποιείται στην αξιολόγηση της επένδυσης για τον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (ΕΒΑ) είναι το επιτόκιο δανεισμού μακροπρόθεσμου δανείου που ισούται με 7,22%, προσυζητημένο κατά 0,5%, ποσοστό που εκφράζει το επιχειρηματικό ρίσκο. Άρα, το επιτόκιο με το οποίο υπολογίζονται η Καθαρή Παρούσα Αξία και ο Βαθμός Εσωτερικής Απόδοσης είναι το 7,72%.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα του βασικού σεναρίου της κοστολόγησης που θα εξεταστούν αφορούν στο έτος δείκτη για τα επόμενα χρόνια δηλαδή το έτος με την πλήρη δυναμικότητα της μονάδας. Αυτό αποτελεί το τρίτο έτος για την προβατοτροφική εκμετάλλευση δυναμικότητας 500 προβατινών και το τέταρτο έτος για την προβατοτροφική εκμετάλλευση δυναμικότητας 1.000 προβατινών. Στον πίνακα I παρατηρείται το ποσοστό επί τις εκατό (%) που λαμβάνουν ο καθέννας από τους κυριότερους συντελεστές παραγωγής στο σύνολο των παραγωγικών δαπανών και στις δύο περιπτώσεις σε κάθε μία από τις δύο εκμεταλλεύσεις. Στον πίνακα II απεικονίζονται το κόστος παραγωγής των κύριων προϊόντων και τα οικονομικά αποτελέσματα των δύο εκμεταλλεύσεων στο έτος δείκτη.

Πίνακας I: Ποσοστό (%) των Συντελεστών Παραγωγής ως προς τις Παραγωγικές Δαπάνες-Percentage (%) of Production Factors in Productive Expenses

Παραγωγικές Δαπάνες			500 (3ο έτος)	1.000 (4ο έτος)
Δυναμικότητα μονάδας				
Σύνολο Παραγωγικών Δαπανών (€)			197.357	366.768
Συντελεστές Παραγωγής	Έδαφος	% Εδάφους	0,46%	0,25%
		Εργασία	% Εργασίας (ξένης + οικογενειακής)	16%
	% Ξένης εργασίας		10%	9%
	Πάγιο κεφάλαιο	% Αποβέσεων	7%	7%
		% Τόκων παγίου	12,6%	12,3%
		% Συντήρησης	1,8%	2%
		% Ασφαλίσεων	1,1%	1,1%
		% Τόκων συντήρησης + ασφαλίσεων	0,1%	0,1%
	Κυκλοφοριακό κεφάλαιο	% Αναλώσιμων υλικών	53%	58%
		% Ε.Λ.Γ.Α.	0,36%	0,19%
		% Υπηρεσιών τρίτων	4,4%	4,7%
		% Διάφορων άλλων δαπανών	0,09%	0,05%
		% Τόκων κυκλοφοριακού	2,1%	2,3%

Πίνακας II: Κόστος παραγωγής κύριων προϊόντων και Οικονομικά αποτελέσματα εκμεταλλεύσεων – Production cost of main products and economic results of sheep breeding businesses

ΒΑΣΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ				
Δυναμικότητα εκμετάλλευσης (αριθμός προβατινών γαλ/γής)	500	(3ο έτος)	1.000	(4ο έτος)
Κόστος γάλακτος (€/kg)	0,905		0,856	
Κόστος κρέατος (€/kg)	4,525		4,232	
Καθαρό κέρδος (€)	19.765		59.676	
Γεωργικό οικογενειακό εισόδημα (€)	44.047		105.473	
Αποδοτικότητα ιδίου κεφαλαίου (%)	7,97		10,31	
Αποδοτικότητα κεφαλαίου (%)	23,86		25,42	

α. Η τιμή πώλησης του γάλακτος είναι 1 €/kg.

β. Η τιμή πώλησης του κρέατος είναι 5 €/kg.

γ. Οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τις Αρχές Οικονομικών Γεωργικής Παραγωγής

Στην συνέχεια ακολούθησε η αξιολόγηση των επενδύσεων για δεκαπέντε έτη. Υπολογίστηκαν το αρχικό κόστος επένδυσης και η χρηματοδότησή τους και εν συνεχεία η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) και ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσής τους (ΕΒΑ). Από τον ακόλουθο πίνακα III παρατηρείται ότι οι δύο επενδύσεις μπορούν να γίνουν αποδεκτές αφού παρουσιάζουν θετική Καθαρή Παρούσα Αξία και ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσής τους είναι μεγαλύτερος από το επιτόκιο προεξόφλησης (7,72%).

α. Το κεφάλαιο κίνησης υπολογίστηκε για τις ανάγκες λειτουργίας των 10 πρώτων μηνών του 1^{ου} έτους που δεν υπάρχει παραγωγή.

β. Υπολογίστηκε ενίσχυση στην επένδυση λόγω ένταξης σε Σχέδια Βελτίωσης, η οποία αντιστοιχεί στο 50% του συνόλου του ποσού της εγκατάστασης, του εξοπλισμού, των προεπενδυτικών μελετών και ερευνών.

Στο δυσμενές σενάριο τα αποτελέσματα διαφοροποιήθηκαν. Σύμφωνα με την κοστολόγηση των δύο επενδύσεων, οι συνολικές παραγωγικές δαπάνες για το πρώτο επενδυτικό σχέδιο αυξήθηκαν σε 204.872 € και για το δεύτερο επενδυτικό σχέδιο σε 381.729 €. Αντίστοιχα αυξήθηκαν τα ποσοστά επί τις εκατό (%) που λαμβάνουν ο καθένας από τους κυριότερους συντελεστές παραγωγής στο σύνολο των παραγωγικών δαπανών και στα δύο επενδυτικά σχέδια.

Πίνακας III: Αξιολόγηση Επενδύσεων Βασικού Σεναρίου – Investments evaluation of basic scenario

Αξιολόγηση Επενδύσεων Βασικού Σεναρίου			
Δυναμικότητα εκμετάλλευσης (αριθμός προβατινών γαλ/γής)		500	1.000
Αρχικό Κόστος Επένδυσης (€)	Εγκατάσταση και εξοπλισμός	302.461	555.604
	Προεπενδυτικές μελέτες και έρευνες	15.123	19.089
	Αγορά ζώων 1ου έτους	34.550	41.250
	ΣΥΝΟΛΟ	352.134	615.943
Χρηματοδότηση επένδυσης (€)	Κεφάλαιο κίνησης (α)	89.745	115.407
	Ίδιο Κεφάλαιο αρχικής επένδυσης	96.671	120.842
	Ενίσχυση στην επένδυση (β)	158.792	287.347
	Δάνειο 8ετές	186.416	236.249 €
Καθαρή Παρούσα Αξία (€)		202.444	514.273
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (%)		16%	19,26%

Ο Πίνακας IV αναφέρει το κόστος παραγωγής των κύριων προϊόντων και τα οικονομικά αποτελέσματα των δύο εκμεταλλεύσεων στο έτος δείκτη, όπου και φαίνεται η αριθμητική τους διαφοροποίηση που επήλθε λόγω των τριών αρνητικών μεταβολών, οι οποίες αναφέρθηκαν εκτενώς στο κεφάλαιο 2.Υλικά και Μέθοδος.

Πίνακας IV: Κόστος παραγωγής κύριων προϊόντων και οικονομικά αποτελέσματα εκμεταλλεύσεων δυσμενούς σεναρίου – Production cost of main products and economic results of sheep breeding businesses of negative scenario.

ΔΥΣΜΕΝΕΣ ΣΕΝΑΡΙΟ		
Δυναμικότητα εκμετάλλευσης (αριθμός προβατινών γαλ/γής)	500 (3ο έτος)	1.000 (4ο έτος)
Κόστος γάλακτος (€/kg)	0,925	0,877
Κόστος κρέατος (€/kg)	5,138	4,817
Καθαρό κέρδος / Ζημία (€)	-5.250	9.714
Γεωργικό οικογενειακό εισόδημα (€)	19.126	55.831
Αποδοτικότητα ιδίου κεφαλαίου (%)	4,09	5,92
Αποδοτικότητα κεφαλαίου (%)	8,11	14,41

α. Η τιμή πώλησης του γάλακτος είναι 0,90 €/kg.

β. Η τιμή πώλησης του κρέατος είναι 5 €/kg.

γ. Οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τις Αρχές Οικονομικών Γεωργικής Παραγωγής.

Για την αξιολόγηση της επένδυσης στο δυσμενές σενάριο υπολογίστηκε εκ νέου η ενίσχυση στην επένδυση που θα πάρει η κάθε επιχείρηση, όπως και στο βασικό σενάριο. Συγκεκριμένα τροποποιήθηκαν το κεφάλαιο κίνησης και το οκταετές δάνειο. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της επένδυσης έδειξαν ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία και ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης για τις δυο μονάδες (500 και 1.000 δυναμικότητας) διαμορφώθηκαν ως εξής:

- **Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV):** 22.936 € και 179.726 € αντίστοιχα.
- **Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR):** 9% και 12,09% αντίστοιχα.

Από τα παραπάνω παρατηρείται ότι σύμφωνα με την Καθαρή Παρούσα Αξία και οι δύο επενδύσεις μπορούν να γίνουν αποδεκτές αφού παρουσιάζουν θετικό πρόσημο. Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης για τη μονάδα δυναμικότητας 500 προβατινών είναι οριακά μεγαλύτερος από το επιτόκιο προεξόφλησης (7,72%) γεγονός που κάνει την επένδυση οριακά αποδεκτή. Αντίστοιχα, για τη μονάδα δυναμικότητας 1.000

προβατινών είναι μεγαλύτερος από το επιτόκιο προεξόφλησης (7,72%) γεγονός που κάνει την επένδυση αποδεκτή.

Το δυσμενές αυτό σενάριο μείωσε κατά πολύ την ΚΠΑ και τον ΕΒΑ σε σύγκριση με το βασικό σενάριο γεγονός που δείχνει πόσο θα επηρεαστεί η βιωσιμότητα μίας εκμετάλλευσης με την αύξηση φορολόγησης των επιχειρήσεων, την αύξηση των τιμών των συμπυκνωμένων ζωοτροφών και τη μείωση της τιμής πώλησης του γάλακτος. Το 70% του κόστους σε μια τέτοια επένδυση προέρχεται από το κόστος διατροφής. Είναι κατανοητό λοιπόν, πως η αύξηση στις τιμές των συμπυκνωμένων ζωοτροφών είναι και αυτή η αλλαγή που δυσχεραίνει περισσότερο από όλες το οικονομικό αποτέλεσμα της επιχείρησης. Γι' αυτό το λόγο δύο εναλλακτικές προτάσεις που χρήζον μελέτης για τη μείωση του κόστους διατροφής θα μπορούσαν να είναι:

A. Η ιδιοπαραγωγή ζωοτροφών σε ιδιόκτητη για καλλιέργεια έκταση, η οποία αποτελεί και έναν από τους μακροπρόθεσμους στόχους της επιχείρησης.

B. Η αλλαγή του τρόπου διατροφής των ζώων με βόσκηση είτε σε ένα βουκότοπο, είτε με την δημιουργία ενός πολυφυτικού τεχνητού λειμώνα στον οποίο τα ζώα θα μπορούν να βόσκουν ένα μέρος του έτους.

Ωστόσο και οι δυο αυτές εναλλακτικές προτάσεις θα πρέπει να μελετηθούν εκ νέου σε ένα νέο επενδυτικό σχέδιο.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ίδρυση, εγκατάσταση και λειτουργία προβατοτροφικής μονάδας δυναμικότητας τόσο 500 όσο και 1.000 χιώτικων προβάτων στην Πηγή του Νομού Τρικάλων αποτελεί μια αξιολογημένη επένδυση για την παραγωγή πρόβειου γάλακτος και κρέατος σύμφωνα με τα επενδυτικά σχέδια που μελετήθηκαν. Η μεγάλη δυναμικότητα των μονάδων, τα χαρακτηριστικά της χιώτικης φυλής προβάτων, η ελεγχόμενη σε όλη τη διάρκεια του έτους παραγωγική διαδικασία, ο σύγχρονος εξοπλισμός και εγκαταστάσεις, η γενικότερη επιχειρηματική μορφή αυτού του συστήματος εκτροφής και η ζήτηση των προϊόντων του κλάδου εξασφαλίζουν με ασφάλεια την οικονομική βιωσιμότητα της επιχείρησης και στις δυο περιπτώσεις.

Στη μονάδα δυναμικότητας 500 προβατινών, απαιτείται χαμηλότερο κεφάλαιο που συνεπάγεται μικρότερο κόστος επένδυσης και χρησιμοποιείται λιγότερο προσωπικό. Σύμφωνα με την χρηματοοικονομική ανάλυση τα οικονομικά αποτελέσματα παρουσιάζονται θετικά δίνοντας μια κερδοφόρα επιχείρηση στο βιο-

κό σενάριο και μια οριακά αλλά και πάλι αποδεκτή επιχείρηση στο δυσμενές σενάριο. Επιπλέον, παρουσιάζονται εναλλακτικές προτάσεις για το δυσμενές σενάριο ενώ πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι πέρα των οικονομικών αποτελεσμάτων επιτυγχάνεται και καλύτερη διαχείριση συγκριτικά με την μονάδα δυναμικότητας 1.000 προβατινών, λόγω μικρότερου αριθμού ζώων.

Στη μονάδα δυναμικότητας 1.000 προβατινών, απαι-

τείται υψηλότερο ίδιο κεφάλαιο καθώς είναι μεγαλύτερο το ύψος της επένδυσης. Σύμφωνα με την χρηματοοικονομική ανάλυση, είναι μια κερδοφόρα και αποδεκτή επένδυση τόσο στο βασικό όσο και στο δυσμενές σενάριο. Συνεπώς, τα οικονομικά αποτελέσματα είναι καλύτερα στην περίπτωση μιας μονάδας δυναμικότητας 1.000 προβατινών συγκριτικά με μια μονάδα δυναμικότητας 500 προβατινών, αλλά η διαχείριση στη μονάδα δυναμικότητας 1.000 προβατινών είναι δυσκολότερη.

Comparison of investment plans for the settlement and operation of sheep breeding businesses: Case of Chios sheep

Anna Tsiara¹, Eleni Spanodimou¹, Konstantinos Tsiboukas², Georgios Zervas³, Iosif Bizelis⁴

ABSTRACT

This thesis is a comparative study of the economic results of two investment plans for the settlement, installation and operation of two sheep breeding businesses of different capacities in order to explore their financial viability. The first investment plan is about a sheep breeding business with the capacity of 500 Chios sheep, while the second one is about a sheep breeding business with the capacity of 1.000 Chios sheep. Both plans were based on common parameters (Spanodimou 2016, Tsiara 2016).

General data is presented relating to the sheep and goat's sector and the viability of these sheep breeding businesses. Furthermore, there is reference to the materials and the methods used, specifically the data and the calculations of the financial analysis according to the scenarios taken into account. Finally, there is a comparative presentation of the financial analysis results carried out for the two investment plans and some alternative proposals based on the conclusions drawn.

The findings have determined whether the capacity of sheep breeding businesses in this breeding system and all the parameters taken into account can affect their economic viability in terms of their economic outcome and their manageability.

Key words: comparison, financial analysis results, investment plans, capacity, sheep breeding, Chios sheep

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛ.ΣΤΑΤ., (2015). Κατανομή του ζωικού κεφαλαίου (βοοειδή, χοίροι, πρόβατα, αίγες), 2014, Δελτίο τύπου: Αποτελέσματα ερευνών ζωικού κεφαλαίου, Έτος 2014

ΕΛ.ΣΤΑΤ., (2015). Αριθμός προβάτων και εκμεταλλεύσεων ανά περιφέρεια, Δελτίο Τύπου: Έρευνα διάρθρωσης γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, έτος 2013

ΕΛΟΓΑΚ., (2015). Παραγόμενες ποσότητες (κιλά) τυριών ανά περιφέρεια το 2013 (Σύμφωνα με τις δηλώσεις Ισοζυγίων Γάλακτος)

European commission, (2012). *“Value of production of agricultural products and foodstuffs, wines, aromatised*

wines and spirits protected by a geographical indication (GI)”, Final report

Ζέρβας, Γ., (2015). “Σύγχρονες τάσεις στη διατροφή των αιγοπροβάτων”, 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Τεχνολογίας Ζωικής Παραγωγής

Νικήτα-Μαρτζοπούλου, Χ., (2006). “Κτηνοτροφικές Κατασκευές”

Σπανοδήμου, Ε., (2016). “Επενδυτικό σχέδιο εγκατάστασης και λειτουργίας προβατοτροφικής μονάδας 1.000 Χιώτικων προβάτων”

Τσιάρρα, Α., (2016). “Επενδυτικό σχέδιο εγκατάστασης και λειτουργίας προβατοτροφικής μονάδας 500 Χιώτικων προβάτων”

Agricultural University of Athens, Postgraduate Study Program “Farm Business and management”, department of Agricultural Economics and Development & department of Animal Science and Aquaculture, 75 Iera Odos, 118 55 Votanikos, Athens.

Πίνακες παραγωγής Μαύρης πεύκης Β. Γράμμου Καστοριάς

Στυλιανός Γκατζογιάννης¹, Δημήτριος Παλάσκας²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανάπτυξη ενός συστήματος πινάκων παραγωγής για τις συστάδες Μαύρης πεύκης των δασών Β. Γράμμου αποτελεί το αντικείμενο της εργασίας αυτής. Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE (NAT/ GR / 006498) με τη βοήθεια υλικού ανάλυσης κορμών και απογραφικά δεδομένα δοκιμαστικών επιφανειών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται υπό μορφή δασοαποδοτικών προτύπων, καθώς και υπό τη μορφή των κλασικών πινάκων παραγωγής. Τα δασοαποδοτικά πρότυπα περιλαμβάνουν μια σειρά από εξισώσεις οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα α) πρόβλεψης της εξέλιξης του ύψους των συστάδων συναρτήσει της ηλικίας και της ποιότητας τόπου, καθιστώντας ταυτόχρονα εφικτή και την ταξινόμηση των συστάδων κατά Υψοποιότητες, β) ένταξης των συστάδων σε βαθμίδες πυκνότητας, γ) πρόβλεψης της εξέλιξης βασικών δασοαποδοτικών μεγεθών, όπως ο αριθμός κορμών, το ξυλαπόθεμα, η προσαύξηση του ξυλαποθέματος και η συνολική απόδοση των συστάδων, ως συνάρτηση της ηλικίας, της ποιότητα τόπου και της πυκνότητας των συστάδων. Οι πίνακες αυτοί μπορούν να λειτουργήσουν ως μοντέλα προσομοίωσης, αφενός μεν για την εκτίμηση της πορείας αύξησης και της μελλοντικής απόδοσης των συστάδων, κάτω από εναλλακτικούς δασοκομικούς χειρισμούς, και αφετέρου για τη δασική απογραφή και τη λήψη βασικών διαχειριστικών αποφάσεων, σχετικών με τον κύκλο παραγωγής των συστάδων, την πρόβλεψη λήμματος και την αειφορία των δασών.

Λέξεις κλειδιά: Αύξηση και απόδοση συστάδων, υψοποιότητες, δείκτης ποιότητας τόπου, πυκνότητα συστάδων, αυξητικές σειρές, κανονικά πρότυπα, διαχείριση δασών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα έρευνα αναφέρεται στις αμιγείς και ομήλικες συστάδες των δασών Μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*) του ορεινού συγκροτήματος Βορείου Γράμμου. Τα δάση αυτά ευδοκιμούν στη ζώνη των δασών Οξιás και Ελάτης σε υψόμετρο από 700 έως 1500 μ. και καταλαμβάνουν έκταση 4500 εκταρίων. Για τα δάση αυτά υπάρχει έλλειψη σε ολοκληρωμένα δασοαποδοτικά πρότυπα, όπως αυτά των πινάκων παραγωγής, με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτή η πρόβλεψη της μελλοντικής εξέλιξης των δασών και κατά συνέπεια να μην μπορούν να ληφθούν με βεβαιότητα σημαντικές διαχειριστικές αποφάσεις.

Πίνακες παραγωγής είναι πρότυπα, τα οποία αποδίδουν υπό μορφή πινάκων την πορεία αύξησης και την απόδοση (κάρπωση) ομήλικων συστάδων ενός ορισμένου δασοπονικού είδους, εντός μιας συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής, για διαφορετικές ποιότητες τόπου και για έναν ή περισσότερους Δασοκομικούς χειρισμούς (Bravo et al 2011). Οι πίνακες αυτοί

αντιπροσωπεύουν αυξητικά πρότυπα και ταυτόχρονα πρότυπα κάρπωσης ή απόδοσης ομήλικων συστάδων και αποτελούν πολύ χρήσιμα εργαλεία για τον σχεδιασμό της διαχείρισης των δασών (Kramer 1988, σελ. 96). Σε ευρωπαϊκό επίπεδο είναι σήμερα διαθέσιμοι πίνακες παραγωγής για όλα σχεδόν τα σημαντικά από παραγωγική άποψη δασοπονικά είδη (Schober 1975, Marschall 1975, Hamilton & Christie 1971 κλπ). Οι πίνακες αυτοί καταρτίστηκαν κυρίως κατά τις πρώτες, μεταπολεμικά, δεκαετίες βασιζόμενοι κατά κανόνα σε στοιχεία παρακολούθησης μόνιμων πειραματικών επιφανειών και εν μέρει σε στοιχεία προσωρινών δοκιμαστικών επιφανειών. Κατά το δεύτερο μισό του 20ου αιώνα πολλοί από τους πίνακες αυτούς συμπληρώθηκαν ή και αντικαταστάθηκαν από ευέλικτα συσταδικά πρότυπα (stand growth models) (Zhang et al 2009).

Λόγω των αυξανόμενων αναγκών σε πληροφορίες, σε συνδυασμό και με τη βελτίωση της τεχνολογίας των υπολογιστών, αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών μια σειρά από προσομοι-

¹τ. Τακτικός ερευνητής Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών- ΕΘΙΑΓΕ, gatzogiannis.plogspot.com

²Δασολόγος PhD, Αμασειάς 8 – TK 55133 – Θεσσαλονίκη

ωτές βασιζόμενοι σε ατομικά (των δένδρων) πρότυπα αύξησης (individual-tree growth models) ικανά να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση εναλλακτικών δασοκομικών στρατηγικών (Hasenauer 1994, Sterba & Monserud 1997, Pretzsch & Kahn 1998, Pretzsch et al 2002, Nagel et al 2002). Τα ατομικά αυτά πρότυπα κρίνονται μάλιστα ιδιαίτερα χρήσιμα για τις ανομήλικες συστάδες, με ποικίλες πυκνότητες και συνδυασμούς δασοπονικών ειδών, όπου οι κλασικοί πίνακες παραγωγής υστερούν. Ωστόσο, η ακρίβεια των προβολών τους, η οποία δεν μπορεί να εκτιμηθεί για το εύρος πιθανών εφαρμογών, παραμένει αβέβαιη (Zhang et al 2009). Έτσι, η επιδιωκόμενη μετάβαση από τους παραδοσιακούς πίνακες παραγωγής σε ατομικά πρότυπα αύξησης δένδρων συνάντησε από τη μια πλευρά ενθουσιασμό και από την άλλη κάποιο σκεπτικισμό. Οι κλασικοί πίνακες παραγωγής είναι εύκολο να χρησιμοποιηθούν και είναι «ανθεκτικοί», πράγμα που σημαίνει ότι οι προβλέψεις των θεωρούνται επαρκείς και αξιόπιστες υπό τον όρο ότι οι αυτές επιβεβαιώνονται από αποτελέσματα απογραφών. Οι εκτιμήσεις αύξησης των συστάδων με τα ατομικά πρότυπα έχουν, από την άλλη πλευρά, πολλές πηγές σφαλμάτων και τα προσομοιωμένα γραφικά τους μπορούν να δημιουργήσουν μια εσφαλμένη εντύπωση ότι όλες οι προβλέψεις είναι ακριβείς (Zhang et al 2009). Επιπλέον της μεγάλης αβεβαιότητας, τα ατομικά πρότυπα δένδρων (individual-tree models) μειονεκτούν έναντι των συσταδικών (συνολικών) προτύπων και σε ένα άλλο επίπεδο. Η επιλογή των δένδρων που πρέπει να υλοτομηθούν κατά τις αραιώσεις γίνεται πχ. στην οθόνη του υπολογιστή, ενώ η προσομοίωση εναλλακτικών δασοκομικών χειρισμών μιας συγκεκριμένης συστάδας απαιτεί ποσοτικές εξειδικεύσεις οι οποίες πρέπει να υπακούουν στη γλώσσα που χρησιμοποιούν οι δασολόγοι. Έτσι, υπάρχει ανάγκη για απλούστερα μοντέλα που να ανταποκρίνονται στη δυναμική των δασών και να είναι ικανά α) να προσομοιώνουν γεγονότα συγκομιδής (πχ. αραιώσεων) χρησιμοποιώντας ορολογία (και πρακτικές) της δασοκομίας και β) να προβλέπουν την αντίδραση ανάπτυξης των συστάδων μετά από κάθε αραιώση (Zhang et al 2009).

Η παρούσα έρευνα είναι συνέχεια μιας συνολικότερης προσπάθειας που καταβλήθηκε στο Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης κατά τελευταία 30 χρόνια για την απόκτηση δασοαποδοτικών προτύπων για τα δάση της χώρας. Αυτή η προσπάθεια οδήγησε σε αποτελέσματα για τα περισσότερα δασοπονικά είδη, όπως είναι της Οξιάς Αρναίας Χαλκιδικής (Gatzojannis 1998), Δασικής πεύκης (Γκατζογιάννης 1998), Ερυθρε-

λάτης (Gatzojannis 1999a), Μαύρης πεύκης Ταυγέτου (Gatzojannis 1999b), Οξιάς Σερρών (Γκατζογιάννης 1999), Δρυός Αρναίας (2017) και Ελάτης Ταυγέτου (2018).

Τα δασοαποδοτικά αυτά πρότυπα αναφέρονται σε συγκεκριμένες αυξητικές περιοχές της χώρας και ολοκληρώνονται σε πίνακες παραγωγής καλύπτοντας έτσι βασικές ανάγκες σχεδιασμού της διαχείρισης των δασών των περιοχών αυτών. Η έλλειψη μόνιμων πειραματικών επιφανειών, η οποίες θα έδιναν τη δυνατότητα παρακολούθησης της εξέλιξης και των επιπτώσεων συγκεκριμένων χειρισμών πάνω στην πορεία αύξησης των συστάδων, αλλά και στην κατάρτιση αντίστοιχων πινάκων παραγωγής, οδήγησε στην ανάγκη εφαρμογής διαδικασίας έρευνας η οποία συνδυάζει μεθόδους τόσο από το χώρο των ατομικών προτύπων αύξησης (individual-tree growth models), όσο και από αυτόν των συσταδικών (stand growth models). Αναλύσεις κορμών αξιοποιήθηκαν πχ. για τη μελέτη της εξέλιξης του ύψους των δένδρων και στην απόκτηση ατομικών μοντέλων αύξησης του ύψους δένδρων. Τα ατομικά αυτά πρότυπα επέτρεψαν εν συνεχεία τη μετάβαση σε συσταδικά που απεικονίζουν την εξέλιξη του ανώτερου ύψους συστάδων και στην εκπόνηση των γνωστών συστημάτων σταθμοδεικτικών καμπυλών, ως βασικών εργαλείων για την αξιολόγηση της ποιότητας τόπου και την αντίστοιχη ταξινόμηση των συστάδων. Με δεδομένη πλέον τη γνώση της δυναμικής των συστάδων, όσο αυτή εξαρτάται ή ερμηνεύεται από την πορεία αύξησης του ύψους των, ακολούθησε εν συνεχεία η μελέτη των σχέσεων μεταξύ του ύψους και των υπολοίπων δασοαποδοτικών μεγεθών των συστάδων (κυκλική επιφάνεια, αριθμός κορμών, ξυλαπόθεμα κλπ) με στοιχεία απογραφών δοκιμαστικών επιφανειών που κατά κανόνα πραγματοποιούνται κατά την εκπόνηση δασικών χειριστικών σχεδίων. Δημιουργήθηκαν δηλαδή χρονικές σειρές (unechte Zeitreihen, κατά Gadow 2003) ή αυξητικές σειρές (Wuchsreihen κατά Magin 1963 και Kramer 1988), οι οποίες οδήγησαν τελικά στην ανάπτυξη των αναγκαίων συσταδικών δασοαποδοτικών μοντέλων και την κατάρτιση των πινάκων παραγωγής.

Πίνακες παραγωγής Μαύρης πεύκης υπάρχουν στη χώρα μας για τα δάση της περιοχής Ταυγέτου Μεσσηνίας, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, πλην όμως, εξαιτίας των διαφορετικών κλιματικών και τοπογραφικών συνθηκών που κυριαρχούν στην περιοχή αυτή, κρίθηκε ότι η εφαρμογή των πινάκων αυτών στην περιοχή του Γράμμου δεν μπορούσε να γίνει χωρίς μια παράλληλη συγκριτική έρευνα, κάτι που εξασφαλίζεται με την

παρούσα εργασία. Άλλες δασοοποδοτικές έρευνες που αναπτύχθηκαν μέχρι σήμερα στη χώρα μας για τα δάση Μαύρης πεύκης, όπως αυτές των Αστέρη - Μάτη (1984), Απατσίδη (1985), Παναγιωτίδη (1981), εστιάζουν σε διάφορα βιομετρικά πρότυπα και κυρίως στην εξέλιξη του ύψους των συστάδων και στην κατάρτιση σταθμοδεικτικών καμπυλών, χωρίς όμως να καλύπτουν συνολικά τα ζητήματα αύξησης του ξυλαποθέματος και απόδοσης των συστάδων Μαύρης πεύκης.

Οι ελλείψεις αυτές στοιχειοθετούν αδυναμίες σχεδιασμού και ορθολογικής οργάνωσης της διαχείρισης με άμεση επίπτωση στην παραγωγή και, κάτω από ορισμένες συνθήκες, και στη σταθερότητα των οικοσυστημάτων. Ενόψει των ελλείψεων αυτών επιχειρείται στην παρούσα εργασία η κατάρτιση ενός ολοκληρωμένου συστήματος πινάκων παραγωγής για τις ομήλικες και αμιγείς συστάδες Μαύρης πεύκης της περιοχής των δασών του Β. Γράμμου Καστοριάς.

Η έρευνα αυτή διενεργήθηκε στο πλαίσιο ενός προγράμματος LIFE (NAT/ GR / 006498) (Γκατζογιάννης 2002), το οποίο είχε ως στόχο τη μελέτη των προβλημάτων διαχείρισης και παραγωγικής αξιοποίησης δασών που τελούν υπό καθεστώς προστασίας, όπως αυτά του δικτύου Natura 2000. Προϋπόθεση βέβαια για μια τέτοια μελέτη ήταν και εδώ η γνώση του μηχανισμού αύξησης και της απόδοσης των δασών αυτών, ώστε να είναι εφικτή η ενσωμάτωση οικολογικών παραμέτρων στη διαχείρισή τους, καθώς και η πρόβλεψη επιπτώσεων ενδεχόμενων μέτρων προστασίας πάνω στη δασική παραγωγή.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το σκεπτικό στο οποίο βασίστηκε η παρούσα έρευνα, τόσο όσον αφορά στο υλικό, όσο και τη μεθοδολογία, διέπεται από τις ακόλουθες αρχές. Η παραγωγικότητα του σταθμού, ο ανταγωνισμός στην πορεία αύξησης των δένδρων και η πυκνότητα, σε συνδυασμό ή και ως επίπτωση του δασοοικονομικού χειρισμού, είναι μεταξύ των σημαντικότερων παραγόντων που επηρεάζουν την αύξηση των συστάδων. Η μοντελοποίηση της αύξησης απαιτεί καλή κατανόηση των σχέσεων ποιότητας τόπου, πυκνότητας/ ανταγωνισμού και αύξησης, οι οποίες οργανώνονται σε δείκτες που μας επιτρέπουν να διαμορφώνουμε τις σχέσεις αυτές σε μοντέλα πρόβλεψης της αύξησης και εξέλιξης των συστάδων (Bravo et al 2011).

Για την αξιολόγηση της ποιότητας τόπου βρίσκουν εφαρμογή διάφορες μέθοδοι, ωστόσο, η πιο δημοφιλής είναι αυτή που βασίζεται στο ανώτερο (ho) ή το κυρίαρχο (hdom) ύψος που αποκτούν οι συστάδες σε μια ορισμένη ηλικία αναφοράς και υλοποιείται με τη

βοήθεια των γνωστών συστημάτων σταθμοδεικτικών καμπυλών (Clutter et al 1983, Beaumont et al 1999, Bravo et al 2011).

Μέχρι σήμερα έχουν εκπονηθεί πολυάριθμα συστήματα σταθμοδεικτικών καμπυλών τόσο σε διεθνές (βλέπε Amateis et al 1985, Amaro et al 1997, Eriksson et al 1997), όσο και σε εθνικό επίπεδο (βλέπε Ντάφης 1966, Μάτης 2000, Απατσίδης 1985, Gatzojannis & Grigoriadis 2000, Kitikidou et al 2011).

