

# GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE

VOL: 12 - ISSUE VI - No 3/2001

ISSN 1105-9478

3/2001

ΤΟΜΟΣ 12  
ΣΕΙΡΑ VI

# ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

# CONTENTS

---

## SCIENTIFIC PAPERS

<i>L.D.Apatsidis</i>	Estimation of forest-stand bioclimate using absolute site index and lapse rate	156 - 169
<i>L.D. Apatsidis, G. Brofas</i>	Site Index and Site Quality systems for Cypress Forest in Greece	170 - 181
<i>Stergios Gakis, Dimitrios Alifragis</i>	Effect of silvopastoral manipulations on forest soils properties	182 - 191
<i>A.P. Dimitrakopoulos, Violeta Mateeva, G. Xanthopoulos</i>	Fuel models of the Mediterranean vegetation types of Greece	192 - 206
<i>A.P. Dimitrakopoulos, S. Dritsa</i>	Nomographs for prediction of wildland fire behavior in the Mediterranean vegetation types of Greece	207 - 223
<i>Antonios Papagiannopoulos, Ioannis Spanos</i>	Technical prescriptions of resin collection bags	224 - 231
<i>J. J. Papadopoulos, G. I. Stamatellos, N.J. Stamou</i>	Deviations of volume and value estimation of cutting trees in University Forest of Pertouli	232 - 239
<i>George Tsipas, Kosmas Vidalis</i>	Effect of dietary rich in essential fatty acids (fish oil , evening primrose oil) on modulation renal function	240 - 249

## REVIEW ARTICLE

<i>N.J.Stamou, J.J.Papadopoulos</i>	Prefecture of Trikala: The profile, the process and the perspectives of the economy's promotion	250 - 264
---	---	-----------

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Λ.Δ. Απατσίδης	Εκτίμηση βιοκλίματος δασοσυστάδων χρησιμοποιώντας απόλυτο δείκτη ποιότητας τόπου και θερμοβαθμίδα	156 -169
Λ.Δ. Απατσίδης, Γ. Μπρόφας	Πρότυπο δείκτη ποιότητας και σύστημα ποιοτήτων τόπου για δασοσυστάδες Κυπαρισσιού ( <i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>horizontalis</i> Gord)	170 - 181
Στέργιος Φ. Γάκης, Δημήτριος Α. Αλιφραγκής	Επίδραση δασολιβαδικών χειρισμών στις ιδιότητες ορεινών δασικών εδαφών	182 - 191
Α.Π. Δημητρακόπουλος, Violeta Mateeva, Γαβριήλ Ξανθόπουλος	Μοντέλα Καύσιμης Ύλης Μεσογειακών Τύπων Βλάστησης της Ελλάδος	192 - 206
Α.Π. Δημητρακόπουλος, Σ. Δρότσα	Νομογραφήματα Πρόγνωσης Πυρικών Παραμέτρων Πυρκαγιών σε Μεσογειακούς Τύπους Βλάστησης της Ελλάδος	207 - 223
Αντώνης Παπαγιαννόπουλος, Ιωάννης Σπανός	Τεχνικές προδιαγραφές σακούλας συγκομιδής της ρητίνης	224 - 231
Ιωάννης Παπαδόπουλος, Γεώργιος Σταματέλλος, Νικόλαος Στάμου	Αποκλίσεις των εκτιμήσεων όγκου και αξίας των δένδρων υλοτομίας στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου	232 - 239
Γεώργιος Τσιπιάς, Κοσμάς Βιδάλης	Επίδραση δίαιτας εμπλουτισμένη σε βασικά λιπαρά οξέα (ιχθυέλαιο, έλαιο νυχτολούλουδου) στη ρύθμιση της νεφρικής λειτουργίας	240 - 249

## ΑΡΘΡΟΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

Νικόλαος Στάμου, Ιωάννης Παπαδόπουλος	Διαδικασίες σχεδιασμού και προοπτικές της τοπικής οικονομικής ανάπτυξης. Η περίπτωση του Νομού Τρικάλων	250 - 264
--	---	-----------

## Εκτίμηση βιοκλίματος δασοσυστάδων χρησιμοποιώντας απόλυτο δείκτη ποιότητας τύπου και θερμοβαθμίδα

Α.Δ. Απατσιδης<sup>1</sup>

### Περίληψη

Με τις εξισώσεις της γενικής μορφής  $\Delta\Delta\text{ΠΤ} = \text{EXP}(a)$  και  $\Delta\Delta\text{ΠΤ} = (\Delta\text{ΠΤ}_0)\text{EXP}(-b/a)$ , των οποίων οι σταθερές  $a$ ,  $b$  και  $\alpha$  έχουν προσδιοριστεί από διάφορους ερευνητές, εκτιμήθηκε ο μέσος, ο ελάχιστος και μέγιστος Απόλυτος Δείκτης Ποιότητας Τύπου ( $\Delta\Delta\text{ΠΤ}$ ) για οκτώ δασοπονικά είδη (Οξυά, Δρυ, Ελάτη, χαλέπιο, τραχεία, μαύρη και δασική Πεύκη, και Ερυθρελάτη).

Διαπιστώθηκε πλήρης σύμπτωση της κατάταξης των ειδών αυτών ανάλογα με το μέγεθος του μέσου τους  $\Delta\Delta\text{ΠΤ}$  με την ταξινόμηση της δασικής βλάστησης σε ζώνες και ορόφους.

Η σύμπτωση αυτή επέτρεψε εκχώρηση τιμών μέσου, ελάχιστου και μέγιστου  $\Delta\Delta\text{ΠΤ}$  στις περιοχές εξάπλωσης μερικών ειδών και του μέσου όρου των οκτώ ειδών στο κλιματόγραμμα Emberzer - Sauvage.

Οι εκχωρημένες αυτές τιμές παρείχαν τη δυνατότητα να εκτιμηθούν  $\Delta\Delta\text{ΠΤ}$ , που αντιστοιχούν σε σημεία των οριακών γραμμών της ύψυγρης ζώνης. Έτσι υπολογίστηκαν κατά μέσο όρο οι τιμές 10.0 και 19.0 μέτρα για την κατώτερη και ανώτερη οριακή γραμμή της ύψυγρης ζώνης αντίστοιχα.

Με βάση τις τιμές αυτές καθορίστηκαν οι βιοκλιματικοί όροφοι:

<u><math>\Delta\Delta\text{ΠΤ}</math>, μέτρα</u>	<u>Βιοκλιματικός όροφος</u>
< 10	Ημίξηρος
10 - 19	Ύψυγρος
> 19	Υγρός

Διαπιστώθηκε πως ο μέσος  $\Delta\Delta\text{ΠΤ}$  μπορεί να αποτελεί κριτήριο για την κατάταξη των ειδών αυτών σε μια σειρά από τα ξηροθερμόβια στα υγροψυχρόβια.

Προσδιορίστηκε θερμοβαθμίδα ανά 100 μέτρα υψομέτρου της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα του έτους για κάθε περιοχή, ύστερα από ένταξη 105 μετεωρολογικών σταθμών της χώρας μας σε εννέα περιοχές.

Κανείς μπορεί να εκτιμά τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία  $E_{\Delta\Delta}$  του ψυχρότερου μήνα δασοσυστάδας υψομέτρου  $Y_{\Delta\Delta}$  μέτρων στο κέντρο της, το οποίο εμπίπτει στη  $g$ -στή περιοχή, από την αντίστοιχη τιμή  $E_{M\Delta}$  μετεωρολογικού σταθμού υψομέτρου  $Y_{M\Delta}$  μέτρων μέσα ή κοντά στο δάσος που ανήκει η δασοσυστάδα με το τύπο:

$$E_{\Delta\Delta} = E_{M\Delta} + C_g(Y_{M\Delta} - Y_{\Delta\Delta})/100 \quad (C_g = \text{θερμοβαθμίδα στη } g\text{-στή περιοχή}).$$

Με κριτήριο τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα του έτους  $m^0 \text{ C}$  καθορίστηκαν οι υπο-όροφοι κάθε βιοκλιματικού ορόφου:

<u>Μέσος όρος ελάχιστων θερμοκρασιών</u>	<u>Υπο-όροφος</u>
$m > 7^0 \text{ C}$	χειμώνας θερμός
$3^0 < m < 7^0 \text{ C}$	Χειμώνας ήπιος
$0^0 < m < 3^0 \text{ C}$	Χειμώνας ψυχρός
$m < 0^0 \text{ C}$	Χειμώνας δριμύς

Έτσι αν μια συγκεκριμένη δασοσυστάδα έχει  $\Delta\Delta\text{ΠΤ}$  15.5 μέτρα και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα του έτους  $3.5^0 \text{ C}$ , τότε το βιοκλίμα της θα χαρακτηριστεί ως ύψυγρο με χειμώνα ήπιο.-

**Λέξεις κλειδιά:** Ανώτερο ύψος, κλιματόγραμμα Emberzer - Sauvage, Οξυά, Δρυς, Ελάτη, Ερυθρελάτη, χαλέπιος, τραχεία και μαύρη Πεύκη.

<sup>1</sup> ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.-Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το περιβάλλον επιβίωσης και ανάπτυξης των φυτών και γενικά των έμβιων όντων καθορίζεται από πέντε συνιστώσες, μεταβλητές: την υγρασία, τη θερμοκρασία, το φως, τις χημικές και φυσικές επιδράσεις. Κάθε άλλη διαφορά, σε διάφορους τόπους, όπως διαφορές αναγλύφου, έκθεσης, εδαφικών χαρακτηριστικών κλπ, επηρεάζει μια ή περισσότερες από τις πέντε προηγούμενες μεταβλητές (Clearly et al 1980, Απατσιδής 1989).

Κατά το νόμο της οικολογικής ανοχής (του απόλυτου ελάχιστου και μέγιστου), η ζωή ενός φυτού είναι δυνατή μόνο πάνω από μια ελάχιστη και κάτω από μια μέγιστη τιμή του κάθε απαραίτητου αυξητικού παράγοντα του περιβάλλοντος και όταν ακόμη οι άλλοι παράγοντες βρίσκονται στο άριστο. Ακόμη η φυτική παραγωγή, σύμφωνα με το νόμο της δράσης των παραγόντων, ανέρχεται με την αύξηση της τιμής του παράγοντα που βρίσκεται στο ελάχιστο (Odum 1971, Ντάφης 1974 και 1986, Απατσιδής 1989).

Η φυτική παραγωγή και κυρίως η δασική παραγωγή στη χώρα μας καθορίζεται από την υγρασία του εδάφους και μάλιστα από το διαθέσιμο νερό του εδάφους, το νερό δηλαδή που μπορούν να παίρνουν τα φυτά από το έδαφος με τους μηχανισμούς που διαθέτουν, αφού αυτό βρίσκεται στο ελάχιστο. Το διαθέσιμο νερό πρωταρχικά εξαρτάται από τα κατακορημνίσματα που φθάνουν σε ένα τόπο, από την εξάτμιση (θερμοκρασία, άνεμοι κλπ) και από μια σειρά εδαφικών παραμέτρων (βάθος, δομή, μηχανική σύσταση, αναλογία σκελετικών υλικών και λεπτής γης κλπ του εδάφους) (Απατσιδής 1989, Παπαμίχης 1990).

Το γενικό μεσογειακό κλίμα της χώρας μας και τα ειδικότερα κλίματα που διαμορφώνονται μέσα σ' αυτό επηρεάζουν σημαντικά τη βλάστηση. Υπάρχει στενή σχέση μεταξύ κλίματος και ζωνών βλάστησης (Ντάφης 1973), μεταξύ βιοκλιματικών ορόφων και υποορόφων από τη μια μεριά και των ορόφων βλάστησης από την άλλη (Μαυρομάτης 1980).

Ο Μαυρομάτης (1980) στηριζόμενος στο βοροθερμικό ηηλίο του Emberzer για 105 μετεωρολογικούς σταθμούς της χώρας μας και στο κλιματόγραμμα Emberzer-Sauvage καθόρισε για τη χώρα μας τρεις βιοκλιματικούς ορόφους (ημίξηρο, ύφυγρο και υγρό) και μέσα σε κάθε όροφο τέσσερις υποορόφους (χειμώνας θερμός, ήπιος, ψυχρός και δριμύς) σύμφωνα με το μέγεθος του μέσου όρου των ελάχιστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα του έτους. Έτσι οι βιοκλιματικοί ορόφοι και υποορόφοι αποτελούν κριτήρια για τον καθορισμό του βιοκλίματος μιας περιοχής. Βιοκλιματικός όροφος "ύφυγρος" και υποόροφος "χειμώνας ψυχρός" χαρακτηρίζουν βιοκλίμα ύφυγρο με χειμώνα ψυχρό.

Η γνώση του βιοκλίματος μιας περιοχής διευκολύνει την εκλογή των κατάλληλων δασοπονικών ειδών κατά τις αναδασώσεις, είναι απαραίτητη για τη διαχείριση των δασών και τους δασοκομικούς χειρισμούς των συστάδων και γενικά είναι η "εκ των ων ουκ άνευ" για κάθε ενέργεια και επέμβαση του ανθρώπου στα δασικά οικοσυστήματα (Μαυρομάτης 1980).

Η γνώση όμως του βιοκλίματος σε επίπεδο δασοσυστάδας μπορεί να αποκτηθεί:

α.-Αν υπάρχει σε κάθε συστάδα μετεωρολογικός σταθμός, κάτι εξωπραγματικό.

β.-Εάν υφίστανται λεπτομερείς βιοκλιματικοί χάρτες μεγάλης κλίμακας. Από ό,τι γνωρίζουμε, για τη χώρα μας υπάρχει ο βιοκλιματικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1:1.000.000 (Μαυρομάτης 1908). Η κλίμακα αυτή, όμως, είναι πολύ μικρή, αφού ένα τετραγωνικό χιλιοστόμετρο ( $\text{mm}^2$ ) αντιστοιχεί σε πραγματική έκταση 1000 στρεμμάτων.

γ.-Αν μπορούν οι βιοκλιματικοί ορόφοι να αντιστοιχηθούν με συσταδικά χαρακτηριστικά σε συνδυασμό με δεδομένα μετεωρολογικού σταθμού μέσα ή κοντά στο δάσος.

Ένα συσταδικό χαρακτηριστικό, το ανώτερο ύψος μιας συστάδας και μάλιστα το απόλυτο ανώτερο ύψος, που μπορεί να ονομασθεί Απόλυτος Δείκτης Ποιότητας Τόπου (ΑΔΠΤ), είναι εκείνο το μέγεθος της συστάδας που αντικατοπτρίζει τις σταθμικές της συνθήκες, δηλαδή τις εδαφικές και κλιματικές της συνθήκες και ουσιαστικά, για τη χώρα μας, το διαθέσιμο νερό του εδάφους, το οποίο όμως καταναλώνεται με την εξάτμιση/διαπνοή. Με άλλα λόγια ο δείκτης ποιότητας τόπου δείχνει την κατάσταση υγρασίας ή την υγρότητα ενός σταθμού, δηλαδή το σύνολο των ποιοτικών και ποσοτικών συνθηκών και παραγόντων που επηρεάζουν την υγρασία κυρίως του εδάφους και που μαζί με το έδαφος καθορίζουν το είδος και τη σύνθεση της βλάστησης (Απατσιδής 1977). Ο απόλυτος δείκτης ποιότητας τόπου (ΑΔΠΤ) είναι το μέγιστο ανώτερο ύψος που μπορεί να αποκτήσει μια συστάδα σε πάρα πολύ μεγάλη ηλικία και με τη γλώσσα των μαθηματικών όταν η ηλικία της τείνει στο άπειρο.

Οι εξισώσεις της γενικής μορφής  $H_0 = \text{EXP}(a+b/A)$  που έχουν προσδιοριστεί για την Οξυά, Ελάτη και μαύρη Πεύκη (Απατσιδής 1990), για τη Δρυ (Απατσιδής 1992), τη χαλέπιο Πεύκη (Απατσιδής και Τζιοβάρας

1994) την τραχεία Πεύκη (Τζιοβάρας και Απατσίδης 1996), για την Ερυθρελάτη και δασική Πεύκη (Απατσίδης 2000) δίνουν τη δυνατότητα για την εκτίμηση του ΑΔΠΤ για τα είδη αυτά.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να αναζητηθεί αντιστοιχία μεταξύ βιοκλιματικών ορόφων και απόλυτων δεικτών ποιότητας τόπου δασοσυστάδων και να προσδιοριστούν μετεωρολογικές παράμετροι που θα επιτρέψουν την εκτίμηση της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα του έτους από τα αντίστοιχα μεγέθη μετεωρολογικού ή μετεωρολογικών σταθμών μέσα ή κοντά στο δάσος, όπου ανήκουν οι δασοσυστάδες αυτές. Αυτά θα οδηγήσουν στην εκτίμηση του βιοκλίματος μιας συγκεκριμένης συστάδας.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### Ερευνητικό Υλικό

Το ερευνητικό μας υλικό αποτελείται από τις τιμές των συντελεστών παλινδρόμησης της εξίσωσης της γενικής μορφής  $H_0 = EXP(a+b/A)$  ( $H_0$  = ανώτερο ύψος σε μέτρα,  $A$  = στηθαία ηλικία σε έτη,  $a$  και  $b$  συντελεστές παλινδρόμησης, και  $EXP$  = σύμβολο εκθετικοποίησης) που έχουν προσδιοριστεί από διάφορους ερευνητές (Απατσίδης 1990, 1992, 2000, Απατσίδης και Τζιοβάρας 1994, Τζιοβάρας και Απατσίδης 1996) για τα δασοπονικά είδη που αναγράφονται στη στήλη 1 του Πίν.1.

**Πίνακας 1:** Συντελεστές παλινδρόμησης της εξίσωσης  $H_0 = EXP(a+b/A)$  και ακραίες τιμές των δεικτών ποιότητας τόπου για μερικά δασοπονικά είδη της Χώρας μας

**Table 1:** Regression coefficients of the equation  $H_0 = EXP(a+b/A)$  and extreme values of site indices for some timber species in Greece

Δασοπονικά είδη	Συντελεστές Παλινδρόμησης - Regression coefficients		Τιμές δεικτών ποιότητας τόπου σε προκαθορισμένη ηλικία - Values of site indices at a stated age		
	a	b	Ηλικία, έτη Age, years	Ελάχιστη Minimum, m	Μέγιστη Maximum, m
1	2	3	4	5	6
Χαλέπιος Πεύκη - Aleppo Pine	2.75006	-6.315464	60	4.08	24.08
Τραχεία Πεύκη-Calabrian Pine	2.965478	-13.70506	60	4.74	26.14
Δρυς - Oak	3.109977	-19.2158	90	8.11	28.11
Ελάτη - Fir	3.193057	-15.16909	110	7.20	35.30
Μαύρη Πεύκη - Black Pine	3.274296	-23.59809	70	7.40	30.40
Οξυά - Beech	3.3136	-16.8641	105	13.20	33.58
Δασική Πεύκη - Scotch Pine	3.4681781	-21.01325	60	10.10	35.10
Ερυθρελάτη - Spruce	3.7156248	-27.3628	60	10.00	42.00

Όπου -Where:

$H_0$  = Ανώτερο ύψος, m - Dominant height, m

$A$  = Στηθαία ηλικία, έτη - Age at breast height, years

$EXP$  = Σύμβολο εκθετικοποίησης - Symbol of exponentiation

Επίσης ερευνητικό υλικό αποτελούν τα δεδομένα που καταγράφονται στον Πίν.2. Τον Πίνακα αυτόν τον δημιουργήσαμε στηριζόμενοι στον Πίνακα 1 της ερευνητικής εργασίας του Μαυρομάτη (1980).

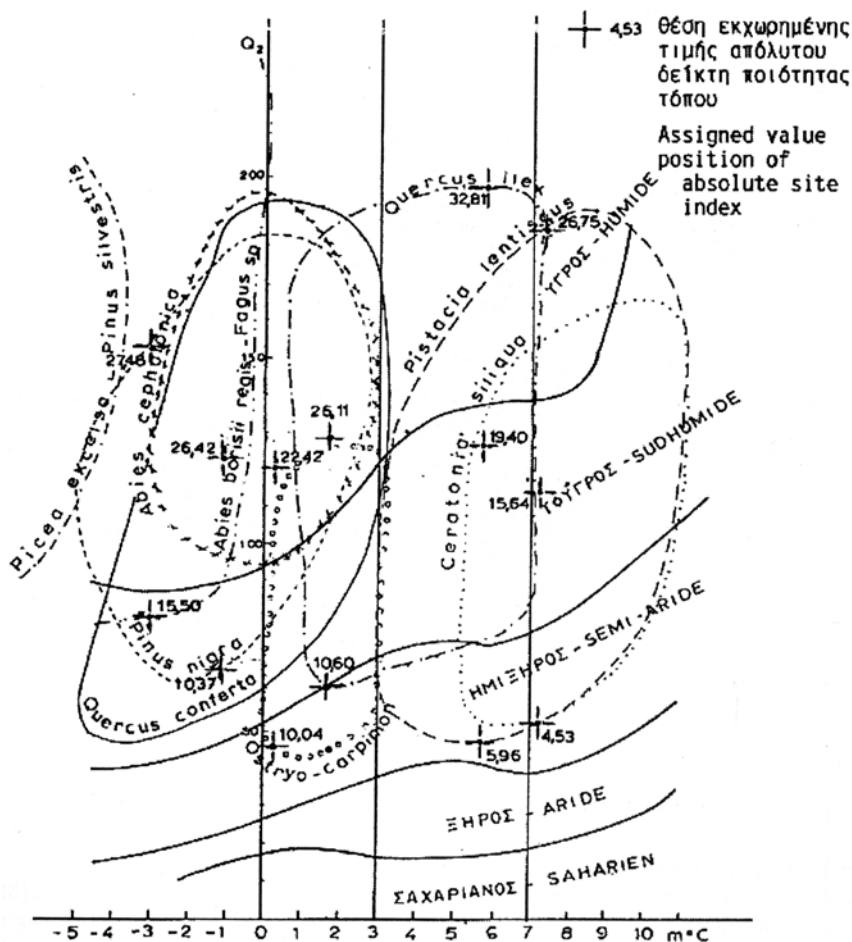
Ως ερευνητικό υλικό μπορούν να θεωρηθούν ο Χάρτης 1 και Εικόνα 1.

### Μέθοδοι

Η προσδιορισμένη για κάθε δασοπονικό είδος εξίσωση της γενικής μορφής:

$$H_0 = EXP(a+b/A) \quad (1)$$

είναι η μέση ή αν θέλετε, η κατευθυντήρια ή η καμπύλη οδηγός. Στην εξίσωση (1), όταν η ηλικία  $A$  τείνει στο άπειρο το μέγιστο ανώτερο ύψος  $H_0$ , δηλαδή ο μέσος Απόλυτος Δείκτης Ποιότητας Τόπου (ΑΔΠΤ) θα είναι:



**Εικ. 1:** Περιοχές εξάπλωσης χαρακτηριστικών δασικών ειδών στο κλιματικό διάγραμμα Emberger - Sauvage  
**Fig 1:** Distribution areas of characteristic forest species in the Emberger - Sauvage's climagram

ΠΗΓΗ - SOURCE: Μαυρομάτης 1980

$$A\Delta\Pi_T = \text{EXP}(a) \tag{2}$$

Η σχέση (2) μας επιτρέπει να υπολογίσουμε το μέσο AΔΠΤ για κάθε είδος από το συντελεστή  $a$ .

Αν  $\Delta\Pi_T_a$  είναι ο Δείκτης Ποιότητας Τόπου σε προκαθορισμένη ηλικία  $a$ , δηλαδή  $A=a$ , τότε:

$$\Delta\Pi_T_a = \text{EXP}(a+b/a) \tag{3}$$

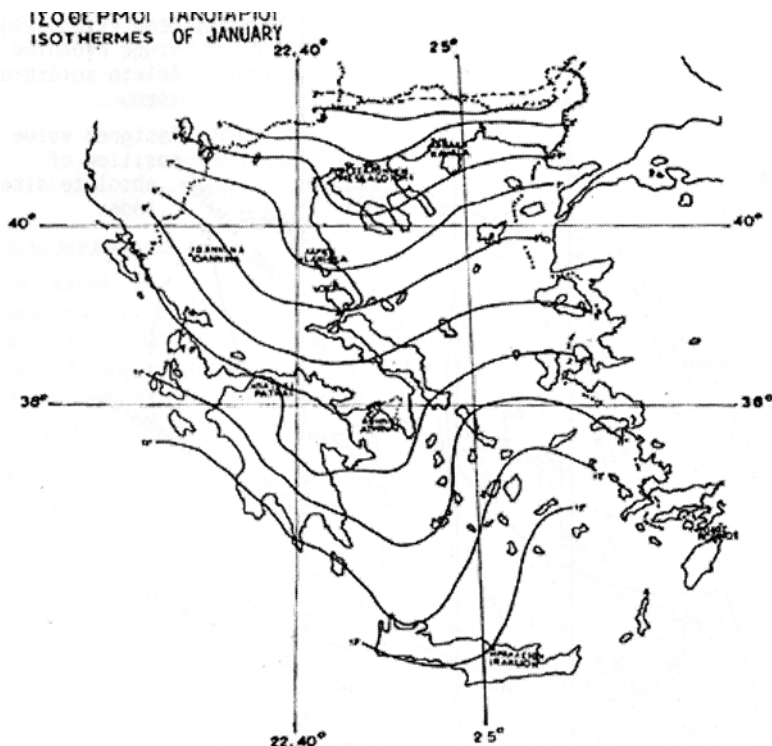
Διαιρώντας κατά μέλη την (1) και τη (3) και κάνοντας όλες τις απαραίτητες πράξεις αποκτούμε:

$$H_0 = (\Delta\Pi_T_a)\text{EXP}(-b/a)\text{EXP}(b/A) \tag{4}$$

Στην (4) όταν το  $A$  τείνει στο άπειρο, το μέγιστο ανώτερο ύψος  $H_0$ , δηλαδή ο AΔΠΤ θα είναι:

$$A\Delta\Pi_T = (\Delta\Pi_T_a)\text{EXP}(-b/a) \tag{5}$$

Η (5) μας επιτρέπει να εκτιμήσουμε τον AΔΠΤ για κάθε είδος από το  $\Delta\Pi_T_a$  σε προκαθορισμένη ηλικία  $a$



Χάρτης 1  
Map 1

ΠΗΓΗ - SOURCE: Μαυρομάτης 1980

και το συντελεστή παλινδρόμησης b.

Σε ολόκληρη σχεδόν τη χώρα μας, κατά μέσο όρο, ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος (Μαριολόπουλος 1982). Έτσι παρατηρώντας κανείς τις ισόθερμες του Ιανουαρίου (Χάρτης 1) διαπιστώνει πως η θερμοκρασίες κατά τον Ιανουάριο μεταβάλλονται τόσο κατά το γεωγραφικό πλάτος όσο και κατά το γεωγραφικό μήκος.

Για τον καθορισμό της μέσης θερμοβαθμίδας για τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα του έτους δημιουργήσαμε ανά τρεις κλάσεις κατά το γεωγραφικό πλάτος και μήκος (στήλη 1 και γραμμή 1 Πίν.3).

Έτσι ολόκληρος ο Ελλαδικός χώρος διαιρέθηκε σε εννέα (9) περιοχές (Χάρτης 1, Πίν.3). Οι 105 μετεωρολογικοί σταθμοί (Πίν. 2) έχουν ενταχθεί σε μία από τις περιοχές αυτές. Σε κάθε περιοχή με 3-4 ζώνες κατά την έννοια του υψομέτρου, η εκτίμηση της θερμοβαθμίδας της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα του έτους έγινε με τη χρήση των ακόλουθων τύπων (για μια g-στή περιοχή):

$$E_j = \sum m_{ij} / r \quad (\alpha)$$

$$Y_j = \sum y_{ij} / r \quad (\beta)$$

$$C_g = (\sum (Y_{j+1} - Y_j)(E_j - E_{j+1}) / \sum (Y_{j+1} - Y_j)) 100 \quad (\gamma)$$

(Όπου:  $E_j$  και  $Y_j$  μέση ελάχιστη θερμοβαθμίδα σε βαθμούς Κελσίου και το μέσο υψόμετρο σε μέτρα των r μετεωρολογικών σταθμών στη j-στή ζώνη,  $m_{ij}$  και  $y_{ij}$  μέση ελάχιστη θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου και το υψόμετρο σε μέτρα αντίστοιχα του i-στού μετεωρολογικού σταθμού στην j-στή ζώνη,  $C_g$  θερμοβαθμίδα ανά 100 μέτρα υψομέτρου στην g-στή περιοχή,  $i=1,2,\dots,r$  (r=αριθμός μετεωρολογικών σταθμών στην j-στή ζώνη), για τους τύπους (α) και (β)  $j=1,2,\dots,n$  (n=αριθμός ζωνών στην g-στή περιοχή), ενώ για τον τύπο (γ)  $j=1,2,\dots,(n-1)$ ).

Εδώ σημειώνονται τα παρακάτω:

Επειδή στην περιοχή (4,4) (γραμμή 4, στήλη 4 του Πίν.3, Χάρτης 1) δεν έχουν ενταχθεί σταθμοί με μεγάλα



**Πίνακας 2:** Μετεωρολογικοί σταθμοί, Γεωγραφικές συντεταγμένες και Μέση ελάχιστη τους θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα του έτους

**Table 2:** Meteorological stations, their geographic coordinates and their mean minimum air temperature of the coldest month of the year

A/α	Μετεωρολογικοί Σταθμοί Meteorological Stations	ΥΨ	ΓΠ	ΓΜ	Μ
1	2	3	4	5	6
1	Αγιά –Aghia	180.0	39.92	22.77	1.2
2	Άγιος Βλάσιος – Aghios Vlassios	850.0	38.82	21.50	2.8
3	Άγιος Νικόλαος – Aghios Nikolaos	1120.0	38.88	21.85	-1.2
4	Αγρίνιο – Agrinio	46.0	38.62	21.40	3.2
5	Αγριοβότανο – Agriovotano	175.0	39.05	23.35	4.2
6	Αίγιο – Egio	6.5	38.25	22.08	6.4
7	Αθήνα- Athens	107.0	37.97	23.72	6.2
8	Αλεξανδρούπολη – Aejiandroupole	4.0	40.87	25.95	1.8
9	Αλιάρτος – Haliartos	110.0	38.37	23.08	2.7
10	Αμαλιάδα – Amliada	63.0	37.80	22.29	6.0
11	Αμάτοβο – Amatovo	62.0	40.92	22.63	0.2
12	Αμούριο – Amourio	50.0	38.90	22.37	3.2
13	Αμύνταιο – Amynteo	579.5	40.70	21.68	-4.2
14	Ανάβρυτα – Anavryta	310.0	38.07	23.80	3.1
15	Ανδρίτσαινα – Andritsena	760.0	37.48	21.93	2.9
16	Άνδρος – Andros	45.0	37.83	34.92	5.8
17	Ανώγεια – Anoghia	776.0	35.27	24.90	4.3
18	Αρναία – Arnea	565.0	40.65	23.67	-1.1
19	Άρτα – Arta	54.0	39.17	20.97	3.8
20	Αρτεμισία – Artemissia	760.0	37.08	22.23	2.3
21	Ασπροπόταμος- Aspropotamos	1050.0	39.65	21.32	-4.2
22	Αταλάντη – Atalanti	89.0	38.63	23.00	5.5
23	Βαμβακού – Vamvakou	1000.0	37.25	22.57	2.1
24	Βελβενδός – Velvendos	500.0	40.25	22.08	-2.5
25	Βελεστίνο – Velestino	80.0	39.38	22.80	0.1
26	Βόλος – Volos	2.0	39.37	22.93	4.0
27	Βυτίνα – Vytina	1012.0	37.68	22.17	-0.9
28	Γαλαξείδι – Galaxidi	50.0	38.38	22.37	6.2
29	Γόρτυνος – Gortynos	187.0	35.05	24.97	7.4
30	Γρανίτης – Granitis	820.0	41.27	23.92	-3.7
31	Δεκέλεια – Dekelia	470.0	38.10	23.77	2.7
32	Διδυμότειχο – Didymoticho	55.0	41.35	26.50	1.3
33	Έδεσσα – Edessa	315.0	40.80	22.05	0.0
34	Ελληνικό – Helliniko	10.2	37.90	23.73	6.8
35	Εχίνος – Echinus	350.0	41.28	24.98	-3.4
36	Ζάκυνθος – Zakynthos	7.0	37.78	20.88	7.6
37	Ηράκλειο – Heraklio	30.0	35.33	25.13	8.9
38	Θάσος –Thassos	3.0	40.78	24.73	2.9
39	Θεσσαλονίκη – Thessaloniki	60.0	40.63	23.02	1.9
40	Θήρα – Thera	227.0	36.42	25.40	8.0
41	Ιεράπετρα – Hierapetra	5.0	35.00	25.75	7.7
42	Ιωάννινα – Joannina	479.0	39.67	20.85	1.9

43	Καβάλα – Kavala	27.0	40.93	24.42	1.6
44	Καλάβρυτα – Kalavryta	769.0	38.03	22.10	0.8
45	Καλαμάτα – Kalamata	32.0	37.03	22.10	7.5
46	Κάρυστος – Karystos	2.0	38.02	24.42	6.8
47	Κατερίνη – Kateriri	31.5	40.27	22.50	1.9
48	Κέρκυρα – Korfou	20.0	39.62	19.92	6.3
49	Κεφαλληνία – Kephallonia	13.0	38.17	20.50	7.2
50	Κήποι – Kipi	910.0	39.85	20.63	-0.7
51	Κοζάνη – Kozani	669.0	40.33	21.78	-1.5
52	Κομοτινή – Komotini	36.0	41.12	25.40	2.0
53	Κόνιτσα – Konitsa	610.0	40.05	20.75	2.1
54	Κόρινθος – Korinthos	11.0	37.93	22.93	6.0
55	Κρανέα – Kranea	952.0	39.88	21.25	-3.8
56	Κύθηρα – Kythera	160.0	36.15	23.00	7.7
57	Κύμη – Kymi	195.0	38.63	24.10	5.3
58	Κυπαρισσία – Kyparissia	114.0	37.25	21.67	7.3
59	Λαμία – Lamia	69.0	38.90	22.43	3.7
60	Λάρισα – Larissa	76.0	39.63	22.42	0.8
61	Λαύριο – Lavrio	10.0	37.71	24.07	8.5
62	Λαχανάς – Lachanas	634.0	40.93	23.23	-0.9
63	Λειβαδίτης – Livaditis	1240.0	41.27	24.68	-5.7
64	Λευκάδα – Lefkada	5.0	38.83	20.72	6.4
65	Λήμνος – Lemnos	9.0	39.88	25.07	4.6
66	Λουτρά Θέρμης - Loutra Thermis	10.0	40.58	22.97	2.0
67	Μεθώνη Methoni	6.0	36.83	21.72	8.4
68	Μεσολόγγι – Messolonghi	2.0	38.37	22.43	6.6
69	Μέτσοβο – Metsovo	1156.0	39.77	21.18	-1.1
70	Μυτιλήνη – Mytilene	4.0	39.10	26.55	7.7
71	Νάξος – Naxos	5.5	37.10	25.40	9.9
72	Ναύπλιο – Nauple	2.0	37.57	22.82	5.2
73	Νέα Χαλκηδόνα - Nea Chalkidona	26.0	40.73	22.60	0.9
74	Νεστόριο – Nestorio	950.0	40.42	21.07	-3.5
75	Ξάνθη – Xanthi	94.0	41.13	24.88	1.4
76	Ορεσιάδα – Orestiada	46.0	41.50	26.53	-2.7
77	Παιανία – Paeania	152.3	37.95	23.87	5.2
78	Πάρνηθα – Parnetha	1020.0	38.13	23.70	0.0
79	Πάτρα – Patra	13.0	38.25	21.73	6.4
80	Πευκόφυτο – Pefkophyto	690.0	39.38	21.62	0.6
81	Πολύγυρος – Polygyros	540.0	40.38	23.43	0.2
82	Πράμαντα – Pramanta	835.0	39.40	20.53	-0.1
83	Πύργος – Pyrgos	12.0	37.67	21.45	5.4
84	Ρόδος – Rhodos	42.0	36.47	28.22	7.5
85	Σάμος – Samos	6.0	37.73	27.00	7.2
86	Σέρρες – Serres	28.0	41.08	23.57	1.9
87	Σητεία – Setia	45.0	35.20	26.10	9.5
88	Σιδηρόνερο – Sideronero	600.0	41.37	24.28	-3.9
89	Σίνδος – Sindos	40.0	40.67	22.82	0.5
90	Σκόπελος – Scopelos	12.0	39.13	23.72	5.3
91	Σκοτεινά – Scotina	650.0	40.17	22.25	-1.3

92	Σκύρος –Skyros	100.0	38.90	24.55	7.3
93	Σουφλί –Soufli	41.0	41.20	26.30	-9.4
94	Σπάρτη – Sparte	213.0	37.08	22.42	4.4
95	Σύρος - Syros	26.0	37.45	24.95	9.0
96	Τσερμιάδες – Germiades	819.0	35.20	25.50	2.6
97	Τρίκαλα – Trikala	112.0	39.55	21.77	0.7
98	Τρίπολη – Tripole	665.0	37.52	22.35	1.1
99	Φλώρινα – Florina	683.0	40.80	21.42	-2.7
100	Φουρνά – Fournna	1067.0	39.08	21.88	-3.3
101	Χαλκίδα – Chalkida	16.0	38.47	23.60	6.6
102	Χανιά – Chania	14.0	35.50	24.03	8.1
103	Χίος – Chios	8.0	38.37	26.15	7.1
104	Χρυσοπηγή – Chryssopighi	605.0	41.17	23.57	-0.9
105	Ορειοί – Orei	3.0	38.95	23.10	4.6

Όπου - Where:

a/a = Αύξοντας αριθμός - Serial number

ΥΨ = Υψόμετρο - Altitude, m

ΓΠ = Γεωγραφικό πλάτος, σε μοίρες - Latitude, in degrees

ΓΜ = Γεωγραφικό μήκος, σε μοίρες - Longitude, in degrees

m = μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα του έτους, °C

- Mean minimum air temperature of the coldest month of the year, °C

**Πίνακας 3:** Θερμοβαθμίδα ελάττωσης μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα του έτους ανά 100 μέτρα υψομέτρου

**Table 3:** Lapse rate of minimum mean temperature of the coldest month of the year per 100 metres

	Γεωγραφικό πλάτος, σε μοίρες Latitude, in degrees	Γεωγραφικό μήκος, σε μοίρες Longitude, in degrees			ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	1	2	3	4	5
1		19.40 - 22.40	22.41 - 25.00	25.01 - 29.6	Μέση Χώρας:
2		Θερμοβαθμίδα - Lapse rate			$C_x = 0.63^{\circ}C$
3	40.01 - 41.80	0.55 <sup>0</sup> C	0.60 <sup>0</sup> C	0.61 <sup>0</sup> C	Τυπ. Απόκ.&Σφ: $S_c = 0.122^{\circ}C$ $SD = 0.041^{\circ}C$
4	38.01 - 40.00	0.74 <sup>0</sup> C	0.44 <sup>0</sup> C	0.64 <sup>0</sup> C	
5	34.80 - 38.00	0.82 <sup>0</sup> C	0.50 <sup>0</sup> C	0.73 <sup>0</sup> C	

υψόμετρα και επειδή σύμφωνα με τον Μαριολόπουλο (1982) η διαφορά της θερμοκρασίας που παρατηρείται ανάμεσα στις ακτές της ανατολικής Ελλάδας και στα νησιά κοντά στις Μικρασιατικές ακτές στο βόρειο Αιγαίο, δηλαδή στην προκειμένη μας περιοχή, είναι μικρή, για την εκτίμηση της θερμοβαθμίδας της χρησιμοποιήσαμε και τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού της Πάρνηθας.

Επίσης στην περιοχή (3,4) (γραμμή 3, στήλη 4 του Πίν.3, Χάρτης 1) δεν πήραμε υπόψη μας τα δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών Σουφλίου και Ορεσιτιάδας, γιατί είχαν αρνητικές τιμές, ενώ σε σχετικά μεγαλύτερο υψόμετρο ο σταθμός Διδυμοτείχου είχε θετική τιμή και πάρθηκαν υπόψη τα στοιχεία δύο γειτονικών στην περιοχή αυτή μετεωρολογικών σταθμών, Εχίνου και Λειβαδίτη.

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις (2) και (5) και έχοντας υπόψη μας τα δεδομένα του Πίν.1 συμπληρώσαμε τις στήλες 2, 3 και 4 του Πίν.4. Η συμπλήρωση της στήλης 5 του τελευταίου Πίνακα είναι ευνόητη. Για τη

**Πίνακας 4:** Μέσες και ακραίες τιμές Απόλυτου Δείκτη Ποιότητας Τόπου (ΑΔΠΤ) μερισμών δασοπονικών ειδών και κατάταξη τους με διάφορα κριτήρια

**Table 4:** Mean and extreme values of Absolute Site Index (ASI) of different timber species and their rank with various criteria

Δασοπονικά είδη Timber species	Τιμές απόλυτου δείκτη ποιότητας τόπου, m Values of absolute site index, m			Κατάταξη δασοπονικών ειδών Rank of timber species		
	Μέση Mean	Ελάχιστη	Μέγιστη Minimum	ΑΔΔΠΤ Maximum	ΚΝ(1973)	ΚΜ(1980)
1	2	3	4	5	6	7
Χαλέπιος Πεύκη - Aleppo Pine	15.64	4.53	26.75	1	1	(1)
Τραχεία Πεύκη-Calabrian Pine	19.40	5.96	32.81	2	2	(2)
Δρυς - Oak	22.42	10.04	34.80	3	3	3
Ελάτη - Fir	24.36	8.26	40.52	4	4	4
Μαύρη Πεύκη - Black Pine	26.42	10.37	42.59	5	(5)	5
Οξυά - Beech -	27.48	15.50	39.42	6	6	6
Δασική Πεύκη - Scotch Pine	32.08	14.35	49.82	7	7	7
Ερυθρελάτη - Spruce	41.08	15.78	66.27	8	8	8
Μέσος όρος - Average	26.11	10.60				

Όπου - Where :

ΑΔΔΠΤ = Κατάταξη ανάλογα με τον ΑΔΠΤ - According to size of the mean ASI

ΚΝ(1973) = Κατάταξη κατά Ντάφη (1973) - Ranking in accordance with Ntakis

ΚΜ(1980) = Κατάταξη κατά Μαυρομαμάτη (1980) - Ranking in accordance with Mavrommatis

Υποσημείωση: Τα (5), (1) και (2), δηλαδή τα νούμερα μέσα σε παρενθέσεις δεν αναφέρονται ρητά, αλλά η θέση τους συνάγεται από τις περιγραφές που παραθέτονται από τον Ντάφη (1973) και από τον Μαυρομαμάτη(1980)

συμπλήρωση των στηλών 6 και 7 του ίδιου Πίνακα προσφύγαμε στις εργασίες του Ντάφη (1973) και του Μαυρομαμάτη (1980). Η απόλυτη σύμπτωση και των τριών κατατάξεων (στήλες 5, 6 και 7 του Πίν.4) των δασοπονικών ειδών (στήλη 1 του Πίν.4) δείχνει πως υπάρχει σαφής αντιστοιχία ανάμεσα στο μέσο ΑΔΠΤ για τα είδη αυτά και στην περιοχή εξάπλωσής τους.

Η διαπίστωση αυτή μας έδωσε το δικαίωμα να εκχωρήσουμε το μέγεθος του μέσου ΑΔΠΤ πέντε ειδών στο κέντρο βάρους της ζώνης (διάπλασης) εξάπλωσής τους (Εικ.1).

Από τις θέσεις αυτές φέρνοντας νοητές καθέτους στον οριζόντιο άξονα (Εικ.1) εκχωρήσαμε στις τομές του κάτω ορίου της ζώνης εξάπλωσής τους τις τιμές των ελάχιστων ΑΔΠΤ και σε δύο περιπτώσεις στο άνω όριο το μέγιστο ΑΔΠΤ. Αυτό έγινε για να περιέχονται το ανώτερο και το κατώτερο όριο του ύψους ορόφου μεταξύ τμήν για να να μπορεί με ευθύγραμμη παρεμβολή να εκτιμηθούν τιμές ΑΔΠΤ που να αντιστοιχούν στα σημεία τμήν των νοητών καθέτων με τις γραμμές αυτών των ορίων (Εικ.1, Πίν.5).

Επίσης υπολογίσαμε τους μέσους όρους, για τα οκτώ είδη, του μέσου και ελάχιστου ΑΔΠΤ τους (στήλη 2 και 3, τελευταία γραμμή Πίν.4). Την πρώτη τιμή την εκχωρήσαμε στο κέντρο βάρους τις περιοχής εξάπλωσής τους και τη δεύτερη στην τομή τις νοητής καθέτου στον οριζόντιο άξονα με τη γραμμή του κάτω ορίου εξάπλωσής του είδους από τα είδη που μέσα στα όρια εξάπλωσής τους συνέπεσε το κέντρο βάρους (Εικ.1).

Έτσι για το κατώτερο όριο της ύψους ζώνης εκτιμήσαμε τρεις τιμές και μια τέταρτη με το μέσο όρο όλων των ειδών (στήλες 3 και 4 Πίν.5) και για το ανώτερο της πέντε και μια έκτη με το μέσο (στήλες 5 και 6 Πίν.5).

Αποστρωγγυλοποιώντας τις τιμές των στηλών 4 και 6 της τελευταίας γραμμής του Πίν.5, αποκτήθηκαν οι μέσες τιμές 10.0 και 19.0 του ΑΔΠΤ που αποτελούν κατά μέσο όρο το κατώτερο και το ανώτερο όριο του ύψους ορόφου αντίστοιχα.