Η επίπτωση του ανταγωνισμού στην ανάπτυξη των συστάδων μελετάται εδώ και αρκετά χρόνια προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια των αυξητικών μοντέλων κυρίως σε ότι αφορά τα ατομικά πρότυπα αύξησης. Η κατάσταση ανταγωνισμού μεταξύ των δένδρων ενσωματώνεται στα μοντέλα αυτά χρησιμοποιώντας δείκτες εξαρτώμενους ή μη από την απόσταση μεταξύ των δένδρων (distance-dependent or distance-independent competition indices). Επειδή η πρώτη τεχνική (distance-dependent) είναι συχνά δυσχερής, γιατί προϋποθέτει τη γνώση της χωρικής θέσης (συντεταγμένες) των δένδρων, για τον λόγο αυτόν οι περισσότερες έρευνες προσανατολίζονται προς τη δεύτερη κατεύθυνση (distance-independent competition indices), όπου οι δείκτες πυκνότητας των συστάδων, όπως η εγκάρσια κυκλική επιφάνεια και ο αριθμός κορμών ανά εκτάριο, σε συνδυασμό με πρόσθετα στοιχεία, όπως είναι η κατανομή κορμών κατά βαθμίδες διαμέτρου έρχονται να εκφράσουν την κατάσταση ανταγωνισμού και πυκνότητας στα μοντέλα αύξησης των συστάδων (Bravo et al 2011, Mora et al 2012). Ο συνδυασμός της εγκάρσιας κυκλικής επιφάνειας με τον αριθμό δένδρων ανά εκτάριο οδήγησε στην εκτίμηση δεικτών που είναι ικανοί να εκφράσουν την σχετική πυκνότητα των συστάδων κατά τρόπο κοινό για όλα τα δασοπονικά είδη. Ένας τέτοιος δείκτης είναι ο Δείκτης Πυκνότητας Συστάδων (Stand Density Index) του Reineke (1933) (Laar and Akca 2007, Kramer 1988, Shaw 2006).

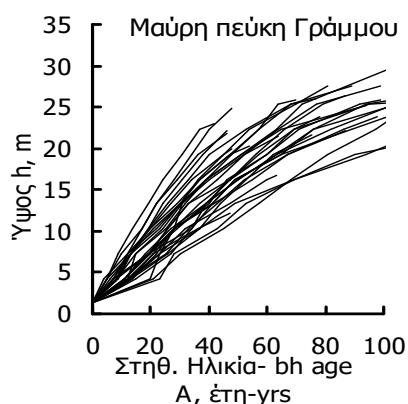
Η διερεύνηση της εξέλιξης των συστάδων στην οποία και εστιάζει η κατάρτιση των ζητούμενων πινάκων παραγωγής βασίστηκε: α) στην πορεία αύξησης του ύψους των συστάδων συναρτήσει της ηλικίας και της ποιότητας τόπου και β) στις σχέσεις που διαμορφώνονται, στην πορεία αύξησης των συστάδων, μεταξύ ανώτερου ύψους και λοιπών δασοοποδοτικών μεγεθών. Η εξέλιξη του ύψους των συστάδων μελετήθηκε με τη βοήθεια ανάλυσης δείγματος 30 δοκιμαστικών κορμών (βλέπε πίνακα I, περ. α) κυρίαρχων δένδρων των συστάδων Μαύρης πεύκης. Το δείγμα αυτό ήταν κατά το δυνατόν αντιπροσωπευτικό της συνολικής περιοχής εξάπλωσης

της Μαύρης πεύκης, καθώς και του εύρους των σταθμών της περιοχής μελέτης. Η επιλογή των δένδρων έγινε σε 10 Υπομήματα στα οποία εστίασε η απογραφή ΔΕ, όπως σχετικά αναφέρεται στη συνέχεια, και κατά τρόπο ώστε τα τρία δένδρα που επιλέχθηκαν σε κάθε Υπομήμα να προέρχονται από τρεις θέσεις διαφορετικές από άποψη παραγωγικότητας του εδάφους (φυσιογνομικά αποτιμώντας την παραγωγικότητα με βάση το βάθος εδάφους και το ανάγλυφο της περιοχής). Η ανάλυση αυτή οδήγησε στην ανάπτυξη μιας συνολικής δέσμης υψοκαμπυλών (Σχήμα 1), ως υποδομή για την ταξινόμηση των συστάδων κατά ποιότητες τύπου (Υψοποιότητες) αλλά και για την

παραπέρα δασοαποδοτική έρευνα.

Η μελέτη των σχέσεων μεταξύ του ύψους και των υπολοίπων δασοαποδοτικών μεγεθών έγινε με τη βοήθεια απογραφής 60 δοκιμαστικών επιφανειών (ΔΕ) σε ομήλικες και αμιγείς συστάδες Μαύρης πεύκης της περιοχής του Β. Γράμμου. Προς τούτο επιλέχθηκαν 10 συστάδες (Υπομήματα) κατανεμημένες σε ολόκληρη την περιοχή εξάπλωσης της Μαύρης πεύκης κατά τρόπο ώστε να αντιπροσωπεύονται, στο μέτρο του δυνατού, ισοβαρώς οι διαφορετικές καταστάσεις που κυριαρχούν στην περιοχή, τόσο από άποψη κατανομής στο χώρο (γεωγραφικής θέσης), όσο και άποψη υψομέτρων. Σε κάθε συστάδα εγκαταστάθηκαν με τρόπο συστηματικό έξι διαφορετικές δοκιμαστικές επιφάνειες κυκλικής διατομής και μεγέθους 0,5 στρεμμάτων η κάθε μια. Ο τρόπος αυτός δειγματοληψίας είχε ως στόχευση να συμπεριληφθούν στο δείγμα και συστάδες ή θέσεις συστάδων όπου δεν έχει πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα κανενός είδους αραιώση, λόγω του απρόσιτου χαρακτήρα πολλών θέσεων, καθώς και συστάδες όπου εφαρμόστηκαν εντατικές αραιώσεις. Αυτό είχε μια επιπλέον θετική επίπτωση στο δείγμα γιατί μπόρεσαν να συμπεριληφθούν σ' αυτό συστάδες με ευρεία εκπροσώπηση και από άποψη πυκνότητας (βλέπε μεγιστες και ελάχιστες τιμές SDI και G στον πίνακα I), αλλά και από άποψη δασοκομικού χειρισμού, όσον αφορά την ένταση και το είδος των αραιώσεων.

Πέντε από τις 60 ΔΕ που εγκαταστάθηκαν εξαιρέθηκαν από το υλικό της έρευνας, επειδή δεν μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως αμιγείς εξαιτίας συμμετοχής δεύτερου δασοπονικού είδους σε ποσοστό που ξεπερνούσε το 10 % της εγκάρσιας κυκλικής επιφάνειας κάθε ΔΕ.



Σχήμα 1. Δέσμη καμπυλών ύψους δοκιμαστικών κορμών Μαύρης πεύκης Β. Γράμμου συναρτήσει της στήθιαίας ηλικίας
Figure 1. Height growth curves of Grammos black pine sample stems in relation to breast-height age

Πίνακας I. Μεταβλητές και βασικά στατιστικά του υλικού της έρευνας

Table I. Variables and basic statistics research data set

Μεταβλητές – Variables	n	Min	Max	Mean	Std. Dev.
α) Των 30 δοκιμαστικών κορμών Μαύρης πεύκης - Stem analysis data of black pine trees					
Στήθιαία ηλικία - Breast height age (yrs)	269	0,0	124	39,2	30,22
Ύψος - Tree height (h, m)	269	1,3	32	13,32	7,86
Δείκτης ποιότητα τόπου - Site index (SI ₅₀)	30	12,0	25,64	17,94	3,53
Χρόνος ανόδου σε ύψος 1,3 μ. - Rise time to the breast height level (Tan)	30	3,0	17,0	6,40	2,87
β) Των 55 δοκιμαστικών επιφανειών μαύρης πεύκης - Data set of the sample plots					
Δείκτης ποιότητας τόπου – Site Index (SI ₅₀)	55	8,8	26,3	17,3	4,5
Ανώτερο ύψος – dominant height (h ₀ , m)	55	16,8	32,6	23,9	3,0
Δείκτης πυκν. Συστάδων – Stand Density Index (SDI)	55	521,8	1988,3	1050,8	315,2
Μέση τετρ. διάμετρος συστάδας – Mean diameter (dg,cm)	55	14,9	53,3	30,3	8,7
Εγκάρσια κυκλική επιφάνεια – Basal area (G, m ² /ha)	55	23,5	114,5	55,3	18,4
Αριθμός κορμών – Number of stems (N/ha)	55	200,0	2600,0	900,4	482,7
Ξυλαπόθεμα – Stand volume (V, m ³ /ha)	55	218,0	1312,6	587,6	226,9
Ηλικία κυριαρχούσας συστάδας - Stand age (T, yrs)	55	49,9	128,2	92,2	25,2

Σε κάθε ΔΕ έγιναν οι ακόλουθες μετρήσεις: α) παχυμέτρηση όλων των δένδρων με στηθ. διάμετρο $d > 7$ cm και κατανομή τους κατά βαθμίδες διαμέτρου, β) τυχαία επιλογή έξι δένδρων κατανεμημένων ανά δυο σε τρεις διαφορετικές κλάσεις διαμέτρου και μέτρηση της διαμέτρου (d), του ολικού ύψους (h) και της στηθιαίας ηλικίας (a) τους. Ακολούθως επισημάνθηκαν μέχρι 4 από τα 6 δένδρα που μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως κυρίαρχα ή συγκυρίαρχα δένδρα (k-δένδρα). Σε περίπτωση έλλειψης 4 k-δένδρων συμπληρώνονταν το δείγμα με πρόσθετα δένδρα ώστε σε κάθε ΔΕ να είναι διαθέσιμα 4 τουλάχιστον κυρίαρχα/ συγκυρίαρχα δένδρα. Με τα τέσσερα k-δένδρα προσδιορίστηκε κατόπιν η μέση στηθιαία ηλικία (a4) και το μέσο ύψος (h4) και εν συνέχεια, με τη βοήθεια συστήματος σταθμοδεικτικών καμπυλών, ο δείκτης ποιότητα τόπου (SI_{50}) και η ηλικία (Tk) της κυριαρχούσας συστάδας. Ακολούθως και με τη μέθοδο της «ενιαίας καμπύλης ύψους για μοντελοποίηση ύψους-διαμέτρου» (UHC: The uniform height curve method for height-diameter modelling) (Huang et al 2000, Arcangeli et al 2014) αναπτύχθηκε η εξίσωση $h=f(d, SI_{50}, Tk)$, η οποία προβλέπει το ύψος (h) ως συνάρτηση της στηθιαίας διαμέτρου (d) των δένδρων, καθώς και του δείκτη ποιότητας τόπου (SI_{50}) και της ηλικίας (Tk) της ΔΕ στην οποία ανήκουν τα διάφορα δένδρα. Με τη βοήθεια της εξίσωσης αυτής προσδιορίστηκαν τα ύψη και εν συνέχεια, με μαζοπίννακα διπλής εισόδου ($v=f(d,h)$), ο όγκος κάθε βαθμίδας διαμέτρου και συνολικά κάθε ΔΕ, καθώς και το ανώτερο ύψος (h_0) της ΔΕ ($h_0=f(d_0, SI_{50}, Tk)$), όπου do η μέση τετραγωνική διάμετρος των 20% χονδρότερων δένδρων κάθε ΔΕ (Weise's top height tree in m, Laar & Akça 2007). Τα βασικά στατιστικά των παρατηρήσεων αυτών δίνονται στον πίνακα I, περ. β.

Η ανάπτυξη του συστήματος των πινάκων παραγωγής ακολούθησε την μεθοδολογία που αναφέρθηκε παραπάνω και βασίστηκε στη διερεύνηση των τριών βασικών σχέσεων που διέπουν τη δομή της εξέλιξης των ομηλίκων συστάδων και κατ' επέκταση και τη διάρθρωση των πινάκων παραγωγής (Assmann 1970, Kramer 1988, σελ. 98) ως ακολούθως: Βασική σχέση I (σχέση ταξινόμησης): $h_0 = f(T, ΠΤ)$, το ανώτερο ύψος h_0 , ως συνάρτηση της ηλικίας T και της ποιότητας τόπου, Βασική σχέση II (βοηθητική σχέση): $ΣIv = f(h_0)$, η συνολική απόδοση των συστάδων ΣIv ως συνάρτηση του ανώτερου ύψους h_0 και Βασική σχέση III (τελική σχέση): $ΣIv = f(T, ΠΤ)$ η συνολική απόδοση ΣIv ως συνάρτηση της ηλικίας T και της ποιότητας τόπου (ΠΤ), καθώς και στη λογική των αυξητικών σειρών του Magin (1963), όπως αυτή αποτυπώνεται στη σχέση (1):

(1) $ΣI_{v(o-t)} = V_a + ΣΔV_s + ΣNdf_{(s)} * vm_{(s/2)} * k$, όπου: $ΣI_{v(o-t)}$: 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) $k=(N_{df}/N)^{bc}$, όπου: $b = Ln(N^2/3000) / LnV$, όπου c = παράγοντας που εξαρτάται από την ένταση αραιώσεων και κυμαίνεται μεταξύ 2 και 7 (Marschall (1975).

Για το σύνολο των εξισώσεων, τόσο της βασικής σχέσης I, όσο και των βοηθητικών εξισώσεων, ακολούθησε ανάλυση των υπολοίπων/ αποκλίσεων των θεωρητικών από τις πραγματικές παρατηρήσεις και ο προσδιορισμός δεικτών για την ποιότητα προσαρμογής και την ακρίβεια των προβλέψεων των εξισώσεων αυτών.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Βασική σχέση I: Στο υλικό ανάλυσης των κορμών προσαρμόστηκε το μοντέλο των McDill and Amateis (1992) που δίνεται από την εξίσωση (3) και την αντίστροφη της (3α):

(3) $H_0 = 1,3 + M / (1 - (1 - M / (SI_{50} - 1,3))) * (50 / A)^{a1}$, όπου H_0 = το ανώτερο ύψος συστάδας, SI_{50} = ο δείκτης ποιότητας τόπου, ως ύψος στην ηλικία αναφοράς ($A_0 = 50$ έτη) και M, a1 = συντελεστές της εξίσωσης.

(3α) $SI_{50} = 1,3 + M / (1 - (1 - M / (h_1 - 1,3))) * (a_1 / 50)^{a1}$, όπου a_1 η στηθιαία ηλικία και h_1 το ύψος κυριαρχούντων ή και συγκυριαρχούντων δένδρων των συστάδων που χρησιμοποιούνται ως στοιχεία εισαγωγής για την εκτίμηση του δείκτη ποιότητας τόπου (SI_{50}).

Το μοντέλο αυτό κρίθηκε ως πλέον κατάλληλο για την παρούσα περίπτωση δεδομένου ότι είναι ικανό προσαρμογής σε κάθε περίπτωση και πλέον εύχρηστο, από πρακτική άποψη, αφού αντιστρέφεται και μπορεί να εξυπηρετεί άμεσα τον προσδιορισμό του δείκτη ποιότητας τόπου, με τρόπο μαθηματικό και για επιθυμητή ηλικία αναφοράς.

Το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη της δέσμης σταθμοδεικτικών καμπυλών που δίνεται στο σχήμα 2 και αναπτύχθηκε με μη γραμμικές διαδικασίες παλινδρόμησης, τα αποτελέσματα της οποίας δίνονται στον πίνακα II.

Πίνακας II. Αποτελέσματα παλινδρόμησης για την ανάπτυξη του συστήματος σταθμοδεικτικών καμυλών Μαύρης πεύκης με τη βοήθεια του μοντέλου των McDill & Amateis

Table II. Estimated parameters and fit statistics for height growth modelling of black pine stands using McDill & Amateis model

Συντελεστής Parameter	Εκτιμητές Parameter estimates	Τυπικό σφάλμα Asymptot. std errors of parameters	Διάστημα εμπιστοσύνης Asymptotic 95 % conf. interval	Συντελεστής προσδιορισμού & Mean square
<i>Μη γραμμική διαδικασία παλινδρόμησης - non-linear regression model of McDill & Amateis</i>				
<i>M</i>	41,689	1,276	39,18 - 44,20	R ² = 0,99
<i>a1</i>	1,321	0,028	1,27 - 1,38	MeanSq = 0,53

Πίνακας III. Κλίμακες ταξινόμησης των συστάδων σε Υποποιότητες (ΥΠ)

Table III. Classification of forest stands in site qualities (SQ)

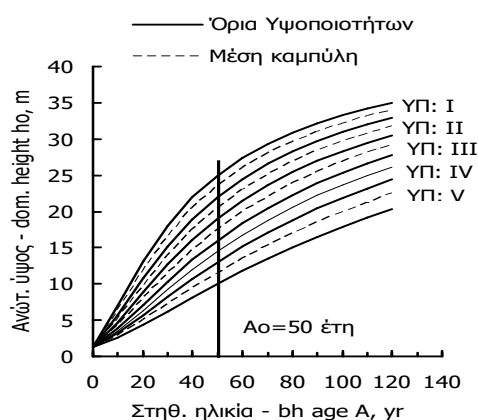
Υποποιότητες (ΥΠ) - Site Qualities (SQ) =>	I	II	III	IV	V
Δείκτης ποιότητας τόπου (SI ₅₀): Ύψος στη στηθ. ηλικία αναφοράς A ₀ = 50 έτη Site Index (SI ₅₀): Height at breast height age A ₀ = 50 yrs	23,5 (22-25)	20,5 (19-22)	17,5 (16-19)	14,5 (13-16)	11,5 (10-13)

Με ηλικία αναφοράς A₀ = 50 έτη δημιουργήθηκε κλίμακα διαστημάτων η οποία με τη μορφή Υποποιότητων δίνεται στον πίνακα III. Η κλίμακα αυτή ανταποκρίνεται στις ανάγκες διαμόρφωσης ενός ενιαίου συστήματος αναφοράς με κοινά όρια των επιμέρους Υποποιότητων και κοινή ηλικία αναφοράς των δεικτών ποιότητας τόπου για όλα τα δασοπονικά είδη της χώρας, όπως σχετικά αναφέρεται σε πρόσφατες εργασίες (Γκατζογιάννης 2017 και 2018). Η διαφορά σε σχέση με το σύστημα των ποιότητων τόπου της Μαύρης πεύκης Ταυγέτου περιορίζεται στα όρια των επιμέρους ποιότητων και δεν δυσχεραίνει την επιδιωκόμενη εδώ συγκριτική έρευνα γιατί αυτή στηρίζεται στην εξέλιξη που προδιαγράφουν τα δυο συστήματα για κοινούς/ίδιους δείκτες ποιότητας τόπου που προσδιορίζονται σε ίδια ηλικία αναφοράς (A₀=50 έτη).

Από τα στοιχεία ανάλυσης των κορμών του δείγματος εκτιμήθηκε επίσης ο χρόνος (Tan) που χρειάζονται τα δέντρα για να ανέλθουν από το έδαφος στο στηθιαίο ύψος (1,3 m) με τη βοήθεια της σχέσης (4):

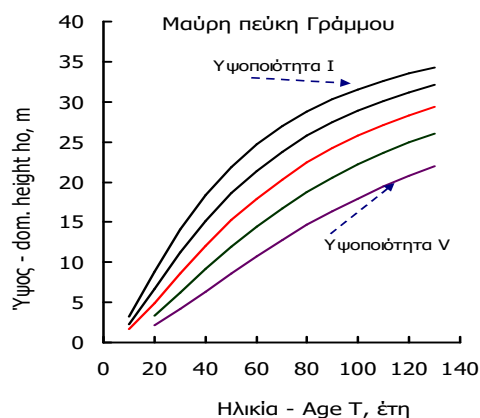
(4) $Tan = 1,3 * (bo + b1 * (1/SI_{50}))$ (R² = 0,33, SEE = 2,39, F = 13,7***), όπου : Tan: Χρόνος ανόδου των δένδρων από το έδαφος σε ύψος 1,3 m, SI₅₀: Δείκτης ποιότητας τόπου, bo, b1 : Εκτιμητές της εξίσωσης bo = -1,894 (t = -0,83) και b1 = 143,289 (t = 3,7***).

Με τη βοήθεια των τιμών της εξίσωσης αυτής μετασχηματίστηκε το σύστημα σταθμοδεικτικών καμυλών (Σχ. 2) σε μια νέα δέσμη καμυλών εξέλιξης του ανώτερου ύψους (h₀) των συστάδων συναρτήσει, πλέον, της ηλικίας (T) και της ποιότητας τόπου (Σχ. 3) για να δημιουργηθεί έτσι η ζητούμενη “Βασική σχέση I” του συστήματος των πινάκων παραγωγής.



Σχήμα 2. Σύστημα σταθμοδεικτικών καμυλών των συστάδων Μαύρης πεύκης Γράμμου

Figure 2. Site Index System for black pine forest stands of Taygetos



Σχήμα 3. Η εξέλιξη του ανώτερου ύψους (h₀) συναρτήσει της ηλικίας (T) και της Υποποιότητας τόπου (ΥΠ) των συστάδων Μαύρης πεύκης Γράμμου

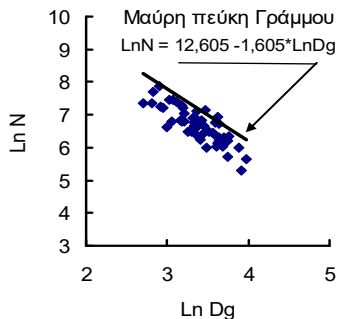
Figure 3. Development of dominant trees' height (Ho) by stand age (T) and site index (SI₅₀) for black pine stands of Grammos

Ταξινόμηση των συστάδων σε επίπεδα πυκνότητας:

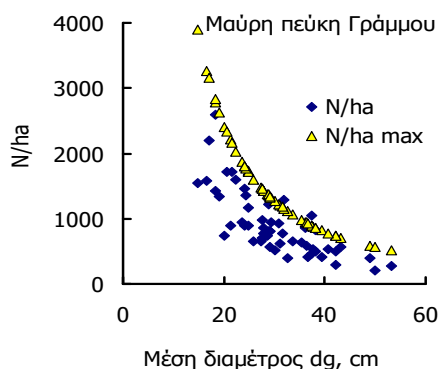
Η ταξινόμηση των συστάδων σε επίπεδα πυκνότητας βασίστηκε στην παραδοχή ότι ο δείκτης $SDI=N*(25/dg)^{-1,605}$ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο για τον σκοπό αυτόν και μάλιστα ανεξάρτητα από την ηλικία και την ποιότητα τόπου των συστάδων (Kramer 1988). Το μέτρο αυτό έχει εφαρμογή όταν η σχέση (5), που συνδέει τον αριθμό κορμών (N) με τη μέση διάμετρο (d_g), μπορεί να εκφράσει με επιτυχία το μέγιστο επίπεδο πυκνότητας των συστάδων.

$$(5) \quad \ln(N) = b_0 - 1,605 * \ln(dg)$$

Εφαρμόζοντας εναλλακτικές τιμές για τον συντελεστή b_0 στην εξίσωση αυτή τότε προκύπτει η συνάρτηση $\ln N_{max} = 12,605 - 1,605 * \ln d_g$, η οποία είναι σε θέση να αντιπροσωπεύσει το αναμενόμενο μέγιστο επίπεδο πυκνότητας των συστάδων, όπως δείχνουν οι σχετικές παραστάσεις στα σχήματα 4 και 5, και να δώσει και το δείκτη $SDI_{max} = 1700$.



Σχήμα 4. Λογαριθμική σχέση μεταξύ αριθμού κορμών (N/ha) και μέσης διαμέτρου (dg) συστάδων Μαύρης πεύκης
Figure 4. Relations between number of stems (LnN/ha) and mean diameter (Lndg) of black pine stands

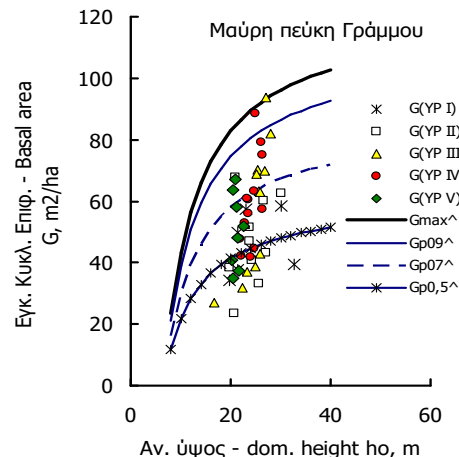


Σχήμα 5. Νέφος διασποράς των παρατηρήσεων (dg, N/ha) και μέγιστο επίπεδο πυκνότητας (N/ha max) συστάδων, σε όρους αριθμού κορμών ανά εκτάριο
Figure 5. Scatter plot of the observations (dg, N/ha) and maximum values of stand-density level, in terms of number of stems per ha (N/ha max)

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_0) και το δείκτη SDI. Κατόπιν αυτού και με τη βοήθεια των παρατηρήσεων των δοκιμαστικών επιφανειών του δείγματος αναπτύχθηκε με γραμμικές διαδικασίες παλινδρόμησης η σχέση (6): $G = b_0 + b_1 * SDI + b_2 / h_0$, ($n=55$, $R^2 = 0,94$, $F = 382^{***}$, $SEE = 4,73$), όπου G: Η εγκάρσια κυκλική επιφάνεια των συστάδων (m^2/ha), h_0 : Το ανώτερο ύψος των συστάδων (m), SDI: Ο δείκτης πυκνότητας συστάδων και οι συντελεστές της εξίσωσης $b_0 = 34,260$ ($t = 5,53^{***}$), $b_1 = 0,05209$ ($t = 24,86^{***}$) και $b_2 = -794,28592$ ($t = -6,36^{***}$). Εισάγοντας στην εξίσωση αυτή την τιμή $SDI_{max} = 1700$, ως το σχετικό ανώτερο επίπεδο τιμών SDI, προέκυψε η εξίσωση (6α).

$$(6a) \quad G_{max} = 34,260 + 0,05209 * 1700 - 794,28592 / h_0$$

Η σχέση αυτή, εκφράζουσα το μέγιστο επίπεδο κυκλικής επιφάνειας (Σχ. 7) 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 ($p_{09} = G_{p09} = 0,9 * G_{max}$, $p_{07} = G_{p07} = 0,7 * G_{max}$ και $p_{05} = G_{p05} = 0,5 * G_{max}$). Η διαβάθμιση αυτή, συνδεδεμένη και με αντίστοιχη διαβάθμιση των συστάδων από άποψη έντασης αραιώσεων, δίνεται αναλυτικά στον πίνακα IV και στο σχήμα 6.



Σχήμα 6. Νέφος διασποράς κυκλικής επιφάνειας (G, m²/ha) συστάδων Μαύρης πεύκης διαφορετικής υψοπιότητας (I, II, III, IV & V), συναρτήσει του ανώτερου ύψους (h_0) και ανάπτυξη καμπυλών τριών επιπέδων πυκνότητας (Gp09[^], Gp07[^] και Gp05[^])

Figure 6. Basal area (G, m²/ha) of various site-quality (I, II, III, IV & V) in relation to dominant height (h_0) and development of growth curves for three density levels (Gp09[^], Gp07[^] and Gp05[^])

Πίνακας IV. Κατηγορίες έντασης αραιώσεων και σύνδεσή τους με επίπεδα πυκνότητας συστάδων Μαύρης πεύκης (p09, p07, p05)
Table IV. Intensity of thinning in connection to the density levels (p09, p07, p05) of black pine stands

Κατηγορίες αραιώσεων – intensity of thinning	Επίπεδα πυκνότητας των συστάδων (p) - stand density level (p)
Συστάδες ασθενοούς αραιώσης (light thinning)	p09 (Gp09): $G/G_{max} = 0,9 (0,8 \rightarrow 1,0)$
Συστάδες μέτριας αραιώσης (moderate thinning)	p07 (Gp07): $G/G_{max} = 0,7 (0,6 \rightarrow 0,8)$
Συστάδες εντατικής/ ισχυρής αραιώσης (heavy thinning)	p05 (Gp05): $G/G_{max} = 0,5 (0,4 \rightarrow 0,6)$

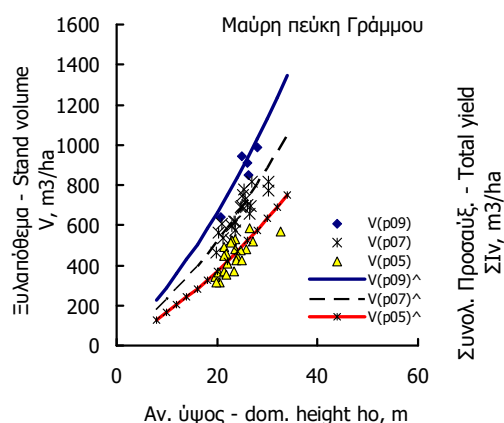
Το σύστημα αυτό ταξινόμησης έχει ως στόχο την ομαδοποίηση των συστάδων κατά αυξητικές σειρές, δηλαδή σύνολα συστάδων, όπου ο μελλοντικός χειρισμός μπορεί να διατηρηθεί ενιαίος τόσο από ποσοτική όσο και από ποιοτική άποψη. Το σύστημα αυτό αν και τεχνητό, εντούτοις αποκτά οικολογική/ βιολογική και δασοκομική σημασία με την εξής 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). Η καμπύλη αυτή αποτελεί, μάλιστα, ένα είδος «οροφής» για την κυκλική επιφάνεια, που μπορούν δυνητικά να επιτύχουν όλες οι συστάδες Μαύρης πεύκης, ανεξάρτητα από την ποιότητα του σταθμού, όπου αυτές αναπτύσσονται, όπως αυτό φαίνεται και στο διάγραμμα του σχήματος 6.

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, Μέσο ύψος h_m , και Μέση διάμετρο dg) με την εξέλιξη του ανώτερου ύψους (h_o) και τις συνθήκες πυκνότητας (p) των συστάδων:

- (7) $V = b_0 + b_1 * p * h_o + b_2 * p * h_o^2$ (n=55; $R^2 = 0,99$, S.E.E. = 9,04, $F = 16976^{***}$), $b_0 = 7,217$ (t = 1,73**), $b_1 = 26,17889$ (t = 25,87***), $b_2 = 0,51703$ (t = -15,03***)
- (8) $h_m = b_0 + b_1 * h_o$ (n = 55, $R^2 = 0,94$, SEE = 0,77, $F = 828^{***}$), $b_0 = -3,114$ (t = -3,67***), $b_1 = 1,013$ (t = 28,78***)
- (9) $dg = b_0 + b_1 * p * h_o^2 + b_2 * SI_{50} * T$ (n=55, $R^2 = 0,43$, S.E.E. = 6,68, $F = 19,58^{***}$), $b_0 = 7,184$ (t = 1,34*), $b_1 = 0,022166$ (t = 3,06**), $b_2 = 0,00999$ (t = 2,29**)

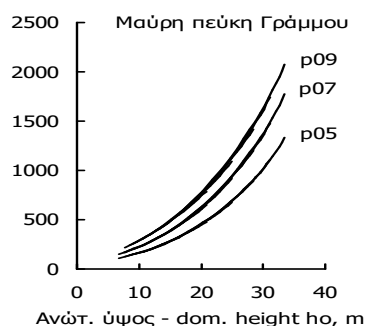
Μια εικόνα των βοηθητικών αυτών σχέσεων καθώς και της ανταπόκρισής τους στις πραγματικές παρατηρήσεις μας δίνει το διάγραμμα στο σχήμα 7. Εφαρμόζοντας σε κάθε συσταδικό τύπο¹ χωριστά τη λογική των αυξη-

τικών σειρών (της εξίσωσης 1) προκύπτει η συνολική απόδοση των συστάδων $\Sigma Iv = f(h_o, p)$, ως συνάρτηση του ανώτερου ύψους (h_o) και της πυκνότητας (p) των συστάδων, όπως εικονίζεται στο διάγραμμα του σχήματος 8.



Σχήμα 7. Νέφος διασποράς των παρατηρήσεων (h_o , V) των τριών επιπέδων πυκνότητας (p09, p07 και p05) συγκριτικά με τις καμπύλες ξυλαποθέματος $V(p09)^$, $V(p07)^$ και $V(p05)^$ των πινάκων παραγωγής των αντίστοιχων επιπέδων πυκνότητας

Figure 7. Scatter plot of stand volume (growing-stock) observations $V(p09)$, $V(p07)$, $V(p05)$, by predicted values from yield tables $V(p09)^$, $V(p07)^$, $V(p05)^$, for three stand density levels of black pine stands



Σχήμα 8. Η εξέλιξη της συνολικής απόδοσης (ΣIv) συστάδων Μαύρης πεύκης Γράμμου συναρτήσει του ανώτερου ύψους (h_o), για τρία επίπεδα πυκνότητας (p09, p07 & p05)

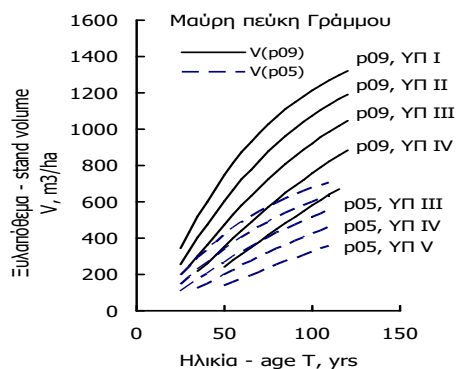
Figure 8. Total yield (ΣIv) in relation to dominant height (h_o) for three density levels (p09, p07, p05) of black pine stands

1. Η έννοια του «συσταδικού τύπου» ταυτίζεται εδώ με την έννοια της «αυξητικής σειράς» και περιλαμβάνει σύνολα συστάδων με ίδια χαρακτηριστικά ως προς το δασοπονικό είδος, την ποιότητα τόπου και την πυκνότητα των συστάδων

Ειδικά σε ότι αφορά στον αριθμό κορμών (N), αυτός υπολογίστηκε για κάθε βαθμίδα ύψους από τη σχέση $N = G/(\pi/4 \cdot dg^2)$. Από δε τη διαφορά του αριθμού κορμών σε διαδοχικά στάδια εξέλιξης (βαθμίδες ύψους) προέκυψε ο αριθμός δένδρων των ενδιάμεσων καρπώσεων (Ndf). Ο υπολογισμός του όγκου των ενδιάμεσων καρπώσεων προέκυψε κατόπιν από τη σχέση $Vdf = Ndf \cdot v_m \cdot k$, όπου v_m ο όγκος του μέσου κορμού της κύριας συστάδας ($v_m = V/N$) και k ο συντελεστής διόρθωσης της εξίσωσης (1). Για τον υπολογισμό του συντελεστή k δόθηκαν τιμές του παράγοντα $c = 2, 3$ και 4 για συστάδες $p = 0,9, 0,7$ και $0,5$ αντίστοιχα, στηριζόμενοι αφενός μεν στην πρακτική που ακολουθήθηκε μέχρι τώρα κατά την κατάρτιση πινάκων παραγωγής άλλων δασοπονικών ειδών και αφετέρου

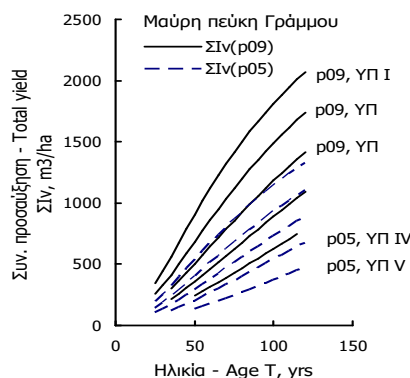
στις απόψεις των Magin (1963) και Marschall (1975) σύμφωνα με τις οποίες ο μεν Marschall συνδέει τον συντελεστή $c = 3$ με συστάδες μέτριας αραιώσης, ενώ ο Magin, σύμφωνα και πάλι με τον Marschall (1975), προτείνει $c = 3$ για κανονικά διαχειριζόμενες συστάδες.

Οι τελικές σχέσεις του συστήματος: Από το συνδυασμό της βασικής σχέσης $I: h_o = f(T \& SI)$, όπως αυτή εικονίζεται στο σχήμα 3, και των παραπάνω βοηθητικών σχέσεων ($V, hm, dg, \Sigma Iv = f(h_o, p)$) προέκυψαν οι τελικές σχέσεις του συστήματος των πινάκων παραγωγής ($G, hm, dg, V, \Sigma Iv, Iv, Zu = f(T, SI_{50}, p)$), οι οποίες αποδίδουν την αναμενόμενη εξέλιξη και απόδοση των συστάδων (βλέπε διαγράμματα στα σχήματα 9, 10, 11 και 12) ως συνάρτηση πλέον της ηλικίας (T), της ποιότητας τόπου/ του δείκτη ποιότητας τόπου (SI_{50}) και της πυκνότητας ($p = G/G_{max}$) των συστάδων.



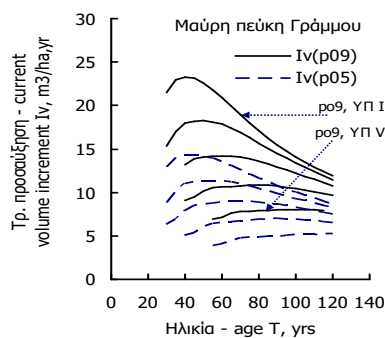
Σχήμα 9. Η εξέλιξη του ξυλαποθέματος συναρτήσει της ηλικίας και της υψοποιότητας (ΥΠ) για τα δύο επίπεδα πυκνότητας (p09 & p05) των πινάκων παραγωγής των συστάδων Μαύρης πεύκης Γράμμου

Figure 9. Development of stand volume (V) in relation to stand age (T) and site-quality for two density levels (p09 & p05) of Grammos black pine stands



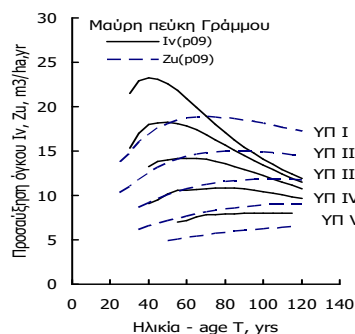
Σχήμα 10. Η εξέλιξη της συνολικής απόδοσης (ΣIv) συστάδων Μαύρης πεύκης συναρτήσει της ηλικίας και της ποιότητας τόπου, για δύο επίπεδα πυκνότητας (p09 & p05)

Figure 10. Total yield (ΣIv) in relation to stand age (T) and site-quality of black pine stands for two density levels (p09 & p05)



Σχήμα 11. Η εξέλιξη της τρέχουσας προσαύξησης όγκου (Iv) συναρτήσει της ηλικίας και της Υψοποιότητας (ΥΠ) για τα επίπεδα πυκνότητας των συστάδων p09 και p05.

Figure 11. Annual volume increment (Iv) in relation to stand age (T) and site quality for two stand density levels (p09 & p05) of black pine stands



Σχήμα 12. Η εξέλιξη της τρέχουσας (Iv) και μέσης περιτρώπης προσαύξησης (Zu) συστάδων Μαύρης πεύκης πυκνότητας p09, συναρτήσει της ηλικίας (T) και της υψοποιότητας (ΥΠ)

Figure 12. Annual volume increment (Iv) and mean annual increment (Zu) in relation to stand age (T) and site quality (YPI) for black pine forests of Grammos

Η ανάλυση των υπολοίπων του συνόλου των εξισώσεων που αναπτύχθηκαν με διαδικασίες παλινδρόμησης έδωσε τις κατανομές που δίνονται στα διαγράμματος του σχήματος 13, καθώς και μια σειρά δεικτών που χαρακτηρίζουν την ποιότητα και την ακρίβεια που δίνουν στις προβλέψεις τους τα διάφορα μοντέλα, ως ακολούθως (Πίν. V):

* $MRes = \Sigma(est_i - obs_i) / n$: Mean residual (αριθμητικός μέσος των αποκλίσεων)

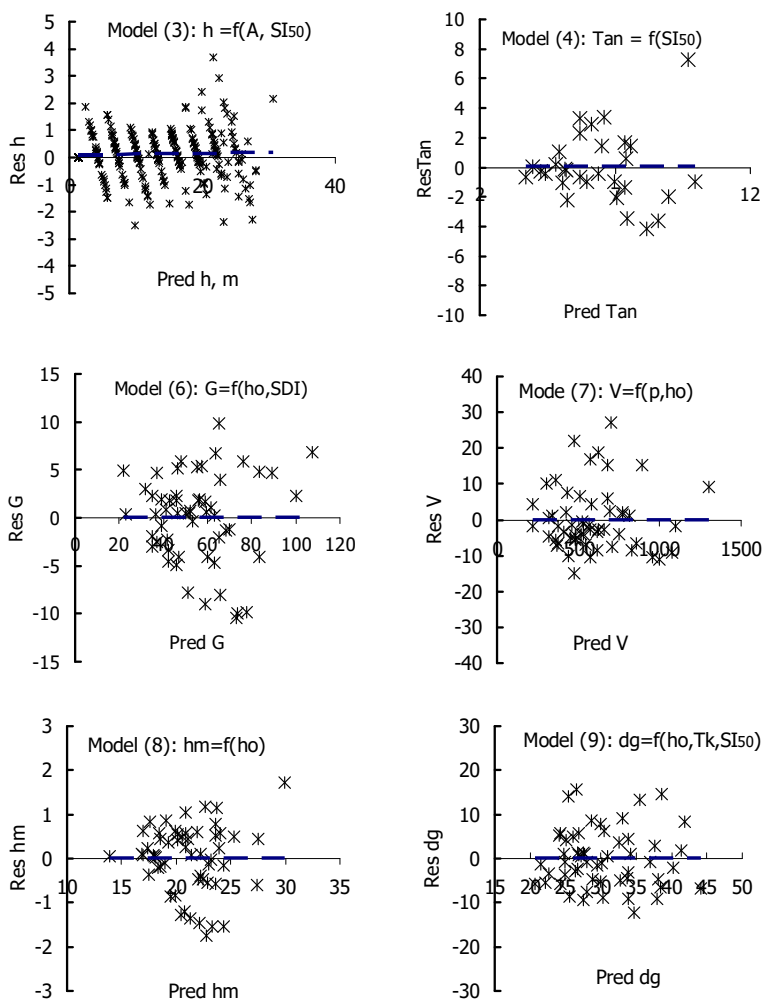
* $SSRes = \Sigma(est_i - obs_i)^2$: Residual sum of squares

(άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων)

* $StDev = (SSRes / (n - \beta_e))^{0.5}$: Standard deviation (τυπική απόκλιση)

* $obs_i = \alpha_i + \beta_i * est_i$: Linear Regression (γραμμική σχέση μεταξύ θεωρητικών τιμών και πραγματικών παρατηρήσεων κάθε μοντέλου)

όπου: n = αριθμός παρατηρήσεων, ops : μετρήσεις - measurements/ observations, est.: θεωρητικές τιμές - predicted/ estimated values, β_e : Βαθμοί ελευθερίας, α_i, β_i : συντελεστές της εξίσωσης.



Σχήμα 13. Κατανομή των αποκλίσεων των θεωρητικών τιμών από τις πραγματικές παρατηρήσεις που παράγονται από τα μοντέλα (3), (4), (6), (7), (8) και (9)

Figure 13. Distribution of residuals (ResY = Yobs – Yest) over predicted height values (Yest) produced from the models (3), (4), (6), (7), (8) & (9)

Πίνακας V: Αποτελέσματα ανάλυσης των υπολοίπων των εξισώσεων

Table V: Residual analysis results of the equations

	Ιδεατές τιμές	Εξίσωση (3) ho=f(A,SI ₅₀)	Εξίσωση (4) Tan=f(SI ₅₀)	Εξίσωση (6) G=f(ho,S _{DI})	Εξίσωση (7) V=f(ho,ρ)	Εξίσωση (8) Hm=f(ho)	Εξίσωση (9) Dg=f(ho,SI ₅₀ ,Tk)
Αριθ. Παρατηρήσ. (n)		269	30	55	55	55	55
Βαθμ. ελευθερίας (βε)		2	2	3	3	2	3
MRes	0	0,106	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
SSRes	0	140,4	160,59	1166,04	4249,67	31,24	2320,82
StDev	0	0,73	2,39	4,74	9,04	0,77	6,68
Linear Regression obs = α + β*pred							
α	0	-0,067	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
β	1	1,006	1	1	1	1	1
Radj ²	1	0,99	0,31	0,94	0,99	0,94	0,43
Ho:normal		accepted	accepted	accepted	accepted	accepted	accepted

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: PINI.GR/ρ09/ I, II, III, IV και V, δηλαδή για συστάδες Μαύρης πεύκης Γράμμου (PINI.GR) κανονικής πυκνότητας ρ = G/ Gmax = 0,9 (0,8 - 1,0)/ ασθενούς αραιώσης, των υποποιοτήτων I, II, III, IV και V αντίστοιχα. Η

διαδικασία ανάπτυξης των πινάκων αυτών, καθώς και σχετικές επεξηγήσεις συμβόλων και σχέσεων δίνονται στο κείμενο που συνοδεύει τους εν λόγω πίνακες (Πίνακας VI). Με τη διαδικασία που περιγράφεται στον πίνακα αυτόν μπορεί κανείς εύκολα να αναπαράγει τους πίνακες παραγωγής και των υπολοίπων αυξητικών σειρών, δηλαδή των συστάδων με ρ = 0,7 και 0,5 και για επιθυμητό δείκτη ποιότητας τόπου (SI₅₀).

Πίνακας VI. Πίνακες παραγωγής Μαύρης πεύκης Γράμμου των συσταδικών τύπων PINI.GR/ρ09/I, II, III, IV & V (Συστάδες Μαύρης πεύκης κανονικής πυκνότητας/ ασθενούς αραιώσης ρ=0,9 (0,8→1,0) πέντε Υποποιοτήτων)

Table VI. Yield tables for Grammos forest black pine stands (Stand density level ρ=0,9)

ρ	SI ₅₀	T	ho	Hm	G	dg	V	N	Ntot	Ndf	k	Vdf	Vaf%	ΣVdf	Vbef	ΣIv	Iv	Zu
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]
Υποποιοτητα I - SI₅₀=23,5 (22->25)																		
0,9	23,5	25	11,6	8,7	49,0	15,7	344,0	2517,2	2760,2						344,0	344,0		13,8
0,9	23,5	30	14,1	11,2	60,0	18,2	433,2	2301,5	2338,4	392,0	0,3	24,5	11,3	0,0	445,4	445,4	21,5	14,8
0,9	23,5	35	16,4	13,5	67,0	20,8	519,0	1976,2	1976,2	332,0	0,4	31,3	12,1	24,5	534,7	559,1	22,9	16,0
0,9	23,5	40	18,4	15,6	71,8	23,4	600,2	1674,4	1674,4	276,4	0,4	37,8	12,6	55,8	619,1	674,9	23,2	16,9
0,9	23,5	45	20,3	17,4	75,3	25,9	676,2	1423,4	1423,4	226,5	0,4	42,9	12,7	93,6	697,6	791,2	23,1	17,6
0,9	23,5	50	21,9	19,1	77,9	28,5	746,8	1221,4	1221,4	181,9	0,4	45,5	12,2	136,6	769,5	906,1	22,6	18,1
0,9	23,5	55	23,4	20,6	79,9	31,0	812,1	1059,7	1059,7	145,9	0,4	46,5	11,5	182,0	835,3	1017,4	21,8	18,5
0,9	23,5	60	24,7	21,9	81,6	33,4	872,4	929,6	929,6	117,8	0,4	46,6	10,7	228,6	895,7	1124,2	20,9	18,7
0,9	23,5	65	25,9	23,1	82,9	35,8	927,9	824,0	824,0	96,2	0,4	46,2	10,0	275,2	951,0	1226,2	19,9	18,9
0,9	23,5	70	26,9	24,2	84,0	38,1	979,1	737,3	737,3	79,3	0,4	45,4	9,3	321,4	1001,8	1323,2	18,9	18,9
0,9	23,5	75	27,9	25,1	84,9	40,3	1026,3	665,3	665,3	66,2	0,4	44,5	8,7	366,8	1048,5	1415,3	18,0	18,9
0,9	23,5	80	28,8	26,0	85,7	42,5	1069,8	604,8	604,8	55,9	0,4	43,5	8,1	411,3	1091,6	1502,9	17,1	18,8
0,9	23,5	85	29,6	26,8	86,3	44,6	1110,0	553,6	553,6	47,6	0,4	42,5	7,7	454,8	1131,2	1586,0	16,2	18,7
0,9	23,5	90	30,3	27,6	86,9	46,6	1147,1	509,6	509,6	41,0	0,5	41,5	7,2	497,3	1167,9	1665,2	15,5	18,5
0,9	23,5	95	30,9	28,2	87,4	48,6	1181,5	471,6	471,6	35,6	0,5	40,6	6,9	538,8	1201,8	1740,6	14,7	18,3
0,9	23,5	100	31,5	28,8	87,9	50,5	1213,4	438,5	438,5	31,1	0,5	39,6	6,5	579,3	1233,2	1812,6	14,1	18,1
Υποποιοτητα II - SI₅₀=20,5 (19->22)																		
0,9	20,5	25	9,0	6,0	31,3	13,9	257,8	2056,8							257,8	257,8		10,3
0,9	20,5	30	11,2	8,3	46,9	15,8	330,5	2377,7	2680,2						330,5	330,5	15,3	11,0

0,9	20,5	35	13,3	10,4	56,8	17,9	402,7	2261,2	2344,3	328,0	0,3	17,0	8,5	0,0	411,2	411,2	17,0	11,7
0,9	20,5	40	15,2	12,3	63,5	20,0	473,1	2024,2	2040,6	284,0	0,3	20,8	8,8	17,0	483,5	500,6	18,0	12,5
0,9	20,5	45	17,0	14,1	68,4	22,1	540,8	1776,3	1776,3	244,0	0,3	24,8	9,2	37,9	553,2	591,1	18,2	13,1
0,9	20,5	50	18,6	15,7	72,0	24,3	605,4	1552,6	1552,6	207,7	0,3	28,3	9,4	62,7	619,6	682,3	18,2	13,6
0,9	20,5	55	20,0	17,2	74,9	26,5	666,6	1361,0	1361,0	176,3	0,4	31,4	9,4	91,0	682,4	773,4	18,1	14,1
0,9	20,5	60	21,4	18,6	77,1	28,6	724,4	1200,1	1200,1	147,7	0,4	33,4	9,2	122,5	741,1	863,5	17,8	14,4
0,9	20,5	65	22,6	19,8	78,9	30,7	778,6	1065,7	1065,7	123,4	0,4	34,5	8,9	155,8	795,9	951,7	17,4	14,6
0,9	20,5	70	23,8	21,0	80,4	32,8	829,6	953,2	953,2	103,5	0,4	35,1	8,5	190,3	847,1	1037,4	16,9	14,8
0,9	20,5	75	24,8	22,0	81,7	34,8	877,3	858,7	858,7	87,3	0,4	35,2	8,0	225,4	894,9	1120,3	16,3	14,9
0,9	20,5	80	25,7	23,0	82,8	36,8	922,0	778,7	778,7	74,1	0,4	35,2	7,6	260,6	939,6	1200,2	15,7	15,0
0,9	20,5	85	26,6	23,8	83,7	38,7	963,9	710,5	710,5	63,4	0,4	34,9	7,2	295,8	981,3	1277,1	15,1	15,0
0,9	20,5	90	27,4	24,7	84,5	40,6	1003,1	651,9	651,9	54,6	0,4	34,5	6,9	330,7	1020,4	1351,0	14,5	15,0
0,9	20,5	95	28,2	25,4	85,1	42,5	1039,8	601,3	601,3	47,4	0,4	34,1	6,6	365,2	1056,9	1422,1	13,9	15,0
0,9	20,5	100	28,8	26,1	85,8	44,3	1074,2	557,2	557,2	41,4	0,4	33,6	6,3	399,3	1091,0	1490,4	13,4	14,9
Υποσιότητα III - SI₅₀=17,5 (16->19)																		
0,9	17,5	35	10,4	7,4	41,8	15,5	302,5	2225,5	2633,4						302,5	302,5		8,6
0,9	17,5	40	12,1	9,1	51,5	17,1	360,6	2241,3	2396,8	265,0	0,2	10,4	5,8	0,0	365,8	365,8	13,2	9,1
0,9	17,5	45	13,7	10,8	58,4	18,8	418,0	2103,4	2156,2	240,0	0,3	12,5	6,0	10,4	424,2	434,6	13,9	9,7
0,9	17,5	50	15,2	12,3	63,6	20,6	474,1	1916,8	1929,0	215,0	0,3	15,0	6,3	22,9	481,5	504,5	14,0	10,1
0,9	17,5	55	16,6	13,8	67,6	22,3	528,4	1726,2	1726,2	190,0	0,3	17,3	6,5	37,9	537,1	574,9	14,1	10,5
0,9	17,5	60	18,0	15,1	70,8	24,1	580,9	1549,0	1549,0	167,6	0,3	19,5	6,7	55,1	590,6	645,8	14,2	10,8
0,9	17,5	65	19,2	16,3	73,3	25,9	631,1	1391,1	1391,1	148,0	0,3	21,8	6,9	74,7	642,1	716,7	14,2	11,0
0,9	17,5	70	20,3	17,5	75,4	27,7	679,2	1252,9	1252,9	129,0	0,3	23,5	6,9	96,5	691,0	787,5	14,1	11,2
0,9	17,5	75	21,4	18,6	77,1	29,4	725,1	1133,1	1133,1	111,8	0,3	24,6	6,8	120,0	737,4	857,4	13,9	11,4
0,9	17,5	80	22,4	19,6	78,6	31,2	768,7	1029,4	1029,4	96,8	0,4	25,4	6,6	144,6	781,5	926,1	13,6	11,6
0,9	17,5	85	23,3	20,5	79,9	32,9	810,2	939,6	939,6	83,9	0,4	26,0	6,4	170,1	823,2	993,3	13,3	11,7
0,9	17,5	90	24,2	21,4	81,0	34,6	849,6	861,5	861,5	73,0	0,4	26,3	6,2	196,0	862,8	1058,8	12,9	11,8
0,9	17,5	95	25,0	22,2	81,9	36,3	887,1	793,5	793,5	63,8	0,4	26,5	6,0	222,3	900,3	1122,6	12,6	11,8
0,9	17,5	100	25,8	23,0	82,8	37,9	922,5	733,8	733,8	56,0	0,4	26,5	5,7	248,8	935,8	1184,6	12,2	11,8
Υποσιότητα IV - SI₅₀=14,5 (13->16)																		
0,9	14,5	35	7,7	4,7	17,8	13,4	216,5	1255,7							216,5	216,5		6,2
0,9	14,5	40	9,1	6,2	32,4	14,6	261,8	1922,7							261,8	261,8	9,1	6,5
0,9	14,5	45	10,5	7,6	42,8	15,9	307,5	2147,5	2458,1						307,5	307,5	9,5	6,8
0,9	14,5	50	11,9	8,9	50,4	17,2	353,3	2158,0	2295,8	195,0	0,2	6,6	3,8	0,0	356,6	356,6	10,2	7,1
0,9	14,5	55	13,2	10,2	56,3	18,6	398,6	2068,1	2118,5	180,0	0,2	7,7	3,9	6,6	402,5	409,1	10,5	7,4
0,9	14,5	60	14,4	11,5	60,9	20,0	443,3	1935,8	1950,8	164,0	0,2	8,8	4,0	14,3	447,7	462,0	10,6	7,7
0,9	14,5	65	15,6	12,7	64,6	21,4	487,0	1790,5	1790,5	152,0	0,2	10,3	4,2	23,1	492,2	515,3	10,7	7,9
0,9	14,5	70	16,7	13,8	67,7	22,9	529,6	1646,8	1646,8	139,4	0,3	11,7	4,4	33,4	535,5	568,9	10,8	8,1
0,9	14,5	75	17,7	14,8	70,2	24,3	571,0	1511,7	1511,7	129,4	0,3	13,5	4,7	45,2	577,8	623,0	10,8	8,3
0,9	14,5	80	18,7	15,8	72,3	25,8	611,1	1388,0	1388,0	117,8	0,3	15,0	4,9	58,7	618,6	677,3	10,9	8,5
0,9	14,5	85	19,7	16,8	74,2	27,2	649,9	1276,2	1276,2	106,0	0,3	16,1	5,0	73,7	657,9	731,6	10,8	8,6
0,9	14,5	90	20,5	17,7	75,7	28,6	687,2	1175,9	1175,9	94,9	0,3	17,0	4,9	89,8	695,7	785,5	10,7	8,7
0,9	14,5	95	21,4	18,5	77,1	30,1	723,2	1086,4	1086,4	84,7	0,3	17,7	4,9	106,8	732,1	838,9	10,6	8,8
0,9	14,5	100	22,2	19,3	78,3	31,5	757,8	1006,5	1006,5	75,6	0,3	18,3	4,8	124,5	767,0	891,5	10,4	8,9
Υποσιότητα V - SI₅₀=11,5 (10->13)																		
0,9	11,5	50	8,6	5,6	27,3	14,4	243,9	1676,9							243,9	243,9		4,9
0,9	11,5	55	9,7	6,7	36,6	15,4	278,7	1974,6							278,7	278,7	7,0	5,1
0,9	11,5	60	10,7	7,8	43,9	16,4	313,6	2085,4	2369,9						313,6	313,6	7,2	5,2
0,9	11,5	65	11,8	8,8	49,7	17,4	348,5	2089,1	2228,6	138,0	0,2	4,0	2,3	0,0	350,5	350,5	7,6	5,4
0,9	11,5	70	12,7	9,8	54,5	18,5	383,2	2032,9	2093,9	130,0	0,2	4,5	2,3	4,0	385,4	389,4	7,8	5,6
0,9	11,5	75	13,7	10,8	58,4	19,5	417,5	1945,1	1968,6	123,0	0,2	5,1	2,4	8,4	420,1	428,5	7,8	5,7
0,9	11,5	80	14,6	11,7	61,7	20,6	451,4	1842,3	1847,9	117,0	0,2	5,9	2,6	13,5	454,3	467,9	7,9	5,8
0,9	11,5	85	15,5	12,6	64,5	21,8	484,7	1734,6	1734,6	110,0	0,2	6,6	2,7	19,4	488,0	507,4	7,9	6,0
0,9	11,5	90	16,4	13,5	66,8	22,9	517,4	1627,9	1627,9	104,7	0,2	7,5	2,9	25,9	521,1	547,1	8,0	6,1
0,9	11,5	95	17,2	14,3	68,9	24,0	549,3	1525,3	1525,3	99,7	0,2	8,5	3,1	33,5	553,6	587,1	8,0	6,2
0,9	11,5	100	18,0	15,1	70,7	25,1	580,6	1428,5	1428,5	93,5	0,2	9,4	3,2	42,0	585,3	627,2	8,0	6,3

Στοιχεία εισαγωγής: Στήλες [1]: Επίπεδο πυκνότητα συστάδας: $p = G/G_{max}$, [2]: Δείκτης ποιότητας τόπου (SI_{50}), [3]: Ηλικία συστάδας T (έτη) [4]: Ανώτερο ύψος συστάδας $h_0(m)$.

Στοιχεία κυρίας συστάδας (χαρακτηρίζουν την πορεία αύξησης της συστάδας στο μέσο του διαστήματος μεταξύ δυο διαδοχικών αραιώσεων): Στήλες [5]: Μέσο ύψος συστάδας h (m), [6]: Εγκάρσια κυκλική επιφάνεια G (m^2/ha), [7]: Μέση διάμετρος συστάδας dg (cm), [8]: Το ξυλαπόθεμα συστάδων V (m^3/ha), [9]: Αριθμός κορμών συστάδων N/ha (με δένδρα $d > 7$ cm), [16]: Το ξυλαπόθεμα των συστάδων πριν την αραιώση σε δεδομένη ηλικία t : $V_{bef(t)} = V(t) + 0,5 * Vdf(t)$, [10]: Συνολικός αριθμός κορμών $N_{tot(t)} = N_{(t-5)} + Ndf_{(t-5)}$.

Στοιχεία αραιώσεων: Στήλες [11]: Αριθμός κορμών (Ndf) που απομακρύνεται με τις αραιώσεις σε ηλικία T (και για διάστημα 5ετίας), προσδιοριζόμενος από την με το χρόνο επερχόμενη μείωση του αριθμού κορμών (στήλη 10) των συστάδων: $Ndf_{(t)} = (N_{(t-5)} - N_{(t+5)})/2$, [12]: Συντελεστής διόρθωσης του Magin: $k = (Ndf/N)^b$, όπου $b = LN(N^2/3000)/(c * LN(V))$ και $c = 2, 3$ και 4 για συστάδες με πυκνότητα $p = 0,9, 0,7$ και $0,5$ αντίστοιχα, [13]: Ο όγκος των ενδιάμεσων καρπώσεων: $Vdf = Ndf * (V/N) * k$, [14]: Το ποσοστό κάρπωσης των συστάδων για δεκαετή χρόνο περιφοράς: $Vdf\% = 2 * 100 * Vdf/V$, [15]: Άθροισμα 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 των συστάδων ως άθροισμα του ξυλαποθέματος και των συνολικών ενδιάμεσων καρπώσεων που πραγματοποιούνται από την ίδρυση μιας συστάδας μέχρι μια ορισμένη ηλικία t : $\Sigma Iv_{(t)} = V_{bef(t)} + \Sigma Vdf_{(t)}$ (m^3/ha) [18]: Η τρέχουσα προσαύξηση όγκου των συστάδων $Iv_{(t)} = (\Sigma Iv_{(t+5)} - \Sigma Iv_{(t-5)})/10$ ($m^3/ha, yr$), [19]: Η μέση (ετήσια) προσαύξηση των συστάδων που προκύπτει από το ηλικίο της συνολικής προσαύξησης προς το χρόνο που χρειάστηκε αυτή για να παραχθεί: $Zu_{(t)} = \Sigma Iv_{(t)} / t$ ($m^3/ha, yr$). Όταν ο χρόνος t ταυτίζεται με τον χρόνο τελικής κάρπωσης των συστάδων (τον περίτροπο χρόνο, $t = u$) τότε η προσαύξηση αυτή καλείται και μέση περίτροπη προσαύξηση, εκφράζουσα ταυτόχρονα και το παραγωγικό δυναμικό των συστάδων που ταξινομούνται στην αυξητική σειρά του αντίστοιχου πίνακα παραγωγής.

$p =$ Stand density, $SI_{50} =$ Site Index (for base age $A_0 = 50$ yrs), $A = bh$ age (yrs), $T =$ Age (yrs), $h_0 =$ Height of Weisse's top height tree in m, $hm =$ Height of average basal area tree in m, $G =$ basal area in m^2/ha , $dg =$ Diameter of average basal area tree in cm, $V =$ Stand volume in m^3 , $N =$ Number of stems/ha, $N_{tot(t)} = N_{(t-5)} + Ndf_{(t-5)}$, $k =$ Correction factor, $\Sigma Iv =$ Total yield in m^3/ha , $Iv =$ Annual volume increment in $m^3/ha, yr$, $Zu =$ mean annual volume increment in $m^3/ha, yr$.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το σύστημα των πινάκων παραγωγής, που δημιουργήθηκε στην εργασία αυτή, είναι το δεύτερο ολοκληρωμένο μοντέλο πρόβλεψης της απόδοσης για τα δάση Μαύρης πεύκης, μετά το αντίστοιχο που ανακοινώθηκε στην εργασία (Gatzojannis 1999b) για τα δάση Ταυγέτου Μεσσηνίας. Με την ύπαρξη των αποτελεσμάτων αυτών δίνεται πλέον η δυνατότητα εκτιμήσεων απόδοσης για το σύνολο των δασών Μαύρης πεύκης της χώρας, δεδομένου ότι τα δάση των δυο αυτών περιοχών (Γράμμου και Ταυγέτου) βρίσκονται στα δυο άκρα (γεωγραφικά και κλιματικά) εξάπλωσης της Μαύρης πεύκης στην Ελλάδα και μπορούν να δώσουν συγκριτικά στοιχεία και για τα υπόλοιπα δάση Μαύρης πεύκης της χώρας.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν καθιστούν δυνατή την πρόβλεψη της μελλοντικής εξέλιξης και της απόδοσης των συστάδων, όταν γι' αυτές είναι διαθέσιμα τα ακόλουθα στοιχεία: η στηθαία ηλικία (A), το ανώτερο ύψος (h_0) και η κυκλική επιφάνεια (G). 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 (p) στα στοιχεία εισαγωγής, αποτελεί σήμερα ένα πλεονέκτημα έναντι των κλασικών πινάκων παραγωγής, αφού εξασφαλίζει τη δυνατότητα ελέγχου του δασοκομικού χειρισμού των συστάδων, αλλά και της ενσωμάτωσης παραμέτρων του συνόλου των δασικών λειτουργιών (Gatzojannis et al 2001) και

όχι μόνο της ξυλοπαραγωγής, στη διαχείριση των δασών. Οι πρόσφατες δασικές πυρκαγιές σηματοδοτούν εξάλλου την ανάγκη αναζήτησης αιτιών του κινδύνου αυτού, αξιολογώντας μεταξύ άλλων και την πυκνότητα των δασών (Woodall et al 2005). Ο δείκτης SDI_{max} που χρησιμοποιείται στη διαχείριση των δασών, ιδιαίτερα για τον καθορισμό του βέλτιστου χρόνου έναρξης και της έντασης της αραιώσεων, αποκτάει σήμερα ιδιαίτερη σημασία όχι μόνο από δασική - διαχειριστική αλλά και από οικολογική άποψη, δεδομένης της ευαισθησίας του απέναντι σε κλιματικούς παράγοντες (Andrius et al 2018).

Η δυνατότητα αυτή σύνδεσης των πινάκων παραγωγής με την πυκνότητα των συστάδων διευκολύνει επίσης και την αναγκαία διεύρυνση της αειφορίας 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).