**Πίνακας 5:** Τιμές Απόλυτου Δείκτη Ποιότητας Τόπου (ΑΔΠΤ) που αντιστοιχούν στο ανώτερο και κατώτερο όριο του ύφυγρου ορόφου του κλιματογράμματος του Emberzer-Sauvage

**Table 5:** Values of Absolute Site Index (ASI) Corresponded to upper and lower boundary of sub-wet zone of Emberzer-Sauvage's climagram

Από δασοπονικό είδος From timber species	Ζώνες (διαπλάσεις) βλάστησης Vegetation zones	Τιμές ΑΔΠΤ για τα όρια του ύφυγρου ορόφου Values of ASI for the sub-wet zone boundaries			
		Κατώτερο όριο Lower boundary		Ανώτερο όριο Upper boundary	
		Χωρίς ή με την τιμή από το μέσο όρο Without or with the value from the average			
		Χωρίς Without	Με With	Χωρίς Without	Με With
1	2	3	4	5	6
Χαλέπιος Πεύκη - Aleppo Pine	Oleo-Ceratonion	9.11	9.11	19.63	19.63
Τραχεία Πεύκη-Calabrian Pine	Quercion ilicis	10.35	10.35	21.49	21.49
Δρυς - Oak	Quercetalia pubescentis	11.30	11.30	18.21	18.21
Μαύρη Πεύκη - Black Pine	Pinetum nigrae	-	-	16.97	16.97
Οξυά - Beech	Fagetalia	-	-	16.76	16.76
Από μέσο όρο - From average		-	10.60	-	20.88
Μέσοι όροι - Average		10.25	10.34	18.61	18.99

Έτσι στο ακόλουθο Πινάκιο 1.1 καθορίσαμε, με κριτήριο το μέγεθος του ΑΔΠΤ, τους βιοκλιματικούς ορόφους:

ΠΙΝΑΚΙΟ 1.1

ΑΔΠΤ, μέτρα

< 10  
10 - 19  
> 19

κλιματικός ορόφος

Ημίξηρος  
Ύφυγρος  
Υγρός

Ο Μαυρομάτης (1980), στον παρακάτω Πινάκιο 1.2, με κριτήριο το μέσο όρο των ελάχιστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα  $m^{\circ}\text{C}$  διέκρινε τους υπο-ορόφους κάθε βιοκλιματικού ορόφου:

ΠΙΝΑΚΙΟ 1.2

Μέσος όρος ελάχιστων θερμοκρασιών

$m < 7^{\circ}\text{C}$   
 $3^{\circ} < m < 7^{\circ}\text{C}$   
 $0^{\circ} < m < 3^{\circ}\text{C}$   
 $m < 0^{\circ}\text{C}$

Υπο-όροφος

χειμώνας θερμός  
Χειμώνας ήπιος  
Χειμώνας ψυχρός  
Χειμώνας δριμύς

Για να μπορεί να εκτιμηθεί ο μέσος όρος των ελάχιστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα του έτους σε μια συγκεκριμένη δασοσυστάδα, χρησιμοποιώντας τους τύπους (α), (β) και (γ) προσδιορίσαμε τη μεταβολή ανά 100 μέτρα υψομέτρου της θερμοκρασίας, δηλαδή τη θερμοβαθμίδα για τους μέσους όρους των ελάχιστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα και για τις εννέα περιοχές της χώρας μας (Χάρτης 1). Τα αποτελέσματα αυτά φαίνονται στον Πιν.3.

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Προσδιορίσαμε τις τιμές του ΑΔΠΤ που αντιστοιχούν στο κατώτερο και ανώτερο όριο του ύφυγρου ορόφου από το μέσο όρο (διασταύρωση προτελευταίας γραμμής και των στηλών 4 και 6 του Πίν.5, αντίστοιχα) όχι μόνο

για να αποκτήσουμε τιμή και για ένα ακόμη σημείο και άρα για περισσότερη αξιοπιστία, αλλά και για να ελέγξουμε κατά πόσο οι μέσοι όροι των τιμών των σπλών 3 και 5 του Πίν.5 πλησιάζουν αντίστοιχα τις δυο πρώτες τιμές και βλέπουμε πως δεν διαφέρουν σημαντικά στο επίπεδο σημαντικότητας 5% (οι συγκρίσεις αυτές στηρίχθηκαν στην εκτίμηση της τυπικής απόκλισης της διαφοράς δυο μέσων όρων  $x_{m1}$  και  $x_{m2}$  με τον τύπο  $s_d = s_{m1} (2^{0.5})$  και σε άπειρους βαθμούς ελευθερίας).

Τον έλεγχο αυτό τον κάναμε και με μια άλλη σκέψη. Σ' αυτή τη σκέψη μας οδήγησαν τα γεγονότα:

(α).- Κάτω από την τιμή 26.11 μέτρα (μέσος όρος των μέσων ΑΔΠΤ των οκτώ ειδών) υπάρχουν ολικά ή μερικά ο υγρός, ύφυγρος και ο ημιξηρος όροφος (Εικ.1).

(β).- Η ηλικία των δένδρων προσμετρείται στο στηθαίο ύψος, δηλαδή σε μια απόσταση 1.3 μέτρων από το έδαφος.

(γ).- Η πιθανότητα, που η τυπική κανονική μεταβλητή  $z$  βρίσκεται μεταξύ -3 και 3, είναι ίση με 99.865 % (Ρούσσας 1994).

(δ).- Η τιμή 10.60 μέτρα του μέσου των ελάχιστων ΑΔΠΤ των οκτώ ειδών κατά την εκχώριση της έπεσε ακριβώς επάνω στο κατώτερο όριο του ύφυγρου ορόφου (ζώνης) (Εικ.1).

Έτσι θέτοντας στον τύπο της τυπικής κανονικής μεταβλητής, δηλαδή  $z = (x - \mu) / \sigma$  (Kmenta 1971, Ρούσσας 1994), όπου  $z = 3$ ,  $\chi = 1.3$  και  $\mu = 26.11$ , αποκτούμε την τιμή  $\sigma = -8.27$ .

Παίρνοντας την απόλυτη τιμή του  $\sigma$ , δηλαδή 8.27, βρίσκουμε πως το ανώτερο κατά μέσο όρο όριο του ύφυγρου ορόφου συμπίπτει με την τιμή του ΑΔΠΤ = 10.60 + 8.27 = 18.87, αποστρωγγλωμένη σε 19.00, περίπου ίδια με την τιμή 18.99, αποστρωγγλωμένη σε 19.00, που έχουμε εκτίμηση για το ανώτερο κατά μέσο όρο όριο του ύφυγρου ορόφου (διασταύρωση τελευταίας γραμμής και στήλης 6 του Πίν.5, βλέπετε και Πινάκιο 1.1).

Ακόμη βλέπουμε πως τα σημεία των εκχωρημένων τιμών των ελάχιστων τιμών του ΑΔΠΤ 15.50 της Οξιάς, 10.60 του μέσου των ελάχιστων τιμών του ΑΔΠΤ των οκτώ ειδών και 5.96 της τραχείας Πεύκης βρίσκονται πάνω σε μια ευθεία γραμμή και διαπιστώνουμε ότι ο μέσος όρος των δύο ακραίων, από αυτές τις τιμές, τιμών  $(10.73 + (15.50 + 5.96) / 2 = 10.73)$  συμπίπτει σχεδόν με την τιμή 10.60, διαφέρει μόνο κατά 1.23 %.

Ο ΑΔΠΤ, όπως έχει προαναφερθεί, αντικατοπτρίζει την κατάσταση υγρασίας ή την υγρασία ενός σταθμού. Συνεπώς θα μπορεί να παρθεί ως κριτήριο για την κατάταξη των προκειμένων οκτώ δασοπονικών ειδών σε μια σειρά από τα ξηρόβια προς το υγρόβια, όπως φαίνεται αυτή στη στήλη 5 του Πίν.4. Η σειρά αυτή συμπίπτει και με τη σειρά από τα θερμοβία προς τα ψυχρόβια που προκύπτει από τις ζώνες βλάστησης (στήλη 6 Πίν.4) (Ντάφης 1973) και τους ορόφους βλάστησης (στήλη 7 Πίν.4) (Μαυρομμάτης 1980). Παίρνοντας κανείς υπόψη του τις σειρές κατάταξης των δασοπονικών ειδών ανάλογα με τις απαιτήσεις τους σε θερμοότητα (θερμοκρασία) που δίνονται από το Μουλόπουλο (1965) και τον Ντάφη (1986) και το γεγονός πως στη Δρυ, Ελάτη και Οξιά συμπεριλαμβάνονται όλες οι φυλλοβόλες Δρυς, τα δύο είδη της Ελάτης (Κεφαλληνιακή, υβριδογενής) και τα τρία είδη της Οξιάς (μοζιακή, δασική, ανατολική) αντίστοιχα, διαπιστώνει ότι τα είδη αυτά κατά μέσο όρο κατατάσσονται:

Θερμόβια: Χαλέπιος Πεύκη, τραχεία Πεύκη.

Θερμόβια - Ψυχρόβια: Δρυς, μαύρη Πεύκη, Ελάτη, Οξιά.

Ψυχρόβια: Δασική Πεύκη, Ερυθρελάτη.

Η κατάταξη αυτή "εν πολλοίς" συμπίπτει με την κατάταξη των ειδών αυτών σύμφωνα με τη στήλη 5 του Πίν.4, με μια εναλλαγή της Ελάτης με τη μαύρη Πεύκη. Τα δύο τελευταία είδη θα μπορούσε κάποιος να τα θεωρήσει ισάξια και να τα βάλει στην ίδια θέση ως Ελάτη - μαύρη Πεύκη ή μαύρη Πεύκη - Ελάτη.

Έτσι ο μέσος ΑΔΠΤ μπορεί να αποτελέσει κριτήριο για την κατάταξη των ειδών αυτών σε μια σειρά από τα ξηροθερμοβία στα υγροψυχρόβια.

Δεν χρησιμοποιήθηκαν ως κριτήρια για την κατάταξη των ειδών σε σειρές οι ελάχιστοι (στήλη 3 Πίν.4) ή οι μέγιστοι (στήλη 4 Πίν.4) ΑΔΠΤ γιατί τα διάφορα είδη συμπεριφέρονται διαφορετικά στις ακραίες συνθήκες. Αν, π.χ., χρησιμοποιούσαμε ως κριτήριο για την κατάταξη των ειδών αυτών από ξηρόβια προς υγρόβια τους ελάχιστους ΑΔΠΤ (στήλη 3 Πίν.4), τότε η Ελάτη θα φερότανε ξηροβιότερη από τη Δρυ, κάτι που στην πραγματικότητα δεν συμβαίνει. Τα επιμέρους δασοπονικά είδη συμπεριφέρονται διαφορετικά ως προς το φυσιολογικό βάθος (Ντάφης 1986). Έτσι η Δρυ έχει την ικανότητα να διαπερνά τα βαριά αργιλωδή στρώματα και γι' αυτό στα θερμοδρόια της εμφανίζεται λιγότερο ξηροβιότερη από την Ελάτη.

Μέσα στην περιοχή (4,2) (γραμμή 4, στήλη 2 Πίν.3, Χάρτης 1) βρίσκεται και ολόκληρη η Ήπειρος. Ο Σούλης (1994) αναφέρει πως στην Ήπειρο ο ψυχρότερος, κατά μέσο όρο, μήνας του έτους είναι ο Ιανουάριος και για το μήνα αυτό υπολόγισε θερμοβαθμίδα  $0.7^{\circ}\text{C}$  ανά 100 μέτρα υψόμετρο. Εμείς για την περιοχή αυτή, δηλαδή (4,2), υπολογίσαμε αντίστοιχη θερμοβαθμίδα  $0.74^{\circ}\text{C}$  (διασταύρωση γραμμής 4 και στήλης 2 Πίν.3) η οποία με αποστρωγγύλευση σε ένα δεκαδικό ψηφίο γίνεται  $0.7^{\circ}\text{C}$ . Αυτό δείχνει πως η μεθοδολογία, που χρησιμοποιήσαμε (φυσικά διαφορετική από εκείνη του Σούλη 1994) για την εκτίμηση της θερμοβαθμίδας των μέσων ελάχιστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα του έτους, είναι εξίσου αξιόπιστη με εκείνη του Σούλη (1994).

Οι διαφορές που παρατηρούνται στις θερμοβαθμίδες (Πίν.3) από περιοχή σε περιοχή οφείλονται στους παράγοντες και της συνθήκες που επικρατούν τον Ιανουάριο και γενικά κατά τη χειμερινή περίοδο και επηρεάζουν το κλίμα της χώρας μας.

Κατά την περίοδο αυτή στη χώρα μας δεσπόζουν ο Σιβηρικός αντικυκλώνας, το βαρομετρικό μέγιστο της Ασίας με τον ηπειρωτικό του άξονα που προκαλεί τους ψυχρούς και χιονοβόλους ανέμους του βόρειου τομέα και ο αντικυκλώνας των Αζορών, το βαρομετρικό μέγιστο του Βόρειου Ατλαντικού που επιφέρει τους σχετικά θερμούς και υγρούς ανέμους του νότιου τομέα. Τα αντικυκλωνικά αυτά συστήματα συνδυαζόμενα με τη θάλασσα (βόρεια ψυχρά θαλάσσια ρεύματα, νότια θερμά ρεύματα, συνεχής εναλλαγή ξηρής και θάλασσας), με το γενικό ανάγλυφο της χώρας μας και με το ανάγλυφο κάθε περιοχής καθορίζουν τη διανομή της θερμοκρασίας στη χώρα μας κατά την περίοδο αυτή (Μαυρομάτης 1980, Μαριολόπουλος 1982, Σούλης 1994).

Έτσι, από τη μια μεριά στην περιοχή (5,2) (Πίν.3, Χάρτης 1) οι θερμοί άνεμοι του νότιου τομέα, στη χαμηλή ζώνη υψόμετρο, κρατούν τις ελάχιστες θερμοκρασίες σε υψηλότερα επίπεδα, ενώ στην υψηλή ορεινή ζώνη οι θερμοκρασίες αυτές λόγω της ηπειρωτικότητας παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα και γι' αυτό η διαφορά  $E_{xz} - E_{yz}$  ( $E_{xz}$  και  $E_{yz}$  οι μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες του ψυχρότερου μήνα στη χαμηλή και υψηλή ζώνη αντίστοιχα) μεγαλώνει και διαιρούμενη με την υψομετρική διαφορά  $\Delta h$  ανάμεσα στη χαμηλή και υψηλή ζώνη θα δώσει μεγαλύτερη θερμοβαθμίδα. Από την άλλη μεριά στην περιοχή (4,3) (Πίν.3, Χάρτης 1) οι ψυχροί άνεμοι του βόρειου τομέα και η ύπαρξη του κλειστού λεκανοπεδίου της Κοπαΐδας και της λεκάνης της Θεσσαλίας κρατούν σε χαμηλότερα επίπεδα τις ελάχιστες θερμοκρασίες στη χαμηλή ζώνη και έτσι η διαφορά  $E_{xz} - E_{yz}$  γίνεται μικρότερη και διαιρούμενη με το  $\Delta h$ , θα δώσει μικρότερη θερμοβαθμίδα (θερμοβαθμίδα: περιοχής (5,2)  $0.82^{\circ}\text{C}$  και περιοχής (4,3)  $0.44^{\circ}\text{C}$ ).

Γνωρίζοντας κανείς το υπερθαλάσσιο ύψος (υψόμετρο) του κέντρου μιας δασοσυστάδας πάνω σε νανόδη, πολύ μικρή, μικρή, μέτρια, μεγάλη, πολύ μεγάλη και ακόμη πελώρια επιφάνεια, το γεωγραφικό του πλάτος και μήκος (για ένταξη του/της σε μια από τις εννέα περιοχές που έχει υποδιαιρεθεί η χώρα μας (Χάρτης 1, Πίν.3)), με άλλα λόγια όταν ξέρουμε τις γεωγραφικές του συντεταγμένες και έχουμε στη διάθεσή μας το υψόμετρο και τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα ενός πλησιέστερου προς τη δασοσυστάδα ή το δάσος στο οποίο ανήκει η δασοσυστάδα μετεωρολογικού σταθμού, μπορεί να εκτιμήσει τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα της δασοσυστάδας με τον τύπο:

$$E_{\Delta\Sigma} = E_{M\Sigma} + C_g(Y_{M\Sigma} - Y_{\Delta\Sigma})/100 \quad (\delta)$$

Όπου:  $E_{\Delta\Sigma}$  και  $E_{M\Sigma}$  οι μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες του ψυχρότερου μήνα σε βαθμούς Κελσίου της δασοσυστάδας και του μετεωρολογικού σταθμού αντίστοιχα,  $Y_{M\Sigma}$  και  $Y_{\Delta\Sigma}$  τα υψόμετρα σε μέτρα του μετεωρολογικού σταθμού και της δασοσυστάδας αντίστοιχα και  $C_g$  η θερμοβαθμίδα της g-στής περιοχής στην οποία εμπίπτει η δασοσυστάδα.

Εκτιμώντας, λοιπόν, κανείς τον ΑΔΠΤ μιας δασοσυστάδας ενός συγκεκριμένου από τα οκτώ είδη με την εξίσωση (5), δηλαδή  $\text{ΑΔΠΤ} = (\Delta\text{ΠΤ}\alpha)\text{EXP}(-b/\alpha)$ , (η τιμή του  $\Delta\text{ΠΤ}\alpha$  δίνεται στις διαχειριστικές μελέτες, διαφορετικά βρίσκεται λύνοντας την εξίσωση (4) ως προς  $\Delta\text{ΠΤ}\alpha$  και προσδιορίζοντας το  $H_0$  με μια από τις τεχνικές που αναφέρει ο Απασιδής (1991)), και τη μέση ελάχιστη της θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα με τον τύπο (δ) (μπορεί να χρησιμοποιηθούν και τα δεδομένα του Πίν.1) και προσφεύγοντας στα Πινάκια 1.1 και 1.2 μπορεί να καθορίσει το βιοκλίμα της. Έτσι αν ο ΑΔΠΤ μιας συγκεκριμένης δασοσυστάδας βρεθεί να είναι 15.0 μέτρα και η μέση ελάχιστη της θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα να είναι  $3.5^{\circ}\text{C}$ , τότε προσφεύγοντας στα Πινάκια 1.1 και 1.2 διαπιστώνεται πως το βιοκλίμα της προκειμένης δασοσυστάδας είναι ύψυγρο με χειμώνα ήπιο.-

## Estimation of forest-stand bioclimate using absolute site index and lapse rate

L.D.Apatsidis<sup>1</sup>

### Summary

With the equations of general form  $ASI = EXP(a)$  and  $ASI = (SI_0)EXP(-b/\alpha)$ , whose the constants  $a$ ,  $b$  and  $\alpha$  have been determined by different researchers, the mean, minimum and maximum of Absolute Site Index (ASI), have been estimated for eight species (Beech, Oak, Fir, Aleppo, calabrian, black and Scots Pine, and Spruce).

There has been found out a complete coincidence of these species classification according to size of their mean ASI with the classification of the forest vegetation in zones and stories.

This coincidence has allowed the mean, minimum and the maximum values of ASI to be assigned in the distribution areas of some species and the eight species average on the Emberzer- Sauvage's climagram.

The assigned values have given rise to estimate ASI, which correspond to points of boundary lines of the subwet stripe on above climagram. So the 10.0 and 19.0 m values have been calculated in an average for the and the lower and upper boundary line of the subwet stripe respectively.

On base of these values there have been determined the bioclimatic stories:

<u>ASI, meters</u>	<u>Bioclimate story</u>
< 10.0	Semi-arid (semidry) story
10.0-19.0	Subwet (submoist) story
> 19.0	Wet (moist) story

It has been found out that the mean ASI can constitute a criterion for these species classification in a series from xero-thermophytics to hygro-psychrophytics.

The lapse rate per 100 meters of altitude for the mean minimum temperature of the coldest month of the year after placing 105 meteorological stations in Greece in nine regions has been determined.

Onebody can estimate the mean minimum temperature  $E_{\Delta\Sigma}$  of the coldest month for a foreststand having altitude  $Y_{\Delta\Sigma}$  in meters from the respective value  $E_{M\Sigma}$  of a meteorological station having altitude  $Y_{M\Sigma}$  in meters in or near the forest which the foreststand belongs to with type:

$$E_{\Delta\Sigma} = E_{M\Sigma} + C_g (Y_{M\Sigma} - Y_{\Delta\Sigma})/100 \text{ (Where } C_g \text{ is the lapse rate in } g\text{-th region per 100 meters of altitude).}$$

On base of the mean minimum temperature  $m^0$  C of the coldest month of the year there have been determined the sub-stories of each bioclimatic story:

<u><math>m^0</math> C</u>	<u>Sub-stories</u>
$m > 7^0$ C	Warm winter
$7^0 > m > 3^0$ C	Mild winter
$3^0 > m > 0^0$ C	Cold winter
$m < 0^0$ C	Severe winter

So, if a discernible foreststand has a ASI of 15.0 metres and a mean minimum temperature of the coldest month of  $3.5^0$  C, then its bioclimate will characterise as semi-arid one with a mild winter.

**Key words:** Dominant height, Emberzer – Sauvage's climagramm, Beech, Oak, Fir, Spruce, Aleppo, calabrian and black Pine.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΠΑΤΣΙΔΗΣ, Λ.Δ., 1977. Φυσιική αναγέννηση μαύρης Πεύκης (αναζήτηση κατάλληλων μεθόδων αναγεννήσεως σε σχέση με τις σταθμολογικές- οικολογικές συνθήκες). Διδακτορική Διατριβή. Αθήνα, 91 σελ.
- ΑΠΑΤΣΙΔΗΣ, Λ.Δ., 1989. Εκτίμηση διαθέσιμου νερού βασισμένη στην κοκκομετρική σύσταση των δασικών εδαφών μας και πρακτική εφαρμογή της. Δασική Έρευνα, Χ(II): 113 - 139.
- ΑΠΑΤΣΙΔΗΣ, Λ.Δ., 1990. Ανακατάρτιση των δεκαμερών συστημάτων ογκομετρικών και προσαυξητικών

<sup>1</sup> NAGREF, Forest Research Institute, Terma Alkmanos, 11528, Athens



πινάκων της Ελάτης και της μαύρης Πεύκης και των συστημάτων ποιότητων τόπου αυτών και της Οξυάς μας, σελ.309 - 339. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου "Δασοπονία και περιφερειακή ανάπτυξη", Καρπενήσι, 7-9, Νοεμ. 1990.

- ΑΠΑΤΣΙΔΗΣ,Λ.Δ.,1991. Μια νέα τεχνική εκτίμησης δεικτών ποιότητας τόπου δασών - Σύγκριση δυο τεχνικών. Επιστημονική Επετηρίδα Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π. ΑΠΘ., ΛΔ/3(27): 1811-1821.
- ΑΠΑΤΣΙΔΗΣ,Λ.Δ.,1992. Συστήματα δείκτη ποιότητας και ποιότητων τόπου για τη Δρυ μας. Επιστημονική Επετηρίδα Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π. ΑΠΘ., ΛΕ/2: 881-895.
- ΑΠΑΤΣΙΔΗΣ,Λ.Δ., 2000. Πρότυπο δείκτη ποιότητας και συστήματα ποιότητων τόπου για δασοσυστάδες δασικής Πεύκης (*Pinus silestris*, L.) και Ερυθρελάτης (*Picea excelsa*, Link). Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου "Ανθρωπογενείς επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον: Σύγχρονες τεχνικές αποκατάστασης", Κοζάνη, 18 - 20, Οκτωβ. 2000.
- ΑΠΑΤΣΙΔΗΣ,Λ.Δ. και Ε.Ζ.ΤΖΙΟΒΑΡΑΣ.,1994. Πρότυπο δείκτη ποιότητας και συστήματα ποιότητων τόπου για δάση της χαλεπίου μας Πεύκης. Δασική Έρευνα (υπό δημοσίευση).
- CLEARY,B.D., R.D.GREAVES and R.K.HERMAN.,1980. Regenerating Oregon's forests. Oregon State University Extension. 286 pp.
- KMENTA,J.,1971. Elements of econometrics. The Macmillan Company, New York. 655 pp.
- ΜΑΡΙΟΛΟΠΟΥΛΟΣ,Η.Γ.,1982. Το κλίμα της Ελλάδος. Ακαδημία Αθηνών, Κέντρο Ερεύνες Φυσικής της Ατμοσφαιρας και Κλιματολογίας, Δημοσίευμα 7. Αθήνα, 76 σελ.
- ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ, Γ.Ν.,1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος, Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλαστήσεως, Βιοκλιματικοί χάρτες. Δασική Έρευνα Ι (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ): 1-63.
- ΜΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ,Χ.Κ.,1965. Μαθήματα δασοκομικής. Πρώτο Μέρος: Θεωρητική δασοκομική ή δασική οικολογία. Εκτύπωση Ν.Μαυρογένη. Θεσσαλονίκη, 431 σελ.
- ΝΤΑΦΗΣ,Σ.Α.,1973. Ταξινόμησης της δασικής βλαστήσεως της Ελλάδος. Επιστημονική Επετηρίς Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής, ΙΕ/Β:75-91.
- ΝΤΑΦΗΣ,Σ.Α.,1974. Δασοκομία. Μέρος Πρώτον: Δασική οικολογία. Θεσσαλονίκη, 373 σελ.
- ΝΤΑΦΗΣ,Σ., 1986. Δασική οικολογία. Εκδόσεις Γιακούδη - Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, 443 σελ.
- ODUM,E.P.,1971. Fundamentals of ecology. Third Edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, 574 pp.
- ΠΑΠΑΜΙΧΟΣ,Ν.Θ.,1990. Δασικά Εδάφη (Σχηματισμός, Ιδιότητες, Συμπεριφορά). Έκδοση Β'. Θεσσαλονίκη, 414 σελ.
- ΡΟΥΣΣΑΣ,Γ.ΓΡ.,1994. Θεωρία πιθανοτήτων. Β' Έκδοση. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, 313 σελ.
- ΣΟΥΛΗΣ,Ν.Β.,1994. Το κλίμα της Ηπείρου. Ιωάννινα, 216 σελ.
- ΤΖΙΟΒΑΡΑΣ, Ε.Ζ. και Λ.Δ. ΑΠΑΤΣΙΔΗΣ.,1996. Πρότυπο δείκτη ποιότητας και σύστημα ποιότητων τόπου για τα δάση της τραχείας μας Πεύκης. Δασική Έρευνα (υπό δημοσίευση).

## Πρότυπο δείκτη ποιότητας και σύστημα ποιοτήτων τύπου για δασοσυστάδες Κυπαρισσιού (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* Gord)

Α.Δ. Απατσίδης<sup>1</sup> και Γ. Μπρόφας<sup>1</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πλαίσιο του υποπρογράμματος για το κυπαρίσσι του ερευνητικού προγράμματος “Κατάρτιση πολυμερών ογκομετρικών και προσανυξητικών πινάκων για τα κύρια δασοπονικά είδη της χώρας μας” μέσα στο φυσικό χώρο εξάλπωσης του κυπαρισσιού εγκαταστάθηκαν 66 Δοκιμαστικές Επιφάνειες (ΔΕ). Σε κάθε ΔΕ μετρήθηκαν τα ύψη έξι (6) δένδρων και η στηθαία τους ηλικία. Από το συνολικό αριθμό των δένδρων πάρθηκαν μόνο τα στοιχεία από τα δένδρα του ανωρόφου που είχαν αναπτυχθεί δαφυλά και έτσι δημιουργήθηκε το ερευνητικό υλικό.

Το υλικό αυτό, με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, επέτρεψε να προσδιορισθεί η εξίσωση:

$$H_0 = \text{EXP}(3.273228-32.51226/A)$$

(Όπου  $H_0$  = ανώτερο ύψος, m και A = στηθαία ηλικία, έτη).

Από την εξίσωση αυτή προέκυψε το πρότυπο

$$\Delta\text{ΠΤ}_{60} = H_0/1.7192205 (\text{EXP} (-32.51226/A))$$

(Όπου  $\Delta\text{ΠΤ}_{60}$  = δείκτης ποιότητας τύπου στη στηθαία ηλικία 60 ετών).

Με βάση το πρότυπο αυτό έχει κατασκευαστεί σύστημα ποιοτήτων τύπου υπό μορφή Διαγράμματος και Πίνακα.

Με το πρότυπο αυτό και το σύστημα ποιοτήτων τύπου, μπορεί να εκτιμηθεί ο δείκτης ποιότητας τύπου και να καθορίζεται η ποιότητα τύπου δάσους κυπαρισσιού πάνω σε νανώδη, μικρή, μέτρια, μεγάλη πολύ μεγάλη ή πελώρια επιφάνεια, με την εξεύρεση του ανωτέρου ύψους και της στηθαίας του ηλικίας, κατά ένα αξιόπιστο τρόπο

Το πρότυπο αυτό επέτρεψε να γίνει σύγκριση με τα αντίστοιχα πρότυπα για την τραχεία και χαλέπιο πεύκη, τα οποία έχουν προσδιορισθεί από άλλους ερευνητές σε προγενέστερο χρόνο.

Η σύγκριση αυτή έδειξε πως το κυπαρίσσι είναι στις μικρές ηλικίες βραδυναξέστερο είδος και στις μεγάλες ταχυναξέστερο από την τραχεία και χαλέπιο πεύκη.

**Λέξεις κλειδιά:** Ανώτερο ύψος, στηθαία ηλικία, ανομορφική μέθοδος, κυπαρίσσι, τραχεία και χαλέπιος πεύκη.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### Τόπος - Ποιότητες Τύπου - Γνωρίσματα - Διακρίσεις

Για τη δασοπονία, ως εφαρμογή της δασολογικής επιστήμης, ως εφαρμοσμένη οικολογία, ως επιστημονική και ορθολογική εκμετάλλευση του φυσικού περιβάλλοντος, ως λελογισμένη διαχείριση των δασών, ως κλάδο της εθνικής οικονομίας, η γνώση του τύπου έχει μεγάλη και κεφαλαιώδη σημασία (Απατσίδης 1985, 1989).

Λέγοντας τόπο ή σταθμό εννοούμε το φυσικό δασικό τόπο, ο οποίος αποτελεί τον υπέργειο και υπόγειο βιοχώρο του δάσους. Μέσα σ' αυτόν το χώρο το δάσος γεννιέται, ζει, αναπτύσσεται και πεθαίνει με δεδομένα τη θέση, κλίμα και έδαφος και κάτω από τη συνεχή και ταυτόχρονη επίδραση όλων των βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων του περιβάλλοντος και της γενετικής ιδιοσυστασίας των μελών του (Απατσίδης 1985, 1992), Απατσίδης και Τζιοβάρδας 1994).

Ο τόπος, ως μια περισσότερο ή λιγότερο ομοιογενής επιφάνεια όσον αφορά έδαφος, τοπογραφία, έκθεση και κλίμα πάνω στον οποίο ένας σχετικά ομοιογενής τύπος δάσους μπορεί να ευδοκιμεί (Spritt και Barnes

<sup>1</sup> ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.-Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων

1980), εκφράζει το συνολικό οικολογικό περιβάλλον και δίνει το πραγματικό μέτρο της παραγωγικότητας ενός χώρου (Παπαμίχος 1990).

Μιλώντας για ποιότητα τόπου, εννοούμε τη φυσική δυνατότητα του τόπου να δημιουργεί καλλίτερες ή χειρότερες συνθήκες για την αύξηση των φυτών (Παπαμίχος 1990), και ειδικότερα τη διαβάθμιση των τόπων, η οποία φθάνει από τον καλό, μέσω του μετρίου, στον χειρότερο τόπο. Οι ποιότητες τόπου δηλώνουν βαθμούς που εκφράζουν αποδοσιμότητα δασών (Απατσιδής 1985, 1990, Απατσιδής & Τζιοβάρας 1994).

Το δάσος ως βλάστηση μέσω του βιογεωχημικού κύκλου επηρεάζει τις διαδικασίες γένεσης και εξέλιξης των εδαφών των δασικών οικοσυστημάτων (Πολυζόπουλος, 1976). Το δασικό οικοσύστημα με τη συχνή ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών του εδάφους διατηρεί και αυξάνει την παραγωγικότητά του (Παπαμίχος 1990). Γι' αυτό η ποιότητα τόπου είναι ένας χαλαρός όρος που δηλώνει τη σχετική παραγωγικότητα ενός σταθμού για ένα ορισμένο δασοπονικό είδος (Ford-Robertson 1971) και έτσι ο προσδιορισμός της παραγωγικότητας ενός δασικού τόπου γίνεται με αναφορά σε ορισμένο δασοπονικό είδος (Απατσιδής 1985, 1992γ).

Το τελικό αποτέλεσμα της συνεπίδρασης όλων των παραγόντων του τόπου, δηλαδή η συνολική φυτική ύλη που παράγεται στη μονάδα επιφανείας και χρόνου θεωρείται ως ένα έμμεσο μέτρο ποιότητας τόπου. Πλην, όμως, στη δασική πράξη είναι σχεδόν αδύνατος ο ακριβής προσδιορισμός της συνολικής βιομάζας (ρίζες, κορμόξυλο, κλαδοξυλο, κλωνάρια, φύλλα ή βελόνες, φλοιός, άνθη, καρποί, ρητίνη, μανιτάρια, θάμνοι, πόες, γράσσιες κλπ.).

Αυτός είναι ο λόγος για το οποίο κατά τη διάκριση των ποιοτήτων τόπου έχουν χρησιμοποιηθεί και χρησιμοποιούνται ως δείκτες ή μέτρα είτε επιμέρους στοιχεία (γνωρίσματα) της βιογεωκοινότητας (οικοσυστήματος, βιοχώρου) είτε συνδυασμοί τους (Οικονομόπουλος 1931, 1964 και 1968, Κοσσενάκης 1939, Gaiser 1950, Einspahr and McComb 1951, Heiberg and White 1956, Doolittle 1957, Coile and Schumacher 1958, Foster 1959, Myers and Deusen 1960, Panagiotidis 1965, Ντάφης 1966 και 1969, Παναγιωτίδης 1968, Αστέρης και Στάμου 1970, Graney and Ferguson 1991, Μανρομμιάτης 1971, Curtis et al 1974a and 1974b, Χατζηστάθης 1975, Χατζηστάθης και Παπαγεωργίου 1976, Απατσιδής 1977, 1983α, 1985, 1989α, 1990, 1991, 1992α, 1992β και 1992γ, Αναγνωστόπουλος 1979, Παπαμίχος 1979, Παπαμίχος κ.ά. 1979, Αστέρης και Μάτης 1984, Economidou 1987, Απατσιδής και Τζιοβάρας 1994, Μάτης και Διαμαντοπούλου 1995, Απατσιδής κ.ά. 1998).

Το θέμα των ποιοτήτων τόπου παραμένει ανοικτό, γιατί οι τρόποι διάκρισης ποιοτήτων τόπου στηριζόμενοι σε ένα ή περισσότερα γνωρίσματα του βιοχώρου έχουν πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και αδυναμίες πρακτικής εφαρμογής τους (Kurt και Γουδαλάκης 1975, Παπαμίχος 1979, Απατσιδής 1985, 1992α, 1992β και 1992γ, Απατσιδής και Τζιοβάρας 1994, Απατσιδής κ.ά. 1998).

Η δασοπονία, όμως, λειτουργεί και χειριάζεται μέτρα ή δείκτες για να καθορίζει την παραγωγικότητα, αν όχι την απόλυτη, τουλάχιστον τη σχετική, των δασών.

Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιήσουμε συσταδικά γνωρίσματα του βιοχώρου, δηλαδή το ανώτερο ύψος με αναφορά στην ηλικία. Και αυτό γιατί το ανώτερο ύψος είναι η πιο ευαίσθητη συσταδική παράμετρος και η ολιγότερη επηρεαζόμενη από τον χειρισμό των συστάδων (Ralston 1964, Meyer 1953, White 1958, Assman 1959, Prodan 1965, Χατζηστάθης 1975, Απατσιδής 1977, 1985, 1992α, 1992β, Husch et al 1982, Απατσιδής και Τζιοβάρας 1994).

Ηλικία και μάλιστα η σθηθιαία είναι εκείνη που καθορίζεται από τον αριθμό των ετήσιων δακτυλίων των κορμών των δένδρων στο σθηθιαίο τους ύψος (1,3 m). Μετά την επίτευξη του ύψους αυτού τα δασοπονικά είδη ξεπερνούν την περίοδο της αρχικής εγκατάστασης και προσαρμογής στο σταθμό, εκθέτουν τις χαρακτηριστικές τους ικανότητες αύξησης και σταματούν να επενεργούν δυσμενώς πάνω τους έμμεσες ή άμεσες ανθρωπογενείς επιδράσεις, π.χ. βοσκή, διαχειριστική μορφή κλπ. (Husch 1956, Assman 1961, Panagiotidis 1965, Οικονομόπουλος 1967, Απατσιδής 1987, 1992γ).

### **Κυπαρίσσι - Γνωρίσματα (Οικολογικά & Οικονομικά)**

Στις νότιες, νοτιοανατολικές νησιωτικές περιοχές της χώρας μας απαντώνται σήμερα φυσικές συστάδες κυπαρισσιού, αμιγείς ή μεικτές με τραχεία πεύκη και άλλα δενδρώδη και θαμνώδη είδη. Οι συστάδες αυτές αποτελούν απομεινάρια άλλοτε εκτεταμένων δασών που καταστράφηκαν από πυρκαγιές, υπερβόσκηση και άλλες ανθρωπίνες δραστηριότητες (Ζάχαρης 1977, Ρουσόδημος 1995).

Μέσα στις περιοχές αυτές το κυπαρίσσι ξαπλώνεται από το θερμομεσογειακό ως και το ορεινό μεσογειακό

όροφο (Barbero and Quezel 1980, Μαυρομμιάτης 1980, Brofas 1999).

Το άριστο της εξάπλωσής του βρίσκεται στη Ρόδο, Κρήτη και Σάμο (Μουλόπουλος 1938). Στην Κρήτη και στα Δωδεκάνησα σχηματίζει τις ορομεσογειακές διαπλάσεις (Μαυρομμιάτης 1980).

Στην υπόλοιπη χώρα μας το κυπαρίσσι έχει εισαχθεί τεχνητά, όπου σε πολλές περιοχές έχει εγκατασταθεί και αναγεννιέται φυσικά (Ρουσόδημος 1995).

Στη χώρα μας το κυπαρίσσι χρησιμοποιείται ευρέως στην αγροδασοπονία (μεμονωμένα άτομα, λωρίδες συνδενδρίες κλπ.) και ως διακοσμητικό είδος σε πάρκα, δενδροστοιχίες, εκκλησίες, μοναστήρια, νεκροταφεία (Ζάχαρης 1977, Xenopoulos 1990).

Το κυπαρίσσι είναι θερμοβόιο παραμεσόγειο είδος λίγο ανθεκτικότερο από τη χαλέπιο πεύκη στις ταπεινές θερμοκρασίες (-18°). Είναι πολύ ξηρόβιο, αντέχει πολύ τη θερινή ξηρασία, είναι μέτρια φιλόφοτο, λιτοδίαυτο, ιδανικό για αντιανεμικούς φράκτες είδος. Συνήθως είναι λίγο ταξυαυξέστερο από τη χαλέπιο και τραχεία πεύκη. Οι συστάδες του είναι ανθεκτικότερες από τις αντίστοιχες της χαλεπίου και τραχείας πεύκης κατά των πυρκαγιών (Μουλόπουλος 1938, Ντάφης 1986).

Το υποκίτρινο έως κιτρινοκαστανό ευώδες, ομοιογενές, μέσης πυκνότητας ασαπές ξύλο του είναι εξαιρετικό, κατάλληλο για οικοδομική, επιπλοποιία, παρκετοποιία κλπ. (Μουλόπουλος 1938, Παρασκευοπούλου 1987, Ρουσόδημος 1995). Το κυπαρίσσι όπως αναφέρει ο Ρουσόδημος (1995) είναι σπουδαίο δασοπονικό είδος που δεν έτυχε της δέουσας προσοχής.

Το κυπαρίσσι, όμως, τις τελευταίες δεκαετίες έχει προβληθεί από την ασθένεια "έλκος του κυπαρισσιού" που προκαλείται από το μύκητα *Seiridium cardinale*, τόσο στο φυσικό χώρο εξάπλωσής του, όσο και στον τεχνητό και μάλιστα σε μερικά μέρη τα ποσοστά προσβολής έφθασαν από 50% έως 90% (Xenopoulos and Diamandis 1985). Ενώ φαίνεται πως σήμερα βρίσκεται σε ύφεση, αφού η φύση διαθέτει ένα ποσοστό πληθυσμών του ανθεκτικών στην προσβολή του μύκητα (Xenopoulos 1990 και προσωπική επικοινωνία με τον Σ. Ξενοπούλο).

Όπως προκύπτει από όσα έχουν εκτεθεί μέχρις εδώ, το κυπαρίσσι είναι ένα παραμεσόγειο δασοπονικό είδος με δασοπονικό, αγροδασοπονικό, διακοσμητικό και οικολογικό ενδιαφέρον.

Το οικολογικό και οικονομικό (δασοπονικό, αγροδασοπονικό) ενδιαφέρον του κυπαρισσιού επιβάλλει την ανάρθωση και επέκταση των δασών του τόσο στο φυσικό όσο και στον τεχνητό χώρο εξάπλωσής του.

Ένα τέτοιο όμως εγχείρημα, όπως και κάθε λελογισμένη, ορθολογική και αιφοροική διαχείριση δασών, απαιτούν τη γνώση των ποιοτήτων τόπου. Από τα όσα γνωρίζουμε, έως τώρα στη χώρα μας δεν έχει γίνει καμία εργασία για τον προσδιορισμό του δείκτη ποιότητας τόπου και των καθορισμών των ποιοτήτων τόπου για δασοσυστάδες κυπαρισσιού.

Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας μας εργασίας είναι να προσδιορίσουμε εξίσωση-πρότυπο δείκτη ποιότητας τόπου και να κατασκευάσουμε σύστημα ποιοτήτων τόπου υπό μορφή διαγράμματος και πίνακα για τις δασοσυστάδες του εν λόγω δασοπονικού είδους.

## ΥΛΙΚΑ - ΜΕΘΟΔΟΣ

Στα πλαίσια του υποπρογράμματος για το κυπαρίσσι του ερευνητικού προγράμματος κατάρτιση πολυμερών συστημάτων ογκομετρικών και προσαυξητικών πινάκων για τα κύρια δασοπονικά μας είδη, μέσα στο φυσικό χώρο εξάπλωσής του κυπαρισσιού και συγκεκριμένα στην Κρήτη, Ρόδο, Κω, Σύμη, Σάμο και Μήλο εγκαταστάθηκαν 66 δοκιμαστικές επιφάνειες.

Όπως έχουμε πει τα δάση κυπαρισσιού είναι απομεινάρια και έτσι κανείς συνήθως βρίσκει ενώσεις του (ομάδες, λόγχες, συστάδες) διάσπαρτες στο χώρο αμιγείς ή σε μίξη και συνήθως ανομήλικες. Γι' αυτό η εγκατάσταση των δοκιμαστικών επιφανειών έγινε με αναζήτηση τέτοιων ενώσεων με κριτήρια το υψόμετρο, τις εκθέσεις, το βαθμό εδαφοκάλυψης και τις διαστάσεις των δένδρων τους. Συστάδες, που είχαν διαμέτρους των δένδρων τους κάτω από 10 cm, δεν επιλέγονταν, αφού ως ελάχιστη μετρούμενη διάμετρο έχουμε καθορίσει τα 10 cm. Επίσης, συστάδες που είχαν εδαφοκάλυψη μικρότερη από το 27% αποκλείονταν από την επιλογή, αφού από 27% και πάνω εδαφοκάλυψη χαρακτηρίζεται μια επιφάνεια ως δάσος (Απατσιδής 1983β). Σε κάθε δοκιμαστική επιφάνεια διαλέγαμε δύο δένδρα έτσι ώστε να παίρνουμε δύο σειρές δένδρων ανεξάρτητες μεταξύ τους και έπειτα κατά τυχαίο τρόπο και συγκεκριμένα με τη ρύψη ενός νομίσματος επιλέγαμε μεταξύ των δύο το δένδρο από το οποίο αρχίζαμε να αριθμούμε 5 δένδρα από το ένα προς το πλησιέστερο του άλλου κ.ο.κ.

Πίνακας I.  
Table I.  
ΔΕΔΟΜΕΝΑ - DATA

KH	n	A <sub>1,3</sub>	H <sub>o</sub>	Παρατηρήσεις
1	2	3	4	5
20	14	22.07	6.75	Σn = N=385 $\bar{H}_o = 14.84$ $S_o = 5.791$ $CV = S_o/\bar{H}_o = 0.39$
30	25	30.60	8.86	
40	49	41.16	11.24	
50	81	50.22	13.80	
60	71	61.00	15.74	
70	52	70.25	16.66	
80	33	80.91	16.61	
90	27	90.81	18.90	
100	13	99.77	19.15	
110	11	109.73	22.30	
120	7	122.14	20.36	
130	2	145.50	24.01	

- KH = Κλάσεις Ηλικίας, έτη - Age Classes, years  
n = Συχνότητα (Αριθμός Παρατηρήσεων) - Frequency (Number of Observations)  
A<sub>1,3</sub> = Μέση ηλικία, έτη - Average Age at BH, years.  
 $\bar{H}_o$  = Μέσο Ανώτερο Ύψος, m - Average Dominant Height, m.  
S<sub>o</sub> = Τυπική Απόκλιση Ανώτερων Ύψών, m - Standard Deviation of Dominant Heights, m.

και ένα έκτο το χονδρότερο γύρω από τη σειρά αυτών των δέντρων. Με τον τρόπο αυτό επιδιώξαμε να εξασφαλίσουμε όσο ήταν δυνατό μεγαλύτερο εύρος διαμέτρων, υψών και ηλικιών.