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, είναι στατιστικά σημαντικές (κριτήριο F), οι συντελεστές αυτών διάφοροι του μηδενός (διάστημα εμπιστοσύνης ή κριτήριο t), με σχετικά καλή ποιότητα προσαρμογής (κριτήρια R^2 , $MRes$), κανονικότητα στην κατανομή των αποκλίσεων και ικανοποιητική ακρίβεια ($SSRes$, $Mean Res$, $StDev$) (Πίνακας V & διαγράμματα στο σχήμα 13),

με εξαίρεση τις εξισώσεις (4): $Tan = f(SI_{50})$ και (9): $dg = f(ho, SI_{50}, Tk)$, όπου ο συντελεστής προσδιορισμού βρίσκεται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα $R^2=0,33$ και $0,43$ αντίστοιχα.

Αυτό σημαίνει ότι ένα σχετικά μικρό ποσοστό διακύμανσης ερμηνεύεται από τα δυο αυτά μοντέλα (33% και 43 % αντίστοιχα) πράγμα βέβαια αναμενόμενο για τους εξής λόγους. Αναφορικά με το χρόνο ανόδου των δένδρων από το έδαφος σε ύψος 1,3 m (εξίσ. 4), αυτός αναφέρεται στο στάδιο της νεοφυτείας όπου, στα φυσικώς αναγεννώμενα δάση, ο ανταγωνισμός μεταξύ των νεαρών δενδρυλλίων είναι ιδιαίτερα έντονος και οδηγεί σε συχνές ανακατατάξεις των δενδρυλλίων, γεγονός που επηρεάζει την πορεία αύξησης του ύψους και ερμηνεύει και τη σχετικά μειωμένη ικανότητα του μοντέλου να ερμηνεύσει μεγάλο μέρος της διακύμανσης. Ωστόσο, η διαπίστωση αυτή πιστοποιεί, από την άλλη πλευρά, και την ορθότητα επιλογής της στηθιαίας ηλικίας ως αφετηρίας για την παραπέρα ανάπτυξη των καμπυλών αύξησης τους ύψους και για την κατάρτιση του συστήματος σταθμοδεικτικών καμπυλών, αφού μετά την αρχική αυτή φάση εξέλιξης των συστάδων τα άτομα που κυριαρχούν και στα οποία βασίζεται το σύστημα δεν υφίστανται ιδιαίτερα σημαντικές ανακατατάξεις (βλέπε επίσης Ντάφη 1970, σελ. 130 και Leibundgut 1966, S. 136).

Αναφορικά με την εξίσωση (9): $dg = f(ho, Tk, SI_{50})$ πρέπει να επισημανθεί εδώ ότι η εξέλιξη της dg βρίσκεται σε άμεση εξάρτηση, τόσο από το επίπεδο πυκνότητας ($p = G/G_{max}$) και τον αριθμό των δένδρων (N/ha) σε κάθε επίπεδο, όσο και από το είδος και την ένταση του εφαρμοζόμενου δασοκομικού χειρισμού. Αραιώσεις που επικεντρώνονται στην κυριαρχούσα συστάδα μειώνουν πχ. τη μέση διάμετρο (dg) μετά την αραιώση, ενώ αραιώσεις που εφαρμόζονται στη δευτερεύουσα συστάδα ανεβάζουν την dg μετά την αραιώση. Και οι δυο τεχνικές αραιώσης έχουν βρει εφαρμογή στο παρελθόν στα δάση του Β. Γράμμου, σύμφωνα με τις προβλέψεις των διαχειριστικών τους σχεδίων, αλλά και πληροφορίες των δασολόγων που διενήργησαν αραιώσεις στα δάση αυτά. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα α) η πυκνότητα (p) να μην εκπροσωπείται στην εξίσωση (9), παρά τις προσπάθειες στατιστικής ανάλυσης με εναλλακτικά πρότυπα (στο σημεία αυτό συνέβαλε και η ποικιλία χειρισμών από πλευράς έντασης των αραιώσεων) και β) η τελική

εξίσωση (9) να μην είναι σε θέση να ερμηνεύσει ένα μεγάλο μέρος της υπάρχουσας διακύμανσης.

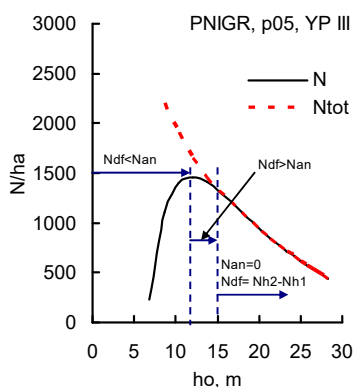
Παρόλα αυτά, όμως, αυτό που «διατηρεί» τις εξισώσεις αυτές στο σύστημα είναι τα υπόλοιπα ποιοτικά κριτήρια $Mres$, εξίσωση $est = a + \beta * obs$ και κανονικότητα των αποκλίσεων (Πίν. V και σχήμα 13) και προπάντων τα σφάλματα που συνοδεύουν τις προβλέψεις των εξισώσεων αυτών, τα οποία είναι κατά προσέγγιση μικρότερα του 10 % στην πρώτη περίπτωση και του 5 % στη δεύτερη². Εξάλλου η μέση διάμετρος (dg) και κατ' επέκταση και ο αριθμός κορμών (N/ha), ο οποίος εξαρτάται από τη διάμετρο, δεν επηρεάζουν την εξέλιξη του ξυλαποθέματος, αλλά μόνο τις ενδιάμεσες καρπώσεις που το ύψος τους στις διάφορες κλάσεις ηλικίας (Vdf στη στήλη 13 στον πίνακα VI) δεν ξεπερνάει το 15% του ξυλαποθέματος (στήλη 14 του πίνακα VI).

Τα θετικά αποτελέσματα επικυρώνονται και από το τελικό αποτέλεσμα των πινάκων παραγωγής, ως αυξητικών πλέον προτύπων, δηλαδή από τις καμπύλες προσαύξεσης (SIV, IV, Zu), αφού αυτές ανταποκρίνονται στους νόμους αύξησης και σε βασικές απαιτήσεις της δασικής αποδοτικής (Kramer 1988, Assmann 1970). Οι καμπύλες συνολικής προσαύξεσης (Σχ. 10) εκκινούν πχ. από το σημείο μηδέν, έχουν σιγμοειδή μορφή και διαβαθμίζονται κατά τρόπο ώστε οι παράγωγες αυτών καμπύλες τρέχουσας και μέσης προσαύξεσης, να εμφανίζουν την κλασσική εικόνα που προκύπτει από τα διαγράμματα των σχημάτων 11 και 12. Έχουμε, δηλαδή, πτώση των καμπυλών σε κατώτερα επίπεδα και μετατόπιση του σημείου μεγιστοποίησης αυτών προς τα δεξιά (σε μεγαλύτερες ηλικίες), όσο η ποιότητα τόπου χειροτερεύει, ενώ τα σημεία τομής μεταξύ τρεχουσών και μέσων προσαύξεσεων ταυτίζονται με τα σημεία μεγιστοποίησης των τελευταίων (Σχ. 12, Πίν. VI).

Μερική απόκλιση από τον κανόνα φαίνεται να παρουσιάζει η εξέλιξη του αριθμού κορμών N/ha ιδιαίτερα σε κατώτερες ποιότητες τόπου (στήλη 9 στον πίνακα VI), η οποία όμως οφείλεται καθαρά σε τεχνικούς λόγους και ιδιαίτερα στο γεγονός ότι στο σύστημα δεν λαμβάνονται υπόψη δένδρα με στηθιαία διάμετρο μικρότερη των 7 cm. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την με το χρόνο άνοδο νέων δένδρων (Nan) σε μετρούμενες βαθμίδες διαμέτρου και κατά συνέπεια και τη βαθμιαία αύξηση του συνολικού αριθμού δένδρων (N στο σχήμα 14) κατά τα πρώτα στάδια αύξησης των συστάδων. Στη

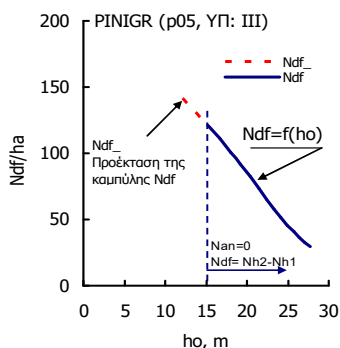
2. Υπολογιζόμενα για μέσες τιμές (Y_{mean}) χρόνου ανόδου (Tan) και διαμέτρου (dg) αντίστοιχα με τη βοήθεια του τύπου του Näslund $Sy \% = (StDev/n^{0.5}) * (100/Y_{mean})$ (κατά Kramer & Akça 1983, σελ. 122).

φάση αυτή και εφόσον έχουν ξεκινήσει οι αραιώσεις ο αριθμός των ανερχόμενων δένδρων (N_{an}) είναι μεγαλύτερος αυτού των απομακρυνόμενων με τις αραιώσεις (N_{df}), γι' αυτό και έχουμε άνοδο της καμπύλης $N=f(ho)$. Όταν η άνοδος νέων δένδρων ολοκληρωθεί ($N_{an}=0$, στο σχήμα 14) τότε η καμπύλη $N=f(ho)$ είναι καθοδική ακολουθούσα πλέον την κανονική της πορεία. Το τμήμα αυτό της καμπύλης $N=f(ho)$ δίνει και την καμπύλη των ενδιάμεσων καρπώσεων ($N_{df} = N_{h2}-N_{h1}$, στα σχήματα 14 και 15). Οι ενδιάμεσες καρπώσεις (N_{df}) της αρχικής φάσης ανάπτυξης, όπου



Σχήμα 14. Η πορεία της καμπύλης του αριθμού κορμών (N/ha) συστάδων συναρτήσει τους ανώτερου ύψους συστάδων Μαύρης πεύκης (Pni, p05, ΥΠ III) ($N = f(ho)$) χωρίς να συμπεριλαμβάνονται δένδρα με στηθιαία διάμετρο $d_{1,3} < 7$ cm και $N_{tot} = f(ho)$ του συνολικού αριθμού δένδρων)

Figure 14. Number of stems (N & N_{tot}) in relation to dominant height (ho) of black pine stands (Pni, p05, ΥΠ III) [$N = f(ho)$] not including trees with the bh- diameter $d_{1,3} < 7$ cm & $N_{tot} = f(ho)$ of the total number of trees]



Σχήμα 15. Η εξέλιξη του αριθμού κορμών ενδιάμεσων καρπώσεων ($N_{df} = f(ho)$) συναρτήσει του ανώτερου ύψους συστάδων Μαύρης πεύκης (Pni, p05, ΥΠ III) [Τιμές N_{df} από προέκταση της καμπύλης $N_{df} = f(ho)$]

Figure 15. The number of trees of thinnings ($N_{df} = f(ho)$) in relation to the dominant height ($N_{df} = f(ho)$) of the Black Pine stands (Pni, p05, ΥΠ III) [N_{df} values extended by the curve $N_{df} = f(ho)$]

έχουμε ακόμα άνοδο δένδρων σε μετρούμενες βαθμίδες διαμέτρου, προέκυψε από γραφική προέκταση της καμπύλης $N_{df} = f(ho)$ προς τα αριστερά (προς μικρότερα ύψη) (Σχ. 15). Προσθέτοντας τις ενδιάμεσες καρπώσεις (N_{df} , N_{df}) στον αριθμό δένδρων (N) της αρχικής καμπύλης προκύπτει η συνολική καμπύλη $N_{tot} = N + N_{df}$, ως έκφραση κανονικής πλέον πορείας που ακολουθεί ο συνολικός αριθμός κορμών των ομηλικών συστάδων (N_{tot} στο σχήμα 14 και στήλη 10 στον πίνακα VI).

Αν συγκρίνουμε τα αποτελέσματα πρόβλεψης των πινάκων Μαύρης πεύκης Γράμμου με τα αντίστοιχα των Π.Π. Ταυγέτου τότε μια σειρά διαγραμμάτων στα σχήματα 16 έως 23 μας δίνουν μια αναλυτική εικόνα για τις υφιστάμενες διαφορές και μας οδηγούν στα ακόλουθα συμπεράσματα:

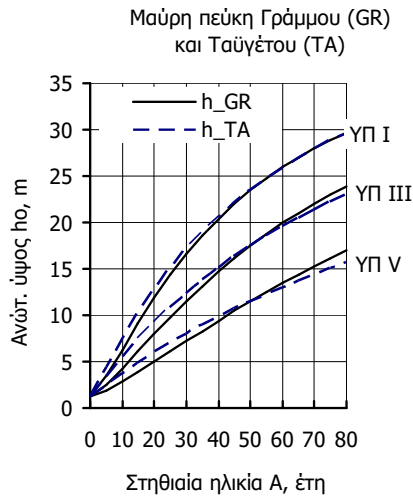
* Υπάρχουν διαφορές στην πορεία αύξησης των συστάδων που εντοπίζονται κυρίως στην πρώτη φάση ανάπτυξής τους (Σχ. 16).

* Για συστάδες ίδιας ποιότητας τόπου (ίδιο δείκτη ποιότητας τόπου SI_{50}) ο χρόνος ανόδου των δένδρων σε ύψος 1,3 m από το έδαφος (T_{an}) είναι μεγαλύτερος στις συστάδες του Γράμμου απ' ό τι σ' αυτές του Ταυγέτου κατά τρόπο μάλιστα που η διαφορά να μεγαλώνει όσο μεταβαίνουμε από κατώτερες στις ανώτερες (σε μεγαλύτερο SI_{50}) ποιότητας τόπου (Σχ. 17).

* Οι καμπύλες ύψους στο διάγραμμα του συστήματος σταθμοδεικτικών καμπυλών (Σχ. 16) που εμφανίζουν διαφορές κυρίως στις νεαρές συστάδες (μέχρι την στηθιαία ηλικία των 20-30 ετών), μαζί με τις διαφορές στο χρόνο ανόδου (Σχ. 17) διαμορφώνουν μια διαφορετική πορεία αύξησης και για το ύψος των συστάδων συναρτήσει της πραγματικής (πλέον) ηλικίας στο σχήμα 18.

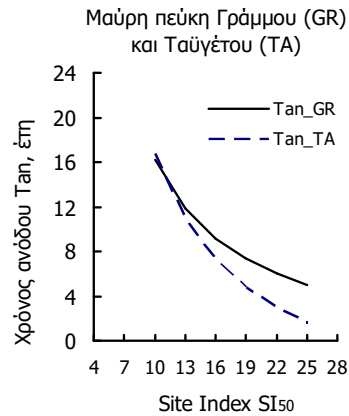
* Στην περίπτωση του Ταυγέτου έχουμε μια πιο γρήγορη αύξηση του ύψους των συστάδων σε σχέση με αυτές του Γράμμου (Σχ. 18) γεγονός που επηρεάζει και τη μεγιστοποίηση της τρέχουσας προσαύξησης ύψους, η οποία επέρχεται νωρίτερα στις συστάδες Ταυγέτου από ότι στην περίπτωση του Γράμμου. Το ίδιο συμβαίνει και με τις καμπύλες της κατ' όγκο τρέχουσας και μέσης περιτροπής προσαύξησης των συστάδων, όπως μας δείχνουν τα διαγράμματα στα σχήματα 19 και 20. Αυτό αποτελεί μια πρώτη ένδειξη και μπορεί να αποδοθεί κυρίως στις διαφορετικές κλιματικές και γεωλογικές συνθήκες που επικρατούν στις δυο περιοχές, πλην όμως χρειάζεται παραπέρα δασοαποδοτική έρευνα για να διαπιστωθεί η έκταση και το μέγεθος των αποκλίσεων αυτών³.

3. Οι διαφορές στην εξέλιξη του ύψους ισχύουν ανεξάρτητα από τη δομή των διαφορετικών μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν στις δυο περιπτώσεις, όπως έδειξαν σχετικοί έλεγχοι.



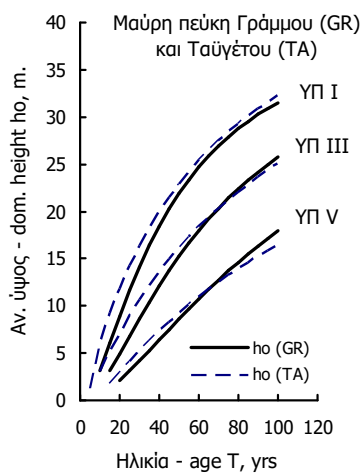
Σχήμα 16. Καμπύλες ύψους συναρτήσει της στηθιαίας ηλικίας τριών ποιοτήτων τύπου (ΥΠ: I, III και V) των δυο συστημάτων σταθμοδεικτικών καμπυλών των περιοχών Γράμμου (GR) και Ταΰγετου (TA) αντίστοιχα

Figure 16. Site-index height curves in relation to bh age for three site qualities (I,III,V) of black pine stands in the forests of Grammos (GR) and Taygetos (TA) respectively



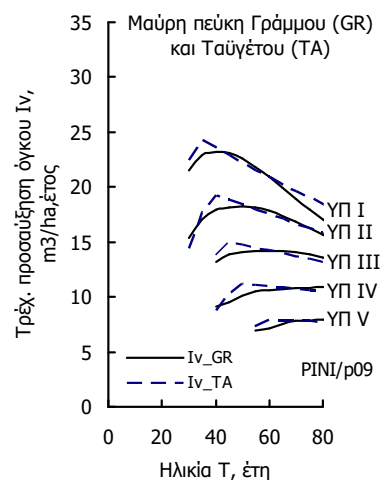
Σχήμα 17. Συγκριτική απεικόνιση της μεταβολής του χρόνου ανόδου (Tan) σε ύψος 1,3 m από το έδαφος κυρίαρχων/ συγκυρίαρχων δένδρων Μαύρης πεύκης των περιοχών Γράμμου (GR) και Ταΰγετου (TA) αντίστοιχα

Figure 17. Comparison of the change of rise time (from the ground to the breast-height level) of dominant/ co-dominant trees of black pine stands in the forest of Grammos (GR) and Taygetos (TA)



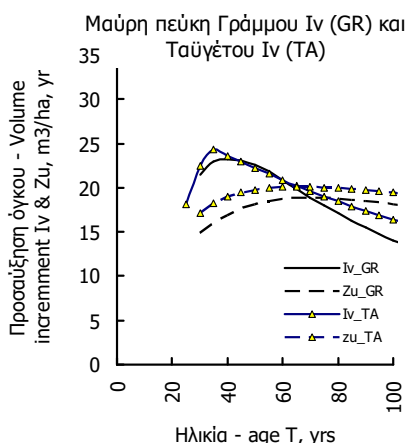
Σχήμα 18. Συγκριτική απεικόνιση των καμπυλών ανώτερου ύψους (ho) συναρτήσει της ηλικίας (T) και της Υποποιότητας (ΥΠ) των συστάδων Μαύρης πεύκης των περιοχών Γράμμου (GR) και Ταΰγετου (TA) αντίστοιχα

Figure 18. Comparison of dominant-height (ho) curves by age (T) and site index (SI₅₀) of black pine stands of Grammos (GR) and Taygetos (TA)



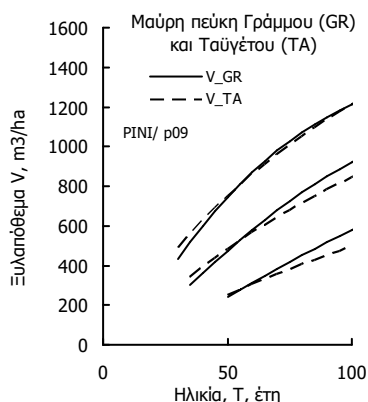
Σχήμα 19. Συγκριτική απεικόνιση της εξέλιξης της τρέχουσας (Iv) προσαύξησης όγκου συστάδων ασθενούς αραιώσης (p09) των περιοχών Γράμμου και Ταΰγετου αντίστοιχα

Figure 19. Annual volume increment (Iv) of black pine stands (density level p=0.9) in the forests of Grammos (Iv_{GR}) and Taygetos (Iv_{TA}) respectively



Σχήμα 20. Συγκριτική απεικόνιση της εξέλιξης της τρέχουσας (Iv) και μέσης (Zu) αύξησης συστάδων Μαύρης πεύκης με ίδια πυκνότητα (p09) και ίδια ποιότητα τόπου (YPI:SI₅₀=23,5) των περιοχών Γράμμου (GR) και Ταύγετου (TA) αντίστοιχα

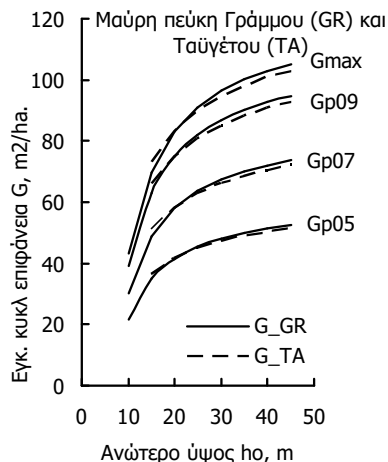
Figure 20. Annual volume increment (Iv) and mean annual increment (Zu) of black pine stands in relation to age (T) for density level p09 and site quality I (SI₅₀=23,5) in the forests of Grammos (GR) and Taygetos (TA) respectively



Σχήμα 22. Συγκριτική απεικόνιση των καμπυλών ξυλαποθέματος συστάδων Μαύρης πεύκης των περιοχών Γράμμου (GR) και Ταύγετου (TA) αντίστοιχα

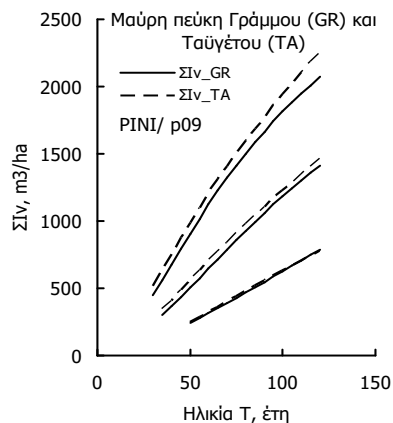
Figure 22. Comparison of stand-volume curves of black pine stands in the forests of Grammos (GR) and of Taygetos (TA)

* Ιδιαίτερη σημασία αποκτά η ταύτιση σχεδόν της καμπύλης Gmax στο σχήμα 21 μεταξύ των δυο συστημάτων γιατί δημιουργούνται έτσι καλές προϋποθέσεις συγκρισιμότητας μεταξύ των δυο συστημάτων επιτρέποντας τη δημιουργία κοινής κλίμακας ελέγχου και παρακολούθησης της πυκνότητας και του δασοκομικού χειρισμού των συστάδων Μαύρης πεύκης στις δυο περιοχές και κατ' επέκταση και της απόδοσής τους.



Σχήμα 21. Συγκριτική απεικόνιση των καμπυλών εγκάρσιας κυκλικής επιφάνειας συστάδων Μαύρης πεύκης των περιοχών Γράμμου (GR) και Ταύγετου (TA) αντίστοιχα

Figure 21. Comparison of basal-area curves of black pine stands in the forests of Grammos (GR) and Taygetos (TA)



Σχήμα 23. Καμπύλες συνολικής προσαύξησης (ΣIv) συστάδων Μαύρης πεύκης των περιοχών Γράμμου (GR) και Ταύγετου (TA) αντίστοιχα

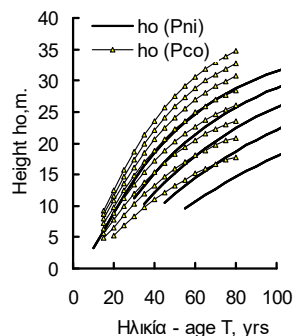
Figure 23. Total yield curves (ΣIv) of black pine stands in the forests of Grammos (GR) and Taygetos (TA) respectively

* Η διαφοροποίηση στην εξέλιξη του ύψους των συστάδων δεν διευκολύνει, κατ' αρχήν, τη σύμπτυξη των στοιχείων των δυο περιοχών για την κατάρτιση ενιαίων και γενικής (ενδεχομένως) ισχύος προτύπων, όπως πχ. για την απόκτηση ενός γενικού συστήματος σταθμοδεικτικών καμπυλών ή και γενικούς πίνακες παραγωγής σε επίπεδο χώρας, γιατί τότε τα αποτελέσματα θα αντανακλούσαν μια ενδιάμεση κατάσταση, η οποία θα μπορού-

σε να είναι ίσως χρήσιμη για πρακτικούς της απογραφής λόγους, πλην όμως θα αλλοιώνε την πραγματική πορεία αύξησης και απόδοσης των συστάδων στους δυο επιμέρους αυξητικούς χώρους (Ταϊγέτο και Γράμμο). Για το λόγο αυτό και η ανάπτυξη των αυξητικών μοντέλων προκρίνεται, κατά κανόνα, να γίνεται κατά αυξητικούς χώρους όπου επικρατούν ενιαίες εδαφικές και κλιματικές συνθήκες και εάν είναι δυνατόν και χειρισμού και όχι κατά τρόπο γενικό σε επίπεδο χώρας, όπως απαιτεί συχνά η δασοπονική πράξη.

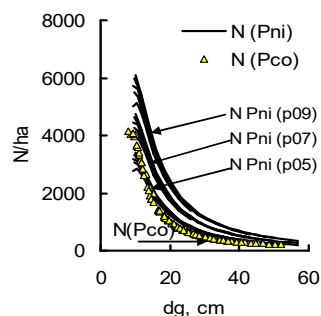
* Παρά τις υπάρχουσες επιμέρους διαφορές μεταξύ των δυο συστημάτων, η συνολική εικόνα πρόβλεψης του ξυλαποθέματος και συνολικής απόδοσης που δίνουν τα διαγράμματα στα σχήματα 22 και 23, δεν φαίνεται να είναι ουσιαστικά διαφορετική, αν λάβει κανείς υπόψη τις απαιτήσεις ακριβείας που τίθενται κάθε φορά στη διαχείριση των δασών, για λόγους π.χ. απογραφής, εκτίμησης κανονικών μεγεθών και πρόβλεψης του λήμματος των δασών με τη βοήθεια των πινάκων παραγωγής. Δοκιμαστική εφαρμογή των εξισώσεων των Π.Π. Γράμμου σε πραγματικά δεδομένα απογραφής ΔΕ της περιοχής Ταϊγέτου έδωσε αποκλίσεις οι οποίες διέφεραν μόλις κατά 5% (κατά μέσο όρο) από αντίστοιχες προβλέψεις με τους Π.Π. Ταϊγέτου. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει επίσης η σύγκριση της απόδοσης Μαύρης πεύκης Β. Γράμμου με αυτήν της κορσικανής Μαύρης πεύκης (*Pinus nigra Arnold*, κοινό όνομα Corsican pine), όπως αυτή παρουσιάζεται στους πίνακες παραγωγής των Hamilton & Christie (1971). Μια βασική συγκριτική εικόνα δίνουν τα διαγράμματα στα σχήματα 24, 25 και 26 από τα οποία προκύπτουν τα εξής: Η εξέλιξη του ύψους εμφανίζει σημαντικές ομοιότητες με μόνη σημαντική διαφορά ότι οι συστάδες της κορσικανής πεύκης εμφανίζουν ευρύτερο φάσμα υψοποιήτων απ' ότι η μαύρη πεύκη Γράμμου (Σχ. 24). Από άποψη πυκνότητας και δασοκομικού χειρισμού, οι συστάδες της κορσικανής πεύκης δείχνουν να ταυτίζονται με συστάδες κατώτερης πυκνότητας (p05), δηλαδή με συστάδες ισχυρής αραίωσης της μαύρης πεύκης Γράμμου (Σχ. 25). Από άποψη συνολικής παραγωγής (ΣΙv), η απόδοση της κορσικανής πεύκης σχεδόν ταυτίζεται, τόσο από άποψη πορείας όσο και από άποψη συνολικού αποτελέσματος, με την απόδοση των συστάδων ασθενούς αραίωσης (p09) των συστάδων μαύρης πεύκης Γράμμου (Σχ. 26).

Τέλος πρέπει να επισημανθεί ότι το παραγωγικό δυναμικό των συστάδων Μαύρης πεύκης, τόσο της περιοχής Γράμμου όσο και του Ταϊγέτου, είναι από τα υψηλότερα των δασών της Ευρώπης, όπως δείχνουν τα συγκριτικά στοιχεία του πίνακα VII.



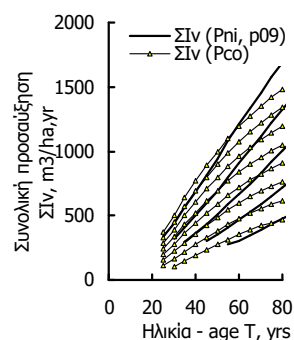
Σχήμα 24. Συγκριτική απεικόνιση της εξέλιξης ύψους (ho) συναρτήσει της ηλικίας (T) συστάδων Μαύρης πεύκης Γράμμου (Pni) και Κορσικανής πεύκης (Pco) κατά κλάσεις ποιότητας τόπου

Figure 24. Comparison of dominant-height curves by age (T) of Grammos black pine stands (Pni) and Corsican pine (Pco)



Σχήμα 25. Συγκριτική απεικόνιση της εξέλιξης του αριθμού κορμών συστάδων Μαύρης πεύκης Γράμμου N (Pni) τριών επιπέδων πυκνότητας (p09, p07 & p05) και Κορσικανής πεύκης N (Pco)

Figure 25. Number of stems in relation to the mean diameter (dg) of Grammos black pine stands (Pni) (in three density levels p09, p07 & p05), as compared to Corsican pine (Pco)



Σχήμα 26. Συγκριτική απεικόνιση της εξέλιξης της συνολικής απόδοσης (ΣΙv, m³/ha, yr) συστάδων Μαύρης πεύκης Γράμμου N (Pni, του επιπέδου πυκνότητας p09) και της Κορσικανής πεύκης ΣΙv (Pco)

Figure 26. Total-yield curves ΣΙv (Pni, p09) of black pine stands in the forests of Grammos (GR) as compared to Corsican pine ΣΙv (Pco)

Πίνακας VII. Παραγωγικό δυναμικό σημαντικών δασοπονικών ειδών της Ευρώπης

Table VII. Production potential of main forest species in Europe

Δασοπονικά είδη	Μέση περιτροπή προσαύξηση σε ηλικία 80 ετών Zu(80) (m ³ /ha, yr)		Βιβλιογραφία
	Από	μέχρι	
Μαύρη πεύκη Γράμμου	3,4	18,8	
Μαύρη πεύκη Ταϊγέτου	3,9	19,9	Gatzojannis 1999b
Πεύκη (Kiefer) Lintschau Αυστρίας	2,2	9,7	Marschall 1975
Ερυθρελάτη (Fichte) Βαυαρίας	3,5	17,2	Marschall 1975
Ελάτη Αυστρίας (Wurth)	6,0	20,1	Marschall 1975
Corsican pine	5,9	18,5	Hamilton & Christie 1971

Αν θεωρηθεί ότι η μέση απόδοση που δίνουν οι συστάδες μέτριας πυκνότητας (p07) και τρίτης ποιότητας τόπου (ΥΠ ΙΙΙ) (10 m³/ha,έτος) υποδηλώνουν την κατά μέσο όρο παραγωγικότητα των δασών της Μαύρης πεύκης στην Ελλάδα, τότε τα δάση αυτά, που καταλαμβάνουν έκταση 280.000 ha (Υπουργείο Γεωργίας 1992), είναι σε θέση να παράγουν 2,8 εκατ. κυβικά μέτρα ξυλώδη όγκου ετησίως δημιουργώντας μια προστιθέμενη αξία για τη χώρα μας της τάξης των 12,0 εκατ. ευρώ ετησίως (σε όρους ακαθάριστης αξίας παραγωγής). Αντ' αυτού η ετήσια παραγωγή/συγκομιδή ξυλώδη όγκου πεύκης από τα ελληνικά δάση ανέρχεται μόλις σε 200.000 κυβ. μέτρα ετησίως (Υπουργείο Περιβάλλοντος 2014). Αυτό σημαίνει ότι μόλις το 10% του παραγωγικού δυναμικού των δασών αυτών αξιοποιείται στερώντας την ελληνική οικονομία από έσοδα πολλών εκατομμυρίων ευρώ ετησίως.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Προς τη διοίκηση του ΙΔΕ/ ΕΘΙΑΓΕ και του ΑΡΚΤΟΥΡΟΥ που εξασφάλισαν τη χρηματοδότηση της παρούσας έρευνας στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος LIFE (NAT/ GR/ 006498) εκφράζονται θερμές ευχαριστίες, όπως επίσης και προς τη διοίκηση της Διεύθυνσης Δασών Καστοριάς για την παροχή πληροφοριών και την υποστήριξη των εργασιών υπαίθρου. Ειδικότερες ευχαριστίες εκφράζονται προς τον δασολόγο της Δνσης δασών Καστοριάς κ. Αργύρη Ιωάννου για τη συνεργασία του στη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας, καθώς και τον δασολόγο Κωνσταντίνο Κόντο για τη συνδρομή του στη συγκέντρωση των πληροφοριών πεδίου.

Yield tables of black pine forests of N. Grammos, Kastoria, Greece

Stylianos Gatzojannis¹, Dimitrios Palaskas²

ABSTRACT

The present study reports on the development of yield tables for black pine (*P. nigra*) even-aged stands in the forests of N. Grammos. The presented system of yield tables was developed under the project LIFE, NAT/GR/006498 and was based on stem analysis data and temporary sample plots. The results are reported both as forest-yield models and as classic yield tables. Forest yield models include a series of analytical equations, which enable a) the prediction of height development of even-aged stands as a function of stand age and site quality, providing also the classification of stands in site qualities; b) the classification of stands in stand-density levels and c) the prediction of basic forest-growth parameters, such as number of stems, mean diameter, growing stock, volume increment and total yield in relation to stand age, site quality and density level.

This system of yield tables is actually a simulation model for the estimation of stands' future growth and yield under alternative silvicultural treatments, and also for decision-making related to forest inventory issues, rotation time, yield prediction and sustainable management.

Key words: *Pinus nigra*, site index, stand density, growth and yield, growth series, forest management.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Amaro, A., Reed, D., Tomé, M. and Themido, I., 1997. Modelling Dominant Height Growth: Eucalyptus Plantations in Portugal. *For. Sci.* 44: 37-46.
- Amateis, R. L. and Burkhart, B. H., 1985. Site Index Curves for Loblolly Pine Plantations on Cutover Site-Prepared Lands. *South. J. of Appl. For.* 9: 166-169.
- Andrius, C., Weiskittel, A., D' Amato, W., and Erin Saimons-legaard, 2018. Variation in the maximum stand density index and its linkage to climate in mixed species forests of the North American Acadian Region. *Forest Ecology and Management*. Volume 417, 15 May 2018, Pages 90-102.
- Arcangeli, C., Klopff, M., Hale, S. E., Jenkins, T. A. R., Hasenauer, H., 2014. The uniform height curve method for height-diameter modelling: an application to Sitka spruce in Britain. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Volume 87, Issue 1, 1 January 2014, pages 177-186.
- 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.
- Beaumont, J., Ung, F.C.H and Bernier-Cardou, M., 1999. Relating site index to ecological factors in black spruce stands: tests of hypotheses. *For. Sci.* 45(4): 484-491.
- Bravo, F., Alvarez-Gonzalez, J. G., M. del Rio, Barrio, M., Bonet, J.A., Bravo-Oviedo, A., Calama, R., Castedo-Dorado, F., Crecente-Campo, F., Condes, S., Dieguez-Aranda, U., Gonzalez-Martinez, S, C., Lizarralde, I., Nanos, N., Madrigal, A., Martinez-Millan, F.J., Montero, G., Ordoñez, C., Palahi, M., Pique, M., Rodriguez, F., Rodriguez-Soalleiro, R., Rojo, A., Ruiz-Peinado, R., Sanchez-Gonzalez, M., Trasobares and A., Vazquez-Pique, J., 2011. Growth and yield models in Spain: historical overview, contemporary examples and perspectives. *Forest Systems* 2011 20(2), 315-328 (INIA).
- Clutter, J., Forston, J., Piemaar, L., Brister, G. and Bailey., 1983. Timber management: A Quantitative Approach. 333 pp. John Wiley & Sons, New York. ISBN 0-471-02961-0.
- 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.
- European Community, 1993. General Guidelines for the sustainable management of forests in Europe. Ministerial Conference on the protection of forests in Europe (16-17 June 1993 in Helsinki).
- Eriksson, H., Johansson, U. and Kiviste, A., 1997. A Site-index Model for Pure and Mixed Stands of

¹Doctor of forestry, Forest Research Institute, e-mail: sgatzo@gmail.com

²Forester, PhD, email: diomitri@gmail.com

- Betula pendula and Betula pubescens in Sweden. Scand. J. For. Res. 12: 149-156.
- Franklin, O., Moltchanova Elena, Kraxner, F., Seidl, R., Böttcher, H., Rokityansky, 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.
- Gadow, K., 2003. Waldstruktur und Wachstum. Beilage zur Vorlesung im Wintersemester 2003 / 2004. Universitätsdrucke Göttingen ISBN 3-930457-32-6
- Gatzojannis, S., 1998. Ertragstafeln für Buchenbestände in Griechenland (Πίνακες παραγωγής συστάδων οξιάς Αρναίας Χαλκιδικής). Allg.Forst-u.J.-Ztg., 12:219-224.
- Gatzojannis, S., 1999a. Ertragstafeln für Fichtenbestände Griechenlands (Πίνακες παραγωγής Ερυθρελάτης Ελατιάς Δράμας). Forstw. Cbl, 118: 129-144.
- Gatzojannis, S., 1999b. Ertragstafeln für Schwarzkiefernbestände in Griechenland (Πίνακες παραγωγής Μαύρης πεύκης Ταυγέτου). Forstarchiv 70: 98-102.
- Gatzojannis, S., 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.
- Hamilton, G.J. and Christie, J.M., 1971. Forest management tables (metric). Forestry Commission Booklet No 34. 201 p. (compilation of Scots pine, Corsican pine, lodgepole pine, sitka spruce, Norway spruce, European larch, Japanese larch, Douglas fir, western hemlock, cedar, cypress, grand fir, noble fir, oak, beech, sycamore, ash, birch, and poplar).
- Hasenauer, H., 1994. Ein Einzelbaumwachstumssimulator für ungleichaltrige Fichten-, Kiefern- und Buchen-Fichtenmischbestände. Forstl. Schriftenreihe d. Universität f. Bodenkultur, Wien, Bd. 8: 152 S.
- Huang, S., Price, D., Titus, S., 2000. Development of ecoregion-based height-diameter models for white spruce in boreal forests. For. Ecol. Manag. Vol. 129 (pg. 125 - 141).
- Kramer, H., 1988. Waldwachstumslehre. Verlag Paul – Parey, Hamburg und Berlin. S. 374.
- Kramer, H. & A. Akça, 1982. Leidfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur. J.D.Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- Kitikidou Kyriaki, Bountis, D., and Milios, E., 2011. Site index models for calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) in Thasos Island, Greece. Ciencia Florestal, v21, n.1, p.125-131.
- Laar, A. and Akça, A., 2007. Forest Mensuration, Springer Verlag.
- Leibundgut, H., 1966. Die Waldpflege. Verlag Paul Haupt Bern.
- Magin, R., 1963. Standortgerechte Ertragsermittlung als Teil der Forsteinrichtung. AFZ 18, S. 128-130.
- 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.
- 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.
- Mora, J., V. del Rio, M., and Bravo-Oviedo, A., 2012. Dynamic growth and yield model for Black pine stands in Spain Forest Systems 2012 21(3), 439-445.
- Nagel, J, Albert, M., Schmidt, M., 2002. Das waldbauliche Prognose- und Entscheidungsmodell BWINPro 6.1. Forst und Holz. 57 (15/16): 486-493.
- Pretzsch, H., Kahn, M., 1998. Forschungsvorhaben „Konzeption und Konstruktion von Wuchs- und Prognosemodellen für Mischbestände in Bayern“: Abschlußbericht Projekt W28 Teil 2. Konzeption und Konstruktion des Wachstumsmodells SILVA 2.2 – Methodische Grundlagen. Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Ludwig-Maximilians-Universität München, Freising, S. 279.
- Pretzsch, H., Biber, P., Ursky, J.D., Gadow, K.V., Hasenauer, H. Kändler, G., Kenk, G., Kublin, E., Nagel, J., Pukkala, T., Skovsgaard, J.P., Sotke, R., & Sterba, H., 2002. Recommendations for standardized documentation and further development of forest growth simulators. Forstwissenschaftliches Centralblatt 121 (3), 138-151.
- Reineke, L., H., 1933. Perfecting a stand-density index for even-aged forests. Journal of Agricultural

- Research 46:627-638.
- Schober, R., 1975. Ertragstafeln wichtiger Baumarten. Frankfurt /M.
- Shaw, J.D., 2006. Reineke's Stand Density Index: Where are we and where do we go from here? Proceedings: Society of American Foresters 2005 National Convention. October 19-23, 2005, Ft. Worth, TX. [published on CD-ROM]: Society of American Foresters, Bethesda, MD.
- Sterba H., Monserud R.A., 1997. Applicability of the forest stand growth simulator Prognaus for the Austrian part of the Bohemian Massif. Ecol. Model. 1997. 98:23-34.
- Woodall, C., Miles, P., Vissage, J., 2005. Determining maximum stand density index in mixed species stands for strategic-scale stocking assessments Forest Ecology and Management 216 (2005) 367-377.
- Zhang, C., Petras, R., Zhao, X., and Gadow, K., 2009. Estimating Beech Growth and Survival A study based on long term experiments in Slovakia (With 3 Figures and 5 Tables). Allg. Forst- u. J.-Ztg., 181. Jg., 3/4
- Απατσίδης, Λ., 1985. Συστήματα ποιότητων και δεικτών ποιότητας τόπου για τη μαύρη πεύκη μας. Δασική έρευνα IV-I: 5-20.
- Αστέρης, Κ. Μάτης, Κ., 1984. Δυνατότητες εκτίμησης ποιότητας τόπου συστάδων Μαύρης πεύκης με τη βοήθεια της ετήσιας προσαύξησης ύψους. Δασικά Χρονικά 26:30-38.
- Γκατζογιάννης, Σ., 1998. Αύξηση και απόδοση (Πίνακες παραγωγής) των συστάδων Δασικής πεύκης Ελατιάς Δράμας. Γεωτ. Επιστ. Θέματα, 3:21-35.
- Γκατζογιάννης, Σ., 1999. Πίνακες παραγωγής Οξιάς Άνω Βροντού Σερρών. Δασική Έρευνα, ΕΘΙΑΓΕ, Τ. 12:91-104.
- Γκατζογιάννης, Σ., 2002. Η διαχείριση των οικοτόπων Μαύρης πεύκης. Μια πιλοτική προσπάθεια διαχείρισης παραγωγικού δάσους υπό καθεστώς προστασίας (NATURA 2000) στην περιοχή του Βορείου Γράμμου. ΕΘΙΑΓΕ, ΑΡΚΤΟΥΡΟΣ (Αυτοτελής έκδοση, σελ. 61). ISBN 96086947-7-9.
- Γκατζογιάννης, Σ., 2017. Πίνακες παραγωγής Πλατυφύλλου δρυός Αρναίας Χαλκιδικής. Yield tables for *Quercus conferta* stands of Arnaia forest in Greece. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. Σειρά VI, Τόμ. 26, Τεύχ. I (24-36)
- Γκατζογιάννης, Σ., 2018. Πίνακες παραγωγής Ελάτης Ταυγέτου. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα. ΓΕ-ΩΤΕΕ Σειρά VI, Τόμ. 27, Τεύχ. I (32-44).
- Μάτης, Κ., 2000. Καμπύλες αύξησης ύψους και δεικτών ποιότητας τόπου για την πλατύφυλλο δρυ στο Πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη Χαλκιδικής. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, Τ.11.
- Ντάφης, Σ., 1966. Σταθμολογικά και δασοοποδοτικά έρευνα εις πρεμνοφυή δρυοδάση και καστανωτά της βορειοανατολικής Χαλκιδικής. Εργαστήριο Δασοκομίας και Ορεινής Υδρονομικής, ΑΠΘ.
- Ντάφης, Σ., 1970. Η καλλιέργεια του δάσους. ΑΠΘ.
- Παναγιωτίδης, Ν., 1981. Δεκαμερές σύστημα ογκομετρικών και προσαυξητικών πινάκων για τις συστάδες Μαύρης πεύκης στην Ελλάδα. Δασική έρευνα II-2:191222.
- Υπουργείο Γεωργίας, 1992. Αποτελέσματα πρώτης εθνικής απογραφής δασών.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, 2014. Απολογισμός δραστηριοτήτων Δασικών Υπηρεσιών έτους 2011

Αξιολόγηση της καταλληλότητας των Περιοχικών Κλιματικών Μοντέλων (RCMs) στην προσομοίωση των εποχιακών κατακρημνισμάτων στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου, Τρικάλων

Στεφανίδης Π. Στέφανος¹, Στάθης Ι. Δημήτριος¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία αξιολογείται η ικανότητα των περιοχικών κλιματικών μοντέλων (RCMs) να προσομοιώνουν τα εποχιακά κατακρημνίσματα του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού που λειτουργεί στην περιοχή και διαθέτει μακροχρόνιες χρονοσειρές παρατήρησης καθώς και δεδομένα από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα ENSEMBLES. Κατά την αξιολόγηση συγκρίθηκαν τα δεδομένα του σταθμού με το πλησιέστερο σημείο πλέγματος των μοντέλων και το μεσοποιημένο σημείο τεσσάρων σημείων πλέγματος των RCMs στην ευρύτερη περιοχή για την περίοδο αναφοράς 1961-2000. Ως κριτήρια αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκαν η Τετραγωνική Ρίζα του Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος (RMSE) και το μέσο σφάλμα (MBE). Από την αξιολόγηση προέκυψε πως καλύτερη προσομοίωση των κατακρημνισμάτων παρουσιάζουν τα μοντέλα RegCM3 και HadRM3 για το πλησιέστερο σημείο πλέγματος. Τα μοντέλα υποεκτιμούν τα κατακρημνίσματα, ιδιαίτερα κατά την θερινή περίοδο, ενώ προσεγγίζουν καλύτερα τα κατακρημνίσματα κατά την διάρκεια της άνοιξης.

Λέξεις κλειδιά: κατακρημνίσματα, εποχικότητα, κλιματική αλλαγή, περιοχικά κλιματικά μοντέλα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα κατακρημνίσματα αποτελούν μια από τις κυριότερες παραμέτρους που χαρακτηρίζουν το τοπικό κλίμα στον ελλαδικό χώρο και η γνώση της χωρικής και χρονικής διακύμανσής τους αποτελεί τη βάση για τον σχεδιασμό έργων ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων.

Τα τελευταία χρόνια το ενδεχόμενο πιθανών κλιματικών αλλαγών έχει απασχολήσει ιδιαίτερα την επιστημονική κοινότητα λόγω των κοινωνικοοικονομικών και περιβαλλοντικών συνεπειών που εμφανίζουν (Sidiropoulos *et al.* 2013, Kalabokidis *et al.* 2015, Arnell and Goslin 2016, Michailidou *et al.* 2016, Tzabiras *et al.* 2016, Anagnostopoulou 2017, Solomou *et al.* 2017, Koufos *et al.* 2018, Tol 2018).

Ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO) και το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος (UNEP) του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, ίδρυσε το 1988 την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του κλίματος (IPCC). Σκοπός της επιτροπής είναι η αξιολόγηση της ήδη υπάρχουσας επιστημονικής γνώσης για τη μελέτη των κλιματικών αλλαγών και επιπρόσθετα μελετά πιθανές πολιτικές και δράσεις για την αντιμετώπιση ενδεχόμενων κινδύνων. Συντονίζει επιστήμονες από ολόκληρο τον κόσμο και δημοσιεύει εκθέσεις σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές που παρατηρούνται και τις πιθανές επιπτώσεις τους. Στην τελευταία έκθεση της επιτροπής (IPCC 2013)

επισημαίνεται ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί πλέον αδιαμφισβήτητο γεγονός. Ειδικότερα, σε ότι αφορά τη λεκάνη της Μεσογείου, το κλίμα αναμένεται θερμότερο και ξηρότερο μέχρι το τέλος του 21ου αιώνα.

Οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στα οικοσυστήματα αλλά και στις ανθρώπινες δραστηριότητες καθιστά επιτακτική την ανάγκη εκτίμησης του μελλοντικού κλίματος. Τα κλιματικά μοντέλα είναι αξιόπιστο εργαλείο στην εκτίμηση κλιματικών αλλαγών, προσπαθώντας να αναπαραστήσουν το κλίμα χρησιμοποιώντας θεμελιώδεις φυσικούς νόμους και σενάρια εκπομπών για την μελέτη πιθανών αλλαγών στο κλίμα. Τα σενάρια αυτά αποτελούν μία προσπάθεια αναπαραστάσης της εξέλιξης των μελλοντικών εκπομπών των θερμοκηπικών αερίων λαμβάνοντας υπόψη δημογραφικές αλλαγές, κοινωνικοοικονομική και τεχνολογική εξέλιξη, καθώς και άλλους παράγοντες που έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζουν τις εκπομπές των αερίων αυτών (Nakićenović *et al.* 2000).

Τα μοντέλα γενικής κυκλοφορίας (GCMs) έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για την δημιουργία μελλοντικών προβλέψεων του κλίματος, ώστε να ικανοποιηθεί το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η χωρική ανάλυση των GCMs δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα για τη γενική κυκλοφορία σε ολόκληρο τον πλανήτη καθώς και τα γενικά χαρακτηριστικά των διαφόρων κλιματικών

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος., Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων, email:ststefanid@gmail.com, dstatis@for.auth.gr

παραμέτρων σε συνοπτική κλίμακα. Ωστόσο δεν είναι δυνατό να προσομοιωθούν με ακρίβεια φαινόμενα που σχετίζονται με την επίδραση της τοπογραφίας σε τοπική και περιοχική κλίμακα (Mearns et al. 2001).

Για την διαχείριση των υδατικών πόρων σε επίπεδο λεκάνης απορροής, προέκυψε η ανάγκη απόκτησης ακριβέστερων δεδομένων σε υψηλότερη ανάλυση με την χρήση διάφορων μεθόδων υποβιβασμού κλίμακας. Οι μέθοδοι υποβιβασμού κλίμακας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις στατιστικές και τις δυναμικές. Οι στατιστικές χρησιμοποιούν τις παρατηρούμενες σχέσεις ανάμεσα στη μεγάλη κλίμακα κυκλοφορία και στο τοπικό κλίμα (Tolika et al. 2008), ενώ οι δυναμικές χρησιμοποιούν τα Περιοχικά Κλιματικά Μοντέλα (RCMs) (Xue et al. 2014). Πρόκειται για μοντέλα περιορισμένου πεδίου και υψηλής ανάλυσης τα οποία βασίζονται στη δυναμική υποκλιμάκωση και αναπτύχθηκαν προκειμένου να εισαχθεί η περιοχική πληροφορία στα μεγάλης κλίμακας πεδία που παρέχονται από τα GCMs ή που προκύπτουν από επανάλυση (reanalysis). Επίσης παρέχουν ακριβέστερα δεδομένα σε περιοχές με σύνθετο ανάγλυφο, ακτογραμμή, λίμνες και μικρά νησιά (Zanis et al. 2015).

Σε ό,τι αφορά στη χώρα μας, έρευνες αναφορικά με τις μελλοντικές συνθήκες των κατακρημνισμάτων με τη χρήση RCMs, αναφέρουν ότι θα υπάρξει μείωση των ετήσιων και εποχιακών κατακρημνισμάτων και αύξηση των ακραίων επεισοδίων βροχής (Tolika 2008, 2012, Paparrizos et al. 2016, Venetsanou et al. 2016, Anagnostopoulou et al. 2017).

Στην παρούσα εργασία αξιολογείται η καταλληλότητα των περιοχικών κλιματικών μοντέλων (RCMs) του Ευρωπαϊκού προγράμματος ENSEMBLES να προσομοιώνουν τα εποχιακά κατακρημνίσματα στο Πανεπιστημιακό δάσος Περτουλίου. Η μελέτη έχει ιδιαίτερη σημασία, αφού δεν έχουν γίνει αξιολογήσεις

της καταλληλότητας των μοντέλων αυτών με βάση δεδομένα ορεινών μετεωρολογικών σταθμών.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Περιοχή έρευνας

Το Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου της Περιφερειακής Ενότητας (Π.Ε) Τρικάλων, βρίσκεται στην Κεντρική Πίνδο και εκτείνεται μεταξύ των ορεινών όγκων «Κόζιακα» (1.901 m.) και «Μπουντούρα» (2.067 m.) σε γεωγραφικό πλάτος από 39°32' ως 39°35' και γεωγραφικό μήκος από 21°33' ως 21°38'. Η συνολική του έκταση ανέρχεται σε 3.296 ha και το υπερθαλάσσιο ύψος κυμαίνεται από 1.100 – 1.700 μ και συγκροτείται από αμυγνίαι συστάδες υβριδογενούς Ελάτης (*Abies borisii-regis*). Επίσης η περιοχή ανήκει στο πανευρωπαϊκό δίκτυο προστασίας της φύσης Natura 2000 και συγκεκριμένα περιλαμβάνει τον Τόπο Κοινοτικής Σημασίας (TKΣ) σύμφωνα με τα κριτήρια της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ με κωδικό GR1440002, «Κερκέτιο Όρος (Κόζιακας)» (Tsitsoni et al. 2002).

Υδρολογικά η περιοχή ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (GR04), στον άνω ρου του Αχελώου ποταμού. Συστηματικές μετεωρολογικές παρατηρήσεις ξεκίνησαν το 1960 μετά την εγκατάσταση ολοκληρωμένου μετεωρολογικού σταθμού σε υψόμετρο 1180 μ., ενώ σε ό,τι αφορά στις χρονοσειρές των κατακρημνισμάτων, έρευνες έχουν δείξει ότι πληρούν το κριτήριο της ομοιογένειας, η οποία οφείλεται και στο αμετάβλητο της θέσης του σταθμού (Στάθης 2008).

Μεθοδολογία

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από επτά σύγχρονα περιοχικά κλιματικά μοντέλα (RCMs), του Ευρωπαϊκού προγράμματος ENSEMBLE (<http://ensembles-eu.metoffice.com/>), με υψηλή χω-

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των RCMs που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα

Table 1. Characteristics of the RCMs used in the research

Ακρωνύμιο	Ινστιτούτο Ανάπτυξης	Χωρική Ανάλυση	Κατακόρυφα Επίπεδα	Βασική Βιβλιογραφική Αναφορά
HIRAM	DMI, Denmark	0.22° x 0.22°	19	Haugen & Haakenstad., 2006
CLM	ETHZ, Switzerland	0.22° x 0.22°	32	Böhm et al. 2006
HadRM3	HC, UK	0.22° x 0.22°	19	Collins et al. 2006
RegCM3	ICTP, Italy	0.22° x 0.22°	18	Giorgi & Shields 1999
RACMO2	KNMI, Netherlands	0.22° x 0.22°	40	Lenderink et al., 2003
REMO	MPI, Germany	0.22° x 0.22°	27	Jacob et al. 2001
RCA	SMHI, Sweden	0.22° x 0.22°	24	Kjellström et al. 2005

ρική ανάλυση (25x25 km) υπό το σενάριο εκπομπών SRES A1B (IPCC 2000). Στον πίνακα I δίνονται πληροφορίες για τα RCMs που χρησιμοποιήθηκαν.

Για την αξιολόγηση της καταλληλότητας των μοντέλων να προσομοιώνουν τα κατακρημνίσματα της περιοχής έρευνας, έγινε σύγκριση των δεδομένων του μετεωρολογικού σταθμού Πετρουλίου με το πλησιέστερο σημείο πλέγματος των μοντέλων και το μεσοποιημένο σημείο τεσσάρων σημείων πλέγματος στην ευρύτερη περιοχή. Τα δεδομένα συγκρίθηκαν ανά εποχή για την περίοδο αναφοράς 1961-2000.

Ως κριτήρια αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκαν η τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) και το μέσο σφάλμα μεροληψίας (MBE). Ο συνδυασμός των παραπάνω κριτηρίων έχει ξαναχρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση κλιματικών μοντέλων (Tolika *et al.* 2007, Rockel and Gyer 2008, Teutschbein and Seibert 2012).

Το κριτήριο RMSE επηρεάζεται περισσότερο από τιμές με μεγάλο σφάλμα ανάμεσα στις εκτιμώμενες και παρατηρούμενες τιμές ενώ το κριτήριο MBE δίνει μια εικόνα της συνολικής υποεκτίμησης ή υπερεκτίμησης (Willmott and Matsuura 2005, Chai and Draxler 2014).

Η μαθηματική εξίσωση των κριτηρίων αξιολόγησης περιγράφεται στις παρακάτω εξισώσεις (Hyndman and Koehler 2006, Willmott and Matsuura 2006):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{h}_i - h_i)^2}{n}} \quad \text{και}$$

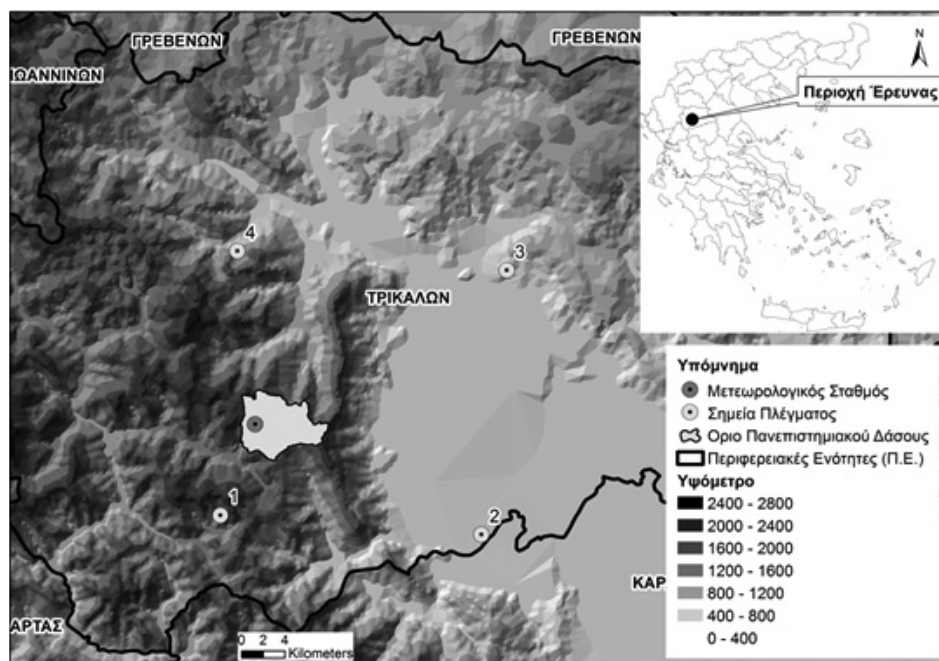
$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{h}_i - h_i)}{n}, \quad \text{όπου}$$

Όπου n ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων (έτη), h_i οι παρατηρούμενες και εκτιμώμενες τιμές αντίστοιχα της i παρατήρησης ($i=1,2,\dots,n$).

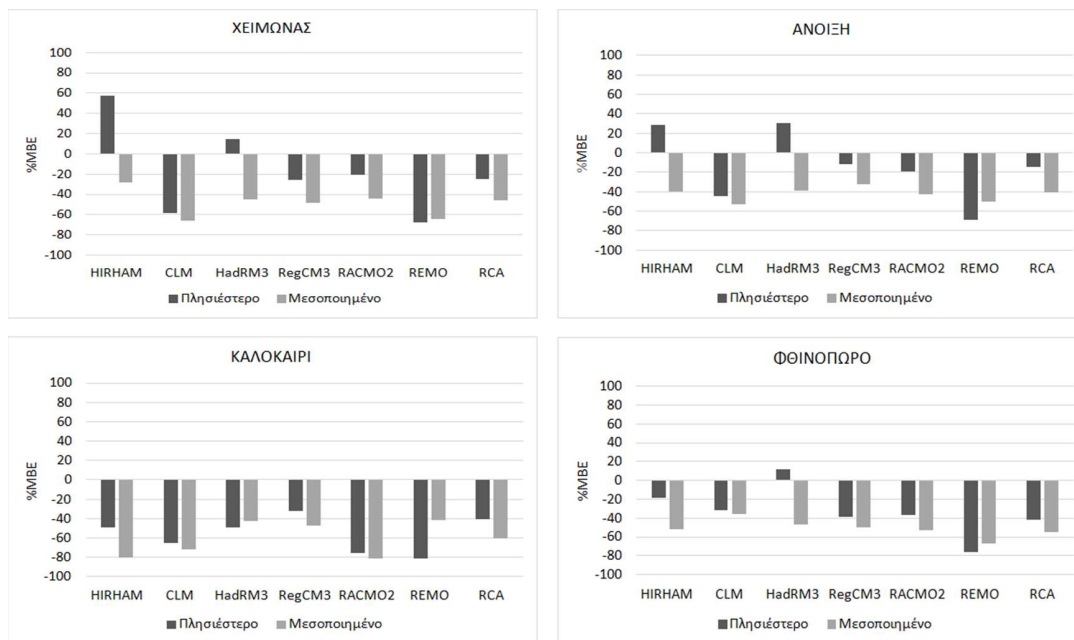
Για καλύτερη σύγκριση των δεδομένων οι τιμές των κριτηρίων αξιολόγησης RMSE και MBE εκφράστηκαν σε ποσοστό επί τοις εκατό (%RMSE και %MBE αντίστοιχα) διαιρώντας τις αρχικές τιμές τους με το μέσο της παρατηρούμενης τιμής (Maniatis 2016). Όσο μικρότερες είναι οι τιμές των κριτηρίων τόσο πιο αξιόπιστη θεωρείται η πρόβλεψη.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

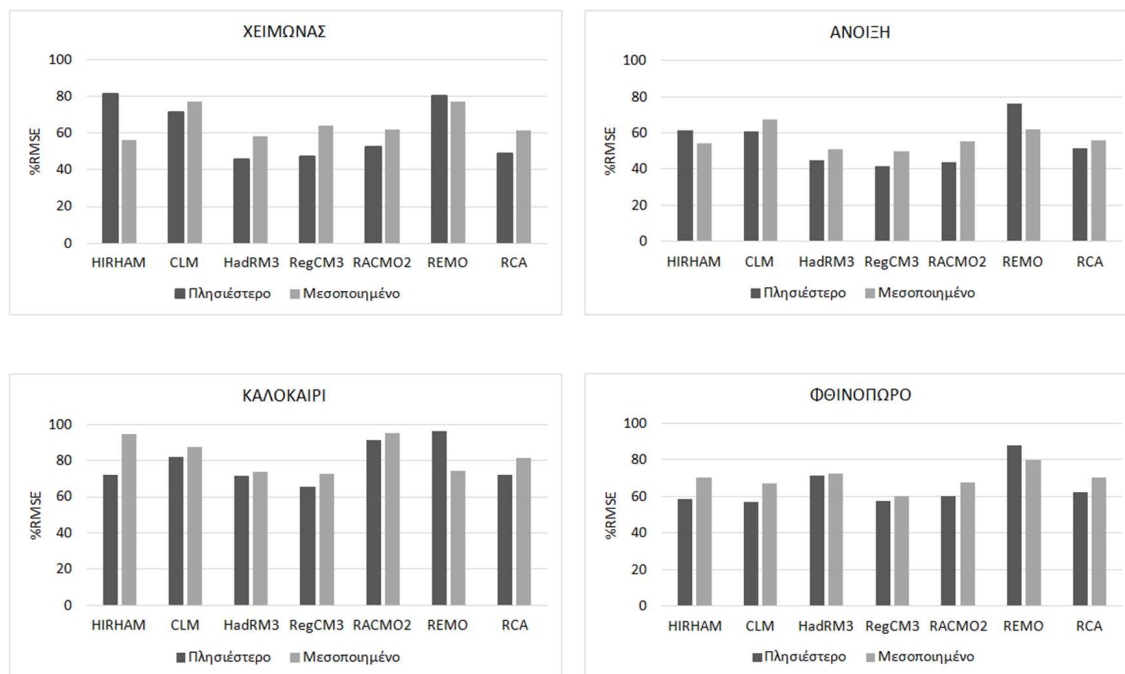
Για την αξιολόγηση της καταλληλότητας των περιοχικών κλιματικών μοντέλων (RCMs) να προσομοιώνουν τα εποχιακά κατακρημνίσματα στην περιοχή έρευνας, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το πλησιέστερο σημείο πλέγματος στο Πανεπιστημιακό Δάσος Πετρουλίου, καθώς και οι μεσοποιημένες τιμές τεσσάρων σημείων πλέγματος στην ευρύτερη περιοχή. Η χωρική



Σχήμα 1. Χωρική κατανομή των σημείων πλέγματος των RCMs στην ευρύτερη περιοχή έρευνας
Figure 1. Spatial distribution of RCMs grid points in the winter study area



Σχήμα 2. Τιμές %MBE ανάμεσα στα προσομοιωμένα (RCMs) και στα πραγματικά (σταθμός) ύψη κατακρημισμάτων για τις τέσσερις εποχές με την εφαρμογή του πλησιέστερου και μεσοποιημένου σημείου πλέγματος
Figure 2. Values %MBE between simulated (RCMs) and observed (station) precipitation for the four seasons applying the nearest and the weighted average midpoint



Σχήμα 3. Τιμές %RMSE ανάμεσα στα προσομοιωμένα (RCMs) και πραγματικά (σταθμός) ύψη κατακρημισμάτων για τις τέσσερις εποχές με την εφαρμογή του πλησιέστερου και μεσοποιημένου σημείου πλέγματος
Figure 3. Values %RMSE between simulated (RCMs) and observed (station) precipitation for the four seasons applying the nearest and the weighted average midpoint

κατανομή των σημείων πλέγματος στην ευρύτερη περιοχή καθώς και η θέση του υφιστάμενου μετεωρολογικού σταθμού παρουσιάζονται στο παραπάνω Σχήμα 1. Από το Σχήμα 1 προκύπτει ότι το πλησιέστερο σημείο πλέγματος στην περιοχή έρευνας είναι αυτό με τον κωδικό ένα (1).

Τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό του μέσου σφάλματος μεροληψίας (%MBE) ανάμεσα στα προσομοιωμένα και πραγματικά ύψη κατακρημνισμάτων (mm) κατά την περίοδο 1961-2000 για τις τέσσερις εποχές του έτους δίνονται στο παραπάνω Σχήμα 2.

Τα περισσότερα μοντέλα υποεκτιμούν τις τιμές των κατακρημνισμάτων σε όλες τις εποχές του έτους. Εξαιρέση αποτελεί ο χειμώνας για το μοντέλο HIHRAM και όλες οι εποχές εκτός του φθινοπώρου για το μοντέλο HadRM3, στο πλησιέστερο σημείο πλέγματος. Επίσης, παρατηρείται ότι καλύτερη προσομοίωση επιτυγχάνεται από το πλησιέστερο σημείο πλέγματος με εξαίρεση τις τιμές των κατακρημνισμάτων τον χειμώνα για το μοντέλο HIHRAM και το καλοκαίρι και φθινόπωρο για το μοντέλο REMO. Οι μικρότερες τιμές του %MBE εμφανίζονται από το μοντέλο HadRM3 τον χειμώνα (+14,2%) και το φθινόπωρο (+11,2%) και από το μοντέλο RegCM3 την άνοιξη (-11,7%) και το καλοκαίρι (-31,8%).

Ακολούθως, υπολογίστηκαν οι τιμές %RMSE ανάμεσα στα προσομοιωμένα και πραγματικά ύψη κατακρημνισμάτων (mm) κατά την περίοδο 1961-2000 για τις τέσσερις εποχές (Σχήμα 3). Και σε αυτήν την περίπτωση καλύτερη προσομοίωση επιτυγχάνεται από το πλησιέστερο σημείο πλέγματος για την πλειοψηφία των RCMs σε όλες τις εποχές. Εξαιρέση αποτελεί το μοντέλο REMO (όλες τις εποχές) και το μοντέλο HIHRAM (χειμώνας και άνοιξη). Οι μικρότερες τιμές του %RMSE εμφανίζονται από το μοντέλο HadRM3 τον χειμώνα (+45,9%) και από το μοντέλο RegCM3 το φθινόπωρο (+41,8%), την άνοιξη (+65,4%) και το καλοκαίρι (+57,4%).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εκτίμηση των μελλοντικών κατακρημνισμάτων συμβάλει στον ορθό προγραμματισμό έργων αξιοποίησης των υδατικών πόρων καθώς επηρεάζει άμεσα την δίαιτα της απορροής. Στη συγκεκριμένη έρευνα αξιολογήθηκε η καταλληλότητα των περιοχικών κλιματικών μοντέλων (RCMs) του Ευρωπαϊκού προγράμματος ENSEMBLE να προσομοιώνουν τα εποχιακά

κατακρημνίσματα στην περιοχή του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου. Στην περιοχή έρευνας εξαιτίας του ορεινού χαρακτήρα, τα κατακρημνίσματα εμφανίζονται ιδιαίτερα υψηλά συγκριτικά με τις ευρύτερες συνθήκες του ελλαδικού χώρου.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε ορισμένες περιπτώσεις οι τιμές των κατακρημνισμάτων που προέκυψαν από τα μοντέλα διαφέρουν σημαντικά από τα πραγματικά. Αυτό συμβαίνει διότι τα κλιματικά μοντέλα, κατά την προσομοίωση των κατακρημνισμάτων, περιλαμβάνουν παραμετροποιήσεις με μεγαλύτερο ποσοστό αβεβαιότητας, όπως είναι η πρόγνωση των νεφών. Για τον λόγο αυτό τα αποτελέσματά τους θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με προσοχή και επιφύλαξη.

Συγκεκριμένα η έρευνα έδειξε ότι οι τιμές των κατακρημνισμάτων υποεκτιμάται από τα μοντέλα, ιδιαίτερα κατά την θερινή περίοδο, πιθανόν λόγω του μεγάλου ύψους βροχής που αποφορτίζουν οι θερμικές ή ανοδικές καταιγίδες, ενώ προσεγγίζουν καλύτερα τα κατακρημνίσματα κατά την διάρκεια της άνοιξης. Σε παρόμοια συμπεράσματα έχουν καταλήξει και άλλες έρευνες για την περιοχή της Μεσογείου (Gallardo et al. 2001, Bergant et al. 2007, Ρούση κ.α 2010).

Επίσης, προέκυψε ότι καλύτερη προσομοίωση επιτυγχάνεται από τα μοντέλα RegCM3 και HadRM3 λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα του κοντινότερου σημείου πλέγματος στην περιοχή έρευνας σε σύγκριση με το μέσο όρο των τιμών γειτονικών σημείων πλέγματος στην περιοχή.

Τέλος, στόχος για μελλοντική έρευνα είναι η σύγκριση των εποχιακών κατακρημνισμάτων της περιοχής μελέτης με δεδομένα πιο σύγχρονων περιοχικών κλιματικών μοντέλων, υψηλότερης ανάλυσης (10x10 Km) που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος EURO-CORDEX.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που προέκυψαν από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα ENSEMBLES (GOCE-CT-2003-505539). Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Θεόδωρο Μαυρομάτη και στην Επίκουρη Καθηγήτρια κ. Κωνσταντία Τολικά του Τομέα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, του Τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ, για τις πολύτιμες συμβουλές και παρατηρήσεις κατά την επεξεργασία των στοιχείων αυτών.

Assessing the ability of regional climate models (RCMs) in simulating seasonal precipitation in the University Forest of Pertouli, Trikala

Stefanidis P. Stefanos¹, Stathis I. Dimitrios¹

ABSTRACT

In this study the ability of regional climate models (RCMs) to represent precipitation in the University Forest of Pertouli was evaluated. To this end, rainfall data from a meteorological station with long-term time series has been used, as well as data from the European project ENSEMBLES. During the evaluation process observed data were compared to simulated data from the nearest grid point and the weighted average estimation of four grid points of the RCMs in the broader area for the baseline period 1961-2000. Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Bias Error (MBE) were used as evaluator criteria. The results showed that best simulations were made from the RegCM3 and HadRM3 models for the nearest grid point. The models underestimate the overall amount of precipitation, especially during summer, while they do better in approximating of the total amount of spring precipitations.

Key words: precipitation, seasonality, climate change, regional climate models

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anagnostopoulou, C., Tolika, K., Skoulikaris, C. and Zafirakou, A. 2017. Climate Change Assessments over a Greek Catchment Using RCM's Projection. *In Perspectives on Atmospheric Sciences, Springer International Publishing*: 655-661.
- Anagnostopoulou, C. 2017. Drought episodes over Greece as simulated by dynamical and statistical downscaling approaches. *Theoretical and Applied Climatology* 129(1-2): 587-605.
- Arnell, N. W. and Gosling, S. N. 2016. The impacts of climate change on river flood risk at the global scale. *Climatic Change* 134(3): 387-401.
- Bergant Kl., M. Belda T. and Halenka 2007. Systematic errors in the simulation of European climate (1961-2000) with RegCM3 driven by NCEP/NCAR reanalysis. *International Journal of Climatology* 27: 455-472.
- Böhm, J., Niell, A., Tregoning, P. and Schuh, H. 2006. Global Mapping Function (GMF): A new empirical mapping function based on numerical weather model data. *Geophysical Research Letters* 33: L07304.
- Chai, T. and Draxler, R. 2014. Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)?—Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific model development* 7(3): 1247-1250.
- Collins, M., Booth, B. B., Harris, G. R., Murphy, J. M., Sexton, D. M. and Webb, M. J. 2006. Towards quantifying uncertainty in transient climate change. *Climate Dynamics* 27(2-3): 127-147.
- Gallardo, C., Arribas, A., Prego, J. A., Gaertner, M. A. and De Castro, M. 2001. Multi-year simulations using a regional-climate model over the Iberian Peninsula: Current climate and doubled CO₂ scenario. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 127(575): 1659-1681.
- Giorgi, F. and Shields, C. 1999. Tests of precipitation parameterizations available in latest version of NCAR regional climate model (RegCM) over continental United States. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 104(D6): 6353-6375.
- Haugen, J. E. and Haakenstad, H. 2006. Validation of HIRHAM version 2 with 50 km and 25 km resolution. *RegClim. Gen. Tech. Report* 9: 159-173.
- Hyndman, R. J. and Koehler, A. B. 2006. Another look at measures of forecast accuracy. *International journal of forecasting* 22(4): 679-688.
- IPCC. 2000. Special Report on Emissions Scenarios, Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds., IPCC Secretariat, Cambridge University Press, UK.
- IPCC. 2013. Climate change 2013: the physical science

¹Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Mountainous Water Management and Control, stefanid@gmail.com, dstatis@for.auth.gr

- basis. Contribution of working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, UK.
- Jacob, D. 2001. A note of the simulation of the annual and inter-annual variability of the water budget over the Baltic Sea drainage basin. *Meteorology and Atmospheric Physics* 77: 61-73.
- Kalabokidis, K., Palaiologou, P., Gerasopoulos, E., Giannakopoulos, C., Kostopoulou, E., and Zerefos, C. 2015. Effect of climate change projections on forest fire behavior and values-at-risk in Southwestern Greece. *Forests* 6(6): 2214-2240.
- Kjellström, E., Bärring, L., Gollvik, S., Hansson, U., Jones, C. and Samuelsson, P. 2005. A 140-year simulation of European climate with the new version of the Rossby Centre regional atmospheric climate model (RCA3), report. SMHI, Norrköping, Sweden.
- Koufos, G. C., Mavromatis, T., Koundouras, S. and Jones, G. V. 2018. Response of viticulture-related climatic indices and zoning to historical and future climate conditions in Greece. *International Journal of Climatology* 38(4): 2097-2111.
- Lenderink, G., van den Hurk, B., van Meijgaard, E., van Ulden, A. and Cuijpers, H. 2003. Simulation of present – day climate in RACHMO2: first results and model developments. Technical Report TR-252. Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt.
- Nakićenović, N., Alcamo, J., Grubler, A., Riahi, K., Roehrl, R. A., Rogner, H. H. and Victor, N. 2000. Special Report on Emissions Scenarios (SRES), A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Mavromatis, T. 2016. Spatial resolution effects on crop yield forecasts: an application to rainfed wheat yield in north Greece with CERES-Wheat. *Agricultural Systems* 143: 38-48.
- Mearns, L.O., Hulme, M., Carter, T.R., Leemans, R., Lal, M., Whetton, P., Hay, L., Jones, R.N., Kittel, T., Smith, J. and Wilby, R. 2001. Climate scenario development. *Advances in Geoecology*: 739-768.
- Michailidou, A. V., Vlachokostas, C. and Moussiopoulos, N. 2016. Interactions between climate change and the tourism sector: Multiple-criteria decision analysis to assess mitigation and adaptation options in tourism areas. *Tourism Management* 55: 1-12.
- Sidiropoulos, P., Mylopoulos, N. and Loukas, A. 2013. Optimal management of an overexploited aquifer under climate change: the lake Karla case. *Water Resources Management* 27(6): 1635-1649.
- Solomou, A. D., Proutsos, N. D., Karetzos, G., Tsagari, K. 2017. Effects of Climate Change on Vegetation in Mediterranean Forests: A review. *IJEAB: Open Access Bi-Monthly International Journal: Infogain Publication* 2(1): 240-247.
- Paparrizos, S., Maris, F. and Matzarakis, A. 2016. Integrated analysis of present and future responses of precipitation over selected Greek areas with different climate conditions. *Atmospheric Research* 169: 199-208.
- Rockel, B. and Geyer, B. 2008. The performance of the regional climate model CLM in different climate regions, based on the example of precipitation. *Meteorologische Zeitschrift* 17(4): 487-498.
- Ρούση, Ε., Τολικά, Κ., Αναγνωστοπούλου, Χ., Μαχαίρας, Π. 2010. Ανάλυση συχνότητας των ημερήσιων βροχοπτώσεων και των αντίστοιχων υψών τους στην Ελλάδα κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα: Μελλοντικά σενάρια από ένα σύγχρονο περιοχικό κλιματικό μοντέλο. Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, Αθήνα 4-6 Νοεμβρίου 2010, 25-32.
- Στάθης, Δ. 2008. Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα στο πανεπιστημιακό δάσος Πετρουλίου Τρικάλων. *Δασική Έρευνα* 21: 49-62.
- Teutschbein, C. and Seibert, J. 2012. Bias correction of regional climate model simulations for hydrological climate-change impact studies: Review and evaluation of different methods. *Journal of Hydrology* 456: 12-29.
- Tol, R. S. 2018. The Economic Impacts of Climate Change. *Review of Environmental Economics and Policy* 12(1): 4-25.
- Tolika, K., Maheras, P., Vafiadis, M., Flocas, H. A. and Arseni-Papadimitriou, A. 2007. Simulation of seasonal precipitation and raindays over Greece: a statistical downscaling technique based on artificial neural networks (ANNs). *International Journal of Climatology* 27(7): 861-881.
- Tolika, K., Anagnostopoulou, C., Maheras, P. Vafiadis, M. 2008. Simulation of future changes in extreme rainfall and temperature conditions over the Greek area: a comparison of two statistical downscaling approaches. *Global and Planetary Change* 63(2): 132-151.
- Tolika, K., Zanis, P., Anagnostopoulou, C. 2012. Regional climate change scenarios for Greece: future temperature and precipitation projections from ensembles of RCMs. *Global NEST Journal* 14(4): 407-421.
- Tsitsoni, T., Zagas, T. and Ganatsas, P. 2002. Plant diversity and Nature Conservation in Koziakas Natura

2000 (Network) Site, Central Greece. In Proc. of 6th International Conference «Protection and Restoration of the Environment VI». Skiathos, 1, 609-616.

Tzabiras, J., Vasiliades, L., Sidiropoulos, P., Loukas, A. and Mylopoulos, N. 2016. Evaluation of water resources management strategies to overturn climate change impacts on Lake Karla watershed. *Water Resources Management* 30(15): 5819-5844.

Venetsanou, P., Anagnostopoulou, C. and Voudouris, K. 2016. Impacts of climate changes on hydrologic balance: a case study of vocha plain, Korinthia. *Bulletin of the Geological Society of Greece* 50: 1068-1077.

Willmott, C. J. and Matsuura, K. 2005. Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. *Climate research* 30(1): 79-82.

Willmott, C. J. and Matsuura, K. 2006. On the use of dimensioned measures of error to evaluate the performance of spatial interpolators. *International Journal of Geographical Information Science* 20(1): 89-102.

Xue, Y., Janjic, Z., Dudhia, J., Vasic, R. and De Sales, F. 2014. A review on regional dynamical downscaling in intraseasonal to seasonal simulation/prediction and major factors that affect downscaling ability. *Atmospheric research* 147: 68-85.

Zanis, P., Katragkou, E., Ntogras, C., Marougianni, G., Tsikerdekis, A., Feidas, H., Anadranistakis E. and Melas, D. 2015. Transient high-resolution regional climate simulation for Greece over the period 1960-2100: evaluation and future projections. *Climate Research* 64(2): 123-140.

Οι φυτοκοινωνίες των δασών της πλατυφύλλου δρυός (*Quercus frainetto* Ten.) του όρους Γουλινά (Κ. Στερεά Ελλάδα)

Α. Σαμαράς, Κ. Θεοδωρόπουλος, Ε. Ελευθεριάδου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα εκτεταμένα δάση πλατυφύλλου δρυός (*Quercus frainetto*) του όρους Γουλινά, από τα μεγαλύτερα σε έκταση στην κεντρική Στερεά Ελλάδα, παρέμεναν μέχρι σήμερα ελάχιστα μελετημένα. Η βλάστηση αυτών των δασών μελετήθηκε με τη βοήθεια 53 δειγματοληπτικών επιφανειών, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του Braun-Blanquet. Η συνταξινόμηση των δασών της *Quercus frainetto* στην περιοχή έρευνας επιβεβαιώνει την ύπαρξη της ένωσης *Huetio cynarioideis* – *Quercetum frainetto* Raus ex Raus 2008 στη Στερεά Ελλάδα. Η διακριθείσα ένωση ερευνήθηκε ως προς τη δομή και τη χλωριδική της σύνθεση, τη συνδυαστική και τη συνοικολογία της. Εντός της ένωσης *Huetio cynarioideis* – *Quercetum frainetto* διακρίθηκαν τρεις νέες, για τα ελληνικά δρυοδάση, υποενώσεις, δύο παραλλαγές και μία όψη. Η υποένωση *quercetosum polycarpae* αντιπροσωπεύει τους καλύτερους σταθμούς των δασών της πλατυφύλλου δρυός, καθώς και τις μικτές συστάδες τους με τη βαλκανική απόδισκο δρύ (*Q. petraea* ssp. *polycarpa*). Η υποένωση *trifolietosum grandiflori* αντιπροσωπεύει τους χειρότερους σταθμούς και τα πιο ξηροθερμικά περιβάλλοντα, ενώ η υποένωση *quercetosum pubescentis* περιλαμβάνει τις μικτές συστάδες της *Q. frainetto* με την *Q. pubescens*. **Λέξεις κλειδιά:** Συνταξινόμηση, Μονάδες βλάστησης, Δρυοδάση, Στερεά Ελλάδα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι φυλλοβόλες δρύες αποτελούν κυρίαρχο δασικό στοιχείο τόσο για την ανατολική Μεσόγειο όσο και για την Ελλάδα. Στον ελλαδικό χώρο τα θερμόφιλα δάση των φυλλοβόλων δρυών καταλαμβάνουν έκταση 1,5 εκατομμυρίων Ha, δηλαδή το 44% της δασικής έκτασης της Ελλάδας και το 76% των φυλλοβόλων δασών της (Dafis 2005).

Απ' όλα τα είδη δρυός που εμφανίζονται στον ελλαδικό χώρο, η πλατύφυλλη δρυς (*Quercus frainetto*) παρουσιάζει τη μεγαλύτερη εξάπλωση και σχηματίζει εκτεταμένα, αμιγή και μικτά με άλλα είδη, δάση. Σύμφωνα με τον Dafis (2005) η πλατύφυλλη δρυς σχηματίζει το 1/3 των ελληνικών δασών και το 80% των φυλλοβόλων δρυοδασών.

Η *Quercus frainetto* εξαπλώνεται σε ολόκληρη σχεδόν τη βαλκανική χερσόνησο, από τη νοτιοανατολική Ουγγαρία και τη νότια Ρουμανία ως τη νότια Ελλάδα, καθώς και σε περιοχές της νότιας Ιταλίας και της βορειοδυτικής Μικράς Ασίας. Στην Ελλάδα τα δάση της *Quercus frainetto* εκτείνονται σε όλες σχεδόν τις ηπειρωτικές περιοχές της Μακεδονίας και της Θράκης, στην ανατολική Θεσσαλία (Κάτω Όλυμπος, Όσσα, Πήλιο), στην κεντρική Χαλκιδική

(Χολομώντας), στην Πίνδο, στην κεντρική Στερεά Ελλάδα (Τυμφρηστός, Οίτη, Βαρδούσια, Οξυά, Γουλινάς), στην Εύβοια και στην Πελοπόννησο (Δάσος Φολόης, Χελμός, Πάρωνας). Οι περιοχές που καταλαμβάνουν είναι κυρίως υποορεινές και ορεινές, με υψόμετρο (150-) 300-1150 (-1370) m και, σύμφωνα με τους Barbéro και Quézel (1976), αποφεύγουν τα ασβεστολιθικά πετρώματα.

Με τη μελέτη των φυτοκοινωνιών των δασών της *Quercus frainetto* ασχολήθηκαν κατά καιρούς διάφοροι ερευνητές (Ντάφης 1966, Barbéro και Quézel 1976, Gamisans και Hebrard 1979, 1980, Raus 1980, Bergmeier 1990, Θεοδωρόπουλος 1991, Mantzavelas 1994, Petermann 1999, Καρέτσος 2002, Konstantinidis κ.α. 2002, Κοράκης 2003, Φωτιάδης 2004, Tsaliki κ.α. 2005, Fotiadis κ.α. 2005, Δημητρέλος 2005, Χοχλιούρος 2005, Βλάχος 2006, Κοκμοτός 2008). Από την έως τώρα φυτοκοινωνιολογική έρευνα προκύπτει ότι η συνένωση που αντιπροσωπεύει τα δάση της *Quercus frainetto* στον ελλαδικό χώρο είναι η *Quercion confertae* της τάξης *Quercetalia pubescenti-petraeae* και της κλάσης *Quercetalia pubescentis*. Οι Bergmeier και Dimopoulos (2008) στην συνταξινόμηση της σύννοσης των θερμόφιλων φυλλοβόλων δασών του

ελλαδικού χώρου διέκριναν έξι ενώσεις για τα δάση της πλατυφύλλου δρυός, χωρίς όμως να συμπεριλαμβάνουν στην εργασία τους τα δρυοδάση της Στερεάς Ελλάδας. Η παρούσα εργασία έχει σκοπό να καλύψει το κενό αυτό, με τη φυτοκοινωνιολογική έρευνα των σημαντικότερων, από πλευράς έκτασης, δασών πλατυφύλλου δρυός στην περιοχή της κεντρικής Στερεάς Ελλάδας.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

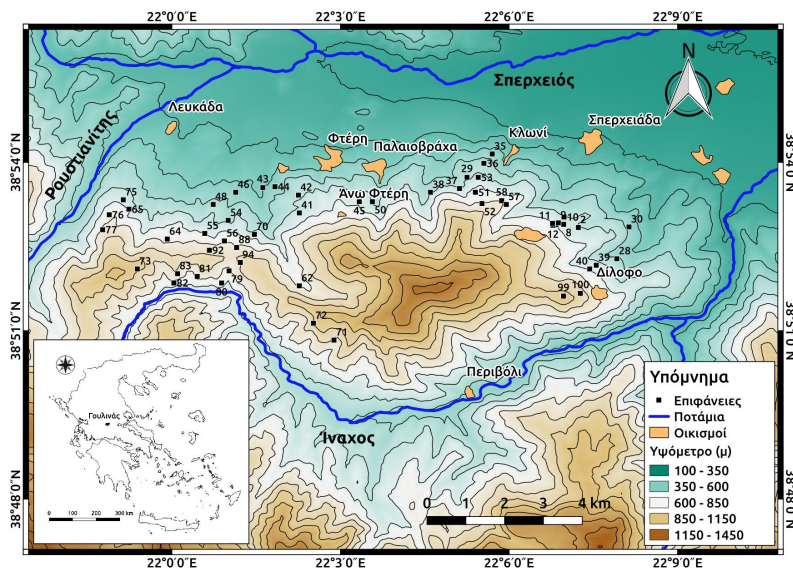
Η περιοχή έρευνας βρίσκεται στο όρος Γουλινάς, στο δυτικό τμήμα του νομού Φθιώτιδας, 50 Km δυτικά της Λαμίας. Το όρος Γουλινάς οριοθετείται από τους ποταμούς Σπερχειό στα βόρεια, Ίναχο στα ανατολικά και νότια και Ρουσιανίτη στα δυτικά, καταλαμβάνοντας μια έκταση 16.210 εκταρίων (Σχήμα 1). Οι γεωγραφικές συντεταγμένες της περιοχής, που καταλαμβάνει το όρος, κυμαίνονται για το γεωγραφικό μήκος από 21° 57' 26'' έως 22° 12' 05'' ανατολικά του Greenwich και για το γεωγραφικό πλάτος από 38° 49' 20'' έως 38° 56' 32'' βόρεια του ισημερινού. Το υπερθαλάσσιο ύψος κυμαίνεται μεταξύ 100 m και 1459 m (κορυφή Καράπαππας). Το ανάγλυφο του όρους είναι σχετικά ήπιο, με αποστρωγγυλεμένες κορυφές και ομαλές πλαγιές, με μικρές έως μέτριες κλίσεις.

Το όρος Γουλινάς ανήκει σε δύο γεωτεκτονικές ζώνες, την Ωλονού-Πίνδου και την Παρνασσού-Γκιώνας (Μουντράκης 1985). Ο γεωλογικός σχηματισμός, που κυριαρχεί, είναι ο ψαμμιτικός φλύσσης,

ενώ μικρή έκταση στο κεντρικό τμήμα του όρους καλύπτεται από ασβεστόλιθους και κολλουβιακές αποθέσεις ασβεστόλιθων (Ι.Γ.Ε.Υ 1970).

Για τον καθορισμό του κλίματος-βιοκλίματος της περιοχής εμφάνισης των δασών της *Quercus frainetto* στο όρος Γουλινάς χρησιμοποιήθηκαν οι χάρτες βροχόπτωσης και θερμοκρασιών (μέγιστη, μέση, ελάχιστη) του ερευνητικού έργου ΠΙΤΥΣ (Τσαγκάρη κ.α. 2015). Οι κλιματικοί χάρτες είναι διαθέσιμοι στην ιστοσελίδα του έργου ΠΙΤΥΣ (www.dimitrios-samaras.net/agroetak). Από τους κλιματικούς χάρτες υπολογίστηκαν οι τιμές βροχόπτωσης και θερμοκρασιών για όλες τις θέσεις δειγματοληψίας των δασών της *Quercus frainetto* (Πίνακας Ι).

Σύμφωνα με τα ομβροθερμικά δεδομένα του Πίνακα Ι η χαμηλότερη ζώνη εξάπλωσης των δασών της *Quercus frainetto* κατατάσσεται στον κλιματικό τύπο Csa κατά Köppen (1918), δηλαδή στο μεσογειακό κλίμα με πολύ θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες. Η ανώτερη ζώνη εξάπλωσής τους κατατάσσεται στον κλιματικό τύπο Csb, δηλαδή στο μεσογειακό κλίμα με μικρή διάρκεια θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες. Με βάση το ομβροθερμικό πηλίκο Q_2 του Emberger (1955) και το κλιματικό διάγραμμα Emberger-Sauvage, η περιοχή εμφάνισης των δασών της *Quercus frainetto* του Γουλινά ανήκει στον ύφυγρο και υγρό βιοκλιματικό όροφο ($85,5 < Q_2 < 121,5$) με χειμώνα ψυχρό έως δριμύ ($-1,7^\circ\text{C} < m < 1,5^\circ\text{C}$).



Σχήμα 1. Η περιοχή έρευνας με τις θέσεις δειγματοληψίας.

Figure 1. The study area with the sampling localities.

Πίνακας I. Εύρος τιμών βροχόπτωσης και θερμοκρασιών για τις θέσεις δειγματοληψίας
Table I. Spread of precipitation and temperature values for the sampling locations

Κλιματική παράμετρος	Τιμές
Μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (°C)	20,9 – 24,6
Μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (°C)	1,9 – 5,7
Ύψος βροχόπτωσης του ξηρότερου μήνα (mm)	17,5 – 26,1
Ύψος βροχόπτωσης του υγρότερου μήνα (mm)	102,7 – 141,6
Μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα - M (°C)	26,7 – 31,4
Μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα - m (°C)	-1,7 – 1,5
Ετήσια βροχόπτωση - P (mm)	733,6 – 988,4
Ομβροθερμικό πηλίκιο Q ₂	85,5 – 121,5

Στην περιοχή κυριαρχούν τα φυλλοβόλα δρυοδάση, ήτοι τα δάση της χνοόδους δρυός (*Quercus pubescens*), που καταλαμβάνουν τις χαμηλότερες περιοχές του ανατολικού τμήματος του όρους, τα δάση της *Q. frainetto*, που εμφανίζουν τη μεγαλύτερη εξάπλωση, και τα δάση της βαλκανικής αποδίσκου δρυός (*Q. petraea* subsp. *polycarpa*), που εμφανίζονται ως μεμονωμένες κηλίδες στις βόρειες πλαγιές της περιοχής (Σαμαράς κ.ά. 2009). Πάνω από τη ζώνη των φυλλοβόλων δρυοδασών, και μόνο στις βόρειες και βορειοανατολικές πλαγιές του κεντρικού τμήματος του Γουλινά, εμφανίζεται η ζώνη της κεφαλληνιακής ελάτης (*Abies cephalonica*), τα δάση της οποίας, στην περιοχή εμφάνισής της, σχηματίζουν τα δασοόρια. Η παραποτάμια βλάστηση συγκροτείται κυρίως από τα είδη *Platanus orientalis*, *Salix alba*, *Populus alba*, *Alnus glutinosa*, *Nerium oleander* και *Vitex agnus-castus*. Στα χαμηλότερα τμήματα των ΒΑ, Α και ΝΑ κλιτύων του όρους Γουλινά εμφανίζεται μια ζώνη από θαμνώνες (pseudomaqui), στην οποία κυριαρχεί το πουρνάρι (*Quercus coccifera*) μαζί με διάφορα φυλλοβόλα είδη της υποζώνης *Ostrygo-Carpinion*. Στα μεγαλύτερα υψόμετρα, πάνω από τα ανθρωπογενή δασοόρια, τα δάση αντικαθίστανται από θαμνώνες οξύκεδρης αρκεύθου και ξηρά ορεινά λιβάδια.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η έρευνα της βλάστησης των δασών της πλατυφύλλου δρυός του όρους Γουλινά έγινε με τη βοήθεια 53 δειγματοληψιών (relevés), που πραγματοποιήθηκαν τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο των ετών 2002 και 2005 (Σχήμα 1). Το μέγεθος των δειγματοληπτικών επιφανειών ήταν 300 m² (Αθανασιάδης 1986, Chytrý και Οτýρκονά 2003). Η φυτοκοινωνιολογική μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν του Braun-Blanquet (Braun-Blanquet 1964, Knapp 1971, Westhoff και Van der Maarel 1973, Dierssen 1990).

Για τον προσδιορισμό των taxa χρησιμοποιήθηκαν πρόσφατες βασικές χλωρίδες που αφορούν την Ελλάδα (Tutin κ.α. 1968-1980, 1993, Strid 1986, Strid και Tan 1991, 1997, 2002), καθώς και επιλεγμένη ταξινομική βιβλιογραφία (Krendl 1986, Boyce 1988, 1994, Zielinski 1990, Christensen 1992, Baumann κ.α. 2006). Η ονοματολογία των taxa είναι σύμφωνα με τους Dimopoulos κ.α. (2013, 2016). Τα φυτικά δείγματα είναι κατατεθειμένα στο Ερμπάριο (TAUF) του Εργαστηρίου Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος.

Η εισαγωγή των δεδομένων των φυτοληψιών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του προγράμματος Turboveg (version Turboveg for windows 2.4, Hennekens και Schaminée 2001), ενώ στη συνέχεια έγινε εξαγωγή και μεταφορά των δεδομένων στο πρόγραμμα Juice (version 6.3.134, Tichý 2002), για περαιτέρω ανάλυση. Ακολούθησε η διαίρεση του συνόλου των φυτοληψιών, με τη μέθοδο TWINSpan (Two Way Indicator Species Analysis, Hill 1979), σε πέντε ομάδες. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου TWINSpan δεν λήφθηκαν υπόψη τα taxa τα οποία εμφανίζονταν σε μία μόνο φυτοληψία. Επιλέχθηκαν τέσσερα “pseudospecies cut levels”, τα οποία αντιστοιχούν σε πληθοκαλύψεις α) 1, +, 1 β) 2, γ) 3, δ) 4, 5, τρία επίπεδα διαίρεσης, ενώ ορίστηκε ως ελάχιστο μέγεθος ομάδας οι δύο φυτοληψίες.

Για τον καθορισμό των taxa ως χαρακτηριστικών των φυτοκοινωνικών ενώσεων και ανώτερων syntaxa, χρησιμοποιήθηκαν τα συγγράμματα ή οι ερευνητικές εργασίες των Horvat κ.α. (1974), Barbéro και Quézel (1976), Zoller κ.α. (1977), Gamisans και Hebrard (1979, 1980), Raus (1979, 1980), Oberdorfer (1990), Pott (1995), Petermann (1999), Reif και Löblich-Ille (1999), Θεοδωρόπουλος (1991, 1996), Δημόπουλος (1993), Dimopoulos κ.α. (1996), Καρέτσος (2002), Κοράκης (2003), Φωτιάδης

την ίδια σταθερότητα και στα δάση ελάτης, ενώ στα Βαρδούσια εμφανίζεται σπάνια.