Σε κάθε δένδρο γινόντουσαν μια σειρά μετρήσεων και για την απόκτηση των δεδομένων της παρούσης εργασίας, για κάθε δένδρο προσδιορίσαμε τη στηθαία του ηλικία με τη λήψη τρυπανιδίου από το στηθαίο ύψος, μετρήσαμε το ύψος του δύο φορές, μια φορά με τη χρήση κλισιμέτρου και την άλλη με ρελασκόπιο και χαρακτηρίσαμε, σύμφωνα με το σύστημα της IUFRO, την κοινωνική του τάξη (Leibungut 1970).

Από το συνολικό αριθμό δένδρων που μετρήσαμε, πήραμε μόνο τα δένδρα του ανωρόφου που είχαν αναπτυχθεί δαφυλά (Leibungut 1970). Τα δένδρα αυτά αντικατοπτρίζουν και αντανακλούν την παραγωγική ικανότητα της ναυόδου επιφάνειας που κατέχουν και συνεπώς το ύψος τους και η στηθαία τους ηλικία μπορούν να εκληφθούν ως ανώτερο ύψος και ως στηθαία ηλικία της ναυόδου συστάδας (επιφανείας) (Απατσιδης 1991).

Επειδή τόσο ο γραμμικός συντελεστής συναφείας των Bravais-Pearson όσο και ο συντελεστής συναφείας ρ του Spearman (Κασσωπάκης 1998) των δύο τρόπων υψομέτρησης των δένδρων είναι πολύ υψηλοί (0.9889 και 0.9882 αντιστοίχως, υπάρχει δηλαδή πολύ υψηλή συνάφεια μεταξύ των δύο αυτών τρόπων υψομέτρησης), καθορίσαμε ως ύψος κάθε δένδρου το μέσο όρο των δύο αυτών μετρήσεων και έτσι δημιουργήσαμε το ερευνητικό μας υλικό που φαίνεται στον Πίνακα I.

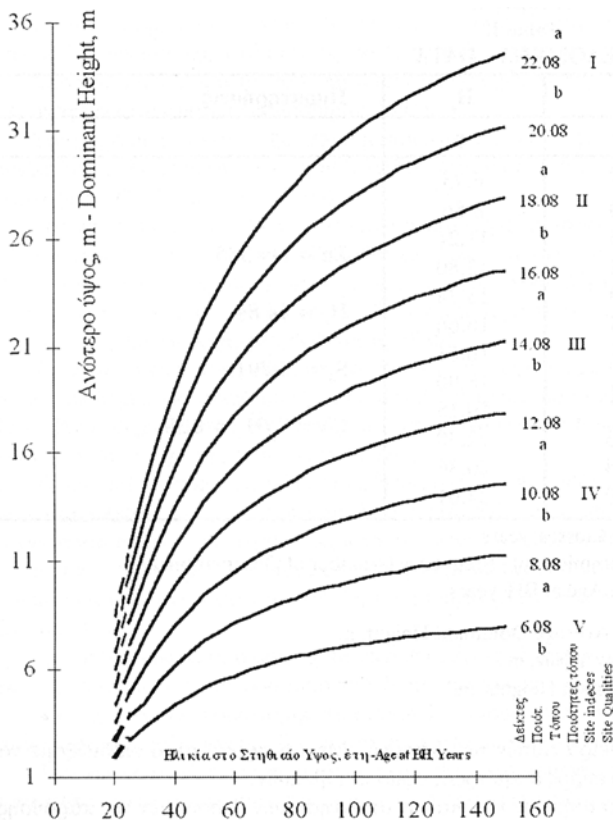
Το εύρος των επιμέρους ηλικιών και υψών κυμαίνεται από 16 έως 157 έτη και από 4.28 μέχρι και 34.87 m, αντίστοιχα.

Το υλικό του Πίνακα I μας επιτρέπει με τη μέθοδο των ελάχιστων τετραγώνων να προσδιορίσουμε τους παλινδρομητές (συντελεστές παλινδρομησης) της εξίσωσης:

$$H_o = EXP(a + b/A)$$

όπου H<sub>o</sub> = ανώτερο ύψος σε m, και A=στηθαία ηλικία σε έτη.

Η μορφή αυτής της εξίσωσης έχει χρησιμοποιηθεί και από άλλους ερευνητές (Schumacher 1939, Stage 1963, McGee and Clutter 1967, Tennet and Burkhan 1981, Keogh 1982, Borderse 1984, Lappi 1991, Απατσι-



**Διάγραμμα 1:** Συστήματα Ποιοτήτων και Δεικτών Ποιότητας Τόπου στην Ηλικία των 60 ετών για δάση κυπαρισσιού  
**Diagram 1:** Site Quality and Site Index Systems in Age of 60 Years for Cypress forests

προσδιορισμένη μορφή:

$$H_0 = 1.7192205 (\Delta\text{Π}\tau_{60}) (\text{EXP} (-32.51226/A)) \quad (3)$$

Έχει επιλεγεί η ηλικία των 60 ετών για να μπορεί να γίνεται σύγκριση με τους δείκτες ποιότητας τόπου και των άλλων δύο παραμεσόγειων κωνοφόρων, χαλεπίου και τραχείας πεύκης, που για τα αντίστοιχά τους πρότυπα ο Απατσιδής και ο Τζιοβάρας (1994) και ο Τζιοβάρας και ο Απατσιδής (1996) έχουν προκαθορίσει αυτή την ηλικία ( $\alpha=60$ ).

Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των 385 επιμέρους ανωτέρων υψών βρέθηκε να έχουν τις τιμές 14,84 m και 5.791 m αντίστοιχα και έτσι ο συντελεστής διακύμανσής τους υπολογίζεται να είναι  $U=S_0/H_0 = 0.39$  (Στήλη 5 Πίν. I).

Πηγαίνοντας στον πίνακα κατανομής t του Student με βαθμούς ελευθερίας  $V=N-1=385-1=384$  και επίπεδο σημαντικότητας 5%, αποκτούμε μία τιμή  $k=t=1,96$  και από την εξίσωση (1) θέτοντας  $A=60$ , παίρνουμε την τιμή  $H_0 = \Delta\text{Π}\tau_{60} = 15.35$  m και έτσι υπολογίζουμε ένα ημιδιάστημα με τον τύπο  $E=KU(\Delta\text{Π}\tau_{60}) = (1.96)(0.39)(15.35) = 11,73354 \sim 12$  m

Με τις οριακές τιμές 15,35+12,00 και 15,35-12,00 ως δείκτες ποιότητας τόπου και χρησιμοποιώντας την εξίσωση (πρότυπο) (3) υπολογίσαμε τις οριακές τιμές για κάθε κλάση ηλικίας. Βάζοντας τις τιμές αυτές στο

δης 1990, 1992γ, Furnival et al 1990, Απατσιδής και Τζιοβάρας 1994, Τζιοβάρας και Απατσιδής 1996, Απατσιδής και Χριστοδούλου 1996 κ.ά.).

Η κατασκευή του συστήματος των ποιοτήτων τόπου μπορεί να γίνεται με δύο μεθόδους, την αναμορφική και την πολυμορφική μέθοδο (Ντάφης 1966, Αναγνωστόπουλος 1979 και Erashan 1982). Στην προκειμένη εργασία αυτή θα γίνει με την αναμορφική μέθοδο.

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Προσδιορίσαμε με τη μέθοδο των ελάχιστων τετραγώνων, για τα ανώτερα ύψη, το πρότυπο (εξίσωση):

$$H_0 = \text{EXP} (3.273228-32.51226/A) \quad (1)$$

( $N = 385$ ,  $SD \% = 4.59$ ,  $R = 0.9803$ ; Αριθ. Βαθμίδων  $G = 12$ )

Παίρνοντας υπόψη μας το πρότυπο αυτό και γνωρίζοντας το δείκτη ποιότητας τόπου μιας προκαθορισμένης ηλικίας  $\alpha$  ( $\Delta\text{Π}\tau_\alpha$ ) πολύ εύκολα αποδεικνύεται (Απατσιδής 1990, Παράρτημα "B") πως το ανώτερο ύψος  $H_0$  μιας συγκεκριμένης συστάδας στηθιαίας ηλικίας  $A$  ετών μπορεί να εκτιμάται με το πρότυπο:

$$H_0 = (\Delta\text{Π}\tau_\alpha) (\text{EXP} (-32.51226 (1/A - 1/\alpha))) \quad (2)$$

προκαθορίζοντας την τιμή του  $\alpha=60$  έτη, το πρότυπο (2) αποκτά την ακόλουθη

**Πίνακας II.** Για ένταξη συστάδων κυπαρισσιού σε Ποιότητες Τόπου

**Table II.** For placement of cypress stands in Site Qualities

Ποιότητες Τόπου - Site Qualities									
I		II		III		IV		V	
a	b	a	B	a	b	a	b	a	b
$\Delta\Pi\Gamma_{60} \geq$	$>\Delta\Pi\Gamma_{60} \geq$	$>\Delta\Pi\Gamma_{60} \geq$	$>\Delta\Pi\Gamma_{60} \geq$	$>\Delta\Pi\Gamma_{60} \geq$	$>\Delta\Pi\Gamma_{60} \geq$	$>\Delta\Pi\Gamma_{60} \geq$	$>\Delta\Pi\Gamma_{60} \geq$	$>\Delta\Pi\Gamma_{60} \geq$	$>\Delta\Pi\Gamma_{60}$
24.95	22.55	20.15	17.75	15.35	12.95	10.55	8.15	5.75	

$\Delta\Pi\Gamma_{60}$  = Δείκτης Ποιότητας Τόπου στη Σηθιαία Ηλικία των 60 Ετών - Site Index at the age of 60 years above the breast height

Για τον καθορισμό του δείκτη ποιότητας τόπου σε μια προκαθορισμένη ηλικία  $a$ , στην περίπτωση μας στα 60 έτη,

$\Delta\Pi\Gamma_{60}$ , γίνεται χρήση του τύπου:

$$\Delta\Pi\Gamma_{60} = H_0 / 1.7192205 (\text{EXP}(-32.51226/A))$$

To determine the Site Index at a preappointed age, in this case, in 60 years,  $SI_{60}$ , there is used the formula:

$$SI_{60} = H_0 / 1.7192205 (\text{EXP}(-32.51226/A))$$

Όπου (Where):

$H_0$  = Το ανώτερο ύψος μιας συστάδας ή μιας δοκιμαστικής επιφάνειας ( $\Delta E$ ), m - The dominant height of a stand, m.

$A$  = Η ηλικία της συστάδας ή της  $\Delta E$  στο σηθιαίο ύψος, έτη - The age of the stand, years.

$\text{EXP}$  = Η βάση  $e$  των φυσικών ή νεπέρειων λογαρίθμων στη δύναμη - The base  $e$  of natural logarithms at the power.

διάγραμμα του φάσματος των 385 τιμών των ανωτέρων υψών ως προς την ηλικία, διαπιστώσαμε πως μόνο τρεις τιμές του φάσματος ήταν έξω από τα όρια αυτά. Δηλαδή πιθανότητα  $3(100)/385 = 300/385 = 0,778 \approx 0,8\%$ , πολύ μικρή, που μας παρέχει τη δυνατότητα να δεχθούμε το ημιδιάστημα των 12 m.

Ύστερα από την αποδοχή αυτή καθορίζοντας για τους δείκτες ποιότητας τόπου των 60 ετών εύρος 4,80 m για πέντε βαθμίδες και 2,40 για δέκα βαθμίδες ποιοτήτων τόπου και χρησιμοποιώντας το πρότυπο (3) εκτιμήσαμε τις οριακές τιμές για κάθε κλάση ηλικίας και για κάθε βαθμίδα ποιότητας τόπου. Με τις τιμές αυτές φτιάξαμε το Διάγραμμα της Εικ. 1 και με τις οριακές τιμές των βαθμίδων ποιοτήτων τόπου στην 60 κλάση ηλικίας του Πίνακα II, κρατώντας ανοικτές τις ακραίες βαθμίδες των ποιοτήτων τόπου.

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά τον προσδιορισμό της μέσης υψοκαμπύλης των ανωτέρων υψών επιλέξαμε a priori και όχι a posteriori τη μορφή της εκθετικής εξίσωσης  $H_0 = \text{EXP}(a+b/A)$  όχι μόνο γιατί αυτή η μορφή αποδίδει καλύτερα τη φυσιολογική πορεία αύξησης του ύψους των δένδρων, δεν μεσουρανεί και τείνει ασυμπτωματικά προς κάποια μέγιστη τιμή, αλλά και γιατί έχει χρησιμοποιηθεί και για άλλα δασοπονικά μας είδη (Απατσίδης 1990 και 1992γ, Απατσίδης και Τζιοβάρας 1994, Τζιοβάρας και Απατσίδης 1996), πράγμα το οποίο διευκολύνει τη σύγκριση μεταξύ των ειδών.

Τώρα λύνοντας την εξίσωση-πρότυπο (3) ως προς το δείκτη ποιότητας τόπου, αποκτούμε το πρότυπο:

$$\Delta\Pi\Gamma_{60} = H_0 / 1.7192205 (\text{EXP}(-32.51226/A)) \quad (4)$$

Το πρότυπο (4) μας επιτρέπει να υπολογίσουμε το δείκτη ποιότητας μιας συστάδας κυπαρισσιού (και πιο συγκεκριμένα ενός δάσους κυπαρισσιού πάνω σε νανώδη, μικρή, μέτρια, μεγάλη, πολύ μεγάλη ή πελώρια επιφάνεια), όταν κατά ένα αξιόπιστο τρόπο εκτιμήσουμε το ανωτέρω της ύψος ως το μέσο όρο των εκατό (100) υψηλότερων της δένδρων και τη σηθιαία της ηλικία. Έτσι, αν και το ανώτερο ύψος μιας συστάδας κυπαρισσιού είναι 17,5 m και η σηθιαία της ηλικία 80 έτη, τότε ο δείκτης ποιότητας τόπου της, που εκτιμάται χρησιμοποιώντας το πρότυπο (4), είναι 15.28 m. Επειδή ο δείκτης αυτός είναι μικρότερος από 15.35 και μεγαλύτερος από 12.95, η ποιότητα τόπου της συστάδας αυτής είναι III<sub>b</sub>, όπως προκύπτει από τον Πίνακα II. Το διάγραμμα της Εικ. 1 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια πρώτη ταχύτερη ένταξη των συστάδων σε ποιότητες τόπου και κυρίως σε in situ περιπτώσεις.

Το πρότυπο (4) μπορεί να αποτελέσει βασική υποδομή για τυχόν κατάρτιση Πινάκων Παραγωγής για δάση

**Πίνακας III.** Εκτιμημένες (υπολογισμένες) τιμές ορισμένων χαρακτηριστικών σημείων των μέσων καμπυλών των ανωτέρων υψών των δασοπονικών ειδών κυπαρισσιού, χαλέπιου και τραχειάς πεύκης

**Table III.** Estimated values of stated characteristic points of the mean curves of the dominant heights for cypress, calabrian and aleppo pine timber species in Greece

Ενδείξεις - Indications	ΧΠ	ΤΠ	ΚΠΑ
1	2	3	4
Ηλικία μεσουράνησης καμπύλης ανωτέρου ύψους, έτη Culmination Age of dominant height curve, year	3.16	6.85	16.26
Ηλικία ίδιου ετήσιου ρυθμού αύξησης ανωτέρων υψών Age of same annual rate of dominant height growth:			
ΧΠ με ΤΠ, έτη - ΧΠ with ΤΠ, years		7.46	—
ΧΠ με ΚΠΑ, έτη - ΧΠ with ΚΠΑ, years		—	12.12
ΤΠ με ΚΠΑ, έτη - ΤΠ with ΚΠΑ, years	—		16.01
Ηλικία απόκτησης του ίδιου ανωτέρου ύψους Age of obtaining the same dominant height:			
ΧΠ και ΤΠ, έτη - ΧΠ and ΤΠ, years		34.30	—
ΧΠ και ΚΠΑ, έτη - ΧΠ and ΚΠΑ, years		—	50.06
ΤΠ και ΚΠΑ, έτη - ΤΠ and ΚΠΑ, years	—		61.09
Ανώτερο ύψος στην ηλικία A=20 ετών, m Dominant height at the age A=20 years old, m	11.41	9.78	6.20
Ανώτερο ύψος στην Ηλικία A=60, δηλαδή ΔΠΤ <sub>60</sub> , m Dominant height at the age A=60, m	14.08	15.44	15.35
Ανώτερο ύψος όταν A8, δηλαδή απόλυτος ΔΠΤ, m Dominant height when A 8, namely absolute ΔΠΤ, m	15.64	19.40	26.40

Όπου - Where:

- ΧΠ = χαλέπιος πεύκη - Aleppo Pine  
 τπ = τραχειά πεύκη - Calabrian Pine  
 ΚΠΑ = κυπαρίσι - Cypress  
 ΔΠΤ = Δείκτης ποιότητας τόπου, m - Site index, m  
 ΔΠΤ<sub>60</sub> = Δείκτης ποιότητας τόπου στην ηλικία 60 ετών  
 Site index at the age of 60 years old, m.

κυπαρισσιού.

Ο δείκτης ποιότητας τόπου μας επιτρέπει να συγκρίνουμε μεταξύ τους ακόμη και συστάδες που ανήκουν στην ίδια ποιότητα τόπου, να τον συσχετίσουμε με άλλα μεγέθη, π.χ. με το βάθος του εδάφους, το διαθέσιμο νερό, το δείκτη υγρασίας κλπ. (Απατσίδης 1977 και 1989).

Επίσης ο δείκτης ποιότητας τόπου παρέχει τη δυνατότητα να εκφράζει κανείς ποσοτικά την επίδραση του σταθμού πάνω στην ξήρανση δένδρων, στην προσβολή τους από έντομα, ασθένειες κλπ., να καθορίζει την επίδραση των εδαφικών και τοπογραφικών παραγόντων και γενικά των παραγόντων του περιβάλλοντος πάνω στην παραγωγική ικανότητα των δασών (Απατσίδης 1991 και Απατσίδης κ.ά. 1998).

Για να μπορεί κανείς να συγκρίνει το κυπαρίσι με τα άλλα δύο παραμεσόγειά μας κωνοφόρα, χαλέπιο και τραχειά πεύκη, πρέπει να έχει της ίδιας με το κυπαρίσι μορφή πρότυπο καμπύλης μέσων ανωτέρων υψών.

Πραγματικά, ο Απατσίδης και ο Τζιοβάρας (1994) και ο Τζιοβάρας και Απατσίδης (1996) έχουν προσδιορίσει τα πρότυπα  $H_0 = \text{EXP}(2.75006-6.315464/A)$  και  $H_0 = \text{EXP}(2.965478-13.70504/A)$  για την χαλέπιο και τραχειά πεύκη αντίστοιχα.

Η σύγκριση απαιτεί να εκτιμηθούν-υπολογιστούν τιμές κάποιων χαρακτηριστικών σημείων των καμπυλών



των μέσων ανωτέρων υψών.

Για τις καμπύλες της γενικής μορφής  $H_0 = \text{EXP}(a + b/A)$  εύκολα αποδεικνύεται πως:

- α. Η ηλικία μεσουράνησης του ετήσιου ρυθμού αύξησης των μέσων ανωτέρων υψών υπολογίζεται με τον τύπο:  $A = -b/2$ .
- β. Μεταξύ δύο ειδών 1 και 2, η ηλικία απόκτησης του ίδιου ύψους και του ίδιου ετήσιου ρυθμού δίνεται αντίστοιχα από τους τύπους:  $A = (b_1 - b_2) / (a_2 - a_1)$  και  $A = (b_1 - b_2) / [(a_2 - a_1) + (1 - b_2) - 1(-b_1)]$ .

Χρησιμοποιώντας αυτούς τους τύπους και τα πρότυπα για τις καμπύλες των μέσων ανωτέρων υψών κυπαρισσιού, τραχείας και χαλέπιου πεύκης δημιουργήσαμε τον Πίνακα III. Από τον Πίνακα III προκύπτουν:

- α. Η χαλέπιος πεύκη στις μικρές ηλικίες είναι ταχυσυετώτερη από την τραχεία και το κυπαρίσσι και στις μεγάλες βραδυαυξέστερη.
- β. Η τραχεία πεύκη απέναντι στο κυπαρίσσι έχει την ίδια συμπεριφορά με την χαλέπιο πεύκη.
- γ. Στους συνήθεις περιόρους χρόνους από άποψη παραγωγικής ικανότητας το κυπαρίσσι δεν διαφέρει σχεδόν καθόλου από την τραχεία πεύκη (Δείκτες Ποιότητας Τόπου στην ηλικία των 60 ετών 15.35 m και 15.44 m αντίστοιχα). Και τα δύο αυτά είδη έχουν μια ελαφριά υπεροχή στην παραγωγική τους ικανότητα απέναντι στην χαλέπιο πεύκη ( $\Delta\text{ΠΤ}_{60} = 14.08$  m).
- δ. Το κυπαρίσσι σε προχωρημένη ηλικία διατηρεί ένα σχετικά υψηλότερο ρυθμό αύξησης απ' ό,τι η χαλέπιος και η τραχεία πεύκη, και η τραχεία από τη χαλέπιο (απόλυτοι  $\Delta\text{ΠΤ}$  26.40, 19.40 και 15.64 m για κυπαρίσσι, τραχεία και χαλέπιο πεύκη αντίστοιχα).
- ε. Οι απόλυτοι δείκτες ποιότητας τόπου των ειδών αυτών αντανακλούν την οριζόντια και κατακόρυφη και μάλιστα σαφέστερα την κατακόρυφη εξάπλωσή τους (Ντάφης 1973, Μαυρογιάννης 1980). Αυτό θα έπρεπε να το περιέμενε κανείς, αν το δείγμα του ήταν επαρκές και αντιπροσωπευτικό, αφού ο δείκτης ποιότητας τόπου εκφράζει τη συνισταμένη των επιδράσεων των κλιματικών και εδαφικών παραγόντων και γενικότερα των περιβαλλοντικών συνθηκών.

Βλέπουμε, λοιπόν, πως το κυπαρίσσι είναι ένα σπουδαίο δασοπονικό είδος και μαζί με τη χαλέπιο και τραχεία πεύκη αποτελούν τα σπουδαιότερα παραμεσόγεια κωνοφόρα της χώρας μας.

## Site Index and Site Quality systems for Cypress Forest in Greece

L.D. Apatsidis<sup>1</sup> and G. Brofas<sup>1</sup>

### Summary

Sixty six sampling plots covering the natural distribution of *Cupressus sempervirens* in Greece, were established during the implementation of the "Construction of multimeric volume and increment tables for main timber species in Greece", programme. In each plot the dominant height and the age at breast height were measured for trees of the upper-storey.

A regression of the form  $Y = \text{EXP}(B_0 + B/A)$  was calculated with the least square method giving the dominant height ( $H_0$ ) from the age at breast height ( $A$ ) as follows:

$$H_0 = \text{EXP}(3.273228 - 32.51226/A)$$

(where:  $H_0$  = dominant height, m, and  $A$  = the age at the breast height).

Based on this equation the following model was obtained:

$$SI_{60} = H_0 / 1.7192205 (\text{EXP}(-32.51226/A))$$

(where:  $SI_{60}$  = site index at breast height age of 60 years, m).

Relying on this model a site quality system in form of a diagram and a table has been constructed.

Which allows for determination of the site (from very small to very large areas). It also facilitates comparisons with similar existing models for black and Aleppo pines. Cypress height growth is slower when young and faster in older age than both the above pines.

**Key words:** Dominant height, Age at breast height, anamorphic method, Calabrian and Aleppo pine.

<sup>1</sup> NAGREF, Forest Research Institute, Terma Alkmanos, 11528, Athens

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Αναγνωστόπουλος, Κ., 1979. Ενας νέος τρόπος εκτίμησης του δείκτη ποιότητας τόπου. Γεωτεχνικά, 1: 21-31.
- Απασιδής, Λ.Δ., 1977. Φυσική αναγέννηση μαύρης πεύκης. Διδακτορική διατριβή. Αθήνα, 91 σελ.
- Απασιδής, Λ.Δ., 1983α. Προσδιορισμός δείκτη ποιότητας τόπου για τα Ελατοδάση μας. Δασικά Χρονικά, 10-11: 463-464.
- Απασιδής, Λ.Δ., 1983β. Φυτοκοινωνιολογική ερμηνεία των ορισμών δάσους και δασικής έκτασης του Ν. 998/1979 και πρακτική εφαρμογή της. Δασική Έρευνα, 2,(IV): 145-164.
- Απασιδής, Λ.Δ., 1985. Συστήματα ποιοτήτων και δεικτών ποιότητας τόπου για τη μαύρη μας πεύκη. Δασική Έρευνα, 1(VI): 5-20.
- Απασιδής, Λ.Δ., 1987. Η επίδραση της βροχής στα Ελατοδάση μας και στη διάβρωση του εδάφους. Δασική Έρευνα, 1(VIII): 39-54.
- Απασιδής, Λ.Δ., 1989α. Δασοκομία και διαχείριση των δασών της Οξυάς μας, σελ. 83-111. Πρακτικά Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου "Βελτίωση της παραγωγικότητας στην Ελληνική Δασοπονία", Δράμα, 4-6 Οκτ., 1989.
- Απασιδής, Λ.Δ., 1989β. Η δασοπονία μας. Δασικά Χρονικά, 1-12: 50-59.
- Απασιδής, Λ.Δ., 1990. Ανακατάρτιση των δεκαμερών συστημάτων ογκομετρικών και προσυαυξητικών πινάκων της Ελάτης και της μαύρης πεύκης και των συστημάτων ποιοτήτων τόπου αυτών και της Οξυάς μας, σελ. 309-339. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου "Δασοπονία και Περιφερειακή Ανάπτυξη", Καρπενήσι, 7-9 Νοεμ., 1990.
- Απασιδής, Λ.Δ., 1991. Μια νέα τεχνική εκτίμησης δεικτών ποιότητας τόπου Δασών (Σύγκριση δύο τεχνικών). Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π. του ΑΠΘ, ΛΔ/3/27: 1809-1821.
- Απασιδής, Λ.Δ., 1992α. Πρότυπο για εκτίμηση ξυλαποθέματος, προσυαυξης και δείκτη ποιότητας τόπου Δρυοδασών στη Νότια Ελλάδα, σελ. 379-385. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου "Έρευνα και Δασική Πράξη", Καλαμάτα, 4-6 Μαρτ., 1992.
- Απασιδής, Λ.Δ., 1992β. Απάντηση σε ερώτηση συνέδρου (Γ. Νάκου), σελ. 442. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Δασολογικού συνεδρίου "Έρευνα και Πράξη στα Ελληνικά Δάση", Καλαμάτα, 4-6 Μαρτ., 1992.
- Απασιδής, Λ.Δ., 1992γ. Συστήματα δείκτη ποιότητας και ποιοτήτων τόπου για τη Δρυ μας. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π. του ΑΠΘ, ΛΕ/2:881-895.
- Απασιδής, Λ.Δ. και Τζιοβάρας, Ε.Ζ., 1994. Πρότυπο δείκτη ποιότητας και σύστημα ποιοτήτων τόπου για τα δάση της χαλεπίου μας πεύκης. Δασική Έρευνα (υπό δημοσίευση).
- Απασιδής, Λ.Δ., Ρέπας, Α.Η., και Ζιάγκας, Ε.Χ., 1998. Εκτίμηση δείκτη ποιότητας τόπου με εδαφικά και τοπογραφικά χαρακτηριστικά μέσα στην υποζώνη μαύρης πεύκης (Pinion nigrae) στην Κεντρική Πίνδο. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π. Α.Π.Θ., Τόμος προς τιμή του καθηγητού κ. Ν. Παπαμίχου (υπό δημοσίευση).
- Απασιδής, Λ.Δ. και Χριστοδούλου, Α. Πρότυπο για εκτίμηση στατικών και δυναμικών στοιχείων δασοσυστάδων τραχείας πεύκης Κύπρου. Στα πλαίσια διακρατικής συνεργασίας υπό μορφή έκθεσης υποβλήθηκε στο Υπουργείο Γεωργίας Ελλάδος και Γεωργίας και Φυσικού Περιβάλλοντος της Κύπρου, 12 σελ.
- Assman, E., 1959. Hohenbonitat und Wikliche Ertragsleistung. Fw.Cbl H 1/2.
- Assman, E., 1961. Waldertragslehre. BLM Munchen.
- Αστέρης, Κ. και Μάτης, Κ., 1984. Δυνατότητα εκτίμησης ποιότητας τόπου συστάδων μαύρης πεύκης με τη βοήθεια της ετήσιας προσυαυξης ύψους. Δασικά Χρονικά, 2-3: 30-38.
- Αστέρης, Κ. και Στάμου, Ν., 1970. Καθορισμός ποιοτήτων τόπου ομήλικων συστάδων. Το Δάσος, 48: 20-26.
- Barbero, M. and Quezel, P., 1980. La Vegetation Forestiere de Crete. Ecologia Mediterranea, No 5.
- Borders, B.E., Bailey R.L. and Ware K.D., 1994. Slash Pine site index from a polymorphic model by joining (splining) nonpolynomial segments with an algebraic difference method. Forest Science 30(2): 411-423.
- Brofas, G., 1999. Variabilite dans les peuplements naturels et naturalises du cypress (Cypressus sempervirens,

- L.) en Grece. Colloque educatif pour la valorisation du cypress dans la region Mediterraneane 15-21 Mars 1999 Florens. Italy p.p.1-9.
- Coile, T.S. and Schumacher, F.X., 1958. Relation of soil properties to site index of loblolly and shortleaf Pines in the Piedmont Region of the Carolina, Georgia and Alabama. *Journal of Forestry*, 51: 739-744.
- Curtis, R.O., Mars, D.J. De and Herman, F.R., 1974a. Which dependent variable in index-height-age regressions? *Forest Science* 20(1): 74-87.
- Curtis, R.O., Mars, D.J. De and Herman F.R., 1974b. Height growth and site index for Douglas fir in high-elevation forests of the Oregon-Washington Cascades. *Forest Science*, 20(4): 307-316.
- Doolittle, W.T., 1957. Site index of scarlet and black Oak in relation to Southern Appalachian soil and topography. *Forest Science*, 3: 114-124.
- Economou, A., 1987. Site quality evaluation of planted and naturally regenerated black pine (*Pinus nigra* (Arn) var. *pallasiana* (Lamb)) in Arcadia and Central Pindos range (Greece). Ph.D. Thesis, Wye College (London University), pp 349.
- Einspahr, D. and McComb, A.L., 1951. Site index of Oaks in relation to soil and topography in Northeastern Iowa. *Journal of Forestry*, 49: 719-723.
- Eraslan, I., 1982. Orman amenajmani. Istanbul Universitesi. Orman Facultesi, Istanbul, 582 pp.
- Ζάχαρης, Α.Σ., 1977. Τα δάση της Κρήτης από την αρχαιότητα έως σήμερα. Αυτοτελείς Εκδόσεις της Υπηρεσίας Δασικών Εφαρμογών και Εκπαίδευσης, Αρ. 39, σελ. 146.
- Ford-Rombertson, F.C., 1971. Terminology of forest science, Technology, Practice and Products. English-language version. The multilingual Forestry Terminology Series No 1. Society of American Foresters. Washington D.C.
- Foster, R.W., 1959. Relation between site indices of eastern white Pine and red Maple. *Forest Science*, 5(3): 279-291.
- Furnival, G.M., Gregoire, T.G. and H.T, Valentine, , 1990. An analysis of three methods for fitting site-index curves. *Forest Science*, 36(2): 464-469.
- Gaiser, R.N., 1950. Relation between topography, soil characteristics and the site index of white Oak in Southeastern Ohio. U.S. Forest Serv. Central States Forest Expt. Sta. Tech. Paper 121, pp 12.
- Graney, D.L. and Ferguson, E.R., 1971. Site quality relationships for shortleaf Pine in the Boston Mountains of Arkansas. *Forest Science*, 17: 16-22.
- Heiberg, S.O. and White, D.I., 1956. A site evaluation concept. *Journal of Forestry*, 54: 7-10.
- Husch, B., 1956. Use of age at DBH as a variable in the site index concept. *Journal Forestry* 54(5): 340.
- Husch, B., Miller, C.I. and Beers, T.W., 1982. Forest mensuration, Third Edition. John Wiley and Sons. New York, 402 p.
- Κασσωτάκης, Μ.Ι., 1998. Η αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών. Ογδόη Έκδοση. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα, 360 σελ.
- Keogh, R.M. 1982. Teak (*Teotona Grandis Linr.f*) provisional site classification chart for the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. *Forest Ecology and Management*, 4: 143-153.
- Κοσσενάκης, Γ., 1939. Πίνακες παραγωγής. Δημοσιεύματα Γραφείου Δασικής Ερεύνης Υπουργείου Γεωργίας, Αθήνα, 88 σελ.
- Kurth, A. και Γουδαλάκης, Ι., 1975. Το Κηπευτικό δάσος και η διαχείρισίς του. Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής Γ.Δ. Σχολής ΑΠΘ, 161 σελ.
- Lappi, J., 1991. Calibration of height and volume equations with random parameters. *Forest Science*, 37(3): 781-801.
- Leibundgut, H. (Μετάφραση-διασκευή Σ. Ντάφη), 1970. Η καλλιέργεια του δάσους (Die Waldpflege). Θεσσαλονίκη, 172 σελ.
- Μάτσης, Κ.Γ. και Διαμαντοπούλου, Μ.Ι., 1995. Εκτίμηση δείκτη ποιότητας τόπου δρυός (*Quercus conferta* Kit.) στο Πανεπιστημιακό Δάσος Χαλκιδικής με την ετήσια προσαύξηση ύψους. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, 6(4): 34-39.

- Mavrommatis, G., 1971. Recherches phytosociologiques et ecologiques dans le massif de l' Ossa (Grece) en vue de sa gestion forestiere. These Doc. ing. Fac. de Sci. Montpellier, 70p.
- Μαυρομμάτης, Γ.Ν., 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλαστήσεως, Βιοκλιματικοί Χάρτες, Δασική Έρευνα 1 (Παράρτημα), σελ. 63.
- McGee, C.E., and J.L. Clutter, 1967. A study of site index for planted slash Pine, J. For. 65: 491-493.
- Meyer, H.A., 1953. Mensuration. Pen Valley Publisher, Inc., State College, Pennsylvania, 357 p.
- Μουλόπουλος, Χ., 1938. Μαθήματα δασοκομικής - Ειδική Εφηροσομένη Δασοκομική. Τρίτον Μέρος, Θεσσαλονίκη, 362 σελ.
- Myers, C.A. and Deusen, J.L.Van., 1960. Site index of ponderosa Pine in the Black Hills from soil and topography. Journal of Forestry 58: 548-555.
- Ντάφης Σ., 1966. Σταθμολογικά και δασοποδοτικά έρευνα εις προενοφυή δρυοδάση και καστανωτά της Βορειοανατολικής Χαλκιδικής. Θεσσαλονίκη, 120 σελ.
- Ντάφης, Σ., 1969. Σταθμολογικά έρευνα εις δάση Οξυάς. Επιστημονική Επετηρίδα Γ.Δ. Σχολής ΑΠΘ, ΙΓ: 47-394.
- Ντάφης, Σ., 1973. Ταξινόμησις της δασικής βλαστήσεως της Ελλάδος. Επιστημονική Επετηρίδα Γ.Δ. Σχολής ΑΠΘ, ΙΕ(Β): 75-86.
- Xenopoulos, S.G., 1990. Screening resistance to cypress canker (*Seiridium cardinale*) in three Greek provenances of *Cupressus sempervirens*. Eur. J. For. Path, 20: 140-147.
- Xenopoulos, S. and Diamantis S., 1985. A distribution map for *Seiridium cardinale* causing the cypress canker disease in Grece. Fur. J. For. Pat. 15: 223-226.
- Οικονομόπουλος, Α., 1931. Εκθεσις περί των από του έτους 1929-1931 εκτελεσθεισών επιστημονικών ερευνών. Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 23 σελ.
- Οικονομόπουλος, Α., 1964. Η δασοπονία Περγουλιού. Θεσσαλονίκη, 305 σελ.
- Οικονομόπουλος, Α., 1967. Τα κηπευτικά ελάτινα δάση της Ελλάδος (Επί διδακτορία εργασία Δρ. Δ. Παναγιωτίδη). Το Δάσος, 38-39: 9-24.
- Οικονομόπουλος, Α., 1968. Τα περτουλιώτικα λιβάδια (Φυτοκοινωνική μελέτη του λειμονικού σχηματισμού του κοφτολίβανου Περγουλιού). Επιστημονική Επετηρίδα Γ.Δ. Σχολής ΑΠΘ, ΙΒ: 65-112.
- Panagiotidis, N.D., 1965. Tannenplenterwalder in Griechenland. Verlag Paul Parey Hamburg und Berlin Postverlag sort Hamburg, 97 p.
- Παναγιωτίδης, Ν., 1968. Στατική και δυναμική απογραφή του ξυλαποθέματος. Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Αθηνών. Αυτοτελής έκδοση 26, 98 σελ.
- Παπαμίχος, Ν.Θ., 1979. Εφαρμογή ενός ειδικά αναπτυχθέντος συστήματος για την ταχεία εξέταση, περιγραφή, ταξινόμηση και χαρτογράφηση ορεινών εδαφών Δασών και δασ. περιβάλλοντος. Δ/ση Προγράμ. και Αναπτύξεως Δασών και Δασικών Γαιών, 140 σελ.
- Παπαμίχος, Ν.Θ., 1990. Δασικά εδάφη (Σχηματισμός, Ιδιότητες, συμπεριφορά). Έκδοση Β', Θεσσαλονίκη, 414, σελ.
- Παπαμίχος, Ν.Θ., Αληφραγκής, Δ.Α. και Σεϊλόπουλος, Δ.Γ., 1979. Επίδραση φυσιογραφικών και εδαφικών παραγόντων πάνω στην αύξηση της υβριδογενούς Ελάτης. Επιστημονική Επετηρίδα Γ.Δ. Σχολής ΑΠΘ, ΚΒ: 131-159.
- Παρασκευοπούλου, Α.Η., 1987. Διακύμανση των δομικών χαρακτήρων του ξύλου το κυπαρισσιού (*Cupressus sempervirens* L.). Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα, 220 σελ.
- Πολυζόπουλος, Ν.Α., 1976. Εδαφολογία. Εκδοτικός Οίκος Αφοί Σάκουλα, Θεσσαλονίκη-Αθήνα, 565 σελ.
- Prodan, M., 1965. Holzmesslehre. J.D. Sauerlander's Verlag - Frankfurt Am Main, 644 p.
- Ralston, C.W., 1964. Estimation of forest site productivity. Inter.Rev. Forestry, Res., 1: 171.
- Ρουσόδης, Γ., 1995. Οι πυκνότητες των ελληνικών κωνοφόρων ξύλων. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π. του ΑΠΘ, ΛΗ/2: 911-935.
- Schumacher, F.X., 1939. A new growth curve and its application to timber-yield studies, J. For., 37: 819-820.
- Spurr, S.H. and B.V, Barnes 1980. Forest ecology. Third Edition. John Wiley and Sons. New York, 687 p.

- Stage, A.R., 1963. A mathematical approach to polymorphic site index curves for grand Fir. *Forst. Sci.* 9(2): 167-181.
- Tennent, R.B. and H.E. Burkhardt 1981. Section of stem analysis trees for site index curve construction. "New Zealand Forest Service. Forest Research Institute, Forest Mensuration Report No. 55 (unpublished).
- Τζιοβάρας, Ε.Ζ. και Απασιδης, Α.Δ., 1996. Πρότυπο ποιότητας και σύστημα ποιότητας τόπου για δάση της τραχειάς μας πεύκης. Δασική Έρευνα (υποβλήθηκε για δημοσίευση).
- Χατζηστάθης, Α., 1975. Εκτίμησης του δείκτη ποιότητας τόπου (site index) και σχέσεις τούτου προς εδαφικούς τινάς παράγοντας εις τεχνητάς συστάδας πεύκης. *Επιστημονική Επετηρίδα Γ.Δ. Σχολής ΑΠΘ, ΙΗ*: 1-40.
- Χατζηστάθης, Α., και Β. Παπαγεωργίου 1976. Εκτίμηση της ποιότητας τόπου με βάση την αύξηση πέντε ετών σε τεχνητές συστάδες μαύρης πεύκης. *Επιστημονική Επετηρίδα Γ.Δ. Σχολής ΑΠΘ, ΙΘ*: 199-228.
- White, D.P., 1958. Available water: The key to forest site evaluation. *Proc. 1st North Amer. Forest soils Conf. Michigan*

## Επίδραση δασολιβαδικών χειρισμών στις ιδιότητες ορεινών δασικών εδαφών

Στέργιος Φ. Γάκης<sup>1</sup> και Δημήτριος Α. Αλιφραγκής<sup>2</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή μελετήθηκε η επίδραση των διαφορετικών δασολιβαδικών χειρισμών σε ορισμένες ιδιότητες του εδάφους, 8 χρόνια μετά από την εγκατάσταση ενός δασολιβαδικού συστήματος ψευδοπλατάνου (*Acer pseudoplatanus*) και δασικής πεύκης (*Pinus sylvestris*) στη Βόρεια Ελλάδα, καθώς και η μεταβολή της τιμής του pH και της συγκέντρωσης του εκχυλίσμου P στο έδαφος κατά τη διάρκεια τριών ετών.

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν αυτό των υπο-υποδιαγεμένων τεμαχίων με τρεις παράγοντες και τρεις επαναλήψεις. Κύριος παράγοντας θεωρήθηκε το είδος της λιβαδικής βλάστησης (Αγρωστώδη, *Trifolium repens*, μάρτυρας). Δευτερεύοντες παράγοντες θεωρήθηκαν κατά σειρά το είδος των δένδρων (*Acer pseudoplatanus* και *Pinus sylvestris*) και το είδος του φυτευτικού συνδέσμου (3,5x3,5 m και 2,5x2,5 m).

Από την έρευνα βρέθηκε ότι: Τα θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται σε αφομοιώσιμη μορφή στο έδαφος με την παρακάτω σειρά, ανεξάρτητα από το είδος των δασολιβαδικών χειρισμών: N > Ca > K > Mg > Na > P. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους που μελετήθηκαν 8 χρόνια μετά την εγκατάσταση του δασολιβαδικού συστήματος δεν επηρεάστηκαν σημαντικά ούτε από το είδος και την παρουσία της πούδους βλάστησης, ούτε από το είδος και τον φυτευτικό σύνδεσμο των δένδρων. Υπήρξε σημαντική αύξηση στην τιμή του pH και σημαντική μείωση της συγκέντρωσης του εκχυλίσμου P με την πάροδο του χρόνου σε όλους τους χειρισμούς και τα βάθη εδάφους που εξετάστηκαν.

**Λέξεις κλειδιά:** Δασολιβαδικά οικοσυστήματα, Θρεπτικά στοιχεία, pH, Εκχύλισμος φώσφορος, *Acer pseudoplatanus*, *Pinus sylvestris*, *Lolium perenne*, *Trifolium repens*.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην Ελλάδα το 80% των εδαφών χαρακτηρίζονται ως ορεινά εδάφη. Το μεγαλύτερο μέρος αυτών είναι ουσιαστικά έντονα υποβαθμισμένα εδάφη οριακής παραγωγικότητας και συχνά εντελώς ακατάλληλα για καθαρά γεωργική χρήση (Παπαμίχος, 1996). Στις ορεινές περιοχές της χώρας, σχεδόν κάθε αγροτεμάχιο εκμεταλλεύεται γεωργικά και δενδροκομικά, έστω και αν χαρακτηρίζεται ως οριακή γη. Καλλιέργεια ελαιόδένδρων μαζί με όσπρια και κυρίως δημητριακά και ο συνδυασμός οπωροφόρων δένδρων με αμπέλια είναι πρακτικές συνηθισμένες στην Ελληνική ύπαιθρο (Schultz et al., 1987, Παντέρα και Μούφλης, 1997). Οι συγκαλλιέργειες αυτές σε συνδυασμό με την ύπαρξη αναβαθμίδων, προστατεύουν από τις συνέπειες της διάβρωσης τα ορεινά εδάφη με έντονες κλίσεις.

Ο πλέον συνηθισμένος τρόπος πολλαπλής χρήσης της γης αφορά τα δασολιβαδικά οικοσυστήματα, στα οποία δασικά δένδρα συνδυάζονται με υποβλάστηση λιβαδικών φυτών, η οποία και χρησιμοποιείται από τα ζώα για τροφή. Αυτά τα οικοσυστήματα αποτελούν ένα παραδοσιακό και καλά προσαρμοσμένο στις τοπικές συνθήκες τρόπο διαχείρισης της γης. Χρησιμοποιούνται ως πρότυπο διαχείρισης, διότι αντιπροσωπεύουν υψηλή βιοποικιλότητα, οικολογική σταθερότητα και οικονομική αποτελεσματικότητα (Papanastasis, 1996).

Η σταθερότητα των δασολιβαδικών οικοσυστημάτων εξαρτάται από το κλίμα, το έδαφος, διάφορους φυτογεωγραφικούς και βιολογικούς παράγοντες καθώς και από τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων αυτών.

<sup>1</sup> Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, 682 00 Ορεσιτιάδα

<sup>2</sup> Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Εδαφολογίας, 540 06 Θεσσαλονίκη

Η μελέτη της αλληλεπίδρασης μεταξύ εδάφους και βλάστησης σε ένα δασολιβαδικό οικοσύστημα προϋποθέτει διαχωρισμό των παραγόντων σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν εκείνες οι ιδιότητες οι οποίες είναι σχετικά σταθερές και που η μεταβολή τους είναι ανεξάρτητη από τη διαχείριση της γης. Τέτοιες ιδιότητες είναι η τοπογραφική διαμόρφωση, η κλίση, το βάθος του εδάφους, η μηχανική του σύσταση κ.α. Οι παραπάνω ιδιότητες είναι δυνατόν να αλλάξουν μόνο με μεγάλης κλίμακας επεμβάσεις. Υπάρχουν όμως και ιδιότητες, π.χ. η περιεχόμενη οργανική ουσία, οι ποσότητες και οι μορφές των θρεπτικών στοιχείων κ.α., οι οποίες, ανάλογα με τις χρήσεις γης, μεταβάλλονται σε μικρά σχετικά χρονικά διαστήματα. Η παρακολούθηση της μεταβολής τέτοιων ιδιοτήτων είναι πολύ σημαντική στην προσπάθεια εκτίμησης της επίδρασης των δασολιβαδικών πρακτικών στο έδαφος, αλλά και στη σταθερότητα του οικοσυστήματος (Kiere, 1990).