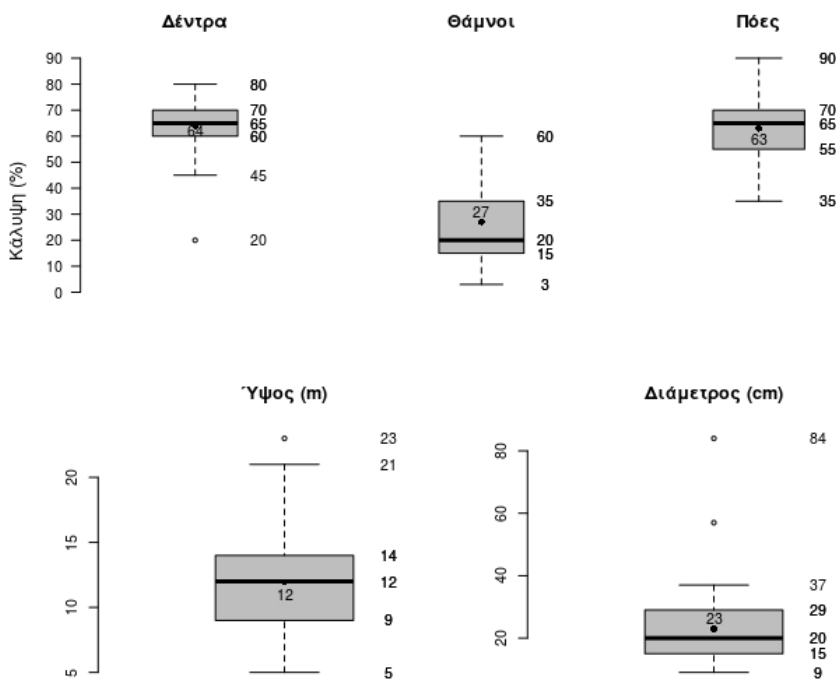
Εκτός από τα χαρακτηριστικά είδη της ένωσης *Huetio cynarioidis* – *Quercetum frainetto*, στην περιοχή έρευνας εμφανίζεται και μια σειρά τοπικών διαφοριστικών ταξα όπως τα *Anthoxanthum odoratum* και *Vicia hirsuta*. Άλλα τοπικά διαφοριστικά ταξα, χαρακτηριστικά της συνένωσης *Quercion confertae*, είναι τα *Scorzoneroideis cichoriacea* και *Vicia grandiflora*, ενώ τα *Trifolium ochroleucon* ssp. *roseum*, *Clinopodium vulgare* ssp. *orientale* και *Carex flacca* ssp. *serrulata* αποτελούν χαρακτηριστικά ταξα της τάξης *Quercetalia pubescenti-petraeae* και της κλάσης *Quercetea pubescentis*. Επιπλέον, χαρακτηριστικά ταξα της *Quercion confertae* με μεγάλη συχνότητα εμφάνισης είναι τα *Lathyrus laxiflorus* (V), *Trifolium pignatii* (IV) και *Potentilla micrantha* (III), ενώ από τις *Quercetalia pubescenti-petraeae* και *Quercetea pubescentis* εμφανίζονται τα *Luzula forsteri* (V), *Veronica chamaedrys* ssp. *chamaedryoides* (V), *Juniperus oxycedrus* ssp. *deltoides*, (V) *Silene italica* ssp. *italica* (V), *Campanula spatulata*

ssp. *spruneriana* (V) και *Fraxinus ornus* (III). Σημαντική είναι και η παρουσία χαρακτηριστικών ειδών της *Abietion cephalonicae* όπως τα *Abies cephalonica* (IV), *Crepis fraasii* ssp. *fraasii* (IV), *Arrhenatherum elatius* (III) και *Doronicum orientale* (IV).

Δομή

Ο δενδρώδης όροφος της ένωσης συγκροτείται, κατά κύριο λόγο, από άτομα πλατυφύλλου δρυός, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις συμμετέχουν και άτομα *Quercus petraea* ssp. *polycarpa* και *Q. pubescens*. Η παρουσία των ειδών *Abies cephalonica*, *Viscum album* ssp. *abietis*, *Sorbus torminalis*, *Fraxinus ornus* και *Crataegus monogyna* είναι σποραδική. Η κάλυψη του ορόφου κυμαίνεται από (20-) 45 έως 80% με μέση τιμή 64%, ενώ στο 75% των επιφανειών τα δένδρα καλύπτουν το 60-80% της επιφάνειας του εδάφους (Σχήμα 2).

Τα δάση της πλατυφύλλου δρυός της περιοχής έρευνας είναι κατά κανόνα πρεμνοφυή, μικρού ύψους και συγκροτούνται από δένδρα μικρής διαμέτρου. Στην πλει-



Σχήμα 2. Θηκογράμματα των τιμών κάλυψης ορόφων βλάστησης, ύψους και σθηθιαίας διαμέτρου κυριαρχούντων δέντρων των δασών της πλατυφύλλου δρυός του όρους Γουλίνα (διάμεσος, μέσος όρος, πρώτη και τρίτη τεταρτητόμος (Q1, Q2), οριακές και ακραίες τιμές. Η κάτω οριακή τιμή είναι $\geq Q1 - 1,5 \times IQR$ και η άνω οριακή τιμή $\leq Q3 + 1,5 \times IQR$).

Figure 2. Boxplots for vegetation layers cover, height and diameter of dominant trees of the hungarian oak forests of Mount Goulinas (median, mean, 1st and 3rd quartiles, adjacent values and outliers. Lower adjacent value is $\geq Q1 - 1,5 \times IQR$ and upper adjacent value is $\leq Q3 + 1,5 \times IQR$).

ονότητα των δειγματοληπτικών επιφανειών τα ύψη των κυριαρχούντων δένδρων κυμαίνονται από 5 έως 21 m, ενώ η διάμετρος του κορμού τους από 9 έως 37 cm (Σχήμα 2). Σε μεμονωμένες περιπτώσεις το ύψος φτάνει τα 23 m και η διάμετρος του κορμού τα 84 cm (Σχήμα 2).

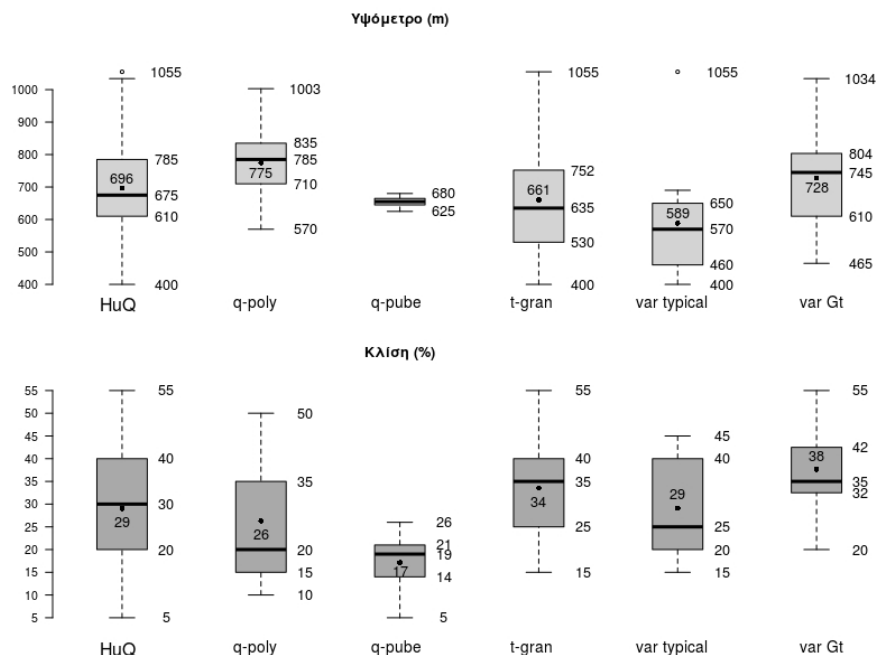
Στη σύνθεση του θαμνώδους ορόφου συμμετέχουν μια πληθώρα ειδών, τα περισσότερα από τα οποία εμφανίζονται σποραδικά και με μικρή πληθοκάλυψη. Τα taxa που κυριαρχούν και εμφανίζονται στο σύνολο σχεδόν των δειγματοληπτικών επιφανειών είναι η *Quercus frainetto* και η *Juniperus oxycedrus* ssp. *deltoides*. Σημαντική είναι επίσης η παρουσία των ειδών *Abies cephalonica* και *Fraxinus ornus*. Τα taxa *Q. petraea* ssp. *polycarpa*, *Sorbus torminalis* και *Rubus canescens* συμμετέχουν στη σύνθεση του θαμνώδους ορόφου μόνο στις επιφάνειες με μεγάλο σχετικά υψόμετρο, ενώ τα είδη *Q. pubescens* και *Q. coccifera*, στις συστάδες που βρίσκονται στο βορειοανατολικό τμήμα του όρους Γουλινά, στη ζώνη επαφής με τα δάση της *Q. pubescens*. Γενικά, ο όροφος των θάμνων καλύπτει μικρό ποσοστό της επιφάνειας του εδάφους, με μέση τιμή κάλυψης 27%, ενώ στο 75% των επιφανειών

δεν ξεπερνάει το 35% (Σχήμα 2).

Ο ποώδης όροφος, σε αντίθεση με το θαμνώδη, εμφανίζεται αρκετά πυκνός, με μέση τιμή κάλυψης 63% (Σχήμα 2). Στη σύνθεση του ποώδους ορόφου συμμετέχουν, εκτός από τα ξυλώδη είδη που κυριαρχούν στο δενδρώδη και θαμνώδη όροφο, και τα ποώδη *Luzula forsteri*, *Veronica chamaedrys* ssp. *chamaedryoides*, *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica*, *Campanula spatulata* ssp. *spruneriana*, *Geocaryum capillifolium*, *Poa trivialis* ssp. *sylvicola*, *Crepis fraasii* ssp. *fraasii*, *Lathyrus laxiflorus*, *Silene italica* ssp. *italica*, *Scorzoneroideis cichoriacea*, *Trifolium physodes*, *T. ochroleucon* ssp. *roseum*, *T. pignanii* και *Galium heldreichii*.

Συνοικολογία

Τα δάση της πλατυφύλλου δρυός του όρους Γουλινά εμφανίζουν ένα μεγάλο οικολογικό εύρος όσον αφορά τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά τους. Εκτείνονται από 400 έως 1055 m, σε πλαγιές όλων σχεδόν των εκθέσεων και μορφών του ανάγλυφου και σε κλίσεις που κυμαίνονται από 5 έως 55% (Σχήμα 3). Οι



Σχήμα 3. Φυσιογραφικά χαρακτηριστικά (υψόμετρο, κλίση) των μονάδων βλάστησης στην περιοχή έρευνας (HuQ: *Huetio cynapioidis* – *Quercetum frainetto*, q-poly: *quercetosum polycarpae*, q-pube: *quercetosum pubescentis*, t-gran: *trifolietosum grandiflori*, var typical: Τυπική παραλλαγή, var Gt: Παραλλαγή με *Genista tinctoria* ssp. *tinctoria*). Για την επεξήγηση των τιμών δεξ Σχήμα 2.

Figure 3. Physiographic characteristics (elevation, slope) of the vegetation units in the study area (HuQ: *Huetio cynapioidis* – *Quercetum frainetto*, q-poly: *quercetosum polycarpae*, q-pube: *quercetosum pubescentis*, t-gran: *trifolietosum grandiflori*, var typical: Typical variation, var Gt: Variation with *Genista tinctoria* ssp. *tinctoria*). For interpretation of values see Figure 2.

μισές από τις δειγματοληπτικές επιφάνειες βρίσκονται σε υψομετρικό εύρος 610-785 m, σε πλαγιές κλίσεων 20-40%, ενώ οι εκθέσεις που κυριαρχούν είναι οι B, BBA, BA, BΔ, BBΔ και Δ (Σχήμα 4). Η μορφή του ανάγλυφου που εμφανίζεται πιο συχνά είναι το μέσο τμήμα ομαλών πλαγιών (Σχήματα 5, 6).

Συνδυναμική

Τα δάση της *Quercus frainetto* του όρους Γουλινά βρίσκονται υπό φυσική αποκατάσταση μετά από τον περιορισμό της βόσκησης, τον έλεγχο των υλοτομιών και την ορθολογικότερη διαχείρισή τους από τη δασική υπηρεσία. Όλες αυτές οι δραστηριότητες είχαν οδηγήσει κατά το παρελθόν σε υποβάθμιση, ακόμα και σε ολοκληρωτική καταστροφή των δρυοδασών της περιοχής. Η οπισθοδρομική διαδοχή της βλάστησης, η οποία ήταν εντονότερη στα χαμηλότερα υψόμετρα και κοντά στις κατοικημένες περιοχές, είχε οδηγήσει στη δημιουργία θαμνώνων, κυρίως από *Juniperus oxycedrus* ssp. *deltoides*, αλλά και από *Quercus coccifera*. Τα δύο αυτά taxa, που παραμένουν στον υπώροφο των δρυοδασών της περιοχής, αποτελούν σαφή ένδειξη παλαιότερης υποβάθμισης, αλλά ταυτόχρονα υποδεικνύουν και την κατεύθυνση μελλοντικής υποβάθμισης από μη ορθολογική διαχείριση.

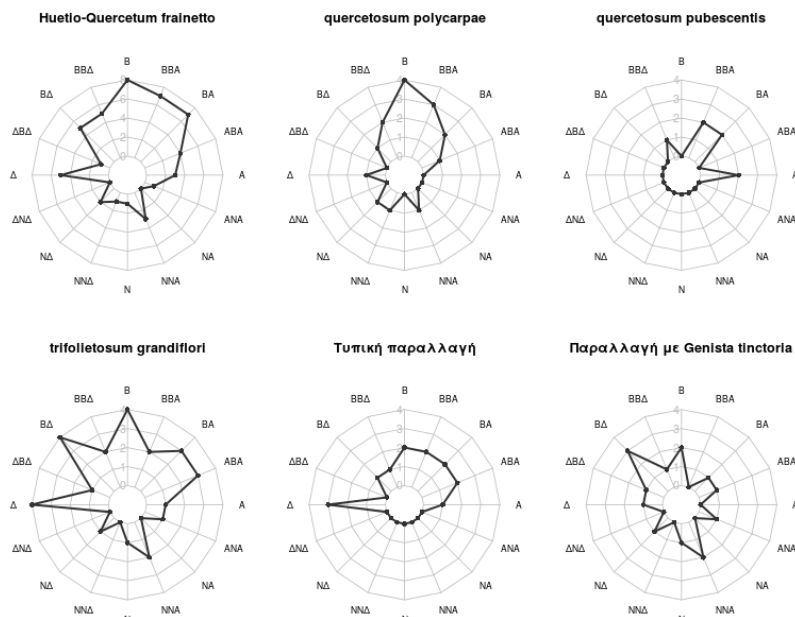
Εντός της ένωσης *Huetio cynarioidis* –

Quercetum frainetto διακρίθηκαν τρεις νέες, για τα ελληνικά δρυοδάση, υποενώσεις: *quercetosum polycarpae*, *trifolietosum grandiflori* και *quercetosum pubescentis*. Οι υποενώσεις αντιπροσωπεύουν τρεις τύπους δασών που διαφέρουν μεταξύ τους χλωριδικά, φυσιογνωμικά και οικολογικά.

1. Υποένωση *quercetosum polycarpae*

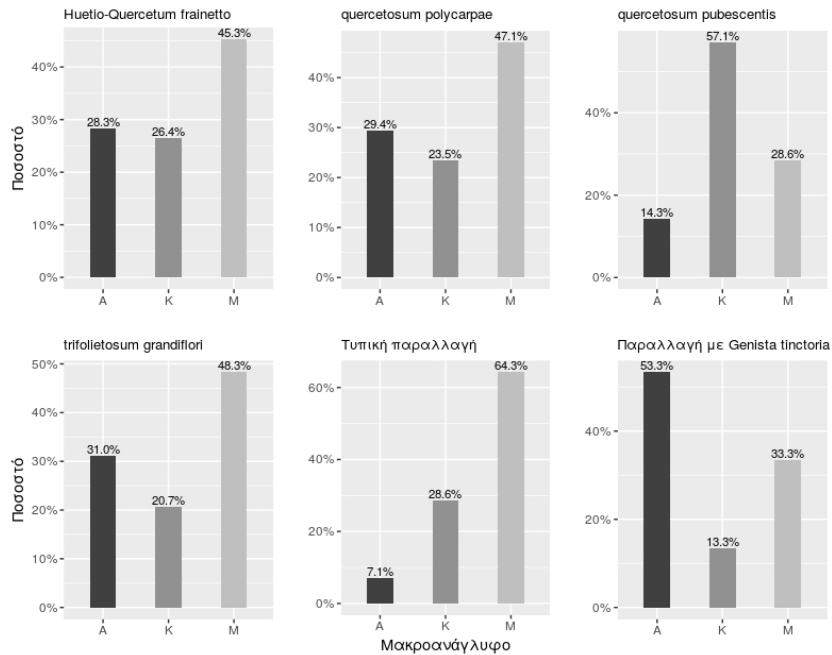
Η *Huetio cynarioidis* – *Quercetum frainetto quercetosum polycarpae* διακρίθηκε με 17 φυτοληψίες, που πραγματοποιήθηκαν κυρίως στο δυτικό τμήμα του όρους Γουλινά, και περιλαμβάνει τους καλύτερους σταθμούς της πλατυφύλλου δρυός, με τις καλύτερες εδαφικές συνθήκες, γεγονός που φαίνεται τόσο από τη μεγάλη κάλυψη που εμφανίζουν τα πόδια είδη όσο και από τη χλωριδική σύνθεση.

Η υποένωση *quercetosum polycarpae* διακρίνεται από τις άλλες δύο υποενώσεις με μια ομάδα διαφορετικών taxa που περιλαμβάνει τα *Quercus petraea* ssp. *polycarpa*, *Scutellaria columnae* ssp. *columnae*, *Melica uniflora*, *Geranium peloponesiacum*, *Helleborus odorus* ssp. *cyclophyllus*, *Digitalis laevigata* ssp. *graeca*, *Lathyrus venetus*, *Myosotis sylvatica* ssp. *cyanea*, *Lactuca muralis*, *Lapsana communis* ssp. *adenophora*, *Campanula trachelium* ssp. *athoa*, *Neottia nidus-avis* και *Trifolium medium*



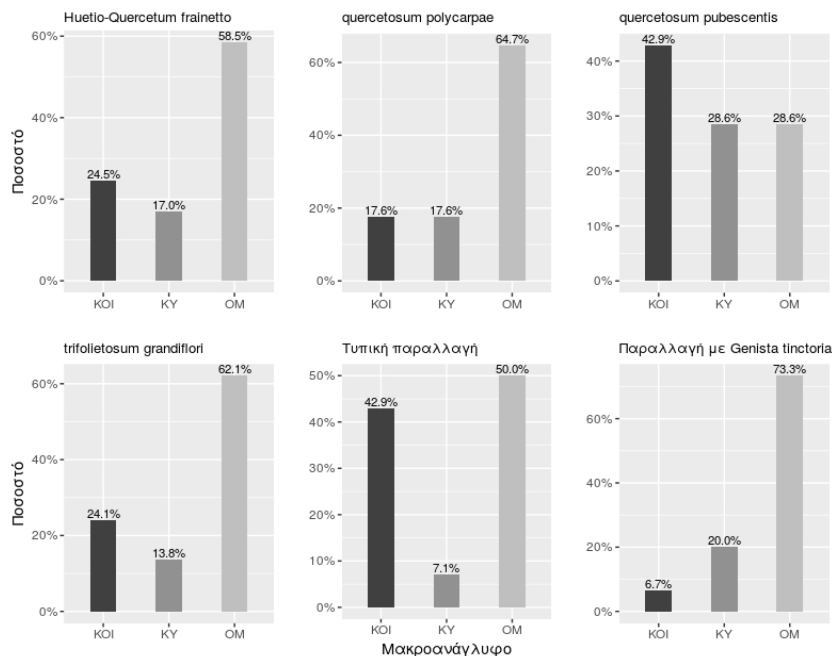
Σχήμα 4. Κατανομή της έκθεσης (προσανατολισμός) των θέσεων δειγματοληψίας στις διάφορες μονάδες βλάστησης (αριθμός δειγματοληπτικών επιφανειών για κάθε σημείο του οριζοντα).

Figure 4. Exposure of sampling locations in different vegetation units (number of sampling units for each cardinal direction).



Σχήμα 5. Ποσοστό του αριθμού δειγματοληπτικών επιφανειών ανά κατηγορία μακροαναγλύφου (θέση στην πλαγιά) στις διάφορες μονάδες βλάστησης (Α: Άνω, Κ: Κάτω, Μ: Μέσο)

Figure 5. Distribution of sampling localities according to their macrorelief (position on the slope) in different vegetation units



Σχήμα 6. Ποσοστό του αριθμού δειγματοληπτικών επιφανειών ανά κατηγορία μικροαναγλύφου στις διάφορες μονάδες βλάστησης (KOI: Κοίλο, KY: Κυρτό, OM: Ομαλό)

Figure 6. Distribution of sampling localities according to their microrelief in different vegetation units

ssp. *balkanicum*. Πολλά από τα παραπάνω taxa, τα οποία σχεδόν απουσιάζουν από τις άλλες δύο υποενώσεις, είναι χαρακτηριστικά της κλάσης *Quercus-Fagetea*, γεγονός που προσδίδει στη συγκεκριμένη μονάδα βλάστησης έναν πιο ηπειρωτικό χαρακτήρα.

Από τη μελέτη των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών της υποένωσης, φαίνεται πως η συγκεκριμένη μονάδα καταλαμβάνει τους υγρότερους και ψυχρότερους σταθμούς των δασών της *Quercus frainetto*. Το 75% των δειγματοληπτικών επιφανειών βρίσκεται σε υψόμετρο πάνω από 710 m, ενώ μόλις το 25% αυτών απαντάται σε χαμηλότερα υψόμετρα (570-710 m). Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες εμφανίζονται, κυρίως, στο μέσο και το άνω μέρος ομαλών πλαγιών με μικρή σχετικά κλίση (μέση κλίση 26%) και με βόρειο προσανατολισμό. Στο 50% των επιφανειών η κλίση δεν ξεπερνάει το 20% (Σχήμα 3), ενώ η πλειονότητα αυτών βρίσκεται σε πλαγιές με έκθεση Β, ΒΒΑ, ΒΑ, ΒΒΔ και ΒΔ (Σχήμα 4).

Στη σύνθεση του ορόφου των δένδρων, εκτός από την *Quercus frainetto*, που κυριαρχεί, συμμετέχει και η *Quercus petraea* ssp. *polycarpa*, η οποία σε ορισμένες περιπτώσεις σχηματίζει μικτές συστάδες με την πλατύφυλλη δρυ. Σποραδικά εμφανίζεται και η *Sorbus torminalis*. Οι συστάδες μπορούν να χαρακτηριστούν πιο κλειστές σε σύγκριση με αυτές της *trifolietosum*

grandiflori, καθώς η κάλυψη του δενδρώδους ορόφου κυμαίνεται από 60 έως 80%, με μέση τιμή 68% (Πίνακας III). Το ύψος των κυριαρχούντων δένδρων κυμαίνεται από 9 έως 21 m με μέση τιμή 15 m, ενώ η διάμετρος του κορμού τους από 16 έως 37 cm με μέση τιμή 27 cm (Πίνακας III).

Ο θαμνώδης όροφος καλύπτει κατά μέσο όρο το 29% της επιφάνειας του εδάφους (Πίνακας III) και συγκροτείται κυρίως από τα *Quercus frainetto*, *Q. petraea* ssp. *polycarpa* και *Juniperus oxycedrus* ssp. *deltoides*. Σημαντική είναι επίσης η παρουσία των ειδών *Abies cephalonica*, *Fraxinus ornus*, *Sorbus torminalis* και *Rubus canescens*, ενώ σπανιότερα εμφανίζονται και τα *Crataegus monogyna*, *Castanea sativa*, *Rosa canina*, *Hedera helix* ssp. *helix* και *Ostrya carpinifolia*.

Ο ποώδης όροφος εμφανίζεται αρκετά συμπαγής, με κάλυψη 45-90% (μέση τιμή 73%) (Πίνακας III). Το γεγονός αυτό αντικατοπτρίζει τόσο τις εδαφικές συνθήκες υγρασίας, όσο και την πιθανώς αυξημένη περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά συστατικά. Η αναγέννηση των δασών της υποένωσης είναι πολύ καλή και αυτό αποδεικνύεται από τη μεγάλη πληθοκάλυψη που εμφανίζουν η *Quercus frainetto* και η *Quercus petraea* ssp. *polycarpa* στον ποώδη όροφο. Από τα ποώδη είδη, αυτά που κυριαρχούν

Πίνακας III. Ελάχιστη, μέση και μέγιστη τιμή κάλυψης ορόφων βλάστησης, ύψους και στηθιαίας διαμέτρου κυριαρχούντων δέντρων και αριθμού ειδών των μονάδων βλάστησης στην περιοχή έρευνας.

Table III. Minimum, mean and maximum values of vegetation layers cover, height and diameter of dominant trees and species numbers for each vegetation unit in the study area.

	Κάλυψη δένδρων Tree cover (%)	Κάλυψη θάμνων Shrub cover (%)	Κάλυψη ποών Herb cover (%)	Ύψος δένδρων Tree height (m)	Διάμετρος δένδρων Tree diameter (cm)	Αριθμός ειδών Number of species
quercetosum polycarpae	60-68-80	5-29-60	45-73-90	9-15-21	16-27-37	33-43-50
trifolietosum grandiflori	20-61-75	5-26-60	35-59-80	5-11-23	9-23-84	30-42-54
Παραλλαγή με <i>Genista tinctoria</i> ssp. <i>tinctoria</i> – Variation with <i>Genista tinctoria</i> ssp. <i>tinctoria</i>	50-62-75	5-21-60	40-60-70	5-11-23	9-27-84	34-43-54
Τυπική παραλλαγή – Typical variation	20-59-75	15-30-60	35-58-80	8-10-15	13-19-27	30-41-53
Όψη από <i>Ficaria verna</i> ssp. <i>ficariiformis</i> – Face of <i>Ficaria verna</i> ssp. <i>ficariiformis</i>	65-68-70	15-34-60	50-70-80	9-12-15	19-24-27	43-48-52
quercetosum pubescentis	65-68-70	20-30-50	35-54-70	8-10-13	9-11-13	39-42-46

και εμφανίζονται στο σύνολο σχεδόν των φυτοληψιών είναι τα *Selinum silaifolium* (V), *Vicia cassubica* (V), *Poa trivialis* ssp. *sylvicola* (V), *Luzula forsteri* (V), *Veronica chamaedrys* ssp. *chamaedryoides* (V), *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* (V), *Lathyrus laxiflorus* (V), *Galium heldreichii* (V), *Potentilla micrantha* (V), *Trifolium pignanii* (V), *Silene italica* ssp. *italica* (V), *Geocaryum capillifolium* (V), *Scutellaria columnae* ssp. *columnae* (IV), *Melica uniflora* (IV), *Geranium peloponesiacum* (IV). Κατά μέσο όρο, στις επιφάνειες της φυτοκοινωνίας εμφανίζονται 43 taxa.

Το μεγάλο υψόμετρο, στο οποίο αναπτύσσεται η συγκεκριμένη μονάδα βλάστησης, οι καλύτερες συνθήκες υγρασίας και πιθανώς οι διαφορετικές εδαφικές συνθήκες που επικρατούν στους σταθμούς της *Quercetosum polycarpae*, σε σχέση με τα υπόλοιπα δάση της πλατυφύλλου δρυός της περιοχής έρευνας, φαίνεται πως οδηγεί στη δυναμική είσοδο της *Quercus petraea* ssp. *polycarpa*, η οποία στις περισσότερες επιφάνειες παρουσιάζει πολύ καλή αναγέννηση. Από τις φυτοληψίες που πραγματοποιήθηκαν, διαφαίνεται η τάση ανόδου του συγκεκριμένου είδους στον ανώροφο, όπου πιθανόν στο μέλλον θα σχηματίσει μικτές συστάδες με την πλατύφυλλο δρυ. Στους καλύτερους σταθμούς ίσως η *Quercus frainetto* να μην μπορέσει να ανταγωνιστεί την *Q. petraea* ssp. *polycarpa* και η δεύτερη να αντικαταστήσει την πρώτη. Αυτό βέβαια θα εξαρτηθεί όχι μόνο από τις σταθμολογικές συνθήκες και την ανταγωνιστική ικανότητα των δύο taxa, αλλά και από τους διαχειριστικούς χειρισμούς και τις επεμβάσεις που θα πραγματοποιηθούν στις συστάδες.

2. Υποένωση *trifolietosum grandiflori*

Η *Huetio cynapioidis* – *Quercetum frainetto trifolietosum grandiflori*, που διακρίθηκε με 29 φυτοληψίες, αντιπροσωπεύει τις συστάδες της πλατυφύλλου δρυός των πιο ξηρών σταθμών της περιοχής έρευνας. Αυτό προκύπτει τόσο από τη μελέτη των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών, όσο και από τη χλωρίδα των δασών αυτών.

Η υποένωση καταλαμβάνει τη χαμηλότερη υψομετρική ζώνη στο βόρειο τμήμα του όρους Γουλινά, αλλά εμφανίζεται και σε μεγαλύτερα υψόμετρα, κυρίως στο νότιο τμήμα του. Το υψομετρικό εύρος των επιφανειών είναι 400–1055 m και το μέσο υψόμετρό τους ανέρχεται στα 661 m (Σχήμα 3). Οι επιφάνειες εντοπίζονται κυρίως στο μέσο και το άνω μέρος ομαλών πλαγιών με κλίση 15-55% (μέση τιμή 34%), ενώ ένα μικρό ποσοστό (20,7%) εμφανίζεται στο κάτω

μέρος πλαγιών (Σχήμα 5, 6). Χαρακτηριστικό είναι ότι στο 75% των επιφανειών η κλίση είναι πάνω από 25% (Σχήμα 3). Οι εκθέσεις ποικίλουν από βόρειες έως νότιες (Σχήμα 4).

Η υποένωση διαφορίζεται από τις άλλες δύο υποενώσεις των δασών της πλατυφύλλου δρυός με μια ομάδα ειδών τα περισσότερα από τα οποία είναι διαγνωστικά των κλάσεων *Koelerio-Corynephoretea* (K-C), *Thero-Brachypodietea* (T-B) και *Stellarietea mediae* (S.m.): *Trifolium grandiflorum*, *Cerastium brachypetalum* ssp. *roeseri* (T-B), *Vicia incisa*, *V. tetrasperma* (S.m.), *Trifolium campestre* (K-C), *T. arvense* (K-C), *Sedum amplexicaule* ssp. *tenuifolium*, *Aira elegantissima* (T-B), *Myosotis ramosissima* ssp. *ramosissima* (K-C), *Saxifraga carpetana* ssp. *graeca*, *Dactylorhiza romana* ssp. *romana*, *Euphorbia phymatosperma* ssp. *cernua*, *Trifolium tenuifolium*, *Veronica arvensis* (K-C). Τα διαγνωστικά είδη της *Koelerio-Corynephoretea* αποτελούν δείκτες αμμωδών και σκελετικών ξηρών εδαφών, φτωχών σε θρεπτικά στοιχεία.

Ο όροφος των δένδρων συγκροτείται σχεδόν αποκλειστικά από την *Quercus frainetto*, η οποία καλύπτει κατά μέσο όρο το 61% της επιφάνειας του εδάφους (Πίνακας III), ενώ σε δύο δειγματοληπτικές επιφάνειες η κομοστέγη εμφανίζεται αρκετά διασπασμένη με κάλυψη που δεν ξεπερνάει το 50% (Πίνακας II). Το ύψος των κυριαρχούντων δένδρων κυμαίνεται από 5 έως 23 m (Πίνακας III), στην πλειονότητα των περιπτώσεων όμως δεν ξεπερνάει τα 15 m και μόνο σε δύο περιπτώσεις (φυτοληψίες 80 και 100) αυτό φτάνει τα 18 και 23 m (Πίνακας II). Το ίδιο συμβαίνει και με τη διάμετρο του κορμού των δένδρων, η οποία δεν ξεπερνάει τα 40 cm, εκτός των δύο επιφανειών που αναφέρθηκαν στις οποίες αυτή ανέρχεται στα 57 και 84 cm αντίστοιχα (Πίνακας II). Οι δύο αυτές επιφάνειες περιλαμβάνουν σπερμοφυείς συστάδες οι οποίες βρίσκονται εκτός διαχείρισης. Όλες οι υπόλοιπες συστάδες, που μελετήθηκαν, αντιπροσωπεύουν πρεμνοφυή δάση τα οποία είτε βρίσκονται στο στάδιο της αναγέννησης, μετά από αποψιλωτικές υλοτομίες, είτε είναι υπό αναγωγή.

Στον όροφο των θάμνων τα δύο κυρίαρχα taxa είναι η *Quercus frainetto* και η *Juniperus oxycedrus* ssp. *deltoides*, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζονται και τα *Abies cephalonica*, *Fraxinus ornus* και *Quercus coccifera*, με μικρή όμως πληθοκάλυψη. Η κάλυψη των θάμνων κυμαίνεται από 3 έως 60%. Ο όροφος των ποών καλύπτει κατά μέσο όρο το 59% της επιφάνειας του εδάφους με τιμές κάλυψης

που κυμαίνονται από 35 έως 80% (Πίνακας III). Τα taxa τα οποία εμφανίζονται με μεγάλη σταθερότητα και πληθοκάλυψη είναι τα *Quercus frainetto* (V), *Luzula forsteri* (V), *Veronica chamaedrys* ssp. *chamaedryoides* (V), *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* (V), *Silene italica* ssp. *italica* (V), *Hypericum spruneri* (V), *Scorzoneroides cichoriacea* (V), *Poa trivialis* ssp. *sylvicola* (V), *Trifolium physodes* (V), *Lathyrus laxiflorus* (IV), *Crepis fraasii* ssp. *fraasii* (IV), *Carex flacca* ssp. *serrulata* (IV), *Trifolium grandiflorum* (IV).

Εντός της υποένωσης διακρίθηκαν δύο παραλλαγές, μια με *Genista tinctoria* ssp. *tinctoria* και μία τυπική παραλλαγή, ενώ εντός της τυπικής παραλλαγής διακρίθηκε μια όψη από *Ficaria verna* ssp. *ficariiformis*.

Παραλλαγή με *Genista tinctoria* ssp. *tinctoria*

Η παραλλαγή με *Genista tinctoria* ssp. *tinctoria* διακρίνεται με μια ομάδα φωτόφιλων και θερμοφίλων ειδών, τα οποία απουσιάζουν από την τυπική παραλλαγή. Τα διαφοριστικά αυτά taxa είναι τα *Genista tinctoria* ssp. *tinctoria*, *Cistus creticus* ssp. *creticus*, *Anthemis tinctoria* ssp. *parnassica*, *Briza maxima*, *Thesium divaricatum*, *Dorycnium hirsutum*, *Neotinea maculata*, *Phleum phleoides*, *Vicia lathyroides* και *Sedum cerpaea*. Πολλά από τα παραπάνω taxa είναι διαγνωστικά των κλάσεων Cisto-Micromerietea, Koelerio-Corynephoretea και Thero-Brachypodietea. Τα φωτόφιλα και θερμοφιλα αυτά είδη προσδίδουν έναν πιο ξηροθερμικό χαρακτήρα στη συγκεκριμένη φυτοκοινωνία.

Από τις 15 φυτοληψίες που διενεργήθηκαν, προκύπτει ότι η παραλλαγή καταλαμβάνει ένα μεγάλο υψομετρικό εύρος που κυμαίνεται από 465 έως 1034 m (Σχήμα 3). Σε γενικές γραμμές, όμως, αναπτύσσεται σε μεγαλύτερα υψόμετρα, σε σχέση με την τυπική μορφή της *trifolietosum grandiflori* (μέση τιμή 728 m). Το ίδιο μεγάλο είναι και το εύρος των εκθέσεων, ενώ υπερτερούν οι ΒΔ, ΝΝΑ και Β εκθέσεις (Σχήμα 4). Όσον αφορά το ανάγλυφο, η μονάδα εμφανίζεται κυρίως στο άνω, αλλά και στο μέσο ομαλών πλαγιών (Σχήματα 5, 6), με μέση κλίση 38% (Σχήμα 3).

Η κάλυψη του ορόφου των δένδρων, αν και μικρή, εμφανίζεται αυξημένη σε σχέση με την τυπική παραλλαγή, με μέση τιμή 62% (Πίνακας III). Το ίδιο αυξημένη εμφανίζεται και η κάλυψη του ορόφου των ποών, με μέση τιμή 60%. Αντίθετα, στους θάμνους η μέση κάλυψη είναι μικρότερη από αυτή της τυπικής παραλλαγής (μέση τιμή 21%). Το ύψος και η σθηθιαία διάμετρος των κυριαρχούντων δένδρων παρουσι-

άζουν ένα μεγάλο εύρος τιμών, που κυμαίνεται από 5 έως 23 m και από 9 έως 84 cm, αντίστοιχα (Πίνακας III). Σε γενικές γραμμές όμως οι συστάδες της παραλλαγής από *Genista tinctoria* ssp. *tinctoria* είναι υψηλότερες και μεγαλύτερης ηλικίας, σε σχέση πάντα με τις αντίστοιχες της τυπικής παραλλαγής. Ο μέσος αριθμός ειδών ανά επιφάνεια εμφανίζεται και εδώ ελαφρά αυξημένος (43 έναντι 41 της τυπικής παραλλαγής).

Η παραλλαγή με *Genista tinctoria* ssp. *tinctoria* εμφανίζεται αρκετά ετερογενής όσον αφορά τόσο τη δομή των συστάδων της όσο και τα φυσιογραφικά της χαρακτηριστικά. Περιλαμβάνει τρεις τύπους βλάστησης: α) τις λιγοστές σπερμοφυείς συστάδες της *Quercus frainetto*, που βρίσκονται στο στάδιο κλίμαξ, β) τις ανοιχτές συστάδες που αναπτύσσονται σε μέτρια και μεγάλα υψόμετρα, στο άνω μέρος πλαγιών με Ν, ΝΝΑ και Δ εκθέσεις, πάνω σε πολύ αβαθή εδάφη και οι οποίες βρίσκονται επίσης στο στάδιο κλίμαξ, γ) τις συστάδες χαμηλότερων υψομέτρων που αναπτύσσονται σε βόρειες πλαγιές με μεγάλες κλίσεις. Σε γενικές γραμμές η παραλλαγή καταλαμβάνει του χειρότερους σταθμούς των δασών της υποένωσης *trifolietosum grandiflori*.

Τυπική παραλλαγή

Η τυπική παραλλαγή της υποένωσης *trifolietosum grandiflori* διακρίθηκε με βάση την απουσία των διαφοριστικών taxa της παραλλαγής με *Genista tinctoria* ssp. *tinctoria*. Περιλαμβάνει 14 φυτοληψίες, όλες στο βόρειο τμήμα του όρους Γουλινά, σε χαμηλότερα υψόμετρα σε σχέση με την προηγούμενη παραλλαγή. Η τυπική παραλλαγή εμφανίζεται σπάνια στο άνω μέρος πλαγιών (σε αντίθεση με την προηγούμενη παραλλαγή), αλλά αναπτύσσεται στο μέσο και κάτω μέρος ομαλών και κοίλων πλαγιών (Σχήματα 5, 6). Οι κλίσεις των εδαφών σε αυτή την περίπτωση είναι ηπιότερες καθώς στο 50% των επιφανειών δεν ξεπερνάει το 25% (Σχήμα 3), ενώ δεν εμφανίζεται καθόλου σε νότιες πλαγιές (Σχήμα 4). Από τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά που επικρατούν στη συγκεκριμένη μονάδα βλάστησης, φαίνεται πως αυτή καταλαμβάνει τις υγρότερες θέσεις των δασών της υποένωσης *trifolietosum grandiflori*.

Όσον αφορά τη δομή, πρόκειται για πολύ νεαρές πρεμνοφυείς συστάδες, που συγκροτούνται από δένδρα μικρής ηλικίας (μέσο ύψος 10 m, μέση διάμετρος 19 cm) (Πίνακας III) και βρίσκονται στο στάδιο της αναγέννησης. Τόσο στο δενδρώδη και θαμνώδη όσο και στον ποώδη όροφο το είδος που κυριαρχεί είναι η *Quercus frainetto*.

Όψη από *Ficaria verna* ssp. *ficariiformis*

Η όψη από *Ficaria verna* ssp. *ficariiformis* της τυπικής παραλλαγής της *trifoliosum grandiflori* διακρίθηκε με 4 φυτοληψίες, που πραγματοποιήθηκαν την Άνοιξη (αρχές Μαΐου). Η όψη διαφορίζεται από τις υπόλοιπες φυτοληψίες της τυπικής παραλλαγής με μια ομάδα “ανοιξιάτικων” ειδών (*Ficaria verna* ssp. *ficariiformis*, *Cyclamen hederifolium*, *Veronica cymbalaria*, *Ranunculus psilostachys*, *Lathyrus aphaca*). Ο μέσος αριθμός των ειδών είναι αυξημένος σε σχέση με την τυπική παραλλαγή και ανέρχεται σε 48 taxa (Πίνακας III).

3. Υποένωση *quercetosum pubescentis*

Η *Huetio cynapioidis* – *Quercetum frainetto quercetosum pubescentis* αντιπροσωπεύει τους μικτούς σχηματισμούς της πλατυφύλλου με τη χνοώδη δρυ, στους οποίους το πρώτο είδος κυριαρχεί. Η υποένωση βρίσκεται στη ζώνη επαφής των δασών της *Huetio cynapioidis* – *Quercetum frainetto* με τα δάση της *Quercus pubescens*, στο βορειοανατολικό τμήμα του όρους Γουλινά, πάνω από τον οικισμό της Σπερχειάδας.

Η μονάδα διακρίνεται από τις άλλες δύο υποενώσεις με μια ομάδα ξυλωδών taxa, που είναι τα *Quercus pubescens*, *Q. coccifera*, *Acer monspessulanum* ssp. *monspessulanum* και *Lonicera etrusca*. Τα δύο τελευταία είναι χαρακτηριστικά της συνένωσης *Ostrya-Carpinion orientalis*, ενώ το *Q. coccifera* της τάξης και κλάσης *Quercetalia ilicis* και *Quercetea ilicis*. Η έντονη παρουσία των θερμόφιλων αυτών ειδών προσδίδει στη φυτοκοινωνία έναν πιο ξηροθερμικό χαρακτήρα σε σχέση με την υποένωση *quercetosum polycarpae*.

Η υποένωση αναπτύσσεται σε υψόμετρο 625-680 m, κυρίως στο κάτω μέρος πλαγιών με προσανατολισμό ΒΒΑ, ΒΑ και Α (Σχήματα 3, 4, 5). Οι κλίσεις των πλαγιών, πάνω στις οποίες εμφανίζονται οι συστάδες, είναι σχετικά μικρές. Στο 75% των επιφανειών η κλίση δεν ξεπερνάει το 21%. Η μέση κλίση, που είναι και η μικρότερη μεταξύ όλων των υπομονάδων της *Huetio cynapioidis* – *Quercetum frainetto*, είναι μόλις 17% (Σχήμα 3).

Πρόκειται για πρεμνοφυείς συστάδες που συγκροτούνται από δένδρα χαμηλού ύψους και μικρής στηθιαίας διαμέτρου. Το ύψος των κυριαρχούντων δένδρων κυμαίνεται από 8 έως 13 m, με μέση τιμή τα 10 m, και η διάμετρός τους από 9 έως 13 cm, με μέση τιμή 11 cm (Πίνακας III). Η μέση κάλυψη του ορόφου των δένδρων είναι 68%, του ορόφου των θάμνων 30% και του ποώδους ορόφου 54% (Πίνακας III). Πρέπει να σημειωθεί πως η υποένωση *quercetosum pubescentis* παρ-

σιάζει τη μεγαλύτερη μέση τιμή κάλυψης στον ορόφο των θάμνων και τη μικρότερη στον ορόφο των ποών μεταξύ των τριών υποενώσεων της *Huetio cynapioidis* – *Quercetum frainetto* (Πίνακας III).

Στη σύνθεση του δενδρώδους ορόφου συμμετέχουν τα είδη *Quercus frainetto* και *Q. pubescens*, με το πρώτο να κυριαρχεί, ενώ σε μία επιφάνεια εμφανίζεται και η *Abies cephalonica*. Ο θαμνώδης όροφος εμφανίζεται πιο πλούσιος σε είδη με κυρίαρχα τα *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus* ssp. *deltoides* και *Q. frainetto*. Σημαντική είναι και η παρουσία της *Quercus pubescens* και της *Abies cephalonica*, ενώ με μικρή συχνότητα και κάλυψη συμμετέχουν και τα *Acer monspessulanum* ssp. *monspessulanum*, *Phillyrea latifolia*, *Lonicera etrusca*, *Rosa arvensis*, *Hedera helix* ssp. *helix*, *Fraxinus ornus* και *Prunus domestica* ssp. *insititia*. Στον ποώδη όροφο τα κυρίαρχα είδη, που εμφανίζουν μεγάλη σταθερότητα και πληθοκάλυψη, είναι τα εξής: *Quercus pubescens* (V), *Q. frainetto* (V), *Q. coccifera* (V), *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* (V), *Brachypodium pinnatum* (V), *Arrhenatherum elatius* (V), *Luzula forsteri* (V), *Silene italica* ssp. *italica* (V), *Crepis fraasii* ssp. *fraasii* (V), *Trifolium ochroleucon* ssp. *roseum* (V), *Lathyrus laxiflorus* (V), *Campanula spatulata* ssp. *spruneriana* (V), *Veronica chamaedrys* ssp. *chamaedryoides* (V), *Achnatherum bromoides* (V), *Hypericum spruneri* (V) και *Ruscus aculeatus* (V). Ο μέσος αριθμός ειδών στις επιφάνειες της φυτοκοινωνίας ανέρχεται σε 42 taxa.

Από δυναμική άποψη είναι δύσκολο να εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα ως προς την τάση εξέλιξης των συστάδων αυτών, καθώς είναι μικρής ηλικίας και βρίσκονται ακόμα σε στάδιο αναγέννησης. Φαίνεται όμως πως η πλατύφυλλη δρυς τείνει να επικρατήσει έναντι της χνοώδους δρυός. Η έντονη παρουσία τόσο του πουρναριού (*Quercus coccifera*), όσο και της αρκεύθου (*Juniperus oxycedrus* ssp. *deltoides*) στο θαμνώδη όροφο των συστάδων υποδηλώνει πως κατά το παρελθόν η περιοχή, λόγω υποβάθμισης των δρυοδασών, καλύπτονταν από θαμνώνες αιφύλλων σκληρόφυλλων ειδών. Όμως, τα τελευταία χρόνια η δρυς επανήλθε δυναμικά και τα δάση βρίσκονται σε σταδιακή αποκατάσταση. Μια ενδεχόμενη καταστροφή των δασών και οπισθοδρομική διαδοχή της βλάστησης θα οδηγούσε και πάλι στη δημιουργία θαμνώνων με κυρίαρχα είδη το πουρνάρι και την άρκευθο.

4. Συνταξινόμηση Σύνοψη

ΚΛΑΣΗ: *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959

ΤΑΞΗ: *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933
ΣΥΝΕΝΩΣΗ: *Quercion confertae* Horvat 1958
ΕΝΩΣΗ: *Huetio cynapioidis – Quercetum frainetto*
Raus ex Raus 2008

ΥΠΟΕΝΩΣΗ: *quercetosum polycarpae* subass. nova

ΥΠΟΕΝΩΣΗ: *trifolietosum grandiflori* subass. nova

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ: με *Genista tinctoria* ssp. *tinctoria*

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ: Τυπική

ΟΨΗ: από *Ficaria verna* ssp. *ficariiformis*

ΥΠΟΕΝΩΣΗ: *quercetosum pubescentis* subass. nova

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη φυτοκοινωνιολογική ανάλυση των δασών της *Quercus frainetto* του όρους Γουλινά, με τη χρήση 53 δειγματοληψιών βλάστησης, προέκυψαν τα εξής:

Τα υπό έρευνα δάση ανήκουν στην κλάση των θερμόφιλων δρυοδασών *Quercetalia pubescentis* και στην τάξη *Quercetalia pubescenti-petraeae*. Τα δάση εντάχθηκαν στη συνένωση *Quercion confertae*, εντός της οποίας διακρίθηκε η ένωση *Huetio cynapioidis – Quercetum frainetto* με τρεις υποενώσεις: *quercetosum polycarpae*, *trifolietosum grandiflori* και *quercetosum pubescentis*.

Η υποένωση *quercetosum polycarpae* αντιπροσωπεύει τους καλύτερους σταθμούς των δασών της πλατυφύλλου δρυός, καθώς και τις μικτές συστάδες τους με τη βαλκανική απόδισκο δρύ. Η υποένωση *trifolietosum grandiflori* περιλαμβάνει τους χειρότε-

ρους σταθμούς και τα πιο ξηροθερμικά περιβάλλοντα των δασών της πλατυφύλλου δρυός. Αυτή διακρίθηκε σε δύο παραλλαγές, μία με *Genista tinctoria* και μία τυπική, και σε μία όψη της τυπικής παραλλαγής από *Ficaria verna* ssp. *ficariiformis*. Η παραλλαγή με *Genista tinctoria* περιλαμβάνει τους χειρότερους σταθμούς της *trifolietosum grandiflori*, καθώς και τα λιγοστά σπερμοφυή δάση της περιοχής, και αποτελεί στάδιο κλίμαξ. Η υποένωση *quercetosum pubescentis* αποτελεί μία μεταβατική κατάσταση μεταξύ των δασών της *Huetio cynapioidis – Quercetum frainetto* και των δασικών σχηματισμών της *Quercus pubescens*.

Η έως τώρα φυτοκοινωνιολογική έρευνα των δασών της πλατυφύλλου δρυός στη Στερεά Ελλάδα έχει επιβεβαιώσει την ύπαρξη δύο ενώσεων (*Huetio cynapioidis – Quercetum frainetto*, *Geranio peloponnesiaci – Quercetum frainetto*) και μιας κοινότητας (*Trifolium ochroleucon – Quercus frainetto*). Παρόλα αυτά, οι υπάρχουσες καταγραφές είναι αποσπασματικές και δεν βοηθούν στην συνταξινόμική κατάταξη των δρυοδασών της Στερεάς Ελλάδας στο σύνολό τους. Μια συνταξινόμική ανασκόπηση των συγκεκριμένων δρυοδασών είναι απαραίτητη για την καλύτερη κατανόηση των οικολογικών τους συνθηκών, της χλωριδικής και οικολογικής τους διαφοροποίησης από τα δρυοδάση της υπόλοιπης Ελλάδας και την επαναξιολόγηση της υφιστάμενης συνταξινόμικής τους διάκρισης.

The plant communities of hungarian oak (*Quercus frainetto* Ten.) forests of Mt Goulinas (Sterea Ellas, Greece)

D. Samaras, K. Theodoropoulos, E. Eleftheriadou

ABSTRACT

The hungarian oak (*Quercus frainetto*) forests of Mt Goulinas, one of the most extensive in central Sterea Ellas, had hardly been studied in the past. In this study, 53 plots were sampled, using the Braun-Blanquet method. Vegetation data classification confirmed the presence of *Huetio cynapioidis – Quercetum frainetto* Raus ex Raus 2008 association in Sterea Ellas. The structure, floristic composition, synecology and dynamics of the above association were studied. Within the *Huetio cynapioidis – Quercetum frainetto* association three, new for Greece, sub-associations, two variations and one facies were distinguished. The sub-association *quercetosum polycarpae* was found on the best sites of the hungarian oak forests, and also include the mixed stands with dalechamp's oak (*Q. petraea* ssp. *polycarpa*). The sub-association *trifolietosum grandiflori* was found on the worst site conditions and driest environments, and the sub-association *quercetosum pubescentis* represents the mixed stands of *Q. frainetto* with *Q. pubescens*.

Keywords: Syntaxonomy, Vegetation units, Oak forests, Sterea Ellas

Aristotle University of Thessaloniki, Department of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Forest Botany - Geobotany, 54124 Thessaloniki

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αθανασιάδης, Ν., 1986. Δασική Φυτοκοινωνιολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Barbéro, M., Quézel, P., 1976. Les groupements forestiers de Grèce Centro-Méridionale. Ecol. Méditerr. 2, 3–86.

Baumann, H., Künkele, S., Lorenz, R., 2006. Orchideen Europas mit angrenzenden gebieten. Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany.

Bergmeier, E., 1990. Wälder und Gebüsche des Niederen Olymp (Kato Olympos, NO-Thessalien). Ein Beitrag zur systematischen und oreographischen Vegetationsgliederung Griechenlands. Phytocoenologia 18, 161–342.

Bergmeier, E., Dimopoulos, P., 2008. Identifying plant communities of thermophilous deciduous forest in Greece: species composition, distribution, ecology and syntaxonomy. Plant Biosyst. 142, 228–254.

Βλάχος, Α., 2006. Χλωρίδα, βλάστηση και οικολογία του ορεινού συγκροτήματος των Βαρδουσίων (Διαδακτορική διατριβή). Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Boyce, P., 1988. A new classification of *Arum* with keys to the infrageneric taxa. Kew Bull. 44, 383–395.

Boyce, P., 1994. The genus *Arum* (Araceae) in Greece and Cyprus. Ann. Musei Goulandris 9, 27–38.

Braun-Blanquet, J., 1964. Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde.

Χοχλιούρος, Σ., 2005. Χλωριδική και φυτοκοινωνιολογική έρευνα του όρους Βερμίου - Οικολογική προσέγγιση (Διαδακτορική διατριβή). Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Christensen, K.I., 1992. Revision of *Crataegus* Sect. *Crataegus* and Nothosect. *Crataeguineae* (Rosaceae-Maloideae) in the Old World. Syst. Bot. Monogr. 35, 1–199.

Chytrý, M., Otýrková, Z., 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. J. Veg. Sci. 14, 563–570.

Ντάφης, Σ., 1966. Σταθμολογικά και δασοοποδοτικά έρευνα εις πρεμνοφυή δρυοδάση και καστανωτά της βορειοανατολικής Χαλκιδικής (Διατριβή επί υψηλότητας). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Dafis, S., 2005. Greek oak woodlands: A species account on their ecological and socio-economic role. Bot. Chron. 18, 75–82.

Dierssen, K., 1990. Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). Wiss. Buchges. Darmstadt, Darmstadt.

Δημητρέλλος, Γ., 2005. Γεωβοτανική έρευνα του όρους Τυμφρηστού (ΒΔ Στερεά Ελλάδα). Χλωρίδα-Βλάστηση-Αξιολόγηση-Διαχείριση (Διαδακτορική διατριβή). Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Δημόπουλος, Π., 1993. Χλωριδική και φυτοκοινωνιολογική έρευνα του όρους Κυλλήνη - Οικολογική Προσέγγιση (Διαδακτορική διατριβή). Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Dimopoulos, P., Georgiadis, T., Sykora, K., 1996. Phytosociological research on the montane coniferous forests of Greece: Mount Killini (NE Peloponnisos - S Greece). Folia Geobot. Phytotaxon. 31, 169–195.

Dimopoulos, P., Thomas, R., Bergmeier, E., Konstantinidis, T., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid, A., Tzanoudakis, D., 2013. Vascular plants of Greece: An annotated checklist, Englera. Berlin: Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Athens: Hellenic Botanical Society.

Dimopoulos, P., Raus, T., Bergmeier, E., Konstantinidis, T., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid, A., Tzanoudakis, D., 2016. Vascular plants of Greece: An annotated checklist. Supplement. Willdenowia 46, 301–347.

Emberger, L., 1955. Une classification biogéographique des climats. Rech. Trav. Lab. Bot. Fac. Sci. Montp. 7, 3–43.

Φωτιάδης, Γ., 2004. Καθορισμός των δασικών φυτοκοινωνιολογικών μονάδων του ελληνικού τμήματος του όρους Μπέλες και της οροσειράς των Κρουσίων (Διαδακτορική διατριβή). Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Fotiadis, G., Panajiotidis, S., Gerasimidis, A., 2005. Phytosociological approach on the forest vegetation of Mount Verno (W Macedonia, Greece). Bot. Chron. 18, 101–116.

Gamisans, J., Hebrard, J.-P., 1979. A propos de la végétation des forêts d'Epire et de Macédoine grecque occidentale. Doc. Phytosociol. 4, 289–341.

Gamisans, J., Hebrard, J.-P., 1980. A propos de la végétation des forêts en Grèce du nord-est (Macédoine orientale et Thrace occidentale). Doc. Phytosociol. 5, 243–289.

Hennekens, S.M., Schaminée, J.H., 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. J. Veg. Sci. 12, 589–591.

Hill, M.O., 1979. TWINSpan-a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way data in an ordered two-way table

- by classification of the individuals and attributes, Ecology and Systematics. Cornell University, Ithaca, N.Y., USA.
- Horvat, I., Glavač, V., Ellenberg, H., 1974. Vegetation Südosteuropas, Geobotanica Selecta. G. Fischer, Stuttgart, Germany.
- I.G.E.Y, 1970. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος, Φύλλον Σπερχειάς, 1:50.000.
- Καρέτσος, Γ., 2002. Μελέτη της οικολογίας και της βλάστησης του όρους Οίτη (Διδακτορική διατριβή). Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Knapp, R., 1971. Einführung in die Pflanzensoziologie. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Κοκμοτός, Ε., 2008. Χλωριδική και φυτοκοινωνιολογική μελέτη των ορεινών όγκων της Βοιωτίας (Ελικώνας-Ξεροβούνι-Νεραϊδολάκκωμα). Συγκριτική διερεύνηση και οικολογική προσέγγιση (Διδακτορική διατριβή). Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Konstantinidis, P., Chatziphilippidis, G., Tsiourlis, G., Tsiontis, A., 2002. Taxonomy and ecology of plant communities of *Quercus frainetto* Ten. (*Q. conferta* Kit.) forests in Greece. *Isr. J. Plant Sci.* 50, 145–154.
- Köppen, W., 1918. Une nouvelle classification générale des climats. *Rev Gen Sc* 30, 550–554.
- Κοράκης, Γ., 2003. Οι μονάδες δασικής βλάστησης του όρους Πάικου και η αξιολόγησή τους από αναδασωτική σκοπιά (Διδακτορική διατριβή). Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Krendl, F., 1986. Die Arten der *Galium mollugo*-Gruppe in Griechenland. *Bot. Chron.* 6–7, 5–170.
- Mantzavelas, A., 1994. Typologie de stations: un outil de traitement statistique des données phytoécologiques et d' aide à la décision en aménagement forestier. Application à la Forêt Domaniale de Kerdylio (Grèce) (Doctoral Thesis). Faculté des Sciences, Université Henri Poincaré, Nancy.
- Μουντράκης, Δ., 1985. Γεωλογία της Ελλάδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Mucina, L., Grabherr, G., Wallnoefer, S., 1993. Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil III, Wälder und Gebüsche. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York.
- Mucina, L., 1997. Conspectus of classes of European vegetation. *Folia Geobot.* 32, 117–172.
- Mucina, L. et al. 2016. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Appl. Veg. Sci.* 19, 3–264.
- Oberdorfer, E., 1990. Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Ulmer, Stuttgart.
- Petermann, J., 1999. Winterkahle Eichenwälder im Westen der griechischen Rhodopen. Vegetation, Struktur und Dynamik. Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie, Münster.
- Pott, R., 1995. Die Pflanzengesellschaften Deutschlands, 2te Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany.
- Raunkiaer, C., 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford.
- Raus, T., 1979. Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland). II. Quercetea ilicis und Cistomieretea. *Bot. Jahrb. für Syst.* 101, 17–82.
- Raus, T., 1980. Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland), III. Quercu-Fagetea und azonale Gehölzgesellschaften. *Bot. Jahrb. für Syst. Pflanzengesch. Pflanzengeogr. Leipz.* 101, 313–361.
- Reif, A., Löblich-Ille, K., 1999. Sind die Rotbuchenwälder im Pieria-Gebirge (Nordgriechenland) höhenzonal oder extrazonal? Eine Studie zum Übergang zwischen temperaten und submediterranen Wäldern in Nordgriechenland. *Phytocoenologia* 29, 87–146.
- Σαμαράς, Δ., Θεοδωρόπουλος, Κ., Ελευθεριάδου Ε., 2009. Οι φυτοκοινωνίες των δασών της βαλκανικής αποδίσκου δρυός (*Quercus petraea* Liebl. subsp. *medwediewii* (A. Camus) Menitsky) του όρους Γουλινά (Κ. Στερεά Ελλάδα). Πρακτικά 14^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου: “Οικολογική και Κοινωνικοοικονομική αποκατάσταση πυρόπληκτων περιοχών - Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος” Πάτρα, 1-4 Νοεμβρίου 2009, σελ. 1043-1058.
- Strid, A. (Ed.), 1986. Mountain Flora of Greece. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Strid, A., Tan, K. (Eds.), 1991. Mountain Flora of Greece. Edinburgh University Press, Edinburgh, UK.
- Strid, A., Tan, K. (Eds.), 1997. Flora Hellenica. Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany.
- Strid, A., Tan, K. (Eds.), 2002. Flora Hellenica. Gantner Verlag, Ruggell, Liechtenstein.
- Θεοδωρόπουλος, Κ., 1991. Ο καθορισμός των φυτοκοινωνιολογικών μονάδων του Πανεπιστημιακού Δάσους Ταξιάρχη Χαλκιδικής (Διδακτορική διατριβή). Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Θεοδωρόπουλος, Κ., 1996. Η βλάστηση ενός μικρού πεδινού δάσους χνοόδους δρυός (*Quercus*

- pubescens* Willd.) στη θεσσαλική πεδιάδα (Κ. Ελλάδα). Πρακτικά 6^{ου} Επιστ. Συνεδρίου της Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας και της Βιολογικής Εταιρείας Κύπρου. Παραλίμνι Κύπρου, 6-11 Απριλίου 1996, σελ. 89–98.
- Tichý, L., 2002. JUICE, software for vegetation classification. *J. Veg. Sci.* 13, 451–453.
- Τσαγκάρη, Κ., Σαμαράς, Δ., Κουτσοβούλου, Κ., Μητσόπουλος, Ι., Σολωμού, Α., Τσεβρένη, Τ., Καλαπόδης, Ν., Προύτσος, Ν., 2015. Καινοτόμα Έργα Αγροετακ για την Αγροδασική Πράξη του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων. Πρακτικά 17^{ου} Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου: “Η Συμβολή Της Σύγχρονης Δασοπονίας και των Προστατευόμενων Περιοχών στη Βιώσιμη Ανάπτυξη” Αργοστόλι Κεφαλονιάς, 4-7 Οκτωβρίου 2015, σελ. 755–761.
- Tsaliki, M., Bergmeier, E., Dimopoulos, P., 2005. Vegetation patterns and plant diversity in mixed oak woodlands in the region of Bourazani, Epirus (NW Greece). *Bot. Chron.* 18, 225–251.
- Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. (Eds.), 1968-1980. *Flora Europaea*, 1st ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Tutin, T.G., Burges, N.A., Chater, A.O., Edmondson, J.R., Heywood, W.H., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. (Eds.), 1993. *Flora Europaea*, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Weber, H.E., Moravec, J., Theurillat, J.-P., 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd Edition. *J. Veg. Sci.* 11, 739–768.
- Westhoff, V., Van der Maarel, E., 1973. The Braun-Blanquet Approach, in: Whittaker, R.H. (Ed.), *Ordination and Classification of Communities*, Handbook of Vegetation Science. pp. 617–726.
- Zielinski, 1990. The genus *Rosa* L. in Greece. *Arbr Kornickie* 35, 3–45.
- Zoller, H., Geissler, P., Athanasiadis, N., 1977. Beiträge zur Kenntnis der Wälder, Moos- und Flechtenassoziationen in den Gebirgen Nordgriechenlands. *Bauhinia* 6, 215–255.

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 μετρητικών 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 εμφάνισής τους στο κείμενο. Η αρίθμηση θα γίνεται με λατινικούς αριθμούς (I,II,III,IV, κλπ.). Στο επάνω μέρος του πίνακα θα υπάρχει συνοπτικός περιγραφικός τίτλος. Επεξηγήσεις θα δίνονται στο κάτω μέρος και θα αριθμούνται ως α,β,γ, κλπ. Θα πρέπει να αποφεύγεται η παράθεση ευμεγέθων πινάκων με πάρα πολλούς αριθμούς.
- 7.** Τα γραμμικά σχέδια - σχήματα (επίσης χημικοί τύποι ή πολύπλοκες μαθηματικές σχέσεις) θα είναι επιμελώς σχεδιασμένα. Τα γράμματα και οι αριθμοί θα πρέπει να είναι ανάλογοι μεγέθους, ώστε να παραμένουν ευανάγνωστα σε περίπτωση σμίκρυνσης του σχήματος. Το ελάχιστο μέγεθος των σχεδίων πρέπει να είναι 9x12 εκ. και το μέγιστο 18.5x24 εκ. Τα σχέδια πρέπει να αριθμούνται με αραβικούς αριθμούς ύστερα από τη λέξη “σχήμα” (π.χ. Σχήμα 1). Ο τίτλος (λεξάντα) των σχημάτων και των εικόνων (φωτογραφιών) θα δακτυλογραφείται σε ξεχωριστή σελίδα και όχι επάνω στο σχήμα.
Οι φωτογραφίες πρέπει να είναι καλής ποιότητας και να έχουν καλό κοντράστ και ευκρίνεια.
- 8.** Οι λεζάντες των σχημάτων, των πινάκων και των φωτογραφιών που θα υπάρχουν στην εργασία θα πρέπει **ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ** να είναι γραμμένες εκτός από την ελληνική γλώσσα και στην ξένη γλώσσα την οποία ο συγγραφέας ή οι συγγραφείς έχουν χρησιμοποιήσει για να γράψουν και την περίληψη της εργασίας τους.
- 9.** Η βιβλιογραφία, θα πρέπει να δίνεται - τόσο εντός κειμένου όσο και στο τέλος - με ορισμένο τρόπο. Συνιστάται να ακολουθείται το σύστημα HARVARD, οι βασικές αρχές του οποίου είναι:
 - α) Εντός του κειμένου οι βιβλιογραφικές αναφορές θα περιλαμβάνουν το όνομα του συγγραφέα και τη χρονολογία, αμφότερα εντός παρενθέσεως ή μόνο τη χρονολογία. Σε περίπτωση δύο συγγραφέων θα αναφέρονται και οι δύο (π.χ. Βασιλείου και Παύλου,1988). Εάν οι συγγραφείς είναι περισσότεροι των δύο, τότε η καταχώρηση γίνεται ως Βασιλείου κ.α. (1988). Το ίδιο γίνεται και για τα ξένα ονόματα.Εάν υπάρχουν περισσότερες της μίας βιβλιογραφικές αναφορές σε συνέχεια, τότε η παράθεσή τους γίνεται κατά

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

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

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