Η επίδραση της δασολιβαδικής διαχείρισης στη γονιμότητα του εδάφους εξαρτάται μεταξύ άλλων, από το είδος των φυτών που συνδυάζονται στο δασολιβαδικό οικοσύστημα, από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της κόμης και των ριζών τους, από το μέγεθός τους και την ηλικία τους καθώς και από την πυκνότητά τους στην φυτεία (Rao et al., 1998). Σημαντικές διακυμάνσεις στα χημικά χαρακτηριστικά των εδαφών, στα οποία φύονται διαφορετικά είδη φυτών, υποδηλώνουν ότι οι διαφορές στη βλάστηση έχουν διαφορετική επίδραση σε ορισμένες ιδιότητες του εδάφους. Αυτό συμβαίνει διότι διαφορετικά είδη φυτών (ιδιαίτερα των δένδρων) δίνουν διαφορετικής ποιότητας φυτικά υπολείμματα, επηρεάζουν διαφορετικά τις προσθήκες θρεπτικών στοιχείων στο οικοσύστημα από την ατμόσφαιρα εξαιτίας του διαφορετικού είδους της κόμης τους, ενώ έχουν διαφορετικούς ρυθμούς αύξησης και πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων (Binkley και Valentine, 1991, Drechsel et al., 1991). Η επίδραση των δασικών δένδρων στο έδαφος συνήθως εκφράζεται με την μεταβολή των ιδιοτήτων του στον επιφανειακό ορίζοντα (Adejuwon και Adesina, 1990).

Η συσσώρευση των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος και στη βλάστηση μεταβάλλεται κυρίως με την ηλικία των συστάδων, αντανακλώντας έτσι τις αλλαγές που συμβαίνουν στη συσσώρευση της οργανικής ουσίας στα διάφορα τμήματα του οικοσυστήματος. Κατά την νεαρή ηλικία τα θρεπτικά στοιχεία μετακινούνται από το έδαφος προς τη φυτοκοινότητα και ιδιαίτερα προς την υπέργεια βλάστηση. Αργότερα όμως, με τη συγκόμωση των συστάδων μεγάλο μέρος των θρεπτικών στοιχείων επιστρέφει με τα φυτικά υπολείμματα και συσσωρεύεται στο δασικό τάπητα και στο έδαφος (Παπαμίχης, 1988).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση της πιθανής διαφοροποίησης ορισμένων ιδιοτήτων του εδάφους κάτω από την επίδραση διαφορετικών δασολιβαδικών χειρισμών. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα δασολιβαδικό οικοσύστημα ψευδοπλατάνου (*Acer pseudoplatanus*) και δασικής πεύκης (*Pinus sylvestris*), 8 χρόνια μετά από την εγκατάσταση του στη Βόρεια Ελλάδα. Μελετήθηκαν ιδιότητες του εδάφους όπως η τιμή του pH, η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και οι συγκεντρώσεις βασικών θρεπτικών στοιχείων. Μελετήθηκε επίσης η διαχρονική μεταβολή της τιμής του pH και της συγκέντρωσης του εκχυλίσμου P στο έδαφος ορισμένων δασολιβαδικών χειρισμών σε μία περίοδο τριών ετών.

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

### Πειραματικός σχεδιασμός

Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε έκταση η οποία ήταν γυμνή από δασική βλάστηση και περιβάλλεται από δασικό οικοσύστημα *Quercus frainetto*, στην περιοχή βόρεια του χωριού Αρχάγγελος, στο νομό Πέλλας. Το μέσο υψόμετρο της περιοχής είναι 800 μέτρα, η μέση κλίση του εδάφους 8% και η έκθεση της πλαγιάς βορειοδυτική. Η έκταση είχε καλλιεργηθεί παλαιότερα γεωργικά και είχε εγκαταλειφθεί. Η συνολική έκταση της πειραματικής επιφάνειας ήταν 36 στρέμματα.

Η προεργασία στην επιφάνεια για την εγκατάσταση του πειραματισμού έγινε το καλοκαίρι του 1991 και περιελάμβανε μηχανική κατεργασία του εδάφους (βαθιά άροση και απομάκρυνση μεγάλων λίθων), καθώς και περίφραξη περιμετρικά του χώρου.

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν αυτό των υπο-υποδιαγεγραμμένων τεμαχίων με τρεις επαναλήψεις (split-split plot). Τις κύριες πειραματικές επεμβάσεις αποτέλεσαν τρεις διαφορετικοί χειρισμοί λιβαδικής βλάστησης. Κάθε κύρια επέμβαση καταλάμβανε έκταση 50x54 m. Συγκεκριμένα έγιναν οι παρακάτω χειρισμοί: α) χειρισμός με *Lolium perenne*, β) χειρισμός με *Trifolium repens* και γ) χειρισμός χωρίς ποώδη βλάστηση (μάρτυρας). Οι υποεπεμβάσεις καθορίζονταν από δύο διαφορετικά είδη δένδρων (*Acer pseudoplatanus*

και *Pinus sylvestris*). Κάθε υποεπέμβαση καταλάμβανε έκταση 50x25 m. Τέλος οι υπο-υποεπεμβάσεις αναφέρονταν σε δύο φυτευτικούς συνδέσμους (2,5x2,5 m ή πυκνότητα 1600 δενδρυλλίων/ha και 3,5x3,5 m ή πυκνότητα 800 δενδρυλλίων/ha) και καταλάμβαναν έκταση 25x25 m η κάθε μία. Σε κάθε κύριο πειραματικό τεμάχιο υπήρχε μία ζώνη 5x50 m στην οποία είχε μεν σπαρεί το αντίστοιχο λιβαδικό φυτό της κύριας επέμβασης, δεν είχαν όμως φυτευτεί δένδρα. Μεταξύ των κυρίων επεμβάσεων υπήρχε μία διαχωριστική ζώνη πλάτους 5 μέτρων.

Τα δενδρύλλια φυτεύτηκαν το φθινόπωρο του 1991, ενώ η σπορά των λιβαδικών φυτών έγινε νωρίς την άνοιξη του 1992. Τα φυτάρια του ψευδοπλατάνου και της δασικής πεύκης ήταν ηλικίας 2 ετών. Η προέλευση των φυταρίων της δασικής πεύκης ήταν από το Λαίλια – Σερώων, ενώ τα φυτάρια ψευδοπλατάνου προέρχονταν από τη Σκοτία. Η σπορά των λιβαδικών φυτών έγινε με αναλογία 20 κιλά σπόρου ανά στρέμμα. Δεν εφαρμόστηκε λίπανση.

Νωρίς το καλοκαίρι του 1992, στις επεμβάσεις που περιελάμβαναν *Lolium perenne* έγινε ψεκασμός με ειδικό ζιζανιοκτόνο (Brominal H) για να καταπολεμηθούν οι πλατύφυλλες πόδες, ενώ οι επεμβάσεις που περιελάμβαναν *Trifolium repens* ψεκάστηκαν με 2,4 DB και Fusilate για την καταπολέμηση των αγρωσωδών. Στο μάρτυρα έγιναν ψεκασμοί με Glyphosate για ολοκληρωτική καταπολέμηση της υποβλάστησης. Επίσης το ίδιο ζιζανιοκτόνο χρησιμοποιήθηκε για την καταπολέμηση της ανταγωνιστικής βλάστησης σε ακτίνα μισού μέτρου γύρω από τα φυτάρια σε όλους τους χειρισμούς. Καθ' όλη τη διάρκεια του πειραματισμού (μέχρι το καλοκαίρι του 1995) οι ψεκασμοί επαναλαμβάνονταν μόνο στις επεμβάσεις του μάρτυρα.

Την άνοιξη του 1995 έγινε νέα σπορά στις επεμβάσεις που περιελάμβαναν λιβαδική βλάστηση, διότι τα λιβαδικά φυτά που είχαν σπαρεί την άνοιξη του 1992 μειώθηκαν σημαντικά. Η σπορά έγινε με αναλογία 20 κιλά σπόρου στο στρέμμα με τη διαφορά ότι στις επεμβάσεις όπου πριν υπήρχε *Lolium perenne* έγινε αντικατάσταση από μίγμα *Festuca arundinacea* και *Dactylis glomerata*.

### Περιγραφή της περιοχής έρευνας

Το έδαφος της ευρύτερης περιοχής της πειραματικής επιφάνειας, σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης FAO – UNESCO, ανήκει στην υποκατηγορία Eutric της κατηγορίας των Cambisols. Είναι ομοιόμορφο και με μέσο βάθος (65 - 90 cm). Προέρχεται από αποσάθρωση μαρμαρυγιακού σχιστόλιθου, αναμιγμένου κατά θέσεις με μάρμαρο. Το έδαφος είναι μετρίως όξινο. Η τιμή του pH κυμαίνεται από 5,5 έως 6,5 και έχει αμμοαργιλοπηλώδη υφή. Είναι καλά εφοδιασμένο με άζωτο, φώσφορο, οργανική ουσία και βάσεις. Γενικά θεωρείται ένα από τα καλύτερα δασικά εδάφη που συναντώνται στην ορεινή και ημιορεινή περιοχή της Ελλάδας.

Σύμφωνα με το ομβροθερμικό πηλίκο του Emberger ( $Q_2 = 78,18$ ), η περιοχή έρευνας βρίσκεται στον ύψυγρο βιοκλιματικό όροφο με δριμείς χειμώνες. Το κλίμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεσομεσογειακό με 40 έως 75 βιολογικά ξηρές ημέρες.

### Δειγματοληψίες και εργαστηριακές αναλύσεις

Την άνοιξη του 1999, έγινε δειγματοληψία εδάφους σε όλα τα πειραματικά υπο-υποτεμάχια, με σκοπό να προσδιορισθούν οι πιθανές μεταβολές των κυριότερων χημικών ιδιοτήτων του εδάφους μεταξύ των διαφορετικών δασολιβαδικών χειρισμών, οκτώ χρόνια μετά από την εγκατάσταση του πειραματισμού. Η δειγματοληψία έγινε ανά στρώματα εδάφους ορισμένου πάχους (0-20 cm και 20-40 cm). Κάθε δείγμα εδάφους (από κάθε πειραματικό υπο-υποτεμάχιο) προερχόταν από την μίξη δέκα υποδειγμάτων τα οποία συλλέγονταν από τυχαία σημεία διασκορπισμένα σε όλη την έκταση του υπο-υποτεμαχίου.

Από την άνοιξη του 1994 έως το φθινόπωρο του 1996, έγιναν δειγματοληψίες στο έδαφος της πειραματικής επιφάνειας προκειμένου να μελετηθούν οι πιθανές διαχρονικές μεταβολές στην τιμή του pH και στη συγκέντρωση του εκχυλίσμου φωσφόρου. Οι δειγματοληψίες έγιναν σε δύο στρώματα (0-20 cm και 20-40 cm), στα υποτεμάχια όπου είχαν σπαρεί λιβαδικά φυτά δίχως να φυτευτούν δενδρύλλια και στα υπο-υποτεμάχια όπου είχαν σπαρεί λιβαδικά φυτά και φυτεύτηκαν δενδρύλλια *Acer pseudoplatanus* στον πυκνό φυτευτικό σύνδεσμο.

Τα δείγματα του εδάφους βάρους περίπου 1,5 κιλού μεταφέρονταν στο εργαστήριο όπου ξηραίνονταν σε θερμοκρασία δωμάτιου και κοσκινίζονταν σε κόσκινο με διάμετρο οπής 2 mm. Το υλικό φυλασσόταν σε



πλαστικά ή γυάλινα δοχεία ώσπου να γίνουν οι απαραίτητες αναλύσεις. Οι φυσικές και χημικές αναλύσεις γίνονται με τους παρακάτω τρόπους:

Ο προσδιορισμός της αντίδρασης του εδάφους (pH) έγινε ηλεκτρομετρικά σε αιώρημα εδάφους-νερού σε αναλογία 1:1. Ο προσδιορισμός του οργανικού άνθρακα του εδάφους έγινε με την μέθοδο της υγρής οξειδωσης. Το ολικό άζωτο προσδιορίστηκε με την μέθοδο Kjeldahl. Για τον υπολογισμό του εκχυλίσμου φωσφόρου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Olsen. Τα εναλλακτικά κατιόντα προσδιορίστηκαν μετά από εκχύλιση 10 g εδάφους με διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1N, pH 7. Τα εκχυλισθέντα ιόντα  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  και  $\text{Ca}^{2+}$  μετρήθηκαν με τη μέθοδο της φασματοφωτομετρίας ατομικής απορρόφησης.

Για τον υπολογισμό των ποσοτήτων της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων που βρίσκονταν συσσωρευμένες στο έδαφος, μετρήθηκε η φαινομενική πυκνότητα του εδάφους σε κάθε υπο-υποτεμάχιο και για κάθε εδαφικό στρώμα πάχους 20 cm. Για τη μέτρηση αυτή χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της εκσκαφής (Bulk density meter). Συνυπολογίζοντας το πάχος κάθε στρώματος, την περιεκτικότητά του σε λίθους, τη φαινομενική του πυκνότητα και τη χημική του σύσταση, υπολογίστηκαν οι ποσότητες της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων σε kg/ha.

### Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων

Για την επεξεργασία των δεδομένων της δειγματοληψίας του εδάφους του 1999, εφαρμόστηκε η μέθοδος της ανάλυσης της διακύμανσης σε σχέδιο υπο-υποδιαίρεμένων τεμαχίων, με τρεις παράγοντες και τρεις επαναλήψεις, ξεχωριστά για κάθε στρώμα εδάφους. Ως κύριος παράγοντας θεωρήθηκε το είδος των λιβαδικών φυτών και ως δευτερεύοντες παράγοντες κατά σειρά το είδος των δενδρυλλίων και ο φυτευτικός σύνδεσμος.

Στα δεδομένα των δειγματοληψιών του εδάφους των ετών 1994, 1995 και 1996 (pH, φώσφορος), έγινε ανάλυση της διακύμανσης με βάση το σχέδιο των υποδιαίρεμένων τεμαχίων, με τρεις επαναλήψεις και δύο παράγοντες (είδος λιβαδικών φυτών και ύπαρξη δενδρυλλίων), ξεχωριστά για κάθε στρώμα εδάφους. Για την ίδια χρονική περίοδο η ανάλυση που αφορούσε μεταβολές στο χρόνο έγινε με βάση το σχέδιο των υποδιαίρεμένων τεμαχίων με τρεις επαναλήψεις και τρεις παράγοντες (είδος λιβαδικών φυτών, ύπαρξη δενδρυλλίων, χρόνος).

Στις περιπτώσεις που οι επιδράσεις των παραγόντων ήταν στατιστικά σημαντικές ( $P < 0,05$ ), έγιναν περαιτέρω συγκρίσεις των μέσων όρων με το κριτήριο του Duncan.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### Χαρακτηριστικά του εδάφους 8 χρόνια μετά την εγκατάσταση του δασολιβαδικού συστήματος

Οκτώ χρόνια μετά την εγκατάσταση του πειράματος, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές ( $P < 0,05$ ) διαφορές στην τιμή του pH και στη συσσώρευση οργανικής ουσίας και θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, ανάμεσα στους διαφορετικούς δασολιβαδικούς χειρισμούς. Ούτε το είδος της ποώδους βλάστησης, ούτε το είδος των δένδρων, ούτε το είδος του φυτευτικού συνδέσμου επηρέασαν τις ιδιότητες του εδάφους. Στον Πίνακα I δίνονται οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του εδάφους των δασολιβαδικών χειρισμών σε δύο βάθη, όπως μεταβάλλονται ανάλογα με την επίδραση του είδους της ποώδους βλάστησης.

Το δασολιβαδικό σύστημα που μελετήθηκε στην παρούσα έρευνα είναι αρκετά νέο. Δεν έχει ολοκληρωθεί το κλείσιμο της κομοστέγης των δένδρων, ούτε άρχισε να σχηματίζεται δασικός τάπητας. Η αποτυχία των λιβαδικών φυτών (ιδιαίτερα των αγρωστωδών) να επιβιώσουν για μεγάλο χρονικό διάστημα και η παύση της καταπολέμησης της ανταγωνιστικής ποώδους βλάστησης στους χειρισμούς του μάρτυρα (μετά το καλοκαίρι του 1995) έτσι ώστε να διατηρηθεί η αρχική διαφορετική χλωριδική σύνθεση μεταξύ των αντίστοιχων χειρισμών (με συνέπεια διαφορετικού είδους φυτικά υπολείμματα), αποτέλεσαν επιπλέον λόγους μη σημαντικής μεταβολής των ιδιοτήτων του εδάφους.

Σε όλες τις περιπτώσεις, οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στα 20 εκατοστά του επιφανειακού εδάφους ήταν υψηλότερες από τις συγκεντρώσεις στο επόμενο βαθύτερο στρώμα εδάφους πάχους 20 εκατοστών. Η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται στην μακροχρόνια διαδικασία μετακίνησης θρεπτικών στοιχείων από τα βαθύτερα στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους, με την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από τις ρίζες των φυτών και με την επιστροφή τους με την αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων (κυρίως της

**Πίνακας I.** Επίδραση της ποώδους βλάστησης σε ορισμένες ιδιότητες του εδάφους (μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις)**Table I.** Effect of ground vegetation on certain soil properties (means and standard deviations)

Βάθος εδάφους (cm)	Αγρωστώδη		<i>Trifolium repens</i>		μάργουρας	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
pH	6,13 (0,20)	6,07 (0,30)	6,10 (0,36)	6,08 (0,43)	6,10 (0,24)	5,98 (0,24)
Οργαν.ουσία (%)	5,57 (1,36)	3,74 (1,10)	5,90 (1,31)	4,35 (1,33)	6,17 (0,71)	4,80 (0,96)
Οργαν.ουσία (t/ha)	100 (25)	86 (25)	106 (24)	100 (31)	111 (13)	111 (22)
N (%)	0,26 (0,05)	0,18 (0,04)	0,26 (0,06)	0,19 (0,05)	0,26 (0,03)	0,19 (0,02)
N (Kg/ha)	4629 (900)	4048 (920)	4698 (1080)	4462 (1150)	4680 (540)	4439 (460)
P (mg/100g)	1,02 (0,18)	0,75 (0,12)	0,98 (0,23)	0,82 (0,10)	1,00 (0,19)	0,70 (0,10)
P (Kg/ha)	18 (3)	17 (3)	18 (4)	19 (2)	18 (3)	16 (2)
Ca (me/100g)	9,29 (2,63)	7,39 (2,53)	8,62 (3,63)	8,26 (3,48)	8,69 (1,85)	7,48 (1,86)
Ca (Kg/ha)	3340 (947)	3399 (1164)	3102 (1307)	3800 (1601)	3128 (666)	3440 (856)
Mg (me/100g)	1,44 (0,44)	0,86 (0,23)	1,24 (0,50)	0,91 (0,29)	1,44 (0,42)	1,11 (0,21)
Mg (Kg/ha)	312 (95)	239 (64)	268 (108)	251 (80)	312 (91)	307 (58)
K (me/100g)	0,98 (0,31)	0,61 (0,28)	0,85 (0,39)	0,54 (0,25)	1,00 (0,26)	0,75 (0,23)
K (Kg/ha)	688 (217)	545 (251)	599 (274)	485 (225)	699 (183)	675 (206)
Na (me/100g)	0,20 (0,11)	0,15 (0,07)	0,18 (0,07)	0,18 (0,12)	0,19 (0,09)	0,22 (0,10)
Na (Kg/ha)	85 (46)	82 (37)	75 (29)	95 (63)	78 (37)	114 (53)

Οι μέσοι όροι που βρίσκονται στην ίδια γραμμή και αναφέρονται στο ίδιο βάθος εδάφους δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά για  $P < 0,05$ .

Means in the same row referred to the same soil depth are not differ significantly at  $P < 0,05$ .

ποώδους βλάστησης αλλά και της φτέρης που προϋπήρχε στην επιφάνεια πριν την εγκατάσταση του πειράματος) στο επιφανειακό έδαφος.

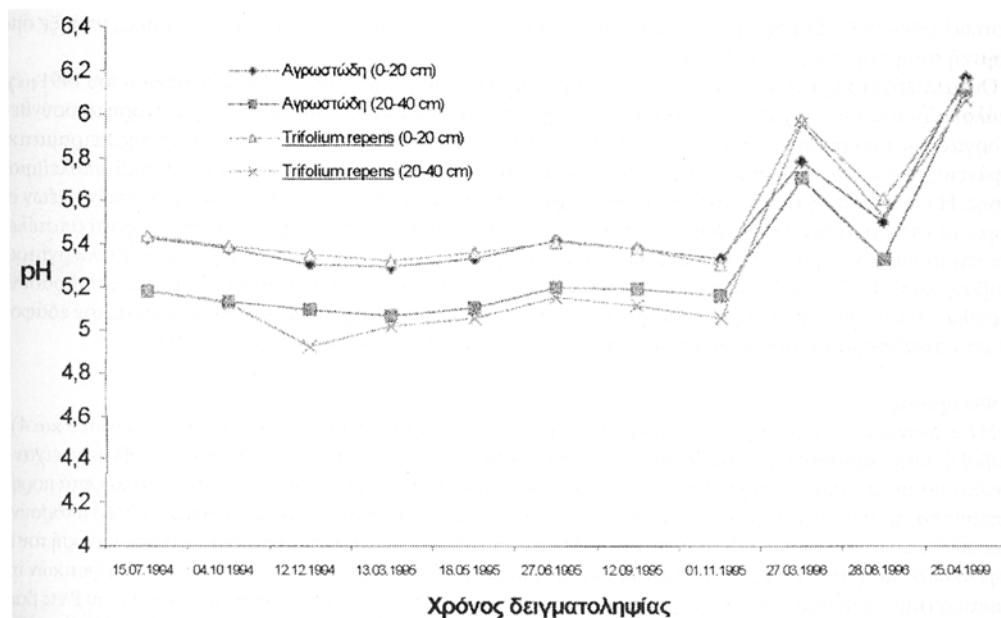
Οκτώ χρόνια μετά την εγκατάσταση του δασολιβαδικού συστήματος, τα θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται συσσωρευμένα στο έδαφος με την παρακάτω σειρά και ανεξάρτητα από το είδος των χειρισμών:  $N > Ca > K > Mg > Na > P$ . Παρόμοια συμπεράσματα αναφέρουν οι Alpizar et al., (1986) και οι Toky et al., (1989 b) οι οποίοι μάλιστα αναφέρουν την παρακάτω σειρά συσώρευσης θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος:  $N > Ca > Mg > K > P$ . Η διαφορά που παρατηρείται στα K και Mg πρέπει να αποδοθεί καθαρά στη φύση του μητρικού πετρώματος από το οποίο προέρχεται το έδαφος.

#### Διαχρονικές αλλαγές σε ορισμένες ιδιότητες του εδάφους κάτω από δασολιβαδική διαχείριση

Κατά την διάρκεια των ετών 1994, 1995 και 1996 μελετήθηκε η διακύμανση της τιμής του pH και της συγκέντρωσης του εκχυλίσμου φωσφόρου στο έδαφος, στα υποτεμάχια όπου είχαν σπαρεί λιβαδικά φυτά δίχως να φυτευτούν δενδρύλλια και στα υπο-υποτεμάχια όπου είχαν σπαρεί λιβαδικά φυτά και φυτεύτηκαν δενδρύλλια *Acer pseudoplatanus* στον πυκνό φυτευτικό σύνδεσμο. Μελετήθηκαν οι δυο αυτές ιδιότητες διότι θεωρήθηκε ότι μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών, αλλά και να μεταβληθούν εύκολα ανάλογα με τις διαχειριστικές πρακτικές που εφαρμόζονται. Έχει αποδειχθεί πως υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της τιμής του pH του εδαφικού διαλύματος και της πρόσληψης των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά (Basta και Tabatabai, 1992), ενώ ο φώσφορος μπορεί να είναι περιοριστικός παράγοντας στην ανάπτυξη των φυτών, κυρίως εξαιτίας της χημικής δυσδιαλυτότητάς του (Debano και Kloratek, 1988).

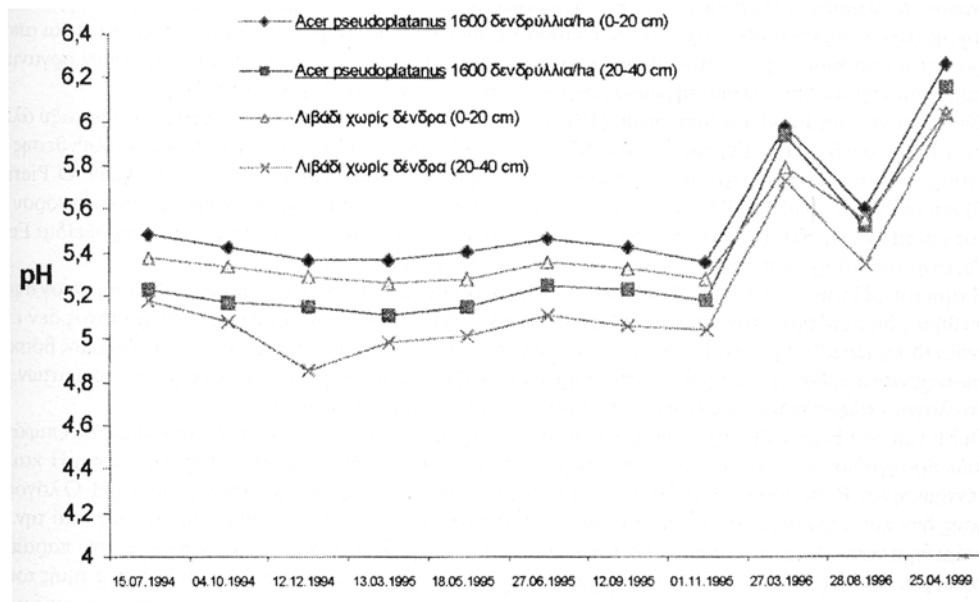
#### Αντίδραση του εδάφους

Η διαχρονική μεταβολή της τιμής της αντίδρασης του εδάφους (pH) ήταν σημαντική ( $P < 0,001$ ) (Σχήματα 1 και 2). Σε όλους τους χειρισμούς και σε όλα τα βάθη που εξετάστηκαν, παρατηρήθηκε με την πάροδο του χρόνου σταδιακή αύξηση της τιμής του pH σχεδόν κατά μία μονάδα. Η διαφοροποίηση αφορά στο χρονικό



Σχήμα 1. Διαχρονική μεταβολή της τιμής του pH του εδάφους κάτω από την επίδραση του διαφορετικού είδους της ποώδους βλάστησης

Figure 1. Through time changes of soil pH value under the effect of different ground vegetation species



Σχήμα 2. Διαχρονική μεταβολή της τιμής του pH του εδάφους κάτω από την επίδραση δενδρυλλίων και ποώδους βλάστησης

Figure 2. Through time changes of soil pH value under the effect of seedlings and ground vegetation

διάστημα 1996-1999. Στα προηγούμενα έτη δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις, υπήρξε όμως αυξητική τάση στην τιμή του pH μετά το 1995.

Οι καλλιεργητικές επεμβάσεις στο έδαφος της πειραματικής επιφάνειας από το φθινόπωρο του 1991 μέχρι το καλοκαίρι του 1995, είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για τη γρήγορη αποσύνθεση της οργανικής ουσίας του εδάφους. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι το έδαφος της πειραματικής επιφάνειας, πριν από την έναρξη των καλλιεργητικών επεμβάσεων, ήταν πλούσιο σε φυτικά υπολείμματα φτέρης. Η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας είχε ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση οργανικών οξέων στο έδαφος με συνέπεια την διατήρηση του pH σε χαμηλά επίπεδα. Η πρόσληψη βάσεων από τα φυτά αποτέλεσε έναν επιπρόσθετο παράγοντα διατήρησης του pH σε χαμηλά επίπεδα. Μετά το τέλος των καλλιεργητικών επεμβάσεων το 1995 υπήρξε συσσώρευση φυτικών υπολειμμάτων στο επιφανειακό έδαφος και επιβράδυνση του ρυθμού αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας. Η βαθμιαία ορυκτοποίηση της οργανικής ουσίας του εδάφους, είχε ως αποτέλεσμα τη σταδιακή απελευθέρωση βάσεων με συνέπεια την αύξηση του pH.

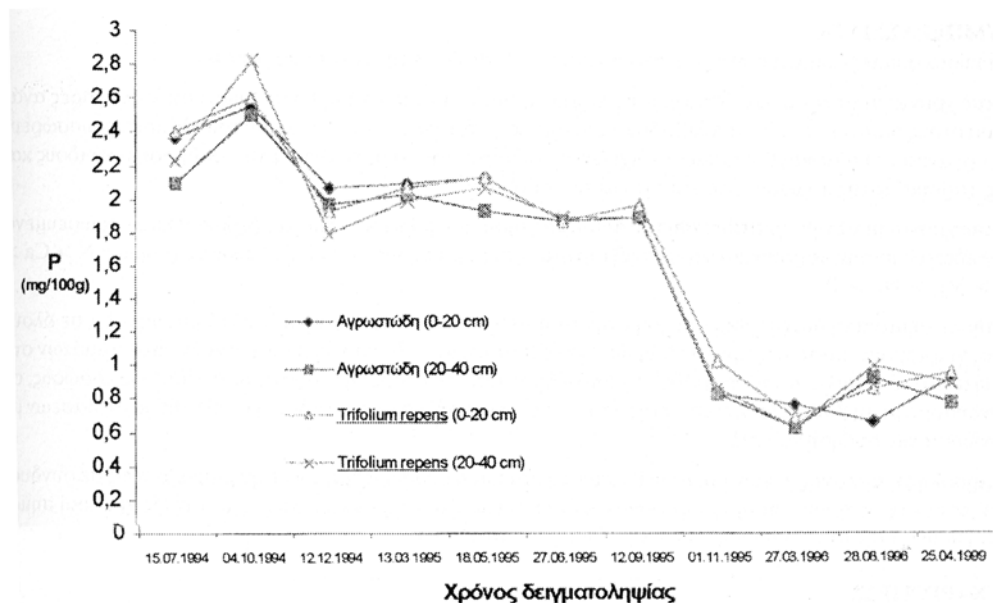
### Φώσφορος

Η διαχρονική μεταβολή της συγκέντρωσης του P στο έδαφος ήταν σημαντική ( $P < 0,001$ ) (Σχήματα 3 και 4). Η μεταβολή αυτή παρατηρήθηκε ιδιαίτερα στις δειγματοληψίες του 1995. Οι καλλιεργητικές επεμβάσεις είχαν ως αποτέλεσμα τη γρήγορη μετατροπή του οργανικού φωσφόρου σε ανόργανες, αφομοιώσιμες από τα φυτά μορφές. Τα προϊόντα της αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας (ανιόντα που προέρχονται από οργανικά οξέα) μπορούν να μειώσουν σε σημαντικό βαθμό την ακινιτοποίηση του P στο έδαφος και να αυξήσουν έτσι τη συγκέντρωσή του στο εδαφικό διάλυμα (Hue, 1991). Το σταμάτημα των καλλιεργητικών επεμβάσεων και η συσσώρευση φυτικών υπολειμμάτων στην επιφάνεια του εδάφους είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού του οργανικού P εις βάρος του ανόργανου, στη συνολική ποσότητα P στο έδαφος. Ο οργανικός P (που προέρχεται από πρόσφατα και όχι επαρκώς αποσυντεθειμένα φυτικά υπολείμματα) δεν αποτελεί εύκολα διαθέσιμη για τα φυτά μορφή P (Kardos, 1964). Ο οργανικός P γίνεται και πάλι διαθέσιμος για τα φυτά με την αποσύνθεση και την ορυκτοποίηση των οργανικών υπολειμμάτων (Παπαμίχος, 1996). Η πρόσληψη των ανόργανων μορφών P από τα φυτά της πώδους βλάστησης (την άνοιξη του 1995 είχε γίνει νέα σπορά λιβαδικών φυτών στην πειραματική επιφάνεια) και από τα δένδρα και η συσσώρευσή του στην βιομάζα τους σε συνδυασμό με την αργή ορυκτοποίηση των οργανικών υπολειμμάτων είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσης του εκχυλίσμου P στο έδαφος.

Σύμφωνα με τους Finkl και Simonson, (1979) η διαθεσιμότητα του εδαφικού P εξαρτάται μεταξύ άλλων από το pH, τα οξείδια του Fe, του Al, του Mg και του Ca, την ποσότητα και το στάδιο αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας, την καλλιέργεια του εδάφους και τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών. Ο Pierrou, (1979) και οι Trettin et al., (1999) αναφέρουν ότι η διαχρονική μείωση της συγκέντρωσης του φωσφόρου στο έδαφος μπορεί να οφείλεται: στην πρόσληψή του από τη βλάστηση, στη δέσμευσή του από υδροξείδια Fe, Al και Ca, στην απομάκρυνση οργανικής ουσίας και στη διάβρωση του εδάφους.

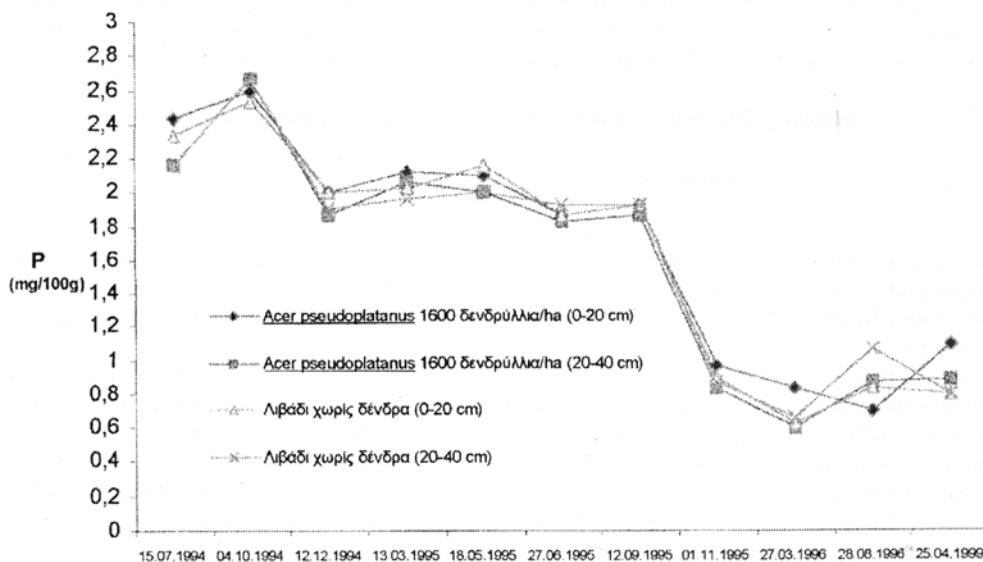
Η τιμή του pH του εδάφους κατά τη διάρκεια του πειράματος (5,0 - 6,3) ήταν μάλλον ιδανική, όσον αφορά τις συνθήκες διαλυτότητας του εδαφικού P (Stevenson, 1964). Κατά την διάρκεια του πειράματος δεν έγινε κανενός είδους επέμβαση στα όρια της πειραματικής επιφάνειας (κοπή και απομάκρυνση δένδρων, βόσκηση ή απομάκρυνση πώδους βλάστησης), ούτε υπήρξαν ενδείξεις διάβρωσης των επιφανειακών στρωμάτων, που να αιτιολογούν άλλο είδος αλλαγής στη δυναμική του φωσφόρου στο έδαφος.

Οι Merino και Edeso, (1999) αναφέρουν ότι τέσσερα έτη μετά από τη φύτευση *Pinus radiata* σε επιφάνεια η οποία προηγουμένως είχε οργωθεί, δεν παρατήρησαν σημαντικές μεταβολές στην τιμή του pH και στη συγκέντρωση του P στο έδαφος. Σε όλους όμως τους χειρισμούς υπήρξε αύξηση του της τιμής pH. Ο λόγος της αύξησης δεν είναι ξεκάθαρος και οι συγγραφείς πιθανολογούν ότι η απελευθέρωση βάσεων από την επιταχυνόμενη αποσύνθεση των οργανικών υπολειμμάτων και της οργανικής ουσίας οδήγησαν στο παραπάνω αποτέλεσμα. Ο Lal, (1989) αναφέρει αύξηση της συγκέντρωσης του φωσφόρου αλλά μείωση της τιμής του pH στο έδαφος μετά την πάροδο πέντε ετών από την εγκατάσταση αγροδασικού πειραματισμού, ενώ και οι Agbede και Fagberno, (1985) αναφέρουν μικρή αύξηση της συγκέντρωσης του φωσφόρου 2,5 χρόνια από την αλλαγή της δασικής διαχείρισης σε αγροδασική. Ο Knowles, (1991) μετά από 15 χρόνια αλλαγής λιβαδικής σε δασολιβαδική διαχείριση, παρατήρησε και αυτός συσσώρευση φωσφόρου στο έδαφος, αλλά καμία σημαντική μεταβολή στην τιμή του pH.



Σχήμα 3. Διαχρονική μεταβολή της τιμής του εκχυλίσιμου P του εδάφους κάτω από την επίδραση του διαφορετικού είδους της ποώδους βλάστησης

Figure 3. Through time changes of soil extractable phosphorus concentration under the effect of different ground vegetation species



Σχήμα 4. Διαχρονική μεταβολή της τιμής του εκχυλίσιμου P του εδάφους κάτω από την επίδραση δενδρυλλίων και ποώδους βλάστησης

Figure 4. Through time changes of soil extractable P concentration under the effect of seedlings and ground vegetation

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα κύρια συμπεράσματα που προκύπτουν από την εργασία αυτή είναι τα παρακάτω:

1. Οκτώ χρόνια μετά την εγκατάσταση του πειραματισμού, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους διαφορετικούς δασολιβαδικούς χειρισμούς που να αφορούν την τιμή του pH και τη συσσώρευση οργανικής ουσίας και θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος που να οφείλονται στην επίδραση του είδους και της παρουσίας της ποώδους βλάστησης και των δένδρων.
2. Οκτώ χρόνια μετά την εγκατάσταση του πειραματισμού, τα θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται συσσωρευμένα στο έδαφος με την παρακάτω σειρά, ανεξάρτητα από το είδος των δασολιβαδικών χειρισμών:  $N > Ca > K > Mg > Na > P$ .
3. Υπήρξε σημαντική διαχρονική αύξηση στην τιμή του pH του εδάφους σχεδόν κατά μια μονάδα σε όλους τους χειρισμούς και τα στρώματα εδάφους που εξετάστηκαν. Η συσσώρευση φυτικών υπολειμμάτων στο επιφανειακό έδαφος και η επιβράδυνση του ρυθμού αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας του εδάφους, σε συνδυασμό με τη βαθμιαία ορυκτοποίηση της, είχε ως αποτέλεσμα τη σταδιακή απελευθέρωση βάσεων με συνέπεια την αύξηση του pH.
4. Η πρόσληψη των ανόργανων μορφών P από τα φυτά και η συσσώρευση του στην βιομάζα τους σε συνδυασμό με την αργή ορυκτοποίηση των οργανικών υπολειμμάτων είχε ως αποτέλεσμα την διαχρονική σημαντική μείωση της συγκέντρωσης του εκχυλίσιμου P στο έδαφος.

### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η έρευνα αυτή έγινε στο πλαίσιο του χρηματοδοτούμενου από την Ευρωπαϊκή Ένωση ερευνητικού προγράμματος BAFNET «Biogeochemical Cycling in Agriforestry Systems Network» (STEP-CT90-0075, EV5V-CT93-0288). Ευχαριστίες εκφράζονται σε όλους όσους συνέβαλλαν στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση της παρούσας έρευνας και ιδιαίτερα στους: Νικόλαο Παπαμίχο, Ομότιμο Καθηγητή του Α.Π.Θ., Βασίλειο Παπαναστάση, Καθηγητή της Λιβαδικής Οικολογίας του Α.Π.Θ., Δημοσθένη Σεϊλόπουλο, Επίκουρο Καθηγητή της Δασικής Εδαφολογίας του Α.Π.Θ., Παναγιώτη Πλατή, Εντεταλμένο Ερευνητή του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών του ΕΘΙΑΓΕ καθώς και στους συναδέλφους Αθανάσιο Παπαϊωάννου και Κώστα Μαντζανά.

### Effect of silvopastoral manipulations on forest soils properties

Stergios Gakis<sup>1</sup> and Dimitrios Alifragis<sup>2</sup>

#### ABSTRACT

In the present work, the effect of different silvopastoral manipulations on certain soil properties was studied, eight years after the establishment of a silvopastoral system of sycamore (*Acer pseudoplatanus*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*) in Northern Greece. Changes in soil pH values and in extractable P concentration during three years were also studied.

The experimental design applied was the split-split plot with three replications. It included: three ground vegetation treatments as main plots (Grasses, *Trifolium repens* and control), two tree species as subplots (*Acer pseudoplatanus* and *Pinus sylvestris*) and two planting spacings as sub-subplots (3,5 m x 3,5 m and 2,5 m x 2,5 m).

Soil properties were not affected significantly by the different manipulations used. Nutrients concentration in the soil followed the following order regardless of silvopastoral manipulations:  $N > Ca > K > Mg > Na > P$ . Over the past three years significant changes were observed among all silvopastoral manipulations and soil layers that were examined, concerning significant increase of soil pH value and significant decrease of extractable P concentration.

**Key words:** Silvopastoral ecosystems, Nutrients, pH, Extractable phosphorus, *Acer pseudoplatanus*, *Pinus sylvestris*, *Lolium perenne*, *Trifolium repens*.

<sup>1</sup> Department of Forestry and Management of the Environment and Natural Resources, 682 00 Orestiada, Greece

<sup>2</sup> Department of Forestry of Forestry and Natrual Environment, Laboratory of Forest Soils, 540 06 Thessaloniki, Greece

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Adejuwon, J.O. and Adesina, F.A. 1990. Organic matter and nutrient status of soils under cultivated fallows: an example of *Gliricidia sepium* fallows from South Western Nigeria. *Agroforestry Systems* 10:23-32.
- Agbede, O.O. and Fagberno, J.A. 1985. Increasing food production in Nigeria: 1. Effect of agrisilviculture on soil chemical properties. *Soil Science*, Vol 130, No 2, pp: 76-82.
- Alpizar, L., Fassbender, H.W., Heuvelodp, J., Folster, H. and Enriquez, G. 1986. Modeling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. I. Inventory of organic matter and nutrients. *Agroforestry systems* 4:175-189.
- Basta, N. T. and Tabatabai, M. A. 1992. Effects of cropping systems on absorption of metals by soils: II. effect of pH. *Soil Science*, Vol 153, pp:195-204.
- Binkley, D. and Valentine, D. 1991. Fifty-year biogeochemical effects of green ash, white pine and Norway spruce in a replicated experiment. *Forest Ecology and Management* 40:13-25.
- Debano, F. L. and Klopatek, M. J. 1988. Phosphorus dynamics of pinyon - juniper soils following simulated burning. *Soil Science Society of America Journal*, 52:271-277.
- Drechsel, P., Glaser, B. and Zech, W. 1991. Effect of four multipurpose tree species on soil amelioration during tree fallow in Central Togo. *Agroforestry Systems* 16:193-202.
- Finkl, C.W. and Simonson R.W. 1979. Phosphorous cycle. In: *The Encyclopedia of Soil Science Part I: Physics, Chemistry, Biology, Fertility and Technology*, Fairbridge R.W. and Finkl C.W. eds., Dowden, Hutchinson and Ross Ink., pp: 370-377.
- Hue, N.V. 1991. Effect of organic acids/anions on P sorption and phytoavailability in soils with different mineralogies. *Soil Science*, 152: 463-471.
- Kardos, L.T. 1964. Soil fixation of plant nutrients. In: *Chemistry of Soil*, Firman E. Bear ed., Van Nostrand Reinhold Company, pp: 369-394.
- Kiepe, P. 1990. Evaluation of soils in agroforestry. Lecture notes, SALWA D&D Course, pp: 1-14.
- Knowles, R.L. 1991. New Zealand experience with silvopastoral systems: A review. In: *Agroforestry: Principles and Practice* (P.E. Jarvis, ed). Elsevier Sci. Pub., Amsterdam, 45:251-267.
- Lal, R. 1989. Agroforestry systems and soil surface management of a tropical alfisol: III: Changes in soil chemical properties. *Agroforestry Systems* 8:113-132.
- Merino, A. and Edeso, J.N. 1999. Soil fertility rehabilitation in young *Pinus radiata* D. Don. plantations from northern Spain after intensive site preparation. *Forest Ecology and Management*. 116:83-91.
- Παντέρα, Α. και Μούφλης, Γ. 1997. Αγροδασοπονία: σύζευξη δασοπονίας, γεωργίας και/ή κτηνοτροφίας. Από: 'Αειφορική Αξιοποίηση Λιβαδιών και Λειμώνων', Πρακτικά Α' Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία, σελ: 46-52.
- Παπαμίχος, Ν.Θ. 1996. Δασικά εδάφη. Θεσσαλονίκη.
- Παπαμίχος, Ν.Θ. 1988. Ταξινόμηση και χαρτογράφηση δασικών εδαφών και δασικών τόπων. Θεσσαλονίκη.
- Papanastasis, V.P. 1996. Silvopastoral systems and range management in the Mediterranean region. In: 'Western Europe Silvopastoral Systems', INRA editions, France, pp:143-156.
- Pierrou, U. 1979. The phosphorous cycle: Quantitative aspects and the role of man. In: "Biogeochemical Cycling of mineral-forming Elements", P.A. Trudinger and Swaine D.J. eds., Elsevier, pp: 205-210.
- Rao, M.R., Nair, P.K.R. and Ong, C.K. 1998. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 38:3-50.
- Schultz, A.M., Papanastasis, V.P., Katelman, T., Tsiouvaras, C., Kandrelis, S. and Nastis, A. 1987. Agroforestry in Greece. Working Document, Aristotle University, Laboratory of Range Science, Thessaloniki.
- Stevenson, I.L. 1964. Biochemistry of Soil, Phosphorus transformations. In: *Chemistry of Soil*, Firman E. Bear ed., Van Nostrand Reinhold Company, pp: 279-281.
- Toky, O.P., Kumar, P. and Khosla, P.K. 1989. Structure and function of traditional agroforestry systems in the western Himalaya. II. Nutrient cycling. *Agroforestry systems* 9:71-89.
- Trettin, C.C., Johnson, D.W. and Todd, D.E. 1999. Forest nutrient and carbon pools at Walker Branch watershed: Changes during a 21-year period. *Soil Science Society of America Journal*, Vol 63, No. 5, pp:1436-1448.

## Μοντέλα Καύσιμης Ύλης Μεσογειακών Τύπων Βλάστησης της Ελλάδος

A.Π. Δημητρακόπουλος<sup>1</sup>, Violeta Mateeva<sup>2</sup>, Γαβριήλ Ξανθόπουλος<sup>3</sup>

### Περίληψη

Παρουσιάζονται μοντέλα καύσιμης ύλης για τους μεσογειακούς τύπους βλάστησης της Ελλάδος. Η δημιουργία τους βασίστηκε στην μέτρηση και στατιστική ανάλυση των ιδιοτήτων της καύσιμης ύλης 181 σημείων δειγματοληψίας, αντιπροσωπευτικών των μεσογειακών οικοσυστημάτων σε όλη την Ελλάδα. Οι παράμετροι που μετρήθηκαν είναι οι διαστάσεις και το φορτίο της ξηρής και χλωρής καύσιμης ύλης ανά τύπο βλάστησης ή δασικής καύσιμης ύλης (βελονοτάπητας, ποολίβαδα, φρύγανα, πρινώνες, θαμνώνες αειφύλλων - πλατυφύλλων). Ανάλυση ομαδοποίησης (cluster analysis) χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή των τυπικών μοντέλων της καύσιμης ύλης από το σύνολο των θέσεων δειγματοληψίας. Κάθε μοντέλο συνοδεύεται και από μία αντιπροσωπευτική φωτογραφία, ώστε να καθίσταται εύκολη η αναγνώριση και η ταύτιση του στο πεδίο. Εφαρμόζοντας κανονική διακριτή ανάλυση (canonical discriminant analysis) βρέθηκε ότι για την ομαδοποίηση των συμπλεγμάτων της καύσιμης ύλης σε μοντέλα, μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα έχουν το συνολικό φορτίο της καύσιμης ύλης, το ύψος της θαμνώδους βλάστησης, και το συνολικό μέσο ύψος της βλάστησης. Συνολικά προέκυψαν επτά μοντέλα καύσιμης ύλης (μέσο φορτίο καύσιμης ύλης): Θαμνώνες αειφύλλων – πλατυφύλλων I (25,5 t/ha), Θαμνώνες αειφύλλων – πλατυφύλλων II (53,0 t/ha), Πρινώνες (34,65 t/ha), Φρύγανα I (9,90 t/ha), Φρύγανα II (5,65 t/ha), Μεσογειακά χορτολίβαδα (4,85 t/ha), Ξηροτάπητας δασών Χαλεπίου και Τραχείας Πεύκης (10,20 t/ha). Η δημιουργία μοντέλων καύσιμης ύλης αναμένεται να συνεισφέρει ουσιαστικά στον τεκμηριωμένο σχεδιασμό του αντιπυρικού αγώνα.

**Λέξεις - κλειδιά:** καύσιμη ύλη, δασικές πυρκαγιές, Μεσογειακή βλάστηση, στατιστική ανάλυση.

### Εισαγωγή

Τα συμπλέγματα δασικής καύσιμης ύλης αποτελούνται από χλωρά και ξηρά μέρη φυτών διαφόρων διαστάσεων, βάρους και φυσικοχημικών ιδιοτήτων, καθώς και διαφόρου βαθμού οριζόντιας και κατακόρυφης συνέχειας, και συνιστούν την διαθέσιμη καύσιμη ύλη κατά την διάρκεια των πυρκαγιών. Η ποσοτικοποίηση και τυποποίηση των συμπλεγμάτων αυτών καθίσταται αναγκαία εκ του γεγονότος ότι αποτελούν την κύρια συνιστώσα του πυρικού περιβάλλοντος και, ως εκ τούτου, χρησιμοποιούνται ως εισαγωγικά στοιχεία σε μοντέλα πρόγνωσης τόσο του κινδύνου έναρξης όσο και της συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών, που είναι απαραίτητα για την λήψη ορθολογικών αποφάσεων κατά τον σχεδιασμό του αντιπυρικού αγώνα (Anderson 1982).

Ωστόσο, τα φυσικά συμπλέγματα της δασικής καύσιμης ύλης παρουσιάζουν μεγάλη χωρική και χρονική ανομοιογένεια και ασυνέχεια, και συνεπώς, είναι εξαιρετικά δύσκολο να μετρηθούν οι φυσικές και χημικές παράμετροι τους με μεθόδους απογραφής ή ακόμη εκτεταμένης δειγματοληψίας (Martin κ.α. 1979). Έτσι, η πλέον χρησιμοποιούμενη παγκοσμίως μέθοδος για την αποτίμηση της δασικής καύσιμης ύλης είναι η δημιουργία αντιπροσωπευτικών μοντέλων (Martin κ.α 1979, Burgan 1987). Στις ΗΠΑ χρησιμοποιούνται 13 μοντέλα για την πρόγνωση της συμπεριφοράς του πυρός με το λογισμικό BEHAVE (Burgan and Rothermel 1984), 20 μοντέλα για την εκτίμηση του κινδύνου έναρξης δασικών πυρκαγιών (Anderson 1982), και κατά τόπους αντιπροσωπευτικές φωτοσειρές της κατάστασης της καύσιμης ύλης (Koski και Fischer 1979, Weise κ.α. 1998). Στον Καναδά χρησιμοποιούνται 16 μοντέλα (FCFDG 1992, Taylor κ.α. 1996) για την πρόγνωση της συμπεριφοράς του πυρός, στην Αυστραλία 11 (Sneeuwjagt and Peet 1985) και στην Ισπανία 13 (ICONA 1993).

<sup>1</sup> Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Θ. 228, 540 06 Θεσσαλονίκη.

<sup>2</sup> Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων, Τ.Θ. 85, Αλσύλλιο Αγοροκηπίου, 73 100 Χανιά.

<sup>3</sup> Natural Resource Technologies Consulting, Μουσών 31, 175 62 Αθήνα.



Ως μοντέλο καύσιμης ύλης ορίζεται ένα τυπικό σύμπλεγμα δασικών καυσίμων, του οποίου η ποσοτική έκφραση των φυσικών και χημικών παραμέτρων του είναι αντιπροσωπευτική της 'μέσης' (τυπικής) κατάστασης ενός συγκεκριμένου τύπου βλάστησης (Burgan 1987). Εκ του γεγονότος ότι ένα μοντέλο καύσιμης ύλης βασίζεται στις φυσικοχημικές ιδιότητες και όχι στη χλωριδική σύνθεση της βλάστησης, το ίδιο μοντέλο είναι δυνατόν να αντιπροσωπεύει μιά πλειάδα διαφορετικών οικοσυστημάτων (Maxwell and Ward 1980). Συνεπώς, ένα μοντέλο καύσιμης ύλης είναι αντιπροσωπευτικό όλων των βλαστικών διαπλάσεων των οποίων οι τιμές των παραμέτρων της καύσιμης ύλης είναι ανάλογες με αυτές του μοντέλου (Burgan and Rothermel 1984). Επιπρόσθετα, με την χρήση φωτοσειρών (photo-series) που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας, διαφορετικοί τύποι βλάστησης με παρόμοιες ιδιότητες καύσιμης ύλης είναι δυνατόν να ομαδοποιηθούν και να αποτελέσουν ένα ενιαίο μοντέλο (Fahnestock and Key 1971, Fisher 1981).

Οι φωτοσειρές είναι αντιπροσωπευτικές φωτογραφίες των τυπικών συμπλεγμάτων της καύσιμης ύλης που συνιστούν τους διάφορους τύπους βλάστησης και συνοδεύονται από μία συνοπτική απογραφή της καύσιμης ύλης των απεικονιζομένων συμπλεγμάτων, και πιθανώς, από πρόγνωση της ενδεχόμενης συμπεριφοράς του πυρός σε αυτά (Maxwell and Ward 1980, Fisher 1981, Stocks κ.α. 1990). Η ομαδοποίηση των διαφόρων φωτοσειρών με στατιστική επεξεργασία, δυνατόν να οδηγήσει στην δημιουργία μοντέλων καύσιμης ύλης (Brown and Bevis 1986).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία αντιπροσωπευτικών μοντέλων καύσιμης ύλης για τις μεσογειακές διαπλάσεις ολόκληρης της Ελλάδος.

## Υλικά και Μέθοδοι

### I. Περιοχή Δειγματοληψίας

Οι Μεσογειακοί τύποι βλάστησης στην Ελλάδα εκτείνονται στην Ευμεσογειακή (*Quercetalia ilicis*) ζώνη βλάστησης σε μιά σχεδόν συνεχή λωρίδα κατά μήκος των παραλίων και μέχρις υψομέτρου 400 m (στην Δυτική Ελλάδα είναι δυνατόν να ανέλθει έως και 800 m) και στους πριώνες της παραμεσογειακής (*Quercetalia pubescentis*) ζώνης βλάστησης και ειδικότερα των αυξητικών χώρων *Quercetum cocciferae* (στην Νότιο Ελλάδα και Κρήτη μέχρι υψομέτρου 1000 m) και *Coccifero - Carpinetum* (Κεντρική και Βόρειο Ελλάδα). Καλύπτουν περίπου το 39% της Ελληνικής επιφάνειας (Ντάφης 1973, Υπουργείο Γεωργίας 1992). Η μεγάλη έκταση των πριώνων στις περιοχές αυτές οφείλεται σε ανθρωπογενείς επιδράσεις (πυρκαγιές, υπερβόσκηση) (Ντάφης 1973). Οι Μεσογειακές διαπλάσεις είναι εξαιρετικά πυρόπληκτες αφού, κατά την δεκαετία 1985 - 1994, υπέστησαν το 77.8% (11409) του συνόλου των δασικών πυρκαγιών που κατέστρεψαν το 85% (442802 ha) των συνολικά καμμένων δασικών εκτάσεων στην Ελλάδα (Dimitrakopoulos and Yordanov 1997, Μαρκάλας και Παντελής 1997). Στον πίνακα I παρουσιάζεται ποσοτικά η έκταση του προβλήματος των δασικών πυρκαγιών στους Μεσογειακούς τύπους βλάστησης στην Ελλάδα.

Αρχικά, όλες οι περιοχές μεσογειακών τύπων βλάστησης της Ελλάδος στρωματοποιήθηκαν επί δασικών χαρτών κλίμακος 1:50000. Η επιλογή των αντιπροσωπευτικών θέσεων δειγματοληψίας σε κάθε στρωματοποιημένη περιοχή έγινε κατόπιν επιτόπιας μετάβασης και σύσκεψης με τις αρμόδιες δασικές αρχές. Κατεβλήθη κάθε προσπάθεια ώστε οι επιλεγείσες θέσεις να είναι τυπικές της μέσης κατάστασης των μεσογειακών τύπων βλάστησης της περιοχής όσον αφορά τις ιδιότητες της καύσιμης ύλης, το ύψος, την δομή και την πυκνότητα της βλάστησης (Scheaffer κ.α. 1979). Πανελλαδικά, επελέγησαν 181 σημεία δειγματοληψίας, αναλόγως της ποικιλομορφίας και της έκτασης των Μεσογειακών συμπλεγμάτων της καύσιμης ύλης στα επιμέρους γεωγραφικά διαμερίσματα (Dimitrakopoulos 1993): Μακεδονία και Θράκη 25, Θεσσαλία 19, Ανατολική Στερεά και Εύβοια 35, Πελοπόννησος 33, Δυτική Στερεά και Ιόνια νησιά 23, Κρήτη 13, Δωδεκάνησα 12, Νησιά Βορείου Αιγαίου 12, Κυκλάδες 9.

Σε κάθε σημείο δειγματοληψίας, για την μέτρηση των φορτίων της καύσιμης ύλης κατά κατηγορίες διαμέτρου εφαρμόστηκε η μέθοδος των Brown κ.α. (1982), σε συνδιασμό με την μέθοδο των Maxwell και Ward (1980) για την δημιουργία φωτοσειρών καύσιμης ύλης. Συγκεκριμένα:

α) Τα σημεία φωτογράφισης επελέγησαν έτσι ώστε το οπτικό πεδίο της φωτογραφίας να καλύπτει απόλυτα και να ορίζει επακριβώς την εκάστοτε θέση δειγματοληψίας. Μία δίμετρη σταδία (με εναλασόμενα χρώματα ερυθρού - λευκού ανά 0,5 m) τοποθετήθηκε στο κέντρο της θέσεως δειγματοληψίας και σε απόσταση 6 μέτρων από το σημείο φωτογράφισης, για την οπτική εκτίμηση του ύψους της βλάστησης. Ελήφθησαν

**Πίνακας 1.** Κατανομή εκτάσεων και δασικών πυρκαγιών στους Μεσογειακούς τύπους βλάστησης της Ελλάδας.

Τύπος Βλάστησης	Έκταση (ha)	% συνολικής έκτασης Ελλάδος	Αριθμός πυρκαγιών	% συνόλου δασικών πυρκαγιών	Καμένη έκταση (ha)	% συνολικά καμένης έκτασης	% ετησίως καγόμενης επιφάνειας	
Θαμνώνες αειφύλλων-πλατυφύλλων	2.573.169	19,50	6486	44,23	219358	42	0,46	
Πρινώνες	546.304	4,14	1657	11,30	75074	14		
Δάση	Χαλέπιου Πεύκης	403.250	3,05	1636	11,15	83410	16	2,85
	Τραχείας Πεύκης	157.480	1,19	475	3,24	32528	6	
Φρύγανα	580.612	4,40	1155	7,88	34432	7	0,48	
Μεσογειακά Χορτολιβάδα	868.855	6,60						
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>5.129.670</b>	<b>38,88</b>	<b>11.409</b>	<b>77,8</b>	<b>444.802</b>	<b>85</b>	<b>3,79</b>	

Σημείωση: Οι εκτάσεις βασίζονται σε αερογραφικά στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας (1992). Ιδιαίτερως, οι εκτάσεις των 'πρινώνων', 'φρυγάνων' και 'μεσογειακών χορτολιβαδών' υπολογίστηκαν με βάση τα στοιχεία των κατά τόπους Δασαρχείων και παρουσιάζονται για πρώτη φορά. Οι δασικές πυρκαγιές και οι καμμένες εκτάσεις είναι τα σύνολα της περιόδου 1980-1996 (Dimitrakopoulos and Yordanou 1997). Το ποσοστό της ετησίως καγόμενης επιφάνειας είναι ο μέσος όρος της περιόδου 1964-94 (Μαρκάλης και Παντελής 1997).

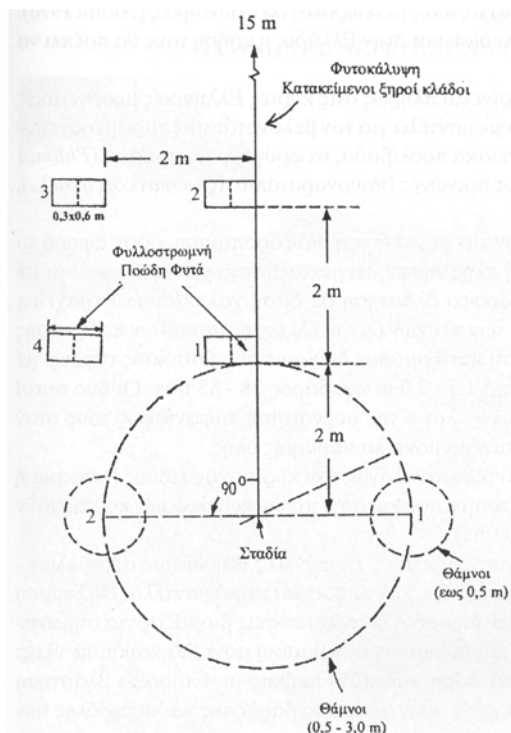
τέσσερις έγχρωμες φωτογραφίες για κάθε θέση, πάντοτε με ηλιακό φως και αποφεύγοντας την σκίαση της καύσιμης ύλης, και επελέγη η ευκρινέστερη (Maxwell and Ward 1980).

β) Διακρίθηκαν οι εξής στρώσεις βλάστησης: ξηροτάπητας, πόδες, μικροί ξυλώδεις θάμνοι (φρύγανα μέχρι 0,5 m), ξυλώδεις θάμνοι με ύψος από 0,5 - 3 m (Whittaker and Marks 1975). Για τον υπολογισμό των φορτίων (βάρος ανά μονάδα επιφάνειας) της καύσιμης ύλης ελήφθησαν οι εξής δειγματοληπτικές επιφάνειες: τέσσερα πλαίσια διαστάσεων 0,3X0,6 m για τον ξηροτάπητα και τα ποώδη φυτά, δύο κύκλοι εμβαδού ενός τετραγωνικού μέτρου έκτατος για τους μικρούς θάμνους, και ένας κύκλος 12,5 τετραγωνικών μέτρων (ακτίνας 2,0 m) για τους μεγάλους θάμνους (Brown κ.α. 1982, Delisle κ.α. 1988). Το σχήμα 1 παρουσιάζει την διάταξη των δειγματοληπτικών επιφανειών. Στις επιφάνειες αυτές κόπηκε πλήρως η βλάστηση και, στην συνέχεια, διαχωρίστηκε με την χρήση βερνιέρου σε κλαδιά κατηγοριών διαμέτρου 0,0 - 0,5 cm, 0,6 - 2,5 cm, 2,5 - 7,5 cm, >7,5 cm, καθώς και σε χλωρό φύλλωμα (Brown and Marsden 1976, Papio and Trabaud 1990). Η εκτίμηση του φορτίου του ξηροτάπητα έγινε διά της συλλογής και ζύγισης του από τα δειγματοληπτικά πλαίσια των 0.3X0.6 m. Ακολούθησε επιμέρους ζύγιση κατά κατηγορία με φορητό ηλεκτρονικό ζυγό ακρίβειας 5 g. Ελήφθησαν 3 δείγματα από κάθε στρώση βλάστησης και τοποθετήθηκαν σε αλουμινένια κυτία για τον εργαστηριακό προσδιορισμό (ξήρανση σε φούρνο στους 105<sup>o</sup> C μέχρι σταθερού βάρους) της περιεχόμενης υγρασίας. Ακολούθως έγινε η αναγωγή του βάρους της καύσιμης ύλης ανά στρώση βλάστησης σε ξηρό βάρος και σε τόνους ανά εκτάριο. Η κοπή της βλάστησης έγινε κατά τους θερινούς μήνες (Ιούνιο - Σεπτέμβριο).

γ) Τέλος, έγινε εκτίμηση της φυτοκάλυψης από τα κυρίαρχα είδη με την μέθοδο της τέμνουσας ευθείας (line intersect method)(Bonham 1989).

## II. Στατιστική ανάλυση

Η ταξινόμηση των φωτοσειρών σε αντιπροσωπευτικά μοντέλα έγινε με στατιστική ανάλυση των τιμών των ιδιοτήτων της καύσιμης ύλης τους, εφαρμόζοντας την μέθοδο της ανάλυσης κατά ομάδες (cluster analysis)(Hartigan 1975, Everitt 1980). Συγκεκριμένα, επελέγη η μέθοδος Ward σε συνδιασμό με την μέθοδο των κ - μέσων (k - means), ως ενδεικνυόμενη για την ομαδοποίηση οικολογικών παραμέτρων (Hair κ.α. 1987, Gauch 1996).



**Σχήμα 1.** Σχέδιο διάταξης δειγματοληπτικών επιφανειών σε κάθε θέση δειγματοληψίας (Τροποποίηση από Brown κ.α., 1982).

CCC (cubic clustering criterion) και μικρή τιμή 'ψευδο' -  $t^2$  (pseudo  $t^2$ - statistic)(Green and Carroll 1978, Hair κ.α 1987).

Επιπρόσθετα, για την επιλογή των παραμέτρων της καύσιμης ύλης που έχουν την μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα στην ομαδοποίηση των διάφορων τύπων βλάστησης σε μοντέλα καύσιμης ύλης, εφαρμόστηκε κανονική διακριτή ανάλυση (Canonical Discriminant Analysis). Οι κανόνες διάκρισης (discriminatory canonical functions, CAN1 και CAN2) υπεβλήθησαν σε περιστροφή Varimax (Varimax rotation) για την ελαχιστοποίηση του αριθμού των σημαντικών μεταβλητών (παράμετροι της καύσιμης ύλης). Οι τιμές των τυποποιημένων συντελεστών κανονικότητας (standardised canonical coefficients) ήταν το κριτήριο για την επιλογή των πλέον σημαντικών παραμέτρων (Green and Carroll 1978, Hair κ.α. 1987).

### Αποτελέσματα - Συζήτηση

Τα μοντέλα καύσιμης ύλης των μεσογειακών τύπων βλάστησης της Ελλάδας που προέκυψαν από την ομαδοποίηση των φωτοσειρών με τις μεθόδους Ward και k - μέσων ( k - means), παρουσιάζονται στα σχήματα 2 - 8. Επελέγησαν οι επτά πρώτες ομάδες (clusters) ως πληρουσές σε μεγαλύτερο βαθμό τα κριτήρια επιλογής (CCC, pseudo -  $t^2$ ). Το σημείο δειγματοληψίας του οποίου οι τιμές των ιδιοτήτων της καύσιμης ύλης είναι πλησιέστερες προς αυτές του κέντρου (centroid) κάθε ομάδας (cluster), επελέγη ως αντιπροσωπευτικό μοντέλο καύσιμης ύλης για την ομάδα αυτή.

Για κάθε μοντέλο καύσιμης ύλης παρατίθενται τα αποτελέσματα της πρόγνωσης των πυρικών παραμέτρων πυρκαγιών που υποθετικά εξελίσσονται στο μοντέλο αυτό, σύμφωνα με το πρόγραμμα προσομοίωσης BE-HAVE (Andrews 1986). Οι τιμές αυτές είναι ενδεικτικές της συμπεριφοράς του πυρός που πρέπει να αναμέ-

Ως μεταβλητές, χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω ιδιότητες της καύσιμης ύλης:

βάρος καύσιμης ύλης διαμέτρου 0,0 - 0,5 cm, βάρος καύσιμης ύλης διαμέτρου 0,6 - 2,5 cm, βάρος καύσιμης ύλης διαμέτρου 2,6 - 7,5 cm, βάρος φυλλώματος, συνολικό βάρος καύσιμης ύλης, μέσο ύψος στρώσης μικρών θάμνων (μέχρι 0,5 m), μέσο ύψος στρώσης μεγάλων θάμνων (ύψος 0,5 - 3,0 m), μέσο ύψος ποώδους βλάστησης, συνολικό μέσο ύψος (όλων των στρώσεων) βλάστησης, % εδαφοκάλυψη από θάμνους, % εδαφοκάλυψη από πόες, και, % εδαφοκάλυψη από ξηροτάπητα.

Πρην την στατιστική ανάλυση, τα στοιχεία υπεβλήθησαν σε τυποποίηση (standardization) (μέσος όρος = 0, τυπική απόκλιση = 1) για να υπερεκρασθεί το γεγονός ότι οι μονάδες μέτρησης των μεταβλητών είναι διαφορετικές (Green and Carroll 1978). Επίσης, έγινε κανονικοποίηση (normalization) των στοιχείων με λογαριθμική μετατροπή (logarithmic transformation)(Gauch 1996).

Η στατιστική ανάλυση των στοιχείων έγινε με το λογισμικό πρόγραμμα SPSS 6.1 (Norusis 1994). Κατά την διαδικασία της ομαδοποίησης, χρησιμοποιήθηκε η επιλογή STRICT του προγράμματος για τον αποκλεισμό των ακραίων τιμών (outliers)(Milligan and Mahajan 1980). Ετσι, τελικά αναλύθηκαν 166 θέσεις δειγματοληψίας. Η διαδικασία ομαδοποίησης περατώθηκε μετά από τρεις επαναλήψεις (iterations). Η επιλογή του τελικού αριθμού των μοντέλων καύσιμης ύλης (number of clusters) έγινε με βάση τα εξής κριτήρια: μεγάλη τιμή

νεται σε ανάλογα συμπλέγματα καύσιμης ύλης και κάτω από τις ίδιες μετεωρολογικές συνθήκες (Albini 1976). Ωστόσο, επειδή δεν έχουν επαληθευτεί με παρατηρήσεις πεδίου και στην Ελλάδα, η χρήση τους θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη επιφυλακτικότητα.

Η διάκριση των μοντέλων της καύσιμης ύλης ανταποκρίνεται πλήρως στις κύριες Ελληνικές μεσογειακές διαπλάσεις (Ντάφης 1973, Di Castri 1981). Έτσι, διακρίνουμε μοντέλα για τον βελονοτάπητα παραμεσογείων κωνοφόρων (χαλεπίου και τραχειάς πεύκης), για τα μεσογειακά ποολίβαδα, τα φρύγανα με ασφάκα (*Phlomis fruticosa* L.) και ασοιβίδα (*Sarcopoterium spinosum* L.), τους πρινώνες (πουρναροτόπια) (*Quercus coccifera* L.), και τους θαμνώνες αειφύλλων - πλατυφύλλων.

Οι θαμνώνες αειφύλλων - πλατυφύλλων παρουσιάζουν την μεγαλύτερη διαφοροποίηση, όσον αφορά το ύψος και το βάρος της βλάστησης. Στην κατηγορία αυτή ελήφθησαν δειγματοληπτικές επιφάνειες και σε θαμνώνες αειφύλλων - πλατυφύλλων που αποτελούν υπόροφο βλάστηση σε δάση χαλεπίου και τραχειάς πεύκης, χωρίς όμως να μετρηθεί η βιομάζα του ανωρόφου των πεύκων (λόγω έλλειψης μοντέλων πρόγνωσης συμπεριφοράς του πυρός σε πυρκαγιές κόμης). Η ανάλυση κατά ομάδας διέκρινε δύο βασικούς τύπους: μέ ύψος περίπου 1,5 m και βάρος 10 - 32 t/ha, και με ύψος από 1,5 - 3,0 m και βάρος 28 - 55 t/ha. Οι δύο αυτοί τύποι είναι και οπτικά εξαιρετικά ευδιάκριτοι. Οι πρινώνες, λόγω της συχνότητας εμφάνισέως τους στον Ελληνικό χώρο (Barbero and Quezel 1976), συνιστούν ιδιαίτερα μοντέλα καύσιμης ύλης.

Τα φρυγανικά οικοσυστήματα διακρίνονται σε δύο μοντέλα, αναλόγως του κυρίαρχου είδους (ασφάκα ή ασοιβίδα), ενώ στα μεσογειακά ποολίβαδα και τον ξηροτάπητα παραμεσογειακών κωνοφόρων κυριαρχούν τα καύσιμα λεπτών διαστάσεων και μικρού βάρους (1 - 10 t/ha).

Στην Κρήτη, η Γκαγκάρη (Gagary 1994) πήρε 19 δειγματοληπτικές επιφάνειες θαμνώνων αειφύλλων - πλατυφύλλων και με στατιστική ανάλυση (cluster analysis) επέλεξε 5 αντιπροσωπευτικά μοντέλα. Οι Στάμου κ.α. (1996), παρουσιάζοντας προκαταρκτικά αποτελέσματα, δημιούργησαν εξισώσεις βιομάζας για σημαντικά είδη των μεσογειακών μακί (maquis) στην Χαλκιδική, και διέκριναν δύο βασικά μοντέλα καύσιμης ύλης: ένα για θαμνώνες αειφύλλων - πλατυφύλλων και ένα για δάση χαλεπίου πεύκης με υπόροφο βλάστηση αειφύλλων - πλατυφύλλων, με σημαντικές μεταξύ τους διαφορές όσον αφορά το βάρος της καύσιμης ύλης των θάμνων και των κατακειμένων κλάδων.

Ο αριθμός των θέσεων δειγματοληψίας κρίνεται ως ικανοποιητικός για μία αδρομερή ανάλυση των τύπων της καύσιμης ύλης που απαντώνται στα μεσογειακά οικοσυστήματα της Ελλάδος. Όλοι οι ερευνητές συμφωνούν ότι ο αριθμός των δειγματοληπτικών επιφανειών εξαρτάται από την ποικιλομορφία των βλαστητικών τύπων και είναι ανεξάρτητος της έκτασης που καταλαμβάνουν (Whittaker and Marks 1975, Delisle κ.α. 1988, Bonham 1989). Ο πρακτικός κανόνας είναι οι δειγματοληπτικές επιφάνειες να είναι τουλάχιστον δεκαπλάσιες του αριθμού των μοντέλων που θα προκύψουν (Sneeuwjagt and Peet 1985, Taylor κ.α. 1996). Για τις δημιουργίες φωτοσειρών έχουν ληφθεί από 10 - 24 θέσεις δειγματοληψίας για κάθε τύπο καύσιμης ύλης (Maxwell and Ward 1980, Koski and Fischer 1979, Weise κ.α. 1998). Ωστόσο, για ακριβέστερες προγνώσεις της συμπεριφοράς του πυρός στα φυσικά οικοσυστήματα μιάς συγκεκριμένης περιοχής, απαιτείται η δημιουργία λεπτομερών μοντέλων καύσιμης ύλης τοπικής εμβέλειας (site - specific models), με συστηματικό σχέδιο δειγματοληψίας πολλαπλών θέσεων (Brown κ.α. 1982, Burgan and Rothermel 1984, Burgan 1987). Αντίθετα, όταν δεν υπάρχει η δυνατότητα επιμέρους δειγματοληψίας και αρκεί μία γενική αποτίμηση της συμπεριφοράς του πυρός και της αναμενόμενης δυσκολίας καταστολής ή επιχειρείται η πρόβλεψη του κινδύνου έναρξης δασικών πυρκαγιών σε ευρεία κλίμακα, τα παρόντα μοντέλα ανταποκρίνονται πλήρως (Rothermel 1980, Anderson 1982, Brown and Bevins 1986, ICONA 1993).

Η διακριτή ανάλυση με περιστροφή varimax έδειξε ότι οι παράμετροι με την μεγαλύτερη συμβολή στην διαδικασία ομαδοποίησης για την διάκριση μοντέλων καύσιμης ύλης είναι: συνολικό φορτίο καύσιμης ύλης, συνολικό μέσο ύψος βλάστησης (όλων των στρώσεων), μέσο ύψος υπορόφου (στρώσης) των θάμνων με ύψος από 0,5 - 3 m. Τα αποτελέσματα κρίνονται ως λογικά, αφού ο πλέον σημαντικός παράγοντας επηρεασμού της θερμικής έντασης των πυρκαγιών είναι το φορτίο της καύσιμης ύλης, ενώ το ύψος της βλάστησης είναι καθοριστικό για το πορώδες (bulk density) της στρώσης της καύσιμης ύλης, από το οποίο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η ταχύτητα διάδοσης της πυρκαγιάς (Albini 1976, Burgan and Rothermel 1984).

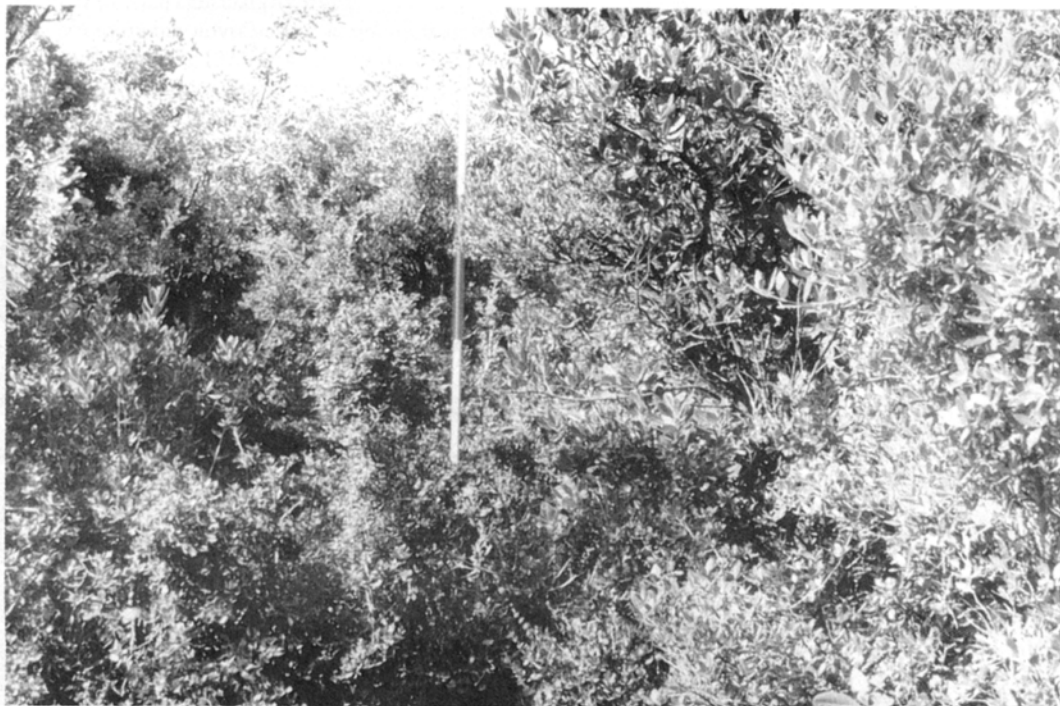
**ΜΟΝΤΕΛΟΙ:**  
**ΘΑΜΝΩΝΕΣ ΔΕΙΦΥΛΛΩΝ - ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ I (Ύψος έως 1,5 m)**



ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ			Άλλες Μετρήσεις		ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ					
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ (cm)	ΒΑΡΟΣ (t/ha)	%	Φυτοκάλυψη %		ΠΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Υγρασία κ. υ., %				
			90-100	Πάχος φυλλοστρωμνής, cm		Ταχ. ανέμου km/hr	4	10	16	
0,0-0,5	7,4	29	2,5		ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ	5 (0-2BF)	9	7	6	
0,6-2,5	6,8	26,7	2,51			15 (3BF)	32	27	24	
2,6-7,5	3,6	14,1	% Εδαφοκάλυψης από Φυλλοστρωμνή		ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ (kW/m)	30 (5BF)	73	60	54	
>7,5 ΥΠΕΣ	-	-	40			5 (0-2BF)	4750	3376	2844	
>7,5 ΣΑΠΙΟ	-	-			ΜΗΚΟΣ ΦΛΟΓΩΝ (m)	15 (3BF)	17672	12558	10581	
ΧΛΩΡΟ ΦΥΛΛΩΜΑ	7,7	30,2				30 (5BF)	40113	28506	24017	
ΣΥΝΟΛΟ	25,5	100			ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ					
ΘΑΜΝΟΙ & ΜΙΚΡΑ ΔΕΝΔΡΑ (ΕΩΣ 3 m)			ΧΟΡΤΑ & ΠΟΕΣ (ΕΩΣ 50 cm)		<p>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</p> <p>Η παώδης βλάστηση συνηγορείται στα καύσιμα διαμέτρου 0,0-0,5 cm</p> <p>Το βάρος της φυλλοστρωμνής αποτελεί ιδιαίτερη κατηγορία καύσιμης ύλης, εκτός του φορτίου καύσιμης ύλης.</p>					
ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)			ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)							
<i>Quercus coccifera</i>	(30)		Ετήσια χορτολιβαδικά φυτά χαμηλών υψομέτρων.							
<i>Pistacia lentiscus</i>	(40)									
<i>Arbutus unedo</i>	(25)									
% συνολικού βάρους	98,7		% συνολικού βάρους							1,3
μέσο βάρος, kg/ha	25169		μέσο βάρος, kg/ha							331
μέσο ύψος, cm	112		μέσο ύψος, cm							10
εδαφοκάλυψη, %	95-100		εδαφοκάλυψη, %							<5
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ			ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ							

Σχήμα 2. Θαμνώνες αειφύλλων - πλατυφύλλων I (ύψος έως 1,5 m).

**ΜΟΝΤΕΛΟ II:**  
**ΘΑΜΝΩΝΕΣ ΔΕΙΦΥΛΛΩΝ - ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ II (Ύψος έως 1,5 - 3,0 m)**



ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ			Άλλες Μετρήσεις		ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ					
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ (cm)	ΒΑΡΟΣ (t/ha)	%	Φυτοκάλυψη %		ΠΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Ταχ. ανέμου km/hr	Υγρασία κ. υ., %			
			90-100	90-100			4	10	16	
0,0-0,5	14,5	27,5	Πάχος φυλλοστρωμνής, cm		ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ (m/min)	5 (0-2BF)	14	11	10	
0,6-2,5	13,3	25	3,50			15 (3BF)	50	40	35	
2,6-7,5	8,5	16	Βάρος φυλλοστρωμνής, t/ha			30 (5BF)	114	91	80	
>7,5 ΥΠΕΣ	6,1	11,5	3,38		ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ (kW/m)	5 (0-2BF)	13795	9477	7753	
>7,5 ΣΑΠΙΟ	-	-	% Εδαφοκάλυψης από Φυλλοστρωμνή			15 (3BF)	50889	34960	28601	
ΧΛΩΡΟ ΦΥΛΛΩΜΑ	10,6	20	65			30 (5BF)	95793	79198	64792	
ΣΥΝΟΛΟ	53	100								
ΘΑΜΝΟΙ & ΜΙΚΡΑ ΔΕΝΔΡΑ (ΕΩΣ 3 m)			ΧΟΡΤΑ & ΠΟΕΣ (ΕΩΣ 50 cm)		ΜΗΚΟΣ ΦΛΟΓΩΝ (m)	5 (0-2BF)	6	5	5	
ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)			ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)			15 (3BF)	11	10	9	
<i>Quercus coccifera</i> (30)			Ετήσια χορταλιβαδικά φυτά χαμηλών υψομέτρων.			30 (5BF)	17	14	13	
<i>Pistacia lentiscus</i> (30)					ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ					
<i>Arbutus unedo</i> (25)					Πυρκαγιές με την μέγιστη θερμική ένταση και ταχύτητα διάδοσης.					
<i>Erica arborea</i> (25)										
% συνολικού βάρους		98,3	% συνολικού βάρους							1,7
μέσο βάρος, kg/ha		52100	μέσο βάρος, kg/ha							900
μέσο ύψος, cm		218	μέσο ύψος, cm							10
εδαφοκάλυψη, %		95-100	εδαφοκάλυψη, %		< 5					
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ			ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ							
Η πτώσης βλάστηση συνυπολογίζεται στα καύσιμα διαμέτρου 0,0-0,5 cm										
Το βάρος της φυλλοστρωμνής αποτελεί ιδιαίτερη κατηγορία καύσιμης ύλης, εκτός του συνολικού φορτίου.										

Σχήμα 3. Θαμνώνες αειφύλλων - πλατυφύλλων II (ύψος 1,5 – 3,0 m).

**ΜΟΝΤΕΛΟ ΙΙΙ:  
ΠΡΙΝΩΝΕΣ (Ύψος έως 2m)**



ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ			Άλλες Μετρήσεις		ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ				
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ (cm)	ΒΑΡΟΣ (t/ha)	%	Φυτοκάλυψη %		ΠΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Ταχ ανέμου km/hr	Υγρασία κ. υ., %		
			100	100			4	10	16
0.0-0.5	12,7	36,7	Πάχος φυλλοστρωμνής, cm		ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ (m/min)	5 (0-2BF)	11	9	8
0.6-2.5	10,5	30,3	2.5			15 (3BF)	39	31	27
2.6-7.5	4,1	11,8	Βάρος φυλλοστρωμνής, t/ha		30 (5BF)	84	66	58	
>7.5 ΥΠΕΣ	0,6	1,7	3.01		ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ (kW/m)	5 (0-2BF)	9348	6238	5036
>7.5 ΣΑΓΙΟ	-	-	% Εδαφοκάλυψης από Φυλλοστρωμνή			15 (3BF)	32267	21531	17361
ΧΛΩΡΟ ΦΥΛΛΩΜΑ	6,75	19,5	50			30 (5BF)	69980	46696	37652
ΣΥΝΟΛΟ	34,65	100			ΜΗΚΟΣ ΦΛΟΓΩΝ (m)	5 (0-2BF)	5	4	4
ΘΑΜΝΟΙ & ΜΙΚΡΑ ΔΕΝΔΡΑ (ΕΩΣ 3 m)			ΧΟΡΤΑ & ΠΟΕΣ (ΕΩΣ 50 cm)			15 (3BF)	9	8	7
ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)			ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	30 (5BF)	13	11	10
<i>Quercus coccifera</i> (>80)			Ετήσια χορτολιβαδικά φυτά χαμηλών υψομέτρων			Πυρκαγιές με μεγάλη θερμική ένταση.			
% συνολικού βάρους			% συνολικού βάρους						
μέσο βάρος, kg/ha			μέσο βάρος, kg/ha						
μέσο ύψος, cm			μέσο ύψος, cm						
εδαφοκάλυψη, %			εδαφοκάλυψη, %						
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ			ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ						
Η πτώδης βλάστηση συνυπολογίζεται στα καύσιμα διαμέτρου 0.0-0.5 cm.									
Το βάρος της φυλλοστρωμνής αποτελεί ιδιαίτερη κατηγορία καύσιμης ύλης, εκτός του συνολικού φορτίου.									

Σχήμα 4. Πρινώνες (ύψος έως 2,0 m).

**ΜΟΝΤΕΛΟ IV:  
ΦΡΥΓΑΝΑ I (Ασφάκα)**



ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ			Άλλες Μετρήσεις		ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ				
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ (cm)	ΒΑΡΟΣ (t/ha)	%	Φυτοκάλυψη %		ΠΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Υγρασία κ. υ., %			
			ΒΑΡΟΥΣ	70-90		Ταχ ανέμου km/hr	4	10	16
0,0-0,5	4,4	43	Πάχος φυλλοστρωμνής, cm		ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ (m/min)	5 (0-2BF)	4	3	3
0,6-2,5	2,2	22	2,0			15 (3BF)	11	9	8
2,6-7,5	0,7	7	Βάρος φυλλοστρωμνής, t/ha			30 (5BF)	22	17	15
>7,5 ΥΠΕΣ	-	-	0,7		ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ (kW/m)	5 (0-2BF)	1085	735	595
>7,5 ΣΑΠΙΟ	-	-	% Εδαφοκάλυψης από Φυλλοστρωμνή			15 (3BF)	2892	1960	1587
ΧΛΩΡΟ ΦΥΛΛΩΜΑ	2,6	28	40			30 (5BF)	5456	3692	2988
ΣΥΝΟΛΟ	9,9	100			ΜΗΚΟΣ ΦΛΟΓΩΝ (m)	5 (0-2BF)	1,9	1,6	1,5
ΘΑΜΝΟΙ & ΜΙΚΡΑ ΔΕΝΔΡΑ (ΕΩΣ 3 m)	ΧΟΡΤΑ & ΠΟΕΣ (ΕΩΣ 50 cm)					15 (3BF)	3	2,5	2,3
ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)	ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)					30 (5BF)	4,1	3,4	3,1
<i>Phlomis fruticosa</i>	Ετήσια χορταλιβαδικά φυτά χαμηλών υψομέτρων.				ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ				
( > 75% )									
% συνολικού βάρους 93	% συνολικού βάρους 7								
μέσο βάρος, kg/ha 9203	μέσο βάρος, kg/ha 697								
μέσο ύψος, cm 55	μέσο ύψος, cm 10-20								
εδαφοκάλυψη, % 70-90	εδαφοκάλυψη, % 10-20								
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ			ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ						
Η παύση βλάστηση συνυπολογίζεται στα καύσιμα διαμέτρου 0,0-0,5 cm									
Το βάρος της φυλλοστρωμνής αποτελεί ιδιαίτερη κατηγορία κ.υ., εκτός του συνολικού φορτίου.									

Σχήμα 5. Φρύγανα I (Ασφάκα).



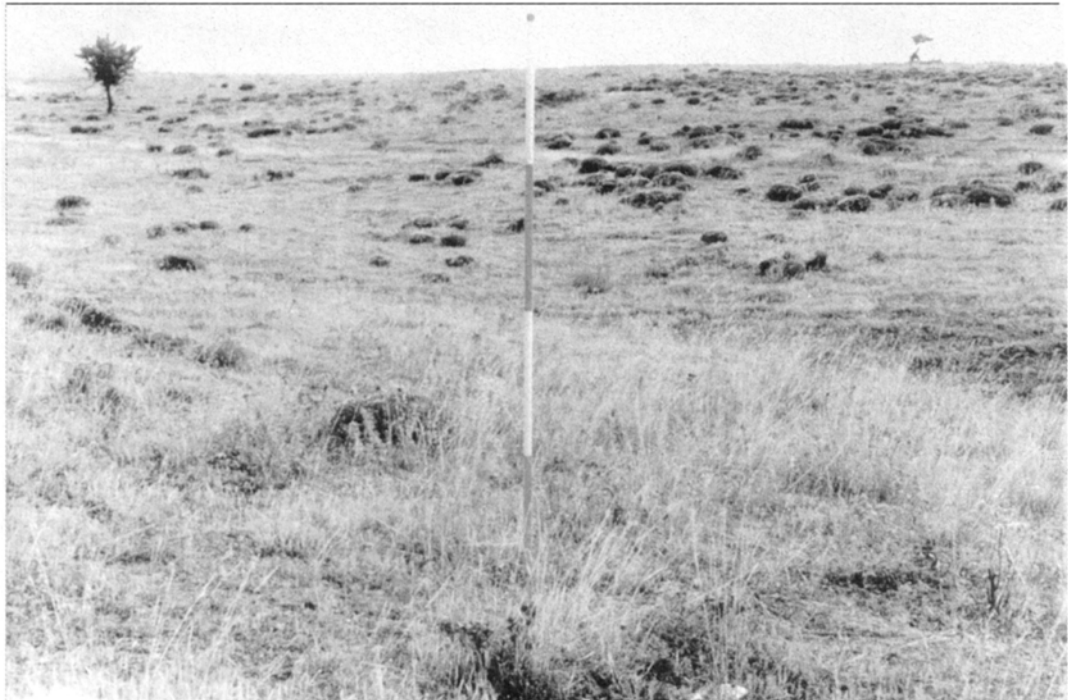
**ΜΟΝΤΕΛΟ V:  
ΦΡΥΓΑΝΑ II (Αστοιβίδα)**



ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ			Άλλες Μετρήσεις		ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ				
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ (cm)	ΒΑΡΟΣ (t/ha)	%	Φυτοκάλυψη %		ΠΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Ταχ. ανέμου km/hr	Υγρασία κ. υ. %		
			ΒΑΡΟΥΣ	>80			4	10	16
0,0-0,5	3,5	62	Πάχος φυλλοστρωμνής, cm		ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ (m/min)	5 (0-2BF)	6	4	4
0,6-2,5	1,02	18	-			15 (3BF)	19	14	12
2,6-7,5	0,28	5	Βάρος φυλλοστρωμνής, t/ha			30 (5BF)	41	29	22
>7,5 ΥΠΙΕΣ	-	-	-		ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ (kW/m)	5 (0-2BF)	796	488	383
>7,5 ΣΑΠΙΟ	-	-	% Εδαφοκάλυψης από Φυλλοστρωμνή			15 (3BF)	2589	1587	1246
ΧΛΩΡΟ ΦΥΛΛΩΜΑ	0,85	15	-			30 (5BF)	5557	3217	2330
ΣΥΝΟΛΟ	5,65	100	-		ΜΗΚΟΣ ΦΛΟΓΩΝ (m)	5 (0-2BF)	1,7	1,3	1,2
ΘΑΜΝΟΙ & ΜΙΚΡΑ ΔΕΝΔΡΑ (ΕΩΣ 3 m)	ΧΟΡΤΑ & ΠΟΕΣ (ΕΩΣ 50 cm)					15 (3BF)	2,9	2,3	2,1
ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)	ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)					30 (5BF)	4,1	3,2	2,7
<i>Sarcopoterium spinosum</i>	Ετήσια χορτολιβαδικά φυτά				ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ				
( > 80 %)									
% συνολικού βάρους	96,5		% συνολικού βάρους						
μέσο βάρος, kg/ha	5444		μέσο βάρος, kg/ha						
μέσο ύψος, cm	40		μέσο ύψος, cm						
εδαφοκάλυψη, %	>80		εδαφοκάλυψη, %						
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ			ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ						
Η πώδη βλάστηση συνυπολογίζεται στα καύσιμα διαμέτρου 0,0-0,5 cm									

Σχήμα 6. Φρύγανα II (Αστιβί).

**ΜΟΝΤΕΛΟ VI:  
ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΑ ΧΟΡΤΟΛΙΒΑΔΑ**



ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ			Άλλες Μετρήσεις		ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ				
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ (cm)	ΒΑΡΟΣ (t/ha)	% ΒΑΡΟΥΣ	Φυτοκάλυψη %		ΠΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Ταχ. ανέμου km/hr	Υγρασία κ. υ., %		
			80-100	Πάχος φυλλοστρωμνής, cm			4	10	16
0,0-0,5	4,36	90	1,5		ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ (m/min)	5 (0-2BF)	10	7	0
0,6-2,5	0,49	10	0,46			15 (3BF)	61	40	0
2,6-7,5	-	-	% Εδαφοκάλυψη από Φυλλοστρωμνή <50		ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ (kW/m)	5 (0-2BF)	898	465	0
>7,5 ΥΠΙΕΣ	-	-				15 (3BF)	5260	2723	0
>7,5 ΣΑΠΙΟ	-	-			ΜΗΚΟΣ ΦΛΟΓΩΝ (m)	5 (0-2BF)	1,8	1,3	0
ΧΛΩΡΟ ΦΥΛΛΩΜΑ	-	-				15 (3BF)	4	2,9	0
ΣΥΝΟΛΟ	4,85	100			30 (5BF)	16901	8751	0	
ΘΑΜΝΟΙ & ΜΙΚΡΑ ΔΕΝΔΡΑ (ΕΩΣ 3 m)	ΧΟΡΤΑ & ΠΟΕΣ (ΕΩΣ 50 cm)				ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ				
ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)	ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)				Πυρκαγιές με μεγάλη ταχύτητα διάδοσης.				
	Ετήσια χορταλιβαδικά φυτά χαμηλών υψομέτρων.								
% συνολικού βάρους	% συνολικού βάρους		100						
μέσο βάρος, kg/ha	μέσο βάρος, kg/ha		4,85						
μέσο ύψος, cm	μέσο ύψος, cm		30						
εδαφοκάλυψη, %	εδαφοκάλυψη, %		80-100						
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ								
Τα χόρτα και οι πύες συνιστούν το συνολικό φορτίο της καύσιμης ύλης.									
Το βάρος της φυλλοστρωμνής αποτελεί ιδιαίτερη κατηγορία καύσιμης ύλης, εκτός του συνολικού φορτίου.									

Σχήμα 7. Μεσογειακά χορτολιβάδα.

**ΜΟΝΤΕΛΟ VII:  
ΞΗΡΟΤΑΠΗΤΑΣ ΔΑΣΩΝ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΚΑΙ ΤΡΑΧΕΙΑΣ ΠΕΥΚΗΣ**



ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΥΣΙΜΗΣ ΥΛΗΣ			Άλλες Μετρήσεις		ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ				
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ (cm)	ΒΑΡΟΣ (t/ha)	%	Φυτοκάλυψη %		ΠΥΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Υγρασία κ. υ., %			
			ΒΑΡΟΥΣ	-		Ταχ. ανέμου κπ/ltg	4	10	16
0,0-0,5	1,64	70	Πάχος φυλλοστρωμνής, cm		ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ (m/min)	5 (0-2BF)	1	1	1
0,6-2,5	0,47	20	6,0			15 (3BF)	5	3	2
2,6-7,5	0,24	10	Βάρος φυλλοστρωμνής, t/ha		ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ (kW/m)	30 (5BF)	12	8	6
>7,5 ΥΠΕΣ	-	-	10,2			5 (0-2BF)	132	67	49
>7,5 ΣΑΠΙΟ	-	-	% Εδαφοκάλυψης από Φυλλοστρωμνή		ΦΛΟΓΩΝ (m)	15 (3BF)	539	273	200
ΧΛΩΡΟ ΦΥΛΛΩΜΑ	-	-	90-100			30 (5BF)	1428	725	531
ΣΥΝΟΛΟ	2,35	100			ΜΗΚΟΣ	5 (0-2BF)	0,7	0,5	0,5
ΘΑΜΝΟΙ & ΜΙΚΡΑ ΔΕΝΔΡΑ (ΕΩΣ 3 m)			ΧΟΡΤΑ & ΠΟΕΣ (ΕΩΣ 50 cm)			15 (3BF)	1,4	1	0,9
ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)			ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΕΙΔΗ (%)		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	30 (5BF)	2,2	1,6	1,4
			Ετήσια χορτολιβαδικά φυτά χαμηλών υψομέτρων.			Πυρκαγιές με την ελάχιστη θερμική ένταση και ταχύτητα διάδοσης.			
					% συνολικού βάρους	% συνολικού βάρους 6,4			
					μέσο βάρος, kg/ha	μέσο βάρος, kg/ha 150			
					μέσο ύψος, cm	μέσο ύψος, cm 10-15			
					εδαφοκάλυψη, %	εδαφοκάλυψη, % 5-15			
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ			ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ						
Η παύσης βλάστηση συνυπολογίζεται στα καύσιμα διαμέτρου 0,0-0,5 cm									
Νεκροί κατακείμενοι κλάδοι συνιστούν το φορτίο καύσιμης ύλης									
Η φυλλοστρωμνή (βελονάπτηας) αποτελεί ξεχωριστή κατηγορία κ.υ., εκτός του συνολικού φορτίου									

Σχήμα 8. Ξηροτάπητας δασών χαλεπίου και τραχείας πεύκης.

### Συμπεράσματα

Η στατιστική ταξινόμηση 181 αντιπροσωπευτικών θέσεων δειγματοληψίας των μεσογειακών διαπλάσεων στην Ελλάδα με βάση τις ιδιότητες της καύσιμης ύλης τους, διέκρινε επτά μοντέλα καύσιμης ύλης. Τα μοντέλα αυτά είναι τυπικά όλων των μεσογειακών τύπων βλάστησης που απαντώνται στον Ελληνικό χώρο και παρουσιάζουν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ τους, γεγονός που καθιστά προφανή την αναγνώριση και φωτογραφική ταύτιση τους στο πεδίο. Το συνολικό φορτίο της καύσιμης ύλης, το μέσο ύψος της βλάστησης και το ύψος του θαμνώδους υπορόφου είναι οι πλέον σημαντικές παράμετροι της καύσιμης ύλης για την διάκριση των μοντέλων.

Τα μοντέλα της καύσιμης ύλης, που δημιουργούνται για πρώτη φορά στην Ελλάδα, θα αποτελέσουν πολύτιμο βοήθημα σε μελλοντικές προσπάθειες εκτίμησης της καύσιμης ύλης και πρόγνωσης της συμπεριφοράς του πυρός στα μεσογειακά οικοσυστήματα του Ελληνικού Μεσογειακού χώρου. Στο μέλλον, επιπρόσθετη δειγματοληψία ίσως επιτρέψει την επαλήθευση, διαφοροποίηση ή επαύξηση αυτών των μοντέλων.

### Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτήθηκε, εν μέρει, από την Ευρωπαϊκή Ένωση, Διεύθυνση Έρευνας και Τεχνολογίας, Πρόγραμμα 'ENVIRONMENT': "Modelling of Forest Fires". Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στον κ. Αλκίνοο Νικολαΐδη, Διευθυντή του Μεσογειακού Αγρονομικού Ινστιτούτου Χανίων, φορέα υλοποίησης της έρευνας.

## Fuel models of the Mediterranean vegetation types of Greece

A.P. Dimitrakopoulos<sup>1</sup>, Violeta Mateeva<sup>2</sup>, G. Xanthopoulos<sup>3</sup>

### Abstract

The classification of various vegetation complexes into standardized fuel types (models) of similar fuel properties and expected fire behavior, is an important component of wildland fire management worldwide. Thus, the fuel properties of 181 representative fuel complexes were measured all over Greece, in an effort to distinguish typical fuel models of the Greek Mediterranean vegetation.

Twelve fuel parameters were used as variables in the statistical analysis: 1 - hr fuel load, 10 - hr fuel load, 100 - hr fuel load, foliage weight, total fuel load (live and dead), average height and cover of herbaceous layer, average height and cover of shrub layer, average height of forbs layer, total average vegetation height, and litter cover. A two - stage clustering procedure was selected, which combines the virtues of hierarchical and non - hierarchical clustering methods: Initially, Ward's method in combination with the Average Linkage Method, and subsequently, the Iterative Partitioning Method of k - means, were applied. Seven clusters were selected, each represented by a fuel complex whose properties were most closely situated to the centroid of each cluster in the multivariate space. Thus, seven distinct fuel types (models) were produced, representative of the fuel hazard of all the mediterranean-type ecosystems of Greece.

Canonical Discriminant Analysis was applied, in order to identify the fuel properties that are most significant in the classification process. Total fuel load, height of shrub layer and total average vegetation height, demonstrated the best discriminative power of all the fuel variables tested.

**Key words:** forest fuels, fuel hazard, fire management, Mediterranean vegetation, statistical analysis.

### Βιβλιογραφία

Albini, Frank A. 1976. Estimating wildfire behavior and effects. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. INT- 30. Ogden, Utah.

<sup>1</sup> Dept. of Forestry & Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, P.O.Box 228, 551 32 Thessaloniki, Greece.

<sup>2</sup> Mediterranean Agronomic Institute of Chania, P.O. Box 85, 73 100 Chania, Greece.

<sup>3</sup> Natural Resource Technologies Consulting, Mouson str. 31, 175 62 Athens, Greece.

92p.

- Anderson, Hal. E. 1982. Aids to determining fuel models for estimating fire behavior. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. INT-122. Ogden, Utah. 22p.
- Andrews, Patricia L. 1986. BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system – BURN subsystem, Part 1. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, Gen. Tech. Rep. INT- 194. Ogden, Utah. 130p.
- Barbero, M., and Quezel, P. 1976. Les groupements forestiers de Grece Centro - Meridionale. *Ecologia Mediterranea* 2:3 - 85.
- Bonham, C.D. 1989. *Measurements for Terrestrial Vegetation*. John Wiley, New York.
- Brown, James K., and Bevins, Collin D. 1986. Surface Fuel Loadings and Predicted Fire Behavior for Vegetation Types in the Northern Rocky Mountains. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Res. Note INT-358. 9 p.
- Brown, James K., and Marsden, Michael A. 1976. Estimating fuel weights of grasses, forbs and small woody plants. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Res. Note INT - 210. 11p.
- Brown, James K., Oberheu, Rick D., and Johnston, Cameron M. 1982. Handbook for inventorying surface fuels and biomass in the Interior West. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. INT- 129. Ogden, Utah. 48p.
- Burgan, Robert E., and Rothermel, Richard C. 1984. BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system – Fuel subsystem. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, Gen. Tech. Rep. INT- 167. Ogden, Utah. 126p.
- Burgan, Robert E. 1987. Concepts and interpreted examples in advanced fuel modeling. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, Gen. Tech. Rep. INT- 238. Ogden, Utah. 126p.
- Delisle, Gilles P., Woodard, Paul M., Titus, Stephen J., and Johnson, Allen F. 1988. Sample size and variability of fuel weight estimates in natural stands of lodgepole pine. *Can. J. For. Res.* 18: 649 - 652.
- Di Castri, Francesco. 1981. Mediterranean - type shrublands of the world. In: *Ecosystems of the World*, Vol. II. (Eds) Di Castri, F., Goodall, D.V., and R.L. Specht. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Dimitrakopoulos, A.P. 1993. Photo-series and fire behavior prediction based on fuel properties of Mediterranean - type ecosystems. Progress Report for the project 'Modeling of forest fires' (Contract No. EV5V-CT91-0015). Commission of the European Communities, DG XII, 'ENVIRONMENT' Program. Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Chania.
- Dimitrakopoulos, A.P., and Yordanov, G. 1997. PYROSTAT: A Computer Program for Forest Fire Inventory and Statistical Analysis. M.Sc. Thesis. Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Chania. 175 p.
- Everitt, B. 1980. *Cluster Analysis*. 2nd ed. Halsted Press, New York.
- Fahnestock, George R., and Key, William K. 1971. Weight of brushy forest fire fuels from photographs. *Forest Science* 17(1): 119 - 124.
- Fisher, William C. 1981. Photo guides for appraising downed woody fuels in Montana forests: How they were made. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Research Note INT- 299. Ogden, Utah. 12p.
- FCFDG (Forestry Canada Fire Danger Group). 1992. Development and Structure of the Canadian Forest Fire Behavior Prediction System. *For. Can., Inf. Rep. ST - X - 3*. Ottawa, Canada. 64p.
- Gagary, Penelope. 1994. Fuel Modeling and Fire Behaviour Simulation of Maquis - type Vegetation in Crete, Greece. M.Sc. Thesis. Mediterranean Agronomic Institute of Chania. Chania, Greece. 77p + Appendix.
- Gauch, Hugh G., Jr. 1996. *Multivariate Analysis in Community Ecology*. Cambridge University Press, New York. 298 p.
- Green, P.E., and Carroll, J. D. 1978. *Mathematical tools for applied multivariate analysis*. Academic Press, New York.
- Hair, Joseph F., Jr., Anderson, Rolph E., and, Ronald L. Tatham. 1987. *Multivariate data analysis with*

- readings. 2nd edition. Macmillian Publishing Company, New York.
- Hartigan, J.A. 1975. Clustering Algorithms. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- ICONA. 1993. Manual de Operaciones Contra Incendios Forestales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion, Madrid, Spain.
- Koski, Wayne H., and Fischer, William C. 1979. Photo series for appraising thinning slash in North Idaho. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. INT- 46. Ogden, Utah. 50p.
- Μαρκάλας, Σ., και Παντελής, Δ. 1997. Πυρκαγιές δασών και δασικών εκτάσεων στην Ελλάδα το 1994. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας & Φυσιικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Υλωρικής, Αρ. 5 / 1997. Θεσσαλονίκη. 40 σελ.
- Martin, Robert E., Anderson H., Boyer W., Dietrich J., Hirsh H., Johnson V., and McNab, W. 1979. Effects of fire on fuels: A state-of-knowledge Review. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Gen. Tech. Rep. WO - 13. 64p.
- Maxwell, Wayne G., and Ward, Franklin R. 1980. Guidelines for developing or supplementing natural photo series. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, Res. Note PNW- 358. Portland, Oregon. 19p.
- Milligan, G.W., and Mahajan, V. 1980. A note on procedures for testing the quality of a clustering of a set of objects. Decision Sciences 11: 669 - 77.
- Norusis, Marija J. 1994. SPSS Professional Statistics 6.1. SPSS Inc. , USA.
- Ντάφης, Σ. 1973. Ταξινόμηση της δασικής βλάστησης της Ελλάδας. Επιστημονική Επετηρίς της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής, τομ. ΙΕ', τευχ. Β', σελ. 75-90. Θεσσαλονίκη.
- Papio, C., and Trabaud, L. 1990. Structural characteristics of fuel components of five Mediterranean shrubs. Forest Ecology and Management 35: 249 - 259.
- Rothermel, Richard C. 1980. Fire behavior systems for fire management. In: Proceedings, Sixth Conference on Fire & Forest Meteorology. Seattle, Washington, 22 - 24 April. Society of American Foresters, Washington, D.C.
- Scheaffer, R.L., Mendenhall, W., and Ott, L. 1979. Elementary Survey Sampling. Duxburg Press, Massachussets. 279 p.
- Sneeuwjagt, R. J., and Peet, G.B. 1985. Forest fire behavior tables for western Australia. 3<sup>rd</sup> edition. Department of Conservation and Land Management, Australia. 59p.
- Stocks, B.J., McRae, D.J., Lynham, T.J., and G.R. Hartley. 1990. A photo-series for assessing fuels in natural forest stands in Northern Ontario. COFRDA REPORT 3304. Forestry Canada, Ontario Region. 161 p.
- Στάμου, Ν., Καλαμποκίδης, Κ., Κωνσταντινίδης, Π., Σμύρης, Π., και Χατζηφιλιππίδης, Γ. 1996. Βελτίωση της αποτελεσματικότητας του συστήματος πρόληψης και καταστολής δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα. Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας. Καρδίτσα, 11-13 Οκτωβρίου 1995. σελ. 578 - 593.
- Taylor, S.W., Pike, R. G., and Alexander, M.E. 1996. Field Guide to Canadian Forest Fire Behavior Prediction (FBP) System. FRDA Handbook 12, British Columbia, Canada. 60p.
- Weise, David R., Gelobter, Aaron, Haase, Sally M., and Sackett, Stephen S. 1998. Photo Series for Quantifying Fuels and Assessing Fire Risk in Giant Sequoia Groves. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Gen. Tech. Rep. PSW - GTR - 163. 49p.
- Whittaker, R.H., and Marks, L. 1975. Methods of assessing terrestrial productivity. In: H. Lieth and R.H. Whittaker (eds), 'Primary Productivity of the Biosphere'. Springer - Verlag, New York.
- Υπουργείο Γεωργίας. 1992. Αποτελέσματα Πρώτης Εθνικής Απογραφής Δασών. Γενική Γραμματεία Δασών & Φ.Π., Δ/ση Δασικού Κτηματολογίου, Δασολογίου, Χαρτογράφησης, Απογραφής & Ταξινόμησης Δασών & Δασικών εκτάσεων. Αθήνα. 134 σελ.

## Νομογραφήματα Πρόγνωσης Πυρικών Παραμέτρων Πυρκαγιών σε Μεσογειακούς Τύπους Βλάστησης της Ελλάδος

Α.Π. Δημητρακόπουλος<sup>1</sup> και Σ. Δρίτσα<sup>1</sup>

### Περίληψη

Παρουσιάζονται, για πρώτη φορά στην Ελλάδα, νομογραφήματα για τον υπολογισμό των πυρικών παραμέτρων (ταχύτητα διάδοσης, θερμική ένταση, μήκος φλογών) πυρκαγιών σε Μεσογειακούς τύπους βλάστησης της Ελλάδος. Για την δημιουργία των νομογραφημάτων συνετέθησαν μοντέλα καύσιμης ύλης αντιπροσωπευτικά της Μεσογειακής βλάστησης και χρησιμοποιήθηκαν ως εισαγωγικά στοιχεία στο πρόγραμμα προσομοίωσης δασικών πυρκαγιών BEHAVE, για τον υπολογισμό των πυρικών παραμέτρων πυρκαγιών που εξελίσσονται σε ένα μεγάλο εύρος διακύμανσης των τιμών των μετεωρολογικών και τοπογραφικών παραμέτρων. Τα αποτελέσματα, με βάση την υπάρχουσα εμπειρία, κρίνονται ως πραγματιστικά. Η χρήση των νομογραφημάτων στην δασική πράξη μπορεί να συνεισφέρει στην ακριβή πρόγνωση της συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών στο πεδίο.

**Λέξεις κλειδιά:** Δασικές πυρκαγιές, Μεσογειακή βλάστηση, Νομογραφήματα.

### Εισαγωγή

Η αξιόπιστη πρόγνωση της συμπεριφοράς και εξέλιξης των δασικών πυρκαγιών αποτελεί εχέγγυο για την λήψη των ορθολογικών μέτρων που θα εξασφαλίσουν τόσο την επιτυχή πρόληψη όσο και την αποτελεσματική καταστολή των πυρκαγιών κατά την διάρκεια του αντιπυρικού αγώνα.

Το θεωρητικό υπόβαθρο της πρόγνωσης των πυρικών παραμέτρων (ταχύτητα διάδοσης, θερμική ένταση, μήκος φλογών) μιας δασικής πυρκαγιάς βασίζεται στην επίλυση εξισώσεων που προκύπτουν από μαθηματική ανάλυση των θεμελιωδών αρχών της θερμοδυναμικής και επαληθεύονται ή τροποποιούνται από εργαστηριακά πειράματα και παρατηρήσεις πυρκαγιών στο πεδίο (ημ εμπειρική προσέγγιση) (Rothermel 1972, FCFDG 1992). Τα εισαγωγικά δεδομένα των εξισώσεων αυτών αποτελούν οι παράμετροι της καύσιμης ύλης (φορτίο, διαστάσεις, περιεχόμενη υγρασία, θερμική ενέργεια), των μετεωρολογικών συνθηκών (ταχύτητα και διεύθυνση πνέοντος ανέμου) και του τοπογραφικού αναγλύφου (κλίση εδάφους), που συνιστούν το εκάστοτε πυρικό περιβάλλον (Burgan and Rothermel 1984, Burgan 1987).

Η οργάνωση και διάρθρωση των θερμοδυναμικών εξισώσεων σε μοντέλα προσομοίωσης της συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών και η μετατροπή τους σε προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών, δημιούργησε μια αξιόπιστη και εύχρηστη μεθοδολογία πρόγνωσης των παραμέτρων μιάς πυρκαγιάς με ευρύ πεδίο ερευνητικών και πρακτικών εφαρμογών (Andrews 1986, Andrews and Chase 1989). Εξάλλου, η ανάγκη ευρύτερης εφαρμογής των μοντέλων αυτών στη δασική πράξη, δημιούργησε τα νομογραφήματα ως μία απλή μέθοδο υπολογισμού των πυρικών παραμέτρων μιας πυρκαγιάς κατά την διάρκεια της εξέλιξης της στο πεδίο, χωρίς την χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών (Rothermel 1983).

Τα νομογραφήματα (νομογράμματα) είναι συνδυασμοί υπολογιστικών διαγραμμάτων δια των οποίων καθίσταται δυνατή η γραφική επίλυση πολύπλοκων μαθηματικών εξισώσεων (French and Vierck 1970). Συνιστούν την γραφική απεικόνιση τόσο των εισαγωγικών δεδομένων που απαιτούνται όσο και των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή προγραμμάτων προσομοίωσης της συμπεριφοράς του πυρός σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές (Albini 1976).

Η χρήση νομογραφημάτων στην διαχείριση δασικών πυρκαγιών είναι παγκόσμια: Στις ΗΠΑ (Albini 1976), τον Καναδά (Taylor κ.α. 1996), την Αυστραλία (Cheney 1968, Sneeuwjagt and Peet 1985) και την Ισπανία (ICONA 1993) χρησιμοποιούνται για την πρόγνωση των πυρικών παραμέτρων των πυρκαγιών. Επι-

<sup>1</sup> Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Θ. 228, 540 06 Θεσσαλονίκη.

προσθέτως, στις ΗΠΑ εφαρμόζονται νομογραφήματα και για τον υπολογισμό του κινδύνου έναρξης δασικών πυρκαγιών (Burgan κ.α. 1978) καθώς και ως κριτήριο για την λήψη αποφάσεων σχετικά με την ενδεικνυόμενη μέθοδο καταστολής μιας πυρκαγιάς (Andrews and Rothermel 1982).

Παρά την προφανή χρησιμότητα τους, στην Ελλάδα οι προσπάθειες πρόγνωσης της συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών βρίσκονται ακόμη σε πρωτόλεια επίπεδα. Σε πιλοτική εφαρμογή, ο Δημητράκοπουλος (1992) εφάρμοσε το πρόγραμμα BEHAVE (Andrews 1986) για την προσομοίωση της συμπεριφοράς του πυρός σε μάκρια και φρυγανικά μεσογειακά οικοσυστήματα. Οι Μεσογειακές διαπλάσεις είναι εξαιρετικά πυρόπληκτες αφού κατά την δεκαετία 1985 - 1994 υπέστησαν το 77.8% (11409) του συνόλου των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα, που κατέστρεψαν το 85% (442802 ha) των συνολικά καμένων δασικών εκτάσεων (Dimitrakopoulos and Yordanov 1997, Μαρκάλας και Παντελής 1997).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία νομογραφημάτων για την πρόγνωση των πυρικών παραμέτρων πυρκαγιών που εξελίσσονται σε Μεσογειακού τύπου βλαστητικές διαπλάσεις στην Ελλάδα.

### Μεθοδολογία

Η μέθοδος δημιουργίας νομογραφημάτων πρόγνωσης των πυρικών παραμέτρων πυρκαγιών διακρίνεται σε τρία στάδια (Albini 1976):

α) Επιλογή εύρους τιμών των εισαγωγικών στοιχείων του πυρικού περιβάλλοντος (δημιουργία μοντέλων καύσιμης ύλης, τιμές μετεωρολογικών και τοπογραφικών παραμέτρων).

β) Προσομοίωση της συμπεριφοράς του πυρός και πρόγνωση των πυρικών παραμέτρων δασικών πυρκαγιών δια της εφαρμογής ενός λογισμικού που χρησιμοποιεί ως εισαγωγικά δεδομένα τα παραπάνω στοιχεία. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα BEHAVE (Andrews 1986).

γ) Δημιουργία υπολογιστικών νομογραφημάτων που συνδυάζουν τα εισαγωγικά στοιχεία με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης (τιμές πυρικών παραμέτρων πυρκαγιών).

Τα εισαγωγικά στοιχεία του BEHAVE αποτελούν τις συνιστώσες του πυρικού περιβάλλοντος και διαρθρώνονται ως εξής:

α) Καύσιμη ύλη: Απαιτείται η δημιουργία μοντέλων καύσιμης ύλης των οποίων τα ποσοτικά χαρακτηριστικά θα είναι αντιπροσωπευτικά των συμπλεγμάτων καύσιμης ύλης που συνιστούν ένα συγκεκριμένο τύπο Μεσογειακής βλάστησης. Επειδή τα μοντέλα αυτά βασίζονται στις φυσικοχημικές ιδιότητες και όχι στην χλωριδική σύνθεση ενός συμπλέγματος καύσιμης ύλης, ένα μοντέλο είναι δυνατόν να αντιπροσωπεύει περισσότερες βλαστητικές διαπλάσεις με διαφορετική χλωριδική σύνθεση αλλά με παρεμφερείς τιμές των ποσοτικών παραμέτρων της καύσιμης ύλης τους (Anderson 1982). Ο πίνακας 1 παρουσιάζει τα μοντέλα καύσιμης ύλης που δημιουργήθηκαν για την προσομοίωση στο BEHAVE και την δημιουργία των νομογραφημάτων. Τα μοντέλα αυτά είναι αντιπροσωπευτικά των τύπων Μεσογειακής βλάστησης που απαντώνται στην Ελλάδα (Ντάφης 1973). Οι τιμές των φορτίων (συνολικό βάρος καύσιμης ύλης ανά μονάδα επιφάνειας) τους προέκυψαν από μετρήσεις 181 αντιπροσωπευτικών θέσεων δειγματοληψίας σε Μεσογειακά οικοσυστήματα ολόκληρης της Ελλάδος (Dimitrakopoulos 1993). Η διάκριση των φορτίων σε ξηρή και χλωρή (φύλλωμα) καύσιμη ύλη και ο επιμερισμός της ξηρής καύσιμης ύλης αναλόγως των διαστάσεων σε τρεις κατηγορίες διαμέτρου (0,0 - 0,5, 0,6 - 2,5, 2,6 - 7,5 cm) έγινε με βάση τις μετρήσεις της ίδιας εργασίας καθώς και της εργασίας των Dimitrakopoulos and Panov (1998).

Οι τιμές του ύψους βλάστησης που αναφέρονται στον πίνακα I είναι αυτές που χρησιμοποιήθηκαν ως εισαγωγικά στοιχεία για την προσομοίωση. Στην πραγματικότητα, η πρόγνωση των πυρικών παραμέτρων δυνατόν να ισχύει και για ύψος βλάστησης αυξημένο μέχρι και κατά 50% των τιμών αυτών, αναλόγως του ποσοστού φυτοκάλυψης (γίνεται αναγωγή σε φυτοκάλυψη 100%) και της φαινομένης πυκνότητας (bulk density) (πορώδες, βάρος καύσιμης ύλης ανά μονάδα όγκου) της βλαστητικής διάπλασης (Andrews 1980, Andrews and Chase 1989).

Οι τιμές του λόγου της επιφάνειας προς τον όγκο και της θερμοδικής αξίας των λεπτών καυσίμων και του χλωρού φυλλώματος προέρχονται από την εργασία των Dimitrakopoulos and Panov (1998), που αναφέρεται στη μεσογειακή βλάστηση της Ελλάδος. Σε όλα τα μοντέλα, για το χλωρό φύλλωμα οι τιμές της επιφάνειας προς τον όγκο ήταν μικρότερες και της θερμοδικής αξίας μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες της ξηρής καύσιμης ύλης, λόγω του μεγαλύτερου όγκου (λόγω περιεχόμενης υγρασίας) και των εύφλεκτων ουσιών (κηροί, φαινόλες,



**Πίνακας 1.** Μοντέλα καύσιμης ύλης Μεσογειακών τύπων βλάστησης της Ελλάδας που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία νομογραφημάτων.

Α/Α	Μορφή βλάστησης	Βάρος καύσιμης ύλης (t / ha)						Επιφάνεια / όγκο (1/cm)		Θερμότητα / αξία (kj/kg)				
		Ύψος βλάστησης cm	Ξηρή καύσιμη ύλη		διάμετρος >7 cm	διάμετρος 2.5-7 cm	διάμετρος 0,6-2,5 cm	διάμετρος 0,0-0,5 cm	Χλωρό φύλλωμα	Ξηρή κ.υ. 0-0,5 cm	Χλωρό φύλλωμα	Ξηρή κ.υ. 0-0,5 cm	Χλωρό φύλλωμα	
			Ξηρή καύσιμη ύλη	διάμετρος 2.5-7 cm										
1	Θαμνώδες αειφύλλον πλατυφύλλον I	7,4 (29%)	6,8 (26,7%)	3,6 (14,1%)	***	***	7,7 (30,2%)	25,5 (100%)	2,5	2,51 (40%)	50	45	20000	21500
2	Θαμνώδες αειφύλλον πλατυφύλλον II	14,5 (27,3%)	13,3 (25%)	8,5 (16%)	6,1 (11,5%)	0,6 (1,73%)	10,8 (20%)	53,0 (100%)	3,5	3,38 (65%)	50	45	20000	21000
3	Πρινώδες	12,7 (36,6%)	10,5 (30,3%)	4,1 (11,8%)	0,7 (1,73%)	0,6 (1,73%)	6,75 (19,5%)	34,85 (100%)	2,5	3,01 (50%)	45	40	19500	20000
4	Φρύγανα I (Ασφακά)	4,4 (43%)	2,2 (22%)	0,7 (7%)	***	***	2,6 (28%)	9,9 (100%)	2	0,7 (40%)	28	25	18000	18500
5	Φρύγανα II (Αστροβίδα)	3,5 (62%)	1,02 (18%)	0,28 (5%)	***	***	0,85 (15%)	5,65 (100%)	***	***	38	35	18000	18500
6	Μεσογειακά Χορτολιβάδια Βελονοτάπητας δασών Χαλεπίου & Τραχείας Πεύκης	4,36 (90%)	0,49 (10%)	***	***	***	***	4,85 (100%)	1,5	0,46 (50%)	80	***	18000	***
7		1,64 (70%)	0,47 (20%)	0,24 (10%)	***	***	***	2,35 (100%)	6	10,2 (100%)	60	***	18000	***

αιθέρια έλαια) που περιέχει το χλωρό φύλλωμα (Andrews and Rothermel 1982, Burgan 1987).

Τέλος, οι υγρασίες της ξηρής καύσιμης ύλης λεπτών διαστάσεων καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος τιμών (2 - 20%), ενώ του χλωρού φυλλώματος τις συνήθεις τιμές που παρατηρούνται κατά την διάρκεια του θέρους (Papanastasis 1977, Καϊλίδης 1990, Mateeva 1998). Οι υγρασίες προσομοίωσης της ξηρής καύσιμης ύλης των 10 -hr ήταν 10% και των 100-hr 12%.

β) Μετεωρολογία και τοπογραφία: Το εύρος των ταχυτήτων ανέμου που χρησιμοποιήθηκε (0 - 55 km/hr, με αύξηση ανά 5 km/hr) περιλαμβάνει, στο ανώτατο όριο του, ακραίες τιμές που σπανιότατα παρατηρούνται. Η διάδοση της πυρκαγιάς θεωρείται ότι γίνεται σύμφωνα με την διεύθυνση του πνέοντος ανέμου. Οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου που χρησιμοποιήθηκαν κατά την προσομοίωση συνυπολογίζονται και την επαύξηση που επιφέρει η κλίση του εδάφους (εύρος τιμών 0 - 100%) στην ταχύτητα διάδοσης του πυρός ("αποτελεσματική ταχύτητα του ανέμου").

Οι τιμές των πυρικών παραμέτρων που δίδονται στα νομογραφήματα προέκυψαν από την εφαρμογή του προγράμματος προσομοίωσης της συμπεριφοράς δασικών πυρκαγιών BEHAVE, χρησιμοποιώντας τα παραπάνω εισαγωγικά στοιχεία. Το BEHAVE αποτελεί το λογισμικό εφαρμογής ενός θεωρητικού (μαθηματικού) μοντέλου διάδοσης του πυρός σε δασική καύσιμη ύλη που βασίζεται στις θεμελιώδεις αρχές της θερμοδυναμικής, καθιστώντας έτσι την δυνατότητα χρήσης του παγκόσμια (Rothermel 1972, Rothermel and Deeming 1980, Burgan and Rothermel 1984, Andrews 1986). Εξάλλου, δεδομένου ότι οι εξισώσεις του μοντέλου έχουν ελεγχθεί σε εργαστηριακά πειράματα και επαληθευθεί από παρατηρήσεις πεδίου, το BEHAVE θεωρείται αξιόπιστο για την πρόγνωση των πυρικών παραμέτρων πυρκαγιών και σε πραγματικές συνθήκες (Sneeuwjact and Frandsen 1976, Andrews 1980, Rothermel 1983, Rothermel and Rinehart 1983).

Οι εξισώσεις υπολογισμού των πυρικών παραμέτρων των δασικών πυρκαγιών στις οποίες βασίζονται τα νομογραφήματα και χρησιμοποιούνται στο BEHAVE, είναι (Rothermel 1972, Albini 1976, Andrews 1986):

α) Ταχύτητα διάδοσης της πυρκαγιάς (rate of fire spread), R,

$$R = \frac{I_R \cdot \xi \cdot (1 + \Phi_w + \Phi_s)}{\rho_b \cdot \epsilon \cdot Q_{ig}}, \text{ m/min}$$

$R$  = ταχύτητα διάδοσης της πυρκαγιάς,  $I_R$  = θερμική ροή πυρκαγιάς,  $\xi$  = ποσοστό θερμικής ροής που διατίθεται για την διάδοση της πυρκαγιάς,  $\Phi_w$  = συντελεστής επίδρασης του ανέμου στην εξάπλωση του πυρός,  $\Phi_s$  = συντελεστής επίδρασης της κλίσης του εδάφους στην εξάπλωση του πυρός,  $\rho_b$  = πορώδες στρώματος καύσιμης ύλης,  $Q_{ig}$  = θερμότης προθερμάνσεως της καύσιμης ύλης ως την θερμοκρασία ανάφλεξης,  $\epsilon$  = ποσοστό καύσιμης ύλης που θερμαίνεται ως την θερμοκρασία ανάφλεξης.

β) Θερμική ροή πυρκαγιάς ( reaction intensity), το ποσό θερμότητας που εκλύεται στην μονάδα του χρόνου ανά μονάδα επιφανείας της φλεγόμενης ζώνης στο μέτωπο της πυρκαγιάς,  $I_R$ ,

$$I_R = W \cdot Q \cdot \gamma \cdot m \cdot s, \text{ kW/m}^2/\text{sec},$$

$W$  = φορτίο καύσιμης ύλης,  $Q$  = θερμοιδική αξία καύσιμης ύλης,  $\gamma$  = ρυθμός καύσης της καύσιμης ύλης,  $m$  = συντελεστής επίδρασης της υγρασίας της καύσιμης ύλης στην καύση,  $s$  = συντελεστής επίδρασης της τέφρας της καύσιμης ύλης στην καύση.

γ) Θερμική ένταση πυρκαγιάς ( fireline (Byram's) intensity), το ποσό θερμότητας που εκλύεται ανά μέτρο φλεγόμενου μετώπου της πυρκαγιάς,  $I_B$ ,

$$I_B = W \cdot Q \cdot R, \text{ kW/m/sec.}$$

Εναλλακτικά, η θερμική ένταση δίδεται και από την εξίσωση:

$$I_B = (I_R \cdot D)/60, \text{ kW/m/sec.}$$

$I_R$  = θερμική ροή της πυρκαγιάς,  $D$  = εύρος φλεγόμενης ζώνης στο μέτωπο της πυρκαγιάς.

δ) Το μήκος των φλογών (flamelenh) στο μέτωπο της πυρκαγιάς,  $F_L$ , συνδέεται με την θερμική ένταση δια του τύπου:

$$I_B = 258(F_L)^{2.17}, \text{ kW/m.}$$

Οι τιμές των πυρικών παραμέτρων που προέκυψαν από την επίλυση των εξισώσεων αυτών με την προσομοίωση του BEHAVE και με εισαγωγικά στοιχεία τα μοντέλα της καύσιμης ύλης που αντιπροσωπεύουν τις Μεσογειακές διαπλάσεις στην Ελλάδα, αποτέλεσαν την βάση δημιουργίας τετραμερών νομογραφημάτων σύμφωνα με την γραμμική μέθοδο για κάθε μοντέλο καύσιμης ύλης (French and Vierck 1970).

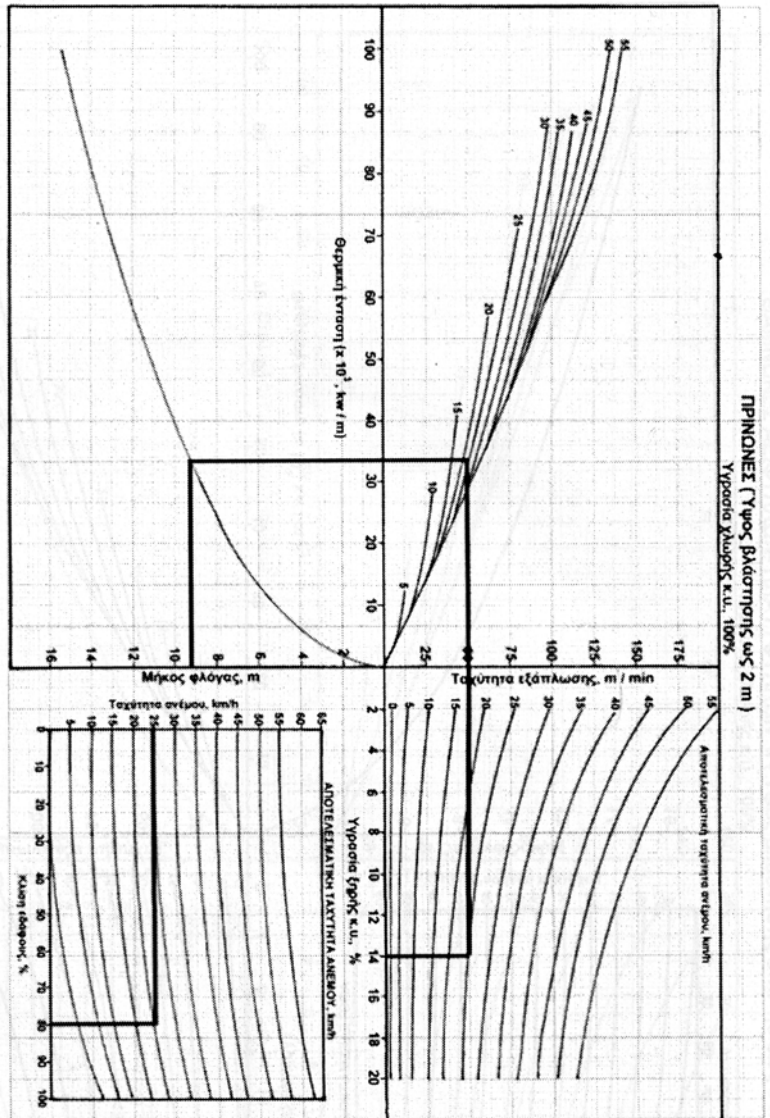
### Αποτελέσματα

Τα νομογραφήματα που παρουσιάζονται ανταποκρίνονται σε μεγάλο εύρος τιμών της ταχύτητας του ανέμου και της υγρασίας της ξηρής καύσιμης ύλης (Σχήματα 2 - 8). Για τη χρήση τους απαιτείται η επιλογή του αντιπροσωπευτικού νομογραφήματος με βάση την εκάστοτε βλαστηνική διάπλαση, καθώς και ο καθορισμός των εισαγωγικών τιμών για την υγρασία της καύσιμης ύλης, την ταχύτητα του ανέμου και την κλίση του εδάφους. Η ταχύτητα διάδοσης, η θερμική ένταση και το μήκος των φλογών της πυρκαγιάς συνιστούν τα αποτελέσματα των νομογραφημάτων.

Κατά τον υπολογισμό της αποτελεσματικής ταχύτητας του ανέμου, συνυπολογίζεται η επαύξηση που επιφέρει η εδαφική κλίση σε συνδυασμό με την ταχύτητα του ανέμου στην διάδοση της πυρκαγιάς. Όταν η αποτελεσματική ταχύτητα του ανέμου υπερβαίνει ένα ανώτατο όριο για κάθε μοντέλο (που κυμαίνεται μεταξύ 21 - 55 km/h), οι προγνώσεις θεωρούνται αναξιόπιστες αφού παύει η γραμμική διάδοση του πυρός και δημιουργούνται ακραία φαινόμενα πυρικής συμπεριφοράς, όπως δημιουργία νέων εστιών, κ.α. (Andrews and Chase 1989, Burgan 1987).

Το Σχήμα 1 παρουσιάζει ένα παράδειγμα του τρόπου χρήσης των νομογραφημάτων:

1. Στο κάτω δεξιά τεταρτημόριο, φέρεται κάθετος εκ του σημείου της τιμής της κλίσης του εδάφους (80%) έως όπου τμήσει την καμπύλη που αντιστοιχεί στην ταχύτητα του ανέμου (20 km/hr). Εκ του σημείου τομής, φέρουμε κάθετο στον άξονα της ταχύτητας του ανέμου. Το ίχνος αυτής της καθέτου επί του άξονος μας δίνει την "αποτελεσματική ταχύτητα του ανέμου" (25 km/hr). Παρατηρούμε ότι η επαύξηση που προσδίδει η κλίση



Σχήμα 1. Παράδειγμα χρήσης νομογραφημάτων πνευματικών παραμέτρων δακτύλων πνευματικών.

Εισαγωγικά στοιχεία:

Μοντέλο: Πανώνες.

Υγρασία χλωρίδας κ.α.: 100%

Υγρασία έρως κ.α.: 14%

Ταχύτητα ανέμου: 20 km/h

Κλίση έρως: 80%

**Αποτελέσματα:**

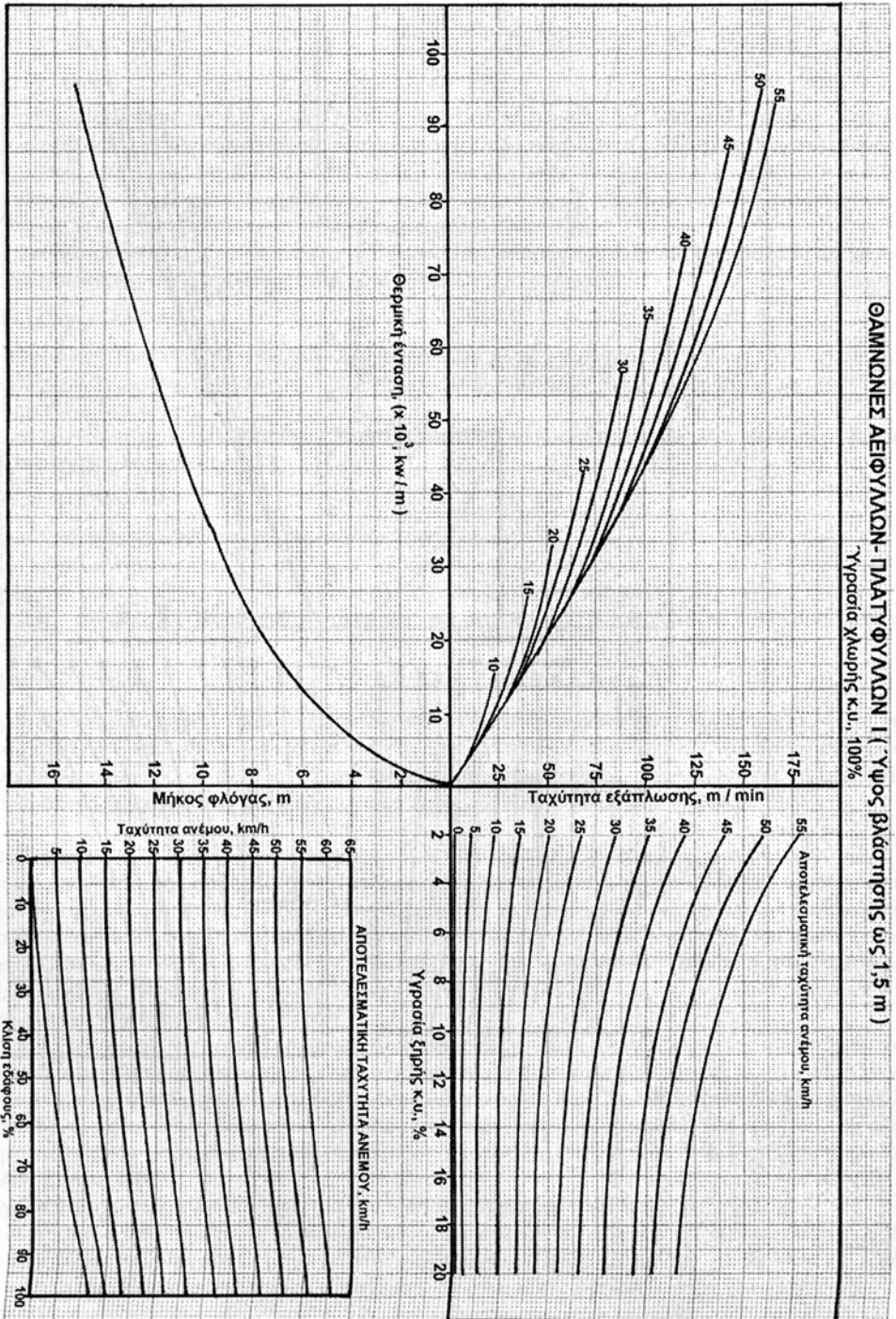
Αποτελεσματική ταχύτητα

ανέμου: 25km/h

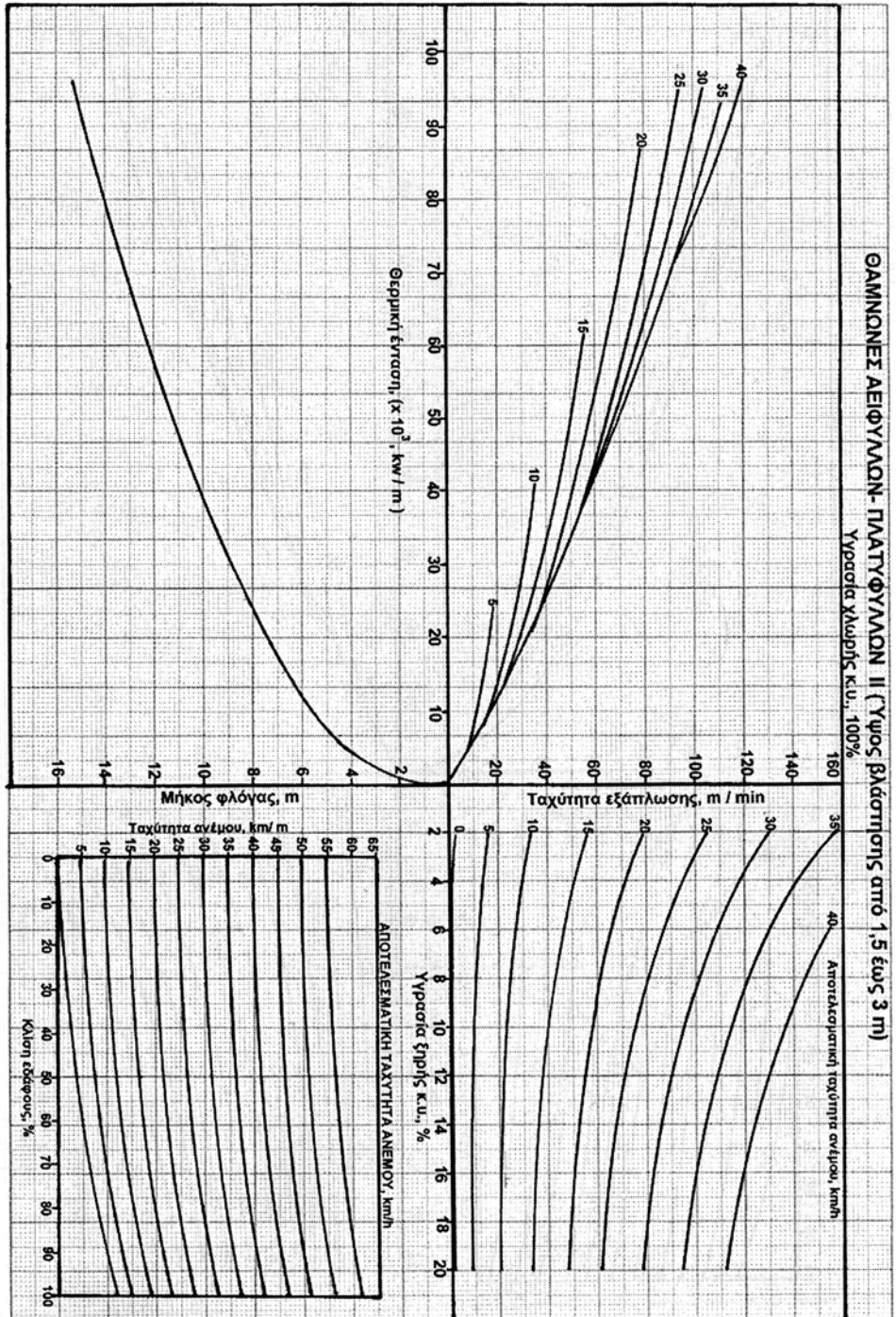
Ταχύτητα διάδοσης: 50 m/min

Θεσμική ένταση: 33.540 kw/m

Μήκος φλόγας: 9,4 m

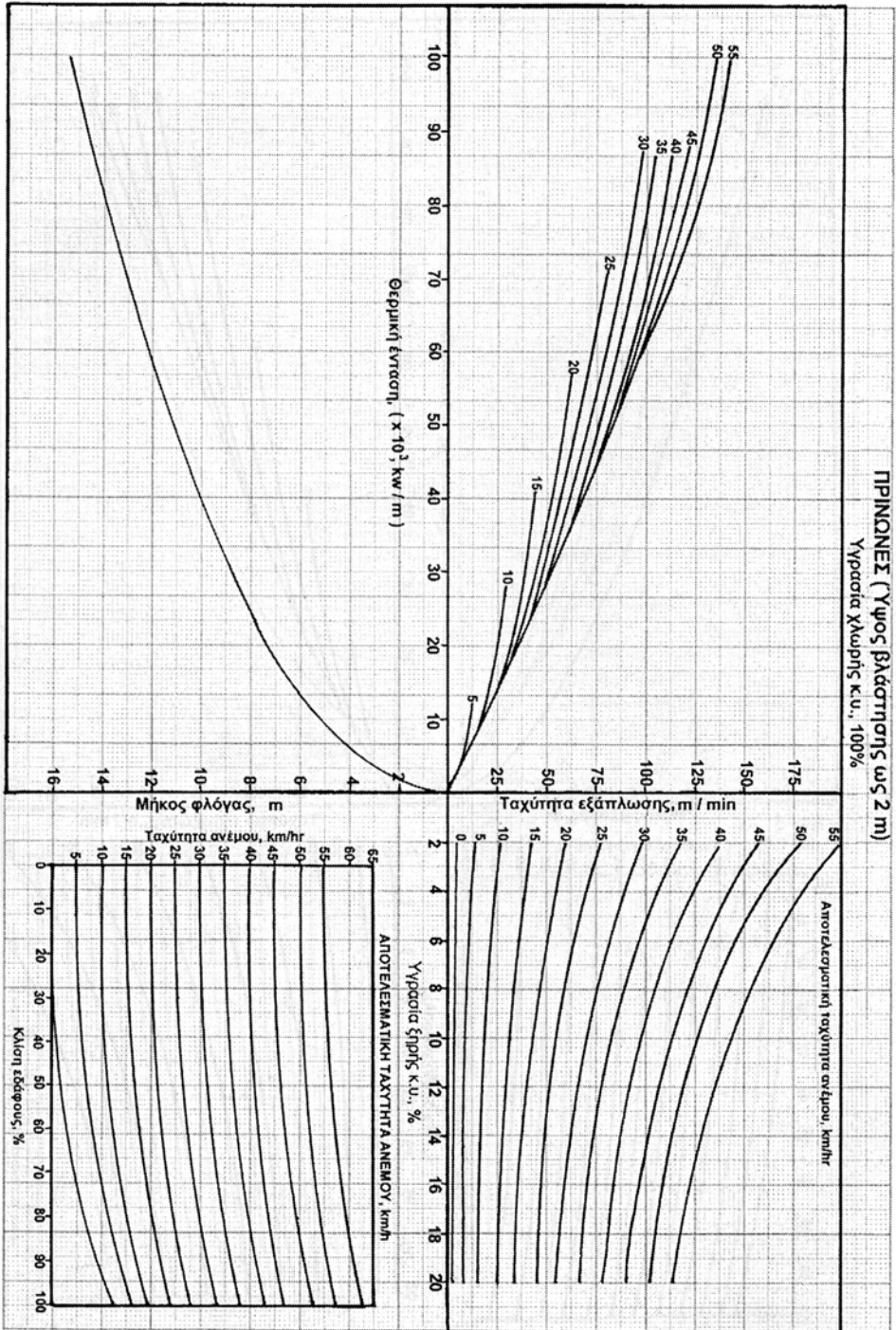


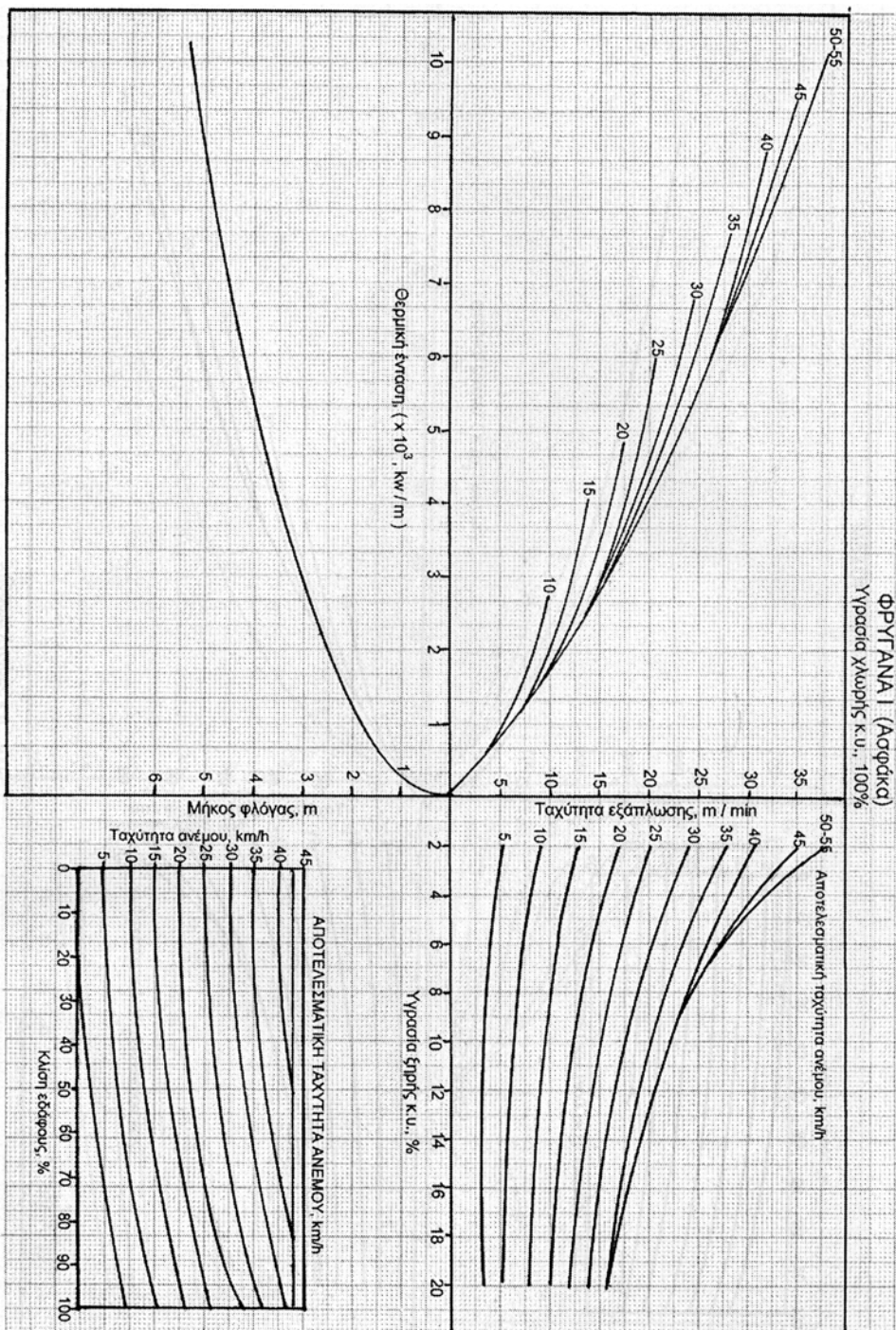
Σχήμα 2. Θαμνώνες αειφύλλων - πλατύφυλλων Ι (Ύψος ως 1,5 m).



Σχήμα 3. Θαιμώνες αειφύλλων - πλατύφυλλων II (Ύψος 1,5 - 3,0 m).

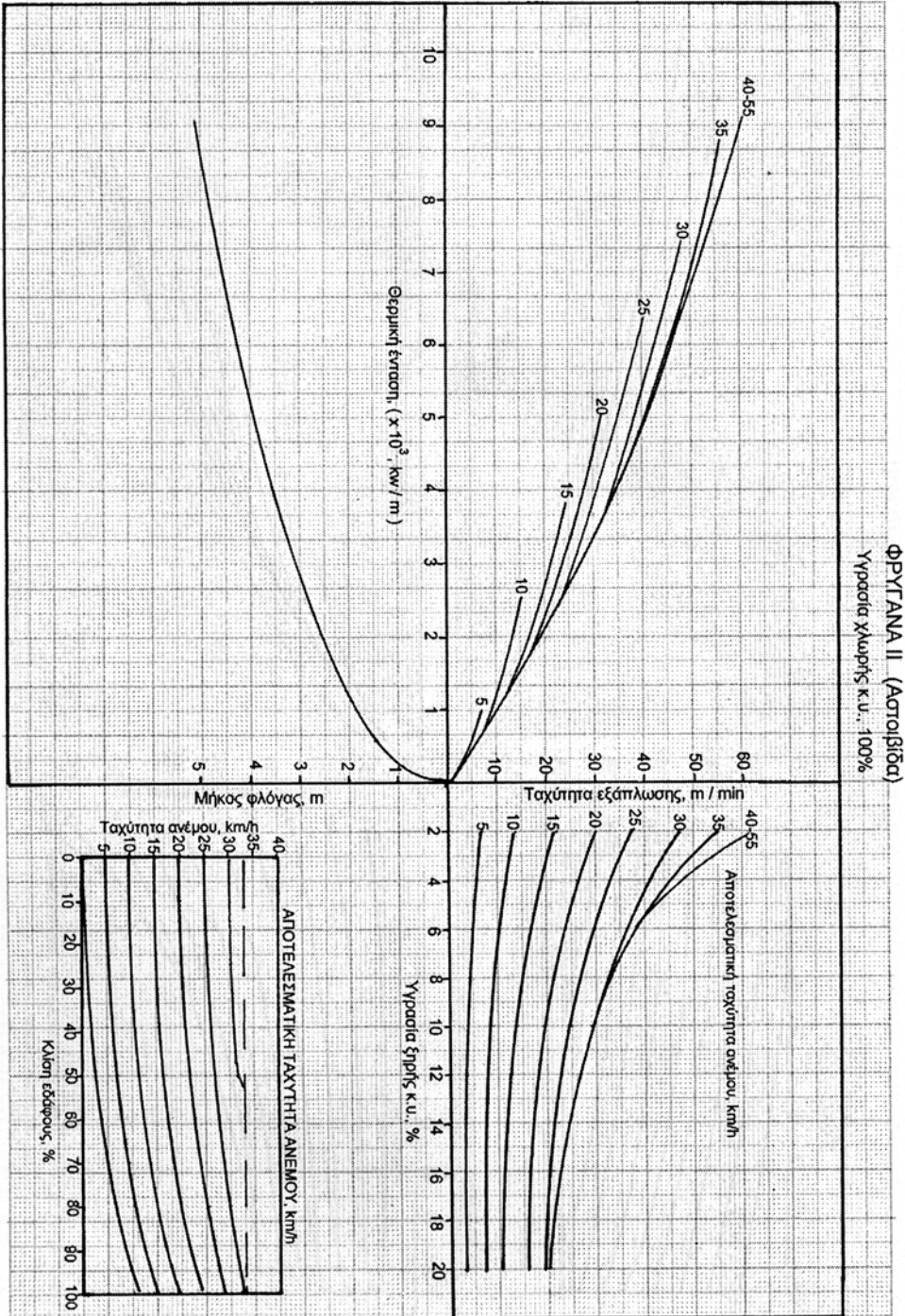
Σχήμα 4. Πιρλώνες (ύψος ως 2 m).



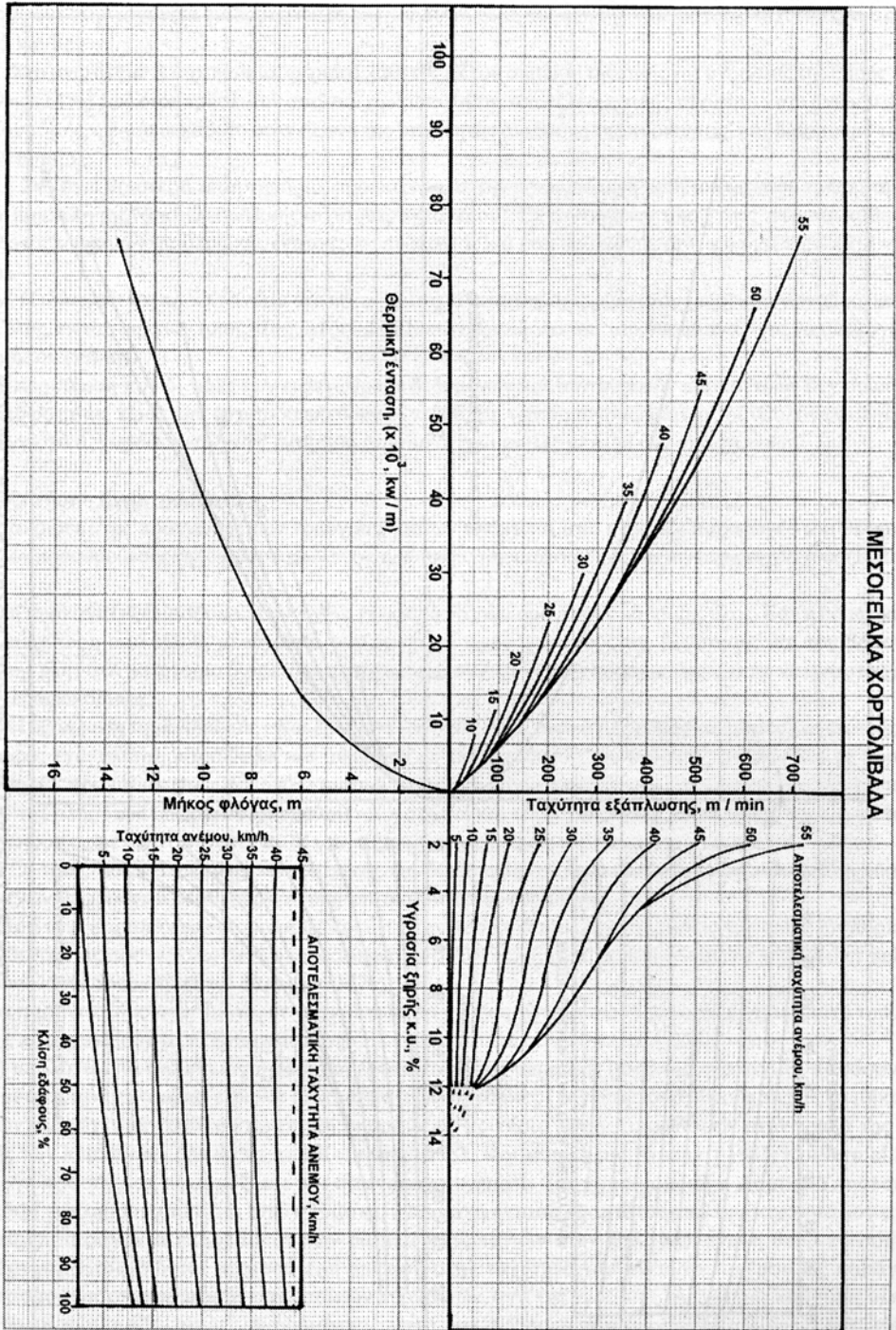


Σχήμα 5. Φρύγγανα I (Ασφάκια).

Σχήμα 6. Φυτόγωνα II (Αστοιβίδα).

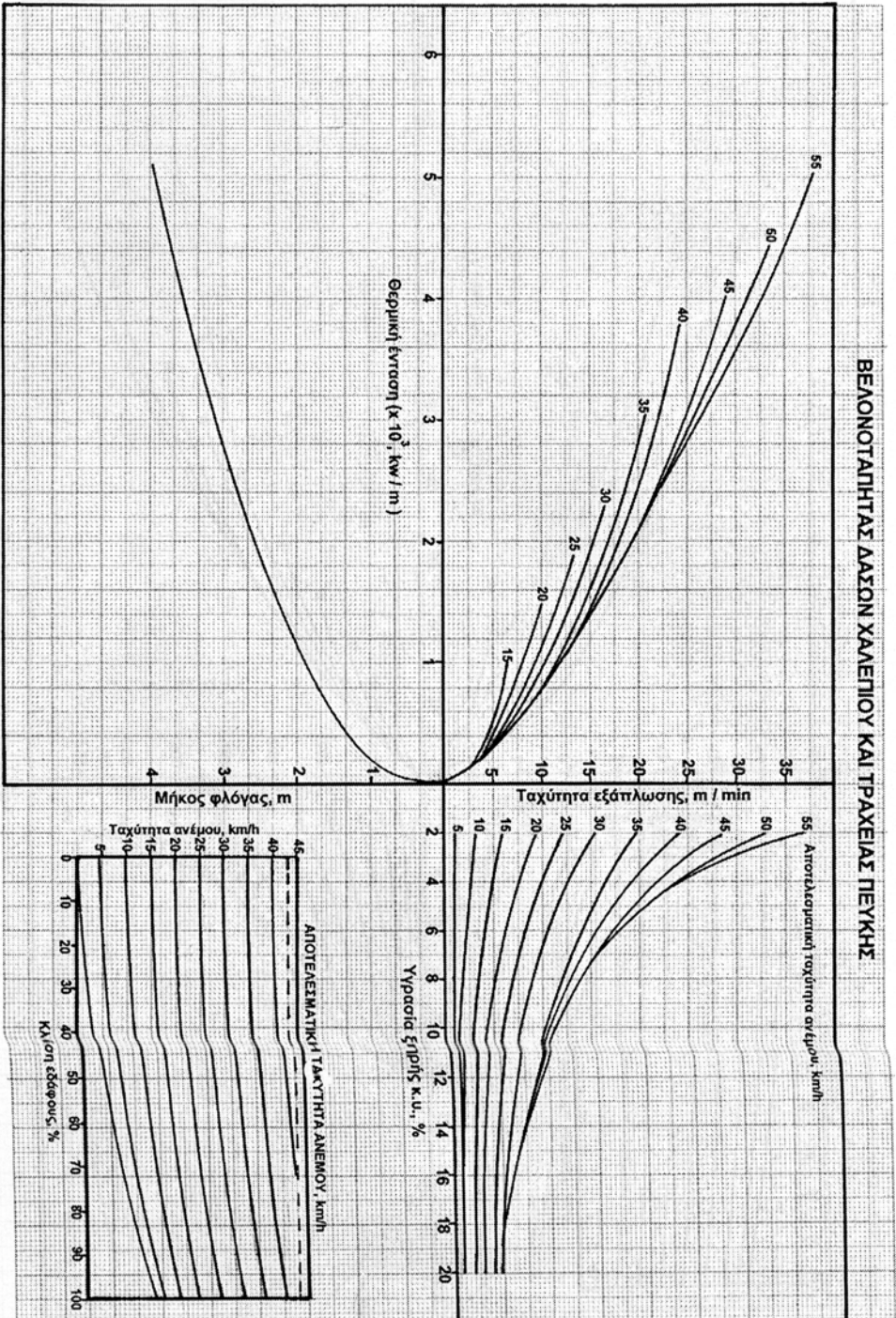






Σχήμα 7. Μεσογειακά χορτολιβάδα.

ΒΕΛΟΝΟΤΑΠΗΤΑΣ ΔΑΣΩΝ ΧΑΛΕΠΙΟΥ ΚΑΙ ΤΡΑΧΕΙΑΣ ΠΕΥΚΗΣ



Σχήμα 8. Βελονοτάπητας δασών χαλεπίου και τραχείας πεύκης.

του εδάφους στην ταχύτητα διάδοσης του πυρός, ισοδυναμεί με αύξηση της πραγματικής ταχύτητας του ανέμου κατά 5 km/hr.

II. Στο άνω δεξιά τεταρτημόριο, φέρεται κάθετος εκ του σημείου της τιμής της υγρασίας της ξηρής καύσιμης ύλης (14%) έως ότου τμήσει την αντίστοιχη καμπύλη της αποτελεσματικής ταχύτητας του ανέμου. Εκ του σημείου τομής, φέρουμε κάθετο στον άξονα της 'ταχύτητας διάδοσης της πυρκαγιάς' και βρίσκουμε την τιμή της (50 m/min).

III. Στο άνω αριστερά τεταρτημόριο, προεκτείνουμε την προηγούμενη κάθετο έως ότου τμήσει την αντίστοιχη καμπύλη της "αποτελεσματικής ταχύτητας του ανέμου". Εκ του σημείου τομής τους, φέρεται κάθετος επί του άξονος των τιμών της θερμοκίνης έντασης της πυρκαγιάς και έτσι βρίσκουμε την τιμή της ( $33,54 \times 10^3 = 33540$  kW/m).

IV. Η ίδια κάθετος προεκτείνεται στο κάτω αριστερά τεταρτημόριο, έως ότου τμήσει την μοναδική καμπύλη του. Τέλος, εκ του σημείου τομής τους, φέρουμε κάθετο στον άξονα του 'μήκους φλόγας' για να υπολογίσουμε την τιμή του (9,4 m).

Σε περίπτωση που οι τιμές των εισαγωγικών δεδομένων και των πυρικών παραμέτρων δεν συμπίπτουν επακριβώς με τις τιμές που αντιπροσωπεύουν οι καμπύλες των νομογραφημάτων, οι υπολογισμοί γίνονται προσεγγιστικά, χαράσσοντας κατ' εκτίμηση ενδιάμεσες καμπύλες μεταξύ των υπαρχουσών.

### Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η ακρίβεια της πρόγνωσης των νομογραφημάτων υπόκειται στις εγγενείς παραδοχές του θεωρητικού μοντέλου προσομοίωσης της διάδοσης των πυρκαγιών που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία τους (Rothermel 1972):

α) η πυρκαγιά εξελίσσεται επί συνεχούς (χωρίς κενά) και ομογενούς καύσιμης ύλης. Εάν η εδαφοκάλυψη είναι μικρότερη από 100%, μειώνονται αντίστοιχα οι τιμές του ύψους της βλάστησης και του βάρους της καύσιμης ύλης ανά κατηγορία διαμέτρου που χρησιμοποιήθηκαν στην προσομοίωση, ώστε να αντιστοιχούν σε πλήρη εδαφοκάλυψη.

β) Η εξάπλωση της πυρκαγιάς είναι έρπουσα (αποκλείονται πυρκαγιές κόμης και μικτές), ανωφερής (όταν το έδαφος έχει κλίση), παράλληλα και σύμφωνα με την διεύθυνση του πνέοντος ανέμου και με γραμμική διάδοση. Οι προγνώσεις των νομογραφημάτων αφορούν πάντοτε το φλεγόμενο μέτωπο της πυρκαγιάς στο στάδιο της πλήρους εξέλιξης της (αποκλείεται η αρχική και τελική φάση της πυρκαγιάς) και, ως εκ τούτου, προβλέπουν τις μέγιστες δυνατές τιμές των πυρικών παραμέτρων της εκάστοτε πυρκαγιάς.

γ) Οι τιμές των μετεωρολογικών (ταχύτης και διεύθυνση ανέμου) και τοπογραφικών (κλίση εδάφους) δεδομένων θεωρούνται σταθερές καθ' όλη την διάρκεια της πυρκαγιάς.

Παρά τους παραπάνω περιορισμούς, έρευνες που βασίζονται σε παρατηρήσεις πραγματικών πυρκαγιών επαληθεύουν τις προγνώσεις των νομογραφημάτων σε ικανοποιητικό βαθμό (Andrews and Rothermel 1982, Andrews 1980, Sneeuwjagt και Frandsen 1976).

Τα παρόντα νομογραφήματα, σε σύγκριση με τα ευρέως χρησιμοποιούμενα νομογραφήματα του Albini (1976), παρουσιάζουν τις εξής καινοτομίες:

α) υπολογίζεται απευθείας η θερμοκίνης ένταση αντί της θερμοκίνης ροής της πυρκαγιάς, καθόσον είναι παράμετρος που εκτιμάται εύκολα σε πραγματικές συνθήκες (λόγω της συσχέτισής της με το μήκος των φλογών) και έχει μεγαλύτερη πρακτική σημασία ως κριτήριο λήψης αποφάσεων στον τομέα της καταστολής των πυρκαγιών (Andrews and Rothermel 1982, Rothermel and Rinehart 1983, Rothermel 1983). Ανάλογη προσέγγιση εφαρμόζεται και στα νομογραφήματα που χρησιμοποιεί η Δασική Υπηρεσία του Καναδά (Alexander and Cole 1995). Επίσης, η θερμοκίνης ένταση εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου (κυρίαρχο παράγοντα επηρεασμού των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα), ενώ η θερμοκίνης ροή είναι ανεξάρτητη. Έτσι, δίδεται περισσότερη έμφαση στην ταχύτητα του πνέοντος ανέμου ως παράγοντος επηρεασμού της συμπεριφοράς των δασικών πυρκαγιών, αντί της υγρασίας της χλωρής καύσιμης ύλης που συνήθως παρουσιάζει μικρές διακυμάνσεις κατά την διάρκεια του θέρους (Καϊλίδης 1990, Mateeva 1998).

β) το διάγραμμα υπολογισμού της αποτελεσματικής ταχύτητας του ανέμου τοποθετήθηκε σε διαφορετική θέση και ανεξάρτητο από τα υπόλοιπα, για να αποφευχθούν συγχύσεις κατά τους υπολογισμούς.

Τα μοντέλα καύσιμης ύλης που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία των νομογραφημάτων στην Ελλάδα έχουν τιμές ανάλογες με μοντέλα αντίστοιχων τύπων μεσογειακής βλάστησης στις ΗΠΑ, Ισπανία και Γαλλία (Anderson 1982, ICONA 1993, Trabaud 1989). Εξ αυτών συνάγεται η ομοιομορφία των ιδιοτήτων της καύσιμης ύλης σε μεσογειακού τύπου βλαστικές διαπλάσεις παγκοσμίως (Cannell 1982, Specht 1982), καθώς και το γεγονός ότι οι τιμές των παραμέτρων των μοντέλων που χρησιμοποιήσαμε είναι πραγματιστικές. Στην Ελλάδα, η μεγάλη διαφοροποίηση των θαμνώνων αειφύλλων - πλατυφύλλων ως προς το ύψος και το φορτίο καύσιμης ύλης επέβαλε την διάκρισή τους σε δύο μοντέλα καύσιμης ύλης: με ύψος μέχρι 1,5 m και με ύψος από 1,5 - 3 m. Οι έρπουσες πυρκαγιές που εξαπλώνονται σε θαμνώνες αειφύλλων - πλατυφύλλων που αποτελούν υπόροφο βλάστηση σε δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης, μπορούν να προσομοιωθούν με την χρήση αυτών των μοντέλων εφόσον δεν εξελιχθούν σε πυρκαγιές κόμης. Οι πρινώνες (λόγω των εκτάσεων που καταλαμβάνουν, αλλά και του ενδιάμεσου φορτίου της καύσιμης ύλης τους) αποτελούν ιδιαίτερο μοντέλο (Τσιουβάρας 1978, Τσιουβάρας 1987). Επίσης, τα φρυγανικά οικοσυστήματα, με βάση το κυρίαρχο είδος και τις διαφορές στις ιδιότητες της καύσιμης ύλης τους, διακρίνονται σε δύο μοντέλα: φρύγανα με αστοιβίδα (Νησιά Αιγαίου, Κρήτη, Πελοπόννησος) και φρύγανα με ασφάκα (Δυτική και Κεντρική Ελλάδα, Ιόνια Νησιά) (Papanastasis 1980).

Οι προγνώσεις των πυρικών παραμέτρων των πυρκαγιών που εξελίσσονται σε μεσογειακές διαπλάσεις στην Ελλάδα κρίνονται ως ρεαλιστικές. Διαπλάσεις με μικρό και λεπτών διαστάσεων φορτίο καύσιμης ύλης παρουσιάζουν πυρκαγιές με μεγάλη ταχύτητα διάδοσης και μικρή θερμική ένταση (μεσογειακά χορτολίβαδα, φρυγανότοποι, βελοντάπητας) (Καλαμποκίδης 1996). Αντίθετα, σε διαπλάσεις με μεγάλο φορτίο καύσιμης ύλης, όπως οι θαμνώνες αειφύλλων - πλατυφύλλων και οι πρινώνες, παρουσιάζονται μεγάλες θερμικές εντάσεις και μέτριες ταχύτητες διάδοσης του πυρός. Εξάλλου, η μεταβολή των τιμών των πυρικών παραμέτρων σε όλους τους τύπους της καύσιμης ύλης είναι ανάλογες της ταχύτητας του ανέμου και αντιστρόφως ανάλογες της περιεχόμενης υγρασίας της ξηρής καύσιμης ύλης. Οι προγνώσεις αυτές συμπίπτουν με γενικές παρατηρήσεις της συμπεριφοράς πραγματικών πυρκαγιών σε ανάλογους τύπους βλάστησης και στην Ελλάδα (Καϊλίδης 1990).

Η ταχύτητα του ανέμου είναι ο περιβαλλοντικός παράγοντας που ασκεί την σημαντικότερη επίδραση στις τιμές των πυρικών παραμέτρων, και γι αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως ρυθμιστική παράμετρος στην ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity analysis) των νομογραφημάτων κατά τον αντιπυρικό σχεδιασμό. Επίσης, θα πρέπει να τονιστεί ότι οι προγνώσεις που αντιστοιχούν σε εξαιρετικά χαμηλές τιμές υγρασίας ξηρής καύσιμης ύλης (λιγότερο από 5%) ή εξαιρετικά υψηλές τιμές αποτελεσματικής ταχύτητας ανέμου (μεγαλύτερης των 40 km/hr), αποτελούν οριακές τιμές που σπανιότατα συναντώνται στην φύση.

Συμπερασματικά:

α) Τα νομογραφήματα έχουν αποδειχθεί χρήσιμα στην δασική πράξη. Η εφαρμογή τους δεν απαιτεί γνώση ηλεκτρονικών υπολογιστών, ούτε μαθηματικούς υπολογισμούς, γεγονός που τα καθιστά εξαιρετικά εύχρηστα, ιδιαίτερα για προγνώσεις κατά την διάρκεια της εξέλιξης των πυρκαγιών στο ύπαιθρο. Επίσης, η χρήση τους δυνατόν να συνεισφέρει σημαντικά στην εκτίμηση των αναμενόμενων δυσκολιών καταστολής πυρκαγιών που εξελίσσονται σε ένα συγκεκριμένο τύπο βλάστησης.

β) Τα νομογραφήματα πρόγνωσης των πυρικών παραμέτρων πυρκαγιών, αν και παρουσιάζονται για πρώτη φορά στον Ελληνικό χώρο, μπορούν να εφαρμοσθούν άμεσα στην δασική πράξη γιατί είναι προσαρμωμένα στα χαρακτηριστικά της Ελληνικής Μεσογειακής βλάστησης και ανταποκρίνονται σε μεγάλο εύρος τιμών των μετεωρολογικών και τοπογραφικών παραμέτρων. Το γεγονός ότι η δημιουργία τους βασίζεται σε μοντέλα προσομοίωσης της συμπεριφοράς του πυρός που είναι παγκοσμίως δοκιμασμένα και αποδεκτά, ενισχύει την αξιοπιστία τους. Ωστόσο, οι προβλέψεις τους θα πρέπει να θεωρούνται απολύτως ενδεικτικές και να χρησιμοποιούνται με επιφύλαξη, έως ότου γίνει η επαλήθευσή τους με εκτεταμένες παρατηρήσεις δασικών πυρκαγιών και στην Ελλάδα.

**Nomographs for prediction of wildland fire behavior in the Mediterranean vegetation types of Greece****A.P. Dimitrakopoulos<sup>1</sup> and S. Dritsa<sup>1</sup>****Abstract**

Nomographs for the calculation of the pyric parameters (fire spread rate, fireline intensity, flame length) of fires burning in the Mediterranean-type ecosystems of Greece, were created. Fuel models typical of the Mediterranean vegetation complexes were comprised from data from the existing literature and, subsequently, inserted as inputs to the BEHAVE fire behavior prediction system, in order to calculate the pyric parameters under a wide range of environmental conditions. The results are judged as realistic, based on common experience of wildland fire behavior in Greece. Such nomographs are for the first time in Greece and are expected to offer substantial help to fire management practice.

**Key words:** Forest fires, Nomographs, Mediterranean vegetation.

**Βιβλιογραφία**

- Albini, F.A. 1976. Estimating wildfire behavior and effects. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. INT- 30. Ogden, Utah. 92p.
- Alexander, M.E., and Cole, F.V. 1995. Head fire intensity class graph for FBP System Fuel Type C-2 (Boreal Spruce). Can. For. Serv. North. For. Cent., Edmonton, Alberta. (Poster with text).
- Anderson, H.E. 1982. Aids to determining fuel models for estimating fire behavior. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. INT-122. Ogden, Utah. 22p.
- Andrews, P.L. 1980. Testing the fire behavior model. *In* : Proceedings, Sixth Conference on Fire and Forest Meteorology. Society of American Foresters. Seattle, WA, April 22-24. pp. 70-77.
- Andrews, P.L., and Rothermel, R.C. 1982. Charts for interpreting wildland fire behavior characteristics. USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. INT- 131. Ogden, Utah. 21p.
- Andrews, P.L. 1986. BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system – BURN subsystem, Part 1. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, Gen. Tech. Rep. INT- 194. Ogden, Utah. 130p.
- Andrews, P.L., and Chase, C.H. 1989. BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system – BURN subsystem, Part 2. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, Gen. Tech. Rep. INT- 260. Ogden, Utah. 93p.
- Burgan, R.E., Cohen, J.D., and Deeming, J.E. 1978. Manually calculating fire - danger ratings – 1978 National Fire-Danger Rating System. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. Gen. Tech. Rep. INT- 40. Ogden, Utah. 49p.
- Burgan, R.E., and Rothermel, R.C. 1984. BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system – Fuel subsystem. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, Gen. Tech. Rep. INT- 167. Ogden, Utah. 126p.
- Burgan, R.E. 1987. Concepts and interpreted examples in advanced fuel modeling. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, Gen. Tech. Rep. INT- 238. Ogden, Utah. 126p.
- Cannell, M.G.R. 1982. World Forest Biomass and Primary Production Data. Academic Press, London. 347p.
- Cheney, N.P. 1968. Predicting fire behavior with fire danger tables. Austr. For. 32 (2): 71-79.
- Δημητράκοπουλος, Α.Π. 1992. Προσομοίωση της συμπεριφοράς του πυρός σε μακκία και φρυγανικά μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα. Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας

<sup>1</sup> Department of Forestry & Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, P.O.Box 228, 540 06 Thessaloniki, Greece.

- ας: “Έρευνα και Πράξη στα Ελληνικά Δάση”. Καλαμάτα, 4-6 Μαρτίου. σελ. 386-397.
- Dimitrakopoulos, A.P. 1993. Photo-series and fire behavior prediction based on fuel properties of Mediterranean - type ecosystems. Progress Report for the project ‘Modeling of forest fires’ (Contract No. EV5V-CT91-0015). Commission of the European Communities, DG XII, “ENVIRONMENT” Program. Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Chania.
- Dimitrakopoulos, A.P., and Yordanov, G. 1997. PYROSTAT: A Computer Program for Forest Fire Inventory and Statistical Analysis. M.Sc. Thesis. Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Chania. 175 p.
- Dimitrakopoulos, A.P., and Panov, P. 1998. Chemical and physical fuel parameters of Mediterranean vegetation. In: Proceedings, III International Conference on Forest Fire Research and 14<sup>th</sup> Conference on Fire and Forest Meteorology. Luso, Portugal. Vol. II: 2579 - 2586.
- FCFDG (Forestry Canada Fire Danger Group). 1992. Development and Structure of the Canadian Forest Fire Behavior Prediction System. For. Can., Inf. Rep. ST - X - 3. Ottawa, Canada. 64p.
- French, T.E., and Vierck, C.J. 1970. Graphic Science and Design. 3<sup>rd</sup> Edition. McGraw- Hill Book Company, New York. 875p.
- ICONA. 1993. Manual de Operaciones Contra Incendios Forestales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion, Madrid, Spain.
- Καλαμποκίδης, Κ.Δ. 1996. Δασικά οικοσυστήματα και πυρκαγιές στα νησιά του Αιγαίου. Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας. Καρδίτσα, 11-13 Οκτωβρίου 1995. σελ. 549 - 557.
- Καϊλίδης, Δ.Σ. 1990. Δασικές Πυρκαγιές. Εκδόσεις Γιαχούδη- Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη. 510 σελ.
- Μαρκάλας, Σ., και Παντελής, Δ. 1997. Πυρκαγιές δασών και δασικών εκτάσεων στην Ελλάδα το 1994. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας & Φυσιικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Υλωρικής, Αρ. 5 / 1997. Θεσσαλονίκη. 40 σελ.
- Mateeva, V. 1998. Flammability assessment and thermogravimetric analysis of Mediterranean species. M.Sc. Thesis. Mediterranean Agronomic Institute of Chania. Chania, Greece. 187p.
- Ντάφης, Σ. 1973. Ταξινόμηση της δασικής βλάστησης της Ελλάδας. Επιστημονική Επετηρίς της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής, τομ. ΙΕ', τεύχος Β', σελ. 75 - 90. Θεσσαλονίκη.
- Papanastasis, V.P. 1977. Fire ecology and management of phrygana communities in Greece. In: Proceedings of the Symposium on the Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems. Harold A. Mooney, C. Eugene Conrad (eds.). USDA Forest Service, General Technical Report WO-3. Palo Alto, California, August 1-5. pp. 476-482.
- Papanastasis, V.P. 1980. Effects of season and frequency of burning on a phryganic rangeland in Greece. Journal of Range Management 33 (4) : 251-255.
- Rothermel, R.C. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Res. Pap. INT-115. Ogden, Utah. 25p.
- Rothermel, R.C. and Deeming, J. E. 1980. Measuring and interpreting fire behavior for correlation with fire effects. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. INT- 93. 4p.
- Rothermel, R.C. 1983. How to predict the spread and intensity of forest and range fires. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. INT-143. Ogden, Utah. 25p.
- Rothermel, R.C., and Rinehart, G.C. 1983. Field procedures for verification and adjustment of fire behavior predictions. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. INT-142, Ogden, Utah. 25p.
- Sneeuwjagt, R. J., and Frandsen, W.H. 1976. Behavior of experimental grass fires vs predictions based on Rothermel's fire model. Can. J. For. Res. 7: 357-367.
- Sneeuwjagt, R. J., and Peet, G.B. 1985. Forest fire behavior tables for western Australia. 3<sup>rd</sup> edition. Department of Conservation and Land Management, Australia. 59p.
- Specht, R.L. 1982. General characteristics of Mediterranean-type ecosystems. In: Proceedings of the Sympo-

- sium on 'Dynamics and Management of Mediterranean-type Ecosystems'. San Diego, Ca, June 22 - 26. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. PSW-142.
- Taylor, S.W., Pike, R. G., and Alexander, M.E. 1996. Field Guide to Canadian Forest Fire Behavior Prediction (FBP) System. FRDA Handbook 12, British Columbia, Canada. 60p.
- Trabaud, L. 1989. Les feux de forets, mecanismes, comportement et environment. Editions France- Selection. 278p.
- Τσιουβάρας, Κ.Ν. 1978. Συσχετίσεις διαμέτρου – μήκους – βάρους ετησίων κλαδίσκων πουρναραριού. Επετηρίς Γεωπονικής & Δασολογικής Σχολής Α.Π.Θ. Τόμος 21: 137-152.
- Tsiouvaras, C.N. 1987. Ecology and Management of Kermes oak (*Quercus coccifera* L.) Shrublands in Greece: A Review. Journal of Range Management 40 (6) : 542-546.

## Τεχνικές προδιαγραφές σακούλας συγκομιδής της ρητίνης

Αντώνης Παπαγιαννόπουλος<sup>1</sup> και Ιωάννης Σπανός<sup>1</sup>

### Περίληψη

Η εργασία αυτή είναι η δεύτερη δημοσίευση (τελική) τεχνικο-οικονομικής έρευνας, που έγινε μετά από σχετικό αίτημα της Γενικής Γραμματείας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος. Εντάσσεται στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος με στόχο τη “Βελτίωση μεθόδων της ρητίνευσης”. Η διεξαγωγή της σχετικής έρευνας έγινε με τη συνεργασία των ρητινεργατικών συνεταιρισμών Κασσάνδρας και Σιθωνίας Χαλκιδικής. Διαπίστωσε, ότι η άριστη σακούλα συγκομιδής της ρητίνης οφείλει να είναι κατασκευασμένη από “σκληρό” πλαστικό (πολυαιθυλένιο) και να έχει διαστάσεις πλάτος  $\chi$  ύψος  $\chi$  πάχος: 25 εκ./ $\chi$  40 εκ./ $\chi$  0,2 χιλ. Η υιοθέτηση από τους ρητινεργάτες της σακούλας αυτών των διαστάσεων μπορεί να τους εξασφαλίσει ετήσιο εισόδημα κατά 12,55% τουλάχιστον μεγαλύτερο από εκείνο, που επιτυγχάνουν με άλλες διαφόρων διαστάσεων σακούλες, τις οποίες έχουν υιοθετήσει εμπειρικά.

**Λέξεις κλειδιά:** χαλέπιος, ρητίνη, σακούλες συλλογής, προδιαγραφές

### 1. Εισαγωγή

Έχει ήδη αποδειχθεί ερευνητικά, ότι ο παραγωγικότερος τρόπος συγκομιδής της ρητίνης είναι όχι με τα κλασικά μεταλλικά κύπελλα, αλλά με σακούλες από πλαστικό πολυαιθυλένιο (Παπαγιαννόπουλος- Παπαδοπούλου 1995). Στα πλαίσια του ίδιου ερευνητικού προγράμματος (Βελτίωση των μεθόδων της ρητίνευσης), η Γενική Γραμματεία Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος (ΓΓΔ & ΦΠ) ζήτησε από το ΕΘΙΑΓΕ και ειδικότερα από το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών (ΙΔΕ) της Θεσσαλονίκης (Υπουργείο Γεωργίας 1998) την μέσω περαιτέρω έρευνας τεχνικών προδιαγραφών απόδειξη ποιος είναι ο καλλίτερος τύπος σακούλας.

Η έρευνα αυτή έγινε σε δύο φάσεις. Το 1998 έγινε η πρώτη (προέρευνα) και το 1999 η δεύτερη (τελική έρευνα). Τα συμπεράσματα της πρώτης δημοσιεύθηκαν ήδη (Παπαγιαννόπουλος 1998) και ενημερώθηκαν επισήμως η ΓΓΔ & ΦΠ και η ΠΑΣΕΓΕΣ. Τα κυριότερα συμπεράσματα της προέρευνας ήταν τα εξής:

- Κατάλληλο (ανθεκτικό) υλικό κατασκευής σακουλών είναι το «σκληρό» και όχι το «μαλακό» πολυαιθυλένιο.
- Δύο διαστάσεις σακούλας (πλάτος  $\chi$  ύψος  $\chi$  πάχος) αναδείχθηκαν άξιες για περαιτέρω έρευνα στη δεύτερη φάση. Αυτές ήταν: 28 εκ.  $\chi$  40 εκ.  $\chi$  20 γραμμές (1 γραμμή = 0,01 χιλιοστά) και 25 εκ./ $\chi$  40 εκ./ $\chi$  20 γραμμές.

Η παρούσα δημοσίευση είναι το τελικό αποτέλεσμα της όλης έρευνας. Διεύρυνε τα συμπεράσματα της προέρευνας με συνεκτίμηση κόστους εργασίας και υλικών. Στηρίχτηκε στην αρχή “η σακούλα που εξασφαλίζει μικρότερο κόστος (άρα μεγαλύτερο όφελος) είναι προτιμητέα”.

### 2. Υλικά και μέθοδος

α) Η διεξαγωγή της τελικής έρευνας έγινε σε δύο τόπους (επαναλήψεις) στο Νομό Χαλκιδικής, όπου ακριβώς είχε γίνει και η προέρευνα. Ο ένας ήταν κοντά στον οικισμό Φούρκας στη χερσόνησο της Κασσάνδρας και ο άλλος κοντά στον οικισμό Νικήτης στη χερσόνησο της Σιθωνίας. Ως πειραματικοί εργάτες χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιοι πραγματικοί ρητινεργάτες (Χρίστος Αδάμος στην Κασσάνδρα και Γεώργιος Σουνάς στη Νικήτη) και τα πειραματικά δέντρα ήταν από εκείνα, που οι ίδιοι ρητίνευαν στην πράξη. Σε κάθε τόπο επιλέχτηκε ένα άθροισμα κοντινών δέντρων για να γίνει το πείραμα. Τα πειραματικά δέντρα ήταν 168 σε κάθε τόπο και αυτά κατανεμήθηκαν, κατά τυχαίο τρόπο, ανά 84 μεταξύ δύο χειρισμών Α και Β. Το μέγεθος δείγματος είναι ικανοποιητικό (Παπαγιαννόπουλος 1983).

Στα δέντρα του χειρισμού Α κρεμάστηκαν σακούλες 28 εκ.  $\chi$  40 εκ.  $\chi$  20 γραμμές (μεγάλες) και στο χειρισμό Β σακούλες 25 εκ.  $\chi$  40 εκ.  $\chi$  20 γραμμές (μικρές). Κατά τα λοιπά, η ρητίνευση έγινε έτσι ακριβώς

<sup>1</sup> ΕΘΙΑΓΕ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Θεσσαλονίκη.



όπως γινόταν και πριν. Διάρκеше περίπου 5 μήνες (μέσα Μαΐου με μέσα Οκτωβρίου), όπως γίνεται συνήθως στην πράξη σήμερα, και έγιναν 7 επισκέψεις σε κάθε δέντρο - εγκατάσταση, 5 αναξέσεις, συγκομιδή - (βλ. Πίν. II, στήλη 0).

β) Στο τέλος της περιόδου ρητινεύσεως έγινε συγκομιδή και ζύγιση των σακουλών, χωριστά για τις μεγάλες και τις μικρές σακούλες, και βρέθηκαν μέσοι όροι και άλλες χρήσιμες παράμετροι. Με βάση την εκτεθείσα

**Πίνακας I.** Μέσες τιμές ρητινοπαραγωγής των πειραματικών δέντρων

**Table I.** Average values of resin production of experimental trees

Κασσάνδρα			Σιθωνία		
Αριθμός δέντρων	Χειρισμός	Μέση ρητινοπαραγωγή ανά δέντρο (κιλά)	Αριθμός δέντρων	Χειρισμός	Μέση ρητινοπαραγωγή ανά δέντρο (κιλά)
82	A (μεγάλες)	3,183	83	A (μεγάλες)	2,926
69	B (μικρές)	3,338	83	B (μικρές)	2,723
151	A+B	3,254	166	A+B	2,825
Μέσος όρος και των δύο επιφανειών			(3,254χ151χ2,825χ166): 317 =3,029 κιλά ανά δέντρο		
Αριθμός σακουλών που το βάρος τους ήταν >6 κιλών: 10 (ή σε ποσοστό 3,3%)					

λογική κατασκευάσθηκε ο Πίν. I.

γ) Για την εκτίμηση του κόστους εργασίας έγινε χρονομέτρηση των πειραματικών ρητινεργατών σε συγκεκριμένες ημερομηνίες περί το μέσο της περιόδου (βλ. Πίν. II, στήλες 1 και 7). Έγιναν δύο χρονομετρήσεις στην επιφάνεια της Κασσάνδρας και τρεις στην επιφάνεια της Σιθωνίας. Έστο υπόψη, ότι οι δύο χρονομετρήσεις είναι ικανοποιητικό δείγμα, εάν η ταχύτητα του εργάτη δεν παραλλάζει πολύ από ημέρα σε ημέρα. Ο εργάτης της Κασσάνδρας ικανοποιούσε αυτόν τον όρο, ενώ ο εργάτης της Σιθωνίας παρουσίαζε αρκετά μεγάλη παραλλακτικότητα (βλ. Πίν. II, στήλες 2 και 9) και γι' αυτό χρονομετρήθηκε τρεις φορές. Οι χρονομετρήσεις κάλυψαν την περισσότερη χρονοβόρα φάση της εργασίας, η οποία είναι ο «Χρόνος Χειρισμού» ανά δέντρο (βλ. Πίν. II, στήλες 3, 5, 9 και 11), δηλαδή ο χρόνος από τη στιγμή που φτάνει ο ρητινεργάτης στο δέντρο μέχρι τη στιγμή που το εγκαταλείπει. Οι μετρηθέντες χρόνοι ανά δέντρο καταχωρήθηκαν σε Δελτία Χρονικών Σπουδών (ΔΧΣ) και υπολογίστηκε ο μέσος όρος τους για κάθε χρονομέτρηση. Αυτοί οι μέσοι όροι έχουν καταχωρηθεί στον Πίν. II (τα επί μέρους ΔΧΣ είναι διαθέσιμα).

Οι μέσοι όροι των μετρηθέντων χρόνων χειρισμού ανά δέντρο πολλαπλασιάστηκαν με τις αντίστοιχες ταχύτητες, για να γίνει αναγωγή τους σε «Κανονικούς Χρόνους Χειρισμού», δηλαδή σε χρόνους, που θα πραγματοποιούσε ένας σωστά εργαζόμενος ρητινεργάτης στις τρέχουσες συνθήκες εργασίας (βλ. Πίν. II, στήλες 4, 6, 10 και 12). Στη συνέχεια (βλ. τις κάτω γραμμές του Πίν. II), υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι των κανονικών χρόνων, που προέκυψαν από τις μετρήσεις, και πολλαπλασιάστηκαν με το σύνολο των επεμβάσεων, για να βρεθεί ο συνολικός χρόνος χειρισμού ανά δέντρο και έτος. Ο τελευταίος αυτός αριθμός πολλαπλασιάστηκε, τέλος, με συντελεστή 1,6, για να προκύψει ο «Κανονικός Συνολικός Χρόνος» απασχόλησης του ρητινεργάτη ανά δέντρο και έτος. Ο συντελεστής αναγωγής 1,6 είναι προϊόν έρευνας (Παπαγιαννόπουλος 1983) και σημαίνει, ότι όλοι οι άλλοι χρόνοι που αναλύονται από τον εργάτη, αλλά δεν μετρήθηκαν (π. χ. χρόνοι διαδρομής από δέντρο σε δέντρο, χρόνοι ετοιμασίας στην αρχή και στο τέλος, διαλείμματα ανάπαυσης, αντιμετώπιση έκτακτων προβλημάτων κλπ), συμποσούνται κατά μέσον όρο στο 60% του κανονικού χρόνου χειρισμού.

### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1. Ανάλυση κόστους από εργασία

Τα στοιχεία των χρονικών σπουδών στον Πίν. II δείχνουν, ότι και στις δύο πειραματικές επιφάνειες τα δέντρα με μεγάλη σακούλα (χειρισμός A) απαιτούν περισσότερο χρόνο εργασίας παρά τα δέντρα με μικρή

Πίνακας II. Μέσα δεδομένα χρονικών σπουδιών ανά δέντρο  
 Table II. Average data of time studies per tree.

α/α επέ- βασης	Κασσιάνορα						Σιβωνία				Χερσιμός Β (μπαράς)	
	Ημερομηνία χρονολο- γησις	Ταχύτητα εργάτη	Μετρημένος χρόνος χειρισμού (ηρ. λεπ.)	Χερσιμός Α (μεγάλες) Κανονικός χρόνος χειρισμού (ηρ. λεπ.)	Χερσιμός Β (μπαράς) Μετρημένος χρόνος χειρισμού (ηρ. λεπ.)	Καθαρός χρόνος χειρισμού (ηρ. λεπ.)	Ημερομηνία χρονολο- γησις	Ταχύτητα εργάτη	Μετρημένος χρόνος χειρισμού (ηρ. λεπ.)	Χερσιμός Α (μεγάλες) Κανονικός χρόνος χειρισμού (ηρ. λεπ.)	Μετρημένος χρόνος χειρισμού (ηρ. λεπ.)	Χερσιμός Β (μπαράς) Κανονικός χρόνος χειρισμού (ηρ. λεπ.)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	27-Ιουλ	1	0,844	0,844	0,708	0,708	28-Ιουλ	1,4	0,289	0,405	0,238	0,333
5	-	-	-	-	-	-	17-Αυγ	1	0,39	0,39	0,342	0,342
6	15-Σεπ	0,9	0,813	0,732	0,774	0,697	14-Σεπ	1	0,432	0,432	0,379	0,379
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μ.Ο. ανά επέμ.	-	-	-	0,788	-	0,7025	-	-	-	0,409	-	0,351
Σύνολο επέμ. βλάσεων	-	-	-	0,788χλ	-	0,7025χλ	-	-	-	0,409χλ	-	0,351χλ
Κανονικός συνολικός χρόνος ανά δένδρο	-	-	-	5,516	-	4,918	-	-	-	2,863	-	2,457
Διαφορά χειρισμών (Α-Β)	-	-	-	5,516χλ,6	-	4,918χλ,6	-	-	-	2,863χλ,6	-	2,459χλ,6
	-	-	-	8,83	-	7,87	-	-	-	4,58	-	3,93
	-	-	-	0,96	-	-	-	-	-	0,65	-	-

σακούλα (χειρισμός Β). Στην περίπτωση της Κασσάνδρας, η διαφορά ανά δέντρο είναι 0,96 πρώτα λεπτά της ώρας (πρ. λ.) και στην περίπτωση της Σιθωνίας είναι 0,65 πρ. λ. Κατά μέσον όρο, και στις δύο επιφάνειες, είναι  $(0,96+0,65) / 2=0,805$  πρ.λ. Η συστηματική παρατήρηση (Μελέτη Μεθόδου) έδειξε, ότι η διαφορά προέκυψε, κυρίως, επειδή οι μεγάλες σακούλες χρειάζονταν περισσότερο χρόνο να αδειαστούν από τα βρόχινα νερά.

Η ανάλυση αυτή σημαίνει, ότι εάν ένας ρητινεργάτης χρησιμοποιεί μικρές σακούλες αντί για μεγάλες, εξοικονομεί χρόνο για να δουλέψει περισσότερα δέντρα και να αυξήσει έτσι το εισόδημά του μέσα στον ίδιο ακριβώς χρόνο εργασίας. Η αύξηση αυτή είναι στην Κασσάνδρα  $(0,96 / 8,83) \cdot 100=10,9\%$ , στη Σιθωνία  $(0,65 / 4,58) \cdot 100=14,2\%$  και **κατά μέσον όρο 12,55%**. Η μετάφραση του ευρήματος αυτού σε πραγματικά μεγέθη της δασοπονικής πράξης σημαίνει το εξής: Έστω **συστηματικός ρητινεργάτης**, ο οποίος ρητινεύει κάθε χρόνο 2500 δέντρα με μεγάλες σακούλες και, αίφνης, αποφασίσει την επόμενη χρονιά να χρησιμοποιήσει μικρές. Τότε θα του προκύψει ελεύθερος χρόνος  $2500 \cdot 0,805=2012,5$  πρ.λ., ο οποίος είναι αρκετός για να ρητινεύσει επιπλέον  $2012,5 : [(7,87+3,93) : 2]=341$  δέντρα. Δηλαδή, θα προλάβει να ρητινεύσει μέσα στον ίδιο ακριβώς χρόνο και καταβάλλοντας τον ίδιο ακριβώς κόπο  $2500+341=2841$  δέντρα και να εισπράξει επιπλέον όσο ακριβώς είναι η αξία της ρητίνης των 341 δέντρων. Η αξία αυτή είναι κατά προσέγγιση  $341 \times 3,029 \times 200=206578$  δρχ. Αυτό προκύπτει από τα δεδομένα του Πίν. 1, όπου η μέση ετήσια ρητινοπαραγωγή βρέθηκε να είναι 3,029 κιλά ανά δέντρο, καθώς και από τη μέση τιμή ρητίνης (τιμή πώλησης + εισοδηματική ενίσχυση) του έτους 1999, που ήταν 200 δρχ. ανά κιλό (πληροφορίες από την ΠΑΣΕΓΕΣ).

### 3.2. Ανάλυση κόστους από υλικά

α) Όπως φαίνεται στον Πίν.1, μόνο το 3,3% των δέντρων είχαν μεγαλύτερη ρητινοπαραγωγή από 6 κιλά. Η λεπτομερής παρατήρηση έδειξε, όμως, ότι η μέση χωρητικότητα σε ρητίνη της μικρής σακούλας, που εξοθί τους ρητινεργάτες να την αντικαταστήσουν με νέα, είναι κατά μέσον όρο 6 κιλά. Σύμφωνα με αυτό το στοιχείο, ο **συστηματικός ρητινεργάτης**, που πήραμε σαν μοντέλο στο προηγούμενο υποκεφάλαιο (3.1), θα υποχρεωθεί να χρησιμοποιήσει  $2841 \times 1,033=2935$  μικρές σακούλες, ενώ εάν χρησιμοποιούσε μεγάλες, θα του αρκούσαν μόνο 2500. Οι μεγάλες σακούλες ζυγίζουν 20,83 γραμμάρια (γρ.) η μία και οι μικρές 18,89 γρ. (Παπαγιαννόπουλος 1998β), ενώ η τιμή είναι ίδια για μεγάλες και μικρές και ανέρχεται στις 650 δρχ ανά κιλό, σύμφωνα με δεδομένα έτους 1999. Συνεπώς, προκύπτει το εξής επιπλέον κόστος υλικών για τον χειρισμό Β:

Χειρισμός Α:	$(2500 \times 20,83 / 1000) \times 650 =$	33849 δρχ
<u>Χειρισμός Β:</u>	<u><math>(2935 \times 18,87 / 1000) \times 650 =</math></u>	<u>35999 “</u>
<u>Επί πλέον κόστος χειρισμού Β:</u>		<b>2150 δρχ</b>

β) Απογραφήμια διαφορά κόστους αναμένεται να προκύψει, ακόμη, και από την ποσότητα της ερεθιστικής πάστας, που θα χρειαστούν οι δύο χειρισμοί. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Παπαγιαννόπουλος και Παπαδοπούλου 1995), για την παραγωγή 200 κιλών ρητίνης χρειάζεται 1κιλό πάστας, ενώ η τιμή της είναι 160 δρχ. ανά κιλό, σύμφωνα με δεδομένα έτους 1999 (πληροφορίες από τη ΓΓΔ & ΦΠ). Συνεπώς, για την επιπλέον παραγωγή των 341 δέντρων του χειρισμού Β θα χρειαστεί επί πλέον κόστος εξ αιτίας της πάστας:

$$(341 \times 3,029 / 200) \times 160 = 826 \text{ δρχ.}$$

### 3.3 Συνεκτίμηση κόστους από εργασία και υλικά

Από τη συνεκτίμηση των αναλύσεων στα υποκεφάλαια 3.1 και 3.2 παραπάνω, προκύπτει η ακόλουθη χρηματική διαφορά μεταξύ εισόδων και εξόδων για το χειρισμό Β:

Έσοδα	206578 δρχ
<u>Έξοδα (= 2150+826)</u>	<u>2976 “</u>
<u>Διαφορά (όφελος)</u>	<b>203602 δρχ</b>

Το εύρημα αυτό σημαίνει, ότι με στροφή των ρητινεργατών σε χρησιμοποίηση σακούλας μικρής αντί

μεγάλης προκύπτει αύξηση εισοδήματος στις τρέχουσες συνθήκες  
 $203602/2500 = 81 \text{ δρχ. ανά δέντρο.}$

#### 4. Συζήτηση - Συμπεράσματα

1) Η παρούσα έρευνα έδειξε – μέσω και των δύο φάσεών της (προέρευνας και τελικής έρευνας) – τις εξής τεχνικές προδιαγραφές:

- Οι σακούλες συγκομιδής της ρητίνης οφείλουν να είναι κατασκευασμένες από “σκληρό” και ποτέ από “μαλακό” πλαστικό (πολυαιθυλένιο). Στα συμφωνητικά αγοράς οφείλει να τονίζεται αυτό το στοιχείο και να προβλέπεται ποινική ρήτρα για την περίπτωση λάθους.

- Καλλίτερη είναι η σακούλα διαστάσεων (πλάτος χ ύψος χ πάχος):

**25 εκ/χ 40 εκ/ χ 0,2 χιλιοστά.**

2) Σε τρέχοντα χρόνο, η χρησιμοποίηση αυτής της σακούλας εξασφαλίζει αύξηση ετήσιου εισοδήματος στους ρητινεργάτες κατά μέσον όρο **12,55%**. Το συμπέρασμα αυτό τεκμηριώθηκε έμμεσα. Οι ρητινεργάτες του Συνεταιρισμού Κασσάνδρας παραδέχονται, ότι ο αριθμός των δέντρων που μπορούσαν να ρητινεύουν ετησίως αυξήθηκε σε ποσοστό ελαφρώς υψηλότερο από το παραπάνω 12,5%, όταν υιοθετήσαν τις παραπάνω άριστες διαστάσεις σακούλας (Επικοινωνία με τον πρόεδρό του κ. Αργύρη Κρητικό). Αυτό σημαίνει, βέβαια, περίπου ισοποσοστιαία αύξηση του ετήσιου εισοδήματός τους.

3) Η εργασία αυτή κάλυψε ένα κενό. Δεν είχαν προηγηθεί παρόμοιες έρευνες. Η εκτεταμένη βιβλιογραφία που παρατίθεται στο τέλος το πιστοποιεί. Αυτός είναι και ο λόγος που τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας δεν έχουν τη δυνατότητα ευρύτερης συγκριτικής συζήτησης.

#### Technical prescriptions of resin collection bags

Antonios Papagiannopoulos<sup>1</sup> and Ioannis Spanos<sup>1</sup>

#### Summary

The present research was carried out after a relative request of the General Secretary for Forests and Natural Environment of Greece. It was found, that the best plastic bag for resin collection should be made of “hard” polyethylene and have as dimensions *width x height x thickness: 25 cm x 40 cm x 0.2 mm.* Ther change to the suggested type of bag increases the annual income of the worker by about 12.55%

**Key words:** Aleppo pine, oleoresin, collection bags, prescriptions.

#### Βιβλιογραφία

- Απασιδής Λ. (1995/1999). Πρότυπα για κατασκευή κανονικών Πινάκων Παραγωγής συστάδων και δασών Χαλεπίου μας πεύκης. Α.Π.Θ., Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Επιστημονική Επετηρίδα, Τόμος ΛΗ / 1 (Αφιέρωμα στον ομότιμο καθηγητή Σ. Ντάφη): 566-589.
- Απασιδής Λ. (1999). Η διαχείριση στην προστασία των δασών. ΓΕΩΤΕΕ - Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Πρακτικά ημερίδας “Η συμβολή της ρητινευσης στη Διαχείριση-Προστασία των πευκοδασών της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας”, Μάνδρα Αττικής, 30 Νοεμβρίου 1999: 56-66.
- Γκατζογιάννης, Σ. (1987). Συνδυασμένη παραγωγή και συστηματική διαχείριση των δασών Χαλεπίου πεύκης. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Πρακτικά «Δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης». Χαλκίδα, 30/9-2/10/1987: 203-246.
- Coppen, J.J. and Hone, G.A. (1995). Non Wood Forest Products, Vol. 2. Gum Naval Stores: Turpentine and rosin from pine resin. UN / FAO. Rome: 1-62.
- ΕΘΙΑΓΕ-Αγροτική Έρευνα και Τεχνολογία (Ιανουάριος-Μάρτιος 1999). Ημερίδα για τη σωτηρία των

<sup>1</sup> NAGREF, Forest Research Institute, Thessaloniki

δασών: 24.

- European Union (1999). The Fifth Framework Program 1998-2002.
- Hodges, A. (1995). Commercialization of borehole gum resin production from Slash pine (Parts I-II). *Naval Stores Review*, July- Aug. 1995:6-10, and Sept.- Oct.: 5-9.
- Hort, A. F. (1980). *Theophrastus. Enquiry into plants (I-II)*. The Loeb Classical Library. Fletcher and Son Ltd. Norwich, G.B.
- Κοντός, Π. (1933). *Δασική Πολιτική*. Βιβλίον Β<sup>ο</sup>. Έκδοσις Β'. Εκδ. Τριανταφύλλου & Σιας. Θεσσαλονίκη.
- Κουτσιρίμπα, Ε (1999). Η κοινωνική και οικονομική σημασία της ρητινοσυλλογής στην Ελλάδα. ΓΕΩΤΕΕ - Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Πρακτικά ημερίδας "Η συμβολή της ρητίνευσης στη Διαχείριση-Προστασία των πευκοδασών της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας", Μάνδρα Αττικής, 30 Νοεμβρίου 1999: 32-37.
- Μουσούρης, Γ. και Παπαγεωργίου, Α. (1999). Η σημασία των μη ξυλωδών δασικών προϊόντων για το περιβάλλον. ΓΕΩΤΕΕ - Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Πρακτικά ημερίδας "Η συμβολή της ρητίνευσης στη Διαχείριση-Προστασία των πευκοδασών της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας", Μάνδρα Αττικής, 30 Νοεμβρίου 1999: 42-47.
- Πανέτσος, Κ. (1987). Διαχείριση δασών Χαλεπίου-Τραχείας με βάση τις αρχές της Γενετικής. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Πρακτικά «Δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης». Χαλκίδα, 30/9-2/10/1987: 189-202.
- Παπαγιαννόπουλος, Α. (1983). Έρευνες ρητινεύσεως χαλεπίου και τραχείας πεύκης (Παραγωγικότητα, Παράγοντες και Μηχανισμός Ρητινεκροής, Ανατομικές Συνέπειες Ρητινεύσεως). Διδακτορική Διατριβή. Α.Π.Θ., Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Επιστημονική Επετηρίδα, Τόμος ΚΣΤ / Παράρτημα 5.
- Παπαγιαννόπουλος, Α. (1984). Παραγωγή ρητίνης (Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης-Τάσεις). Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Μελέτη Στρατηγικής για την ανάπτυξη της Ελληνικής δασοπονίας και ξυλοπονίας, Πρόδρομη ανακ/ση ΜΣ-85-22: 1-29.
- Παπαγιαννόπουλος, Α. (1987). Το πρόβλημα της συγκομιδής ξύλου στα ρητινοδάση της Ελλάδας. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Πρακτικά «Δάση χαλεπίου και τραχείας πεύκης». Χαλκίδα, 30/9-2/10/1987: 322-337.
- Παπαγιαννόπουλος, Α. και Τσιάρας, Ι. (1988). Συγκριτική ρητίνευση χαλεπίου πεύκης με Βουλγαρική και Ελληνική μέθοδο. ΠΑΣΕΓΕΣ, Αγροτικός Συνεργατισμός, τεύχος 6: 66-73.
- Parajannopoulos, A. (1988). The current situation of resin production and its problems in relation to wood stocking in Greece. FAO/ECE/ILO, Proceedings "Seminar on products from the Mediterranean forest". Florence (Italy), 20-24 Sept.1988: 287-295 (Republished in *Naval stores Review*, Jan.-Febr. 1989: 3-4).
- Parajannopoulos, A.(1989a). The resin problem of Greece. European Union, "Natural resin meeting", Athens (Greece), 10 Febr. 1989.
- Παπαγιαννόπουλος, Α. (1989β). Προδιαγραφές ξύλου χαλεπίου και τραχείας πεύκης στη ναυπηγική βιοτεχνία. Γενικότερες απόψεις. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία και ΓΕΩΤΕΕ, Πρακτικά «Βελτίωση παραγωγικότητας στην Ελληνική δασοπονία». Δράμα, 4-6/10/1989: 237-250.
- Παπαγιαννόπουλος, Α. και Παπαδοπούλου, Αικ. (1995). Το παρόν των ρητινεύσεων στην Ελλάδα (Ερευνητικά συμπεράσματα-Προτάσεις). ΓΕΩΤΕΕ, Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα τεύχος 2: 58-69.
- Παπαγιαννόπουλος, Α. και Παπαδοπούλου Αικ. και Τσιάρας, Ι. και Κουτσιρίμπα Ε. (1995). Αποτελέσματα από τη δοκιμασία στην πράξη νέων ερεθιστικών ουσιών της ρητινεύσεως. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Πρακτικά «Αξιοποίηση δασικών πόρων». Καρδίτσα, 11-13/10/1995: 1-8.
- Παπαγιαννόπουλος, Α.(1995α). Αξιοποίηση δασών χαλεπίου πεύκης για πολλαπλή χρήση. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Πρακτικά «Αξιοποίηση δασικών πόρων». Καρδίτσα, 11-13/10/1995: 653-671.
- Parajannopoulos, A. (1995β). The vicious circle between forest fires and resin production decline. The Greek experience. Chinese Society of Chemistry and Chemical Engineering of Forest Products, Proceedings "2nd International Symposium on Chemistry and Utilization of tree extractives". Fuzhou (China), 29 Nov.- 2 Dec. 1995: 15-16.

- Παπαγιαννόπουλος, Α. (1997). Το μέλλον των ρητινεύσεων στην Ελλάδα (Πειραματικά τεκμηριωμένες ερευνητικές προτάσεις). Α.Π.Θ., Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Επιστημονική Επετηρίδα Τόμος ΑΖ / 1994 (Αφιέρωμα στον ομότιμο καθηγητή Γ. Τσουμή): 279-299.
- Parajannopoulos, A. (1998α). El presente de la extracción de resina en Grecia. Actas científicas "1er Simposio de aprovechamiento de resinas naturales". Segovia, España, 5-7 Febr. 1998: 105-114.
- Παπαγιαννόπουλος, Α. (1998β). Προδιαγραφές σακούλας πολυαιθυλενίου για τη συγκομιδή της ρητίνης. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Πρακτικά «Σύγχρονα προβλήματα Δασοπονίας». Αλεξανδρούπολη, 6-8/4/1998: 249-253.
- Παπαγιαννόπουλος, Α. και Σπανός, Ι. και Σπανός, Κ. (1998δ). Γενετική βελτίωση χαλεπίου πεύκης για πολλαπλή χρήση. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Πρακτικά «Σύγχρονα Προβλήματα Δασοπονίας». Αλεξανδρούπολη, 6-8/4/1998: 472-482.
- Spanos, I. and Parajannopoulos, A. and Spanos, K. (1998ε). Multiple uses of Aleppo pine forests for wood and non wood forest products in Northern Greece. COST Action E9 Workshop. London (England), 14-16 Sept. 1998: 1-8.
- Παπαγιαννόπουλος, Α. (1999α). Ρητίνευση: Γιατί είναι αναγκαία παραγωγική διαδικασία στην Ελληνική δασοπονία. ΓΕΩΤΕΕ- Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας", Πρακτικά ημερίδας "Η συμβολή της ρητίνευσης στη Διαχείριση-Προστασία των πευκοδασών της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Μάνδρα Αττικής, 30 /11/1999: 71-78.
- Παπαγιαννόπουλος, Α. (1999β). Πιλοτικό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης των Ρητινεργατών στην Υλοτομική Τέχνη (Έγγρ. ΙΔΕ 3305/7-12-1999): 1-12.
- Παπαγιαννόπουλος, Α. (2000). Το παρόν των ρητινεύσεων στην Ελλάδα μπροστά στην Agenda 2000 της Ευρωπαϊκής Ένωσης. ΓΕΩΤΕΕ, Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, Τόμος 11, Σειρά ΙΙ, 1/2000: 123-132.
- Parajannopoulos, A. and Zhanqian, S. and Zhiqin, L. and Spanos, I. (Accepted for publication). Analysis of oleoresin of three Greek pine species through GC-MS method. Holz als Roh-und Werkstoff
- Parajannopoulos, A. and Spanos, J. (Accepted for publication). Artificial colonization of pine plantations with the meliferous insect of Coccidae *Marchalina hellenica* Genn. FAO/ECE/ILO "Seminar on harvesting of Non -Wood Forest Products". Menemen-Izmir (Turkey), 2-8 October 2000: 1-10.
- Παπαδημητρακόπουλος, Δ. και Κουτσιρίμπα, Ε. και Παπαγιαννόπουλος, Α. (1998). Η ρητίνευση ως πρόβλημα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η Κάρτα της Σεγκόβια. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Πρακτικά «Σύγχρονα προβλήματα Δασοπονίας». Αλεξανδρούπολη, 6-8/4/1998: 77-84.
- Παπαδημητρακόπουλος, Δ. (1999). Σύγχρονες χρήσεις της ρητίνης των πεύκων. ΓΕΩΤΕΕ - Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Πρακτικά ημερίδας "Η συμβολή της ρητίνευσης στη Διαχείριση-Προστασία των πευκοδασών της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας", Μάνδρα Αττικής, 30 Νοεμβρίου 1999: 51-55.
- ΠΑΣΕΓΕΣ (1999): Ο ρόλος του Γ' Κ.Π.Σ. για την ανάπτυξη του Αγροτικού Τομέα. Αγροτικός Συνεργατισμός, Μάιος-Ιούνιος: 11-14.
- Ρουσόδημος Γ. (1999). Η σημασία της ρητίνευσης των πευκοδασών μας σήμερα και άλλοτε. ΓΕΩΤΕΕ- Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Πρακτικά ημερίδας "Η συμβολή της ρητίνευσης στη Διαχείριση-Προστασία των πευκοδασών της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Μάνδρα Αττικής, 30 Νοεμβρίου 1999: 67-70.
- Σακκάς, Π. (1999). Παραγωγή ρητίνης στην περιοχή ευθύνης Δασορχείου Μεγάρων. ΓΕΩΤΕΕ - Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Πρακτικά ημερίδας "Η συμβολή της ρητίνευσης στη Διαχείριση-Προστασία των πευκοδασών της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Μάνδρα Αττικής", 30 Νοεμβρίου 1999: 26-31.
- Στεργιάδης, Γ. και Ευθυμίου, Π. και Κατενίδης, Κ. (1981). Δυνατότητες ορθολογικής μηχανοποίησης της δασικής καρπώσεως στην Ελλάδα. Α.Π.Θ., Πρακτικά XV Διεθνούς Συμποσίου "Μηχανοποίηση στη δασική κάρπωση". Θεσσαλονίκη, 23-29/8/1981: 41-63.

- Τσουμής, Γ. (1978). Συγκομιδή δασικών προϊόντων. Α.Π.Θ., Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος. Θεσσαλονίκη.
- Τσουμής, Γ. και Βουλγαρίδης, Η. (1978). Πειραματική ρητίνευση χαλεπίου πεύκης. Επιστημονική Επετηρίδα Γ/Δ Σχολής Α.Π.Θ., 23, Παράρτημα: 119-135.
- Tsoumis, G. (1992). Harvesting forest products. Stobart Davies Ltd. Hertford. England.
- Υπουργείο Γεωργίας (1998). Έγγραφο του προς ΕΘΙΑΓΕ υπ' αριθ. 50282/208/29-1-98.
- ΥΠΕΘΟ (1999). Ο ρόλος του Γ' Κ.Π.Σ. για την ανάπτυξη του Αγροτικού Τομέα. Αγροτικός Συνεργατισμός, Μάιος-Ιούνιος: 8-10.
- Φράγκου, Σ. (1999). Ρητινεύσιμα δάση περιοχής ευθύνης Δασαρχείου Αιγάλεω. ΓΕΩΤΕΕ - Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Πρακτικά ημερίδας "Η συμβολή της ρητίνευσης στη Διαχείριση-Προστασία των πευκοδασών της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας", Μάνδρα Αττικής, 30 Νοεμβρίου 1999: 21-25.
- Zhanqian, S. (1998). Production and research of gum oleoresin in China. Proceedings "3rd International Pine Rosin Chemical Processes and Marketing Symposium". Cesme-Izmir (Turkey), 12-21 Nov.1998: 8-13. Republished: Forest Chemicals Review, May - June 1999: 7-9.
- Zinkel, D. and Russel, J (1989). Naval Stores Production-Chemistry-Utilization. Pulp Chemicals Association. New York.

## Αποκλίσεις των εκτιμήσεων όγκου και αξίας των δένδρων υλοτομίας στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου

Ιωάννης Παπαδόπουλος<sup>1</sup>, Γεώργιος Σταματέλλος<sup>2</sup>, Νικόλαος Στάμου<sup>3</sup>

### Περίληψη

Οι ακριβείς εκτιμήσεις του όγκου και της αξίας των δένδρων που πρόκειται να υλοτομηθούν στο δάσος συνδέονται άμεσα με την επιτυχή εφαρμογή του διαχειριστικού σχεδίου και αποτελούν ουσιαστική βάση για ρεαλιστικές οικονομικές πολιτικές. Σ' ένα μεγάλο δείγμα δένδρων υλοτομίας, τριών δασικών τμημάτων του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου εκτιμήθηκαν οι αποκλίσεις όγκου και αξίας των δένδρων κατόπιν εφαρμογής του μαζοπίνακα Οικονομόπουλου και βρέθηκαν σημαντικές. Από τα ίδια δεδομένα και με τη μέθοδο της σταθμισμένης γραμμικής παλινδρόμησης εκτιμήθηκαν δύο αποτελεσματικά μοντέλα πρόβλεψης του όγκου.

**Λέξεις κλειδιά:** Ξυλώδης όγκος, αξία δένδρων, δένδρα υλοτομίας ελάτης, μοντέλα πρόβλεψης, Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου

### 1. Εισαγωγή

Στα πλαίσια του διαχειριστικού σχεδίου των δασικών εκμεταλλεύσεων καθορίζεται ο ξυλώδης όγκος, ο οποίος πρέπει να υλοτομηθεί περιοδικά και σε συγκεκριμένα έτη από το δάσος. Ο όγκος αυτός συνδέεται κυρίως με τις βιολογικές – δασοκομικές συνθήκες του δάσους και δευτερευόντως με τις τεχνικές – οικονομικές συνθήκες, οι οποίες καθορίζουν την αποδοτικότητα της εκμετάλλευσης. Ο ξυλώδης όγκος προέρχεται κυρίως από τα δένδρα υλοτομίας τα οποία προσομαίνονται με καθορισμένα κριτήρια και σύμφωνα με τους σκοπούς της εκμετάλλευσης. Η ακρίβεια της εκτίμησης του όγκου των δένδρων υλοτομίας είναι πρωταρχικής σημασίας για την ισορροπία, τη διατήρηση και αειφορία του δασικού οικοσυστήματος. Ο ακριβής δε προσδιορισμός της αξίας των ισταμένων δένδρων αποτελεί ουσιαστική βάση για ρεαλιστικές οικονομικές πολιτικές και τη λήψη των σχετικών αποφάσεων. Μια οικονομική εκτίμηση του όγκου των δένδρων γίνεται από υπάρχοντες μαζοπίνακες και στη συνέχεια μπορεί να εκτιμηθεί η αξία του με συναρτήσεις απόδοσης σε διάφορα προϊόντα ξύλου.

Στη διαχείριση του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου (ΠΔΠ), η εκτίμηση του όγκου γίνεται με εφαρμογή του μαζοπίνακα Οικονομόπουλου (μΟι) (Τ.Δ.Δ.Π.Δασών 1998), ο οποίος καταρτίστηκε το 1964 και δεν συνοδεύεται από μέτρα για την προσαρμογή και εγκυρότητά του. Φαίνεται επίσης, ότι στην κατάρτιση του μαζοπίνακα αυτού δεν πάρθηκε υπόψη η ανομοιογένεια της διακύμανσης του όγκου (Μάτης 1986). Από τα παραπάνω αναφερόμενα προκύπτει ότι θα παρουσίαζε ενδιαφέρον για την πράξη η μελέτη όλων αυτών των εκτιμήσεων που στηρίζονται άμεσα ή έμμεσα στην εφαρμογή του μΟι και των συνεπειών που προκύπτουν από την εφαρμογή αυτή.

Σκοπός της έρευνας είναι αφενός ο προσδιορισμός και η αξιολόγηση των αποκλίσεων του όγκου και της αξίας των δένδρων υλοτομίας, όπως αυτές προκύπτουν με την εφαρμογή του μΟι και αφετέρου η εκτίμηση απλών και χαμηλού κόστους μοντέλων πρόβλεψης όγκου των προς υλοτομία δένδρων.

### 2. Υλικά και μέθοδος

Τα στοιχεία πάρθηκαν από τα δασικά τμήματα 103, 105 και 520 των ορογραφικών μονάδων «Μπράζο» και «Λύξα» του ΠΔΠ. Ένα μεγάλο δείγμα 200 (24,06%) προσομασμένων δένδρων ελάτης επιλέχθηκε τυχαία. Ο όγκος αυτών υπολογίστηκε μετά τη ρίψη του στο έδαφος κατά τη διάρκεια των εργασιών συγκομιδής

<sup>1</sup> Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου, 42032 Περτούλι Τρικάλων

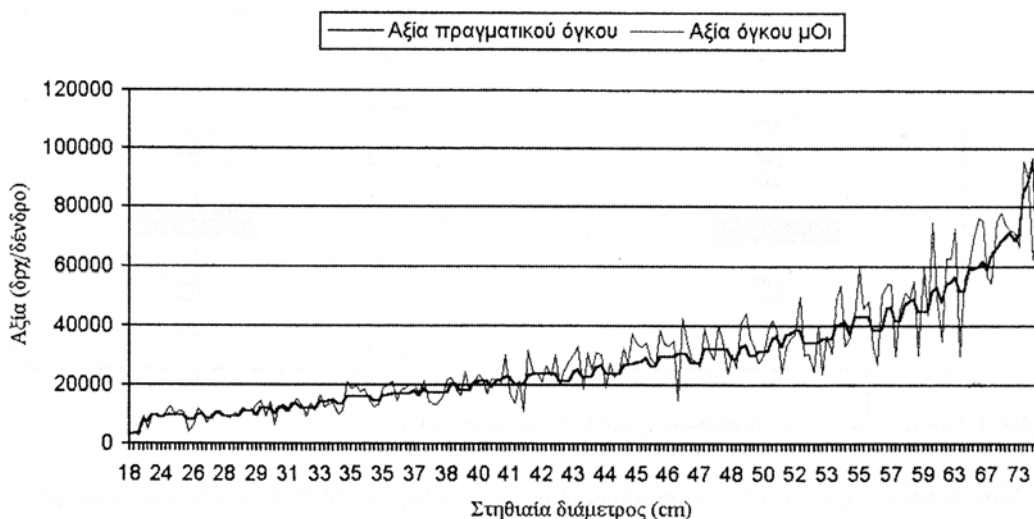
<sup>2</sup> Εργαστήριο Δασικής Βιομετρίας, Τμήμα Δασολογίας & Φ.Π., Α.Π.Θ. 54006 Θεσ/νίκη

<sup>3</sup> Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Τμήμα Δασολογίας & Φ.Π., Α.Π.Θ. 54006 Θεσ/νίκη



το ξύλου το έτος 1999. Για το σκοπό αυτό μετρήθηκαν με ακρίβεια δεκάτου, το ολικό ύψος σε μέτρα (m) και οι έμφλοιες διάμετροι σε εκατοστά (cm) ανά ένα μέτρο από 0,30 μέχρι 20,30 m ύψος και ανά δύο μέτρα για τα μεγαλύτερα ύψη δένδρων. Τα δένδρα παχυμετρήθηκαν και ως ιστάμενα για έλεγχο.

Ο «αληθινός» όγκος (V) του κορμού των δένδρων υπολογίστηκε με τον τύπο του Smalian εκτός του κορυφοτεμαχίου που ογκομετρήθηκε ως κώνος (Μάτης 1994, Philip 1994), ενώ μια εκτίμηση του όγκου (V<sub>μ</sub>) έγινε με τον μΟι (Οικονομόπουλος 1964). Με βάση τις δύο τιμές του όγκου V, V<sub>μ</sub> και χρησιμοποιώντας συναρτήσεις απόδοσης σε προϊόντα ξύλου (Παπαδόπουλος 1997) εκτιμήθηκαν αντίστοιχα δύο αξίες W και W<sub>μ</sub> των δένδρων (Σχήμα 1), υποθέτοντας την ίδια απόδοση σε στρόγγυλη ξυλεία και στις δύο περιπτώσεις και χρησιμοποιώντας τις μέσες τιμές διάθεσης όλων των παραγόμενων δασικών προϊόντων του ΠΔΠ για το έτος 1999. Ως απόκλιση όγκου ορίζεται η διαφορά  $\delta V_i = V_{\mu} - V_i$  και ως απόκλιση αξίας των δένδρων η  $\delta W_i = W_{\mu} - W_i$ , όπου  $i = 1, 2, \dots, n$  με n το πλήθος των δένδρων.



**Σχήμα 1.** Αξία πραγματικού και εκτιμημένου με μΟι όγκου δένδρου κατά στηθιαία διάμετρο.  
**Figure 1.** Value per tree and estimated tree volume by μΟι in connection with breast diameter.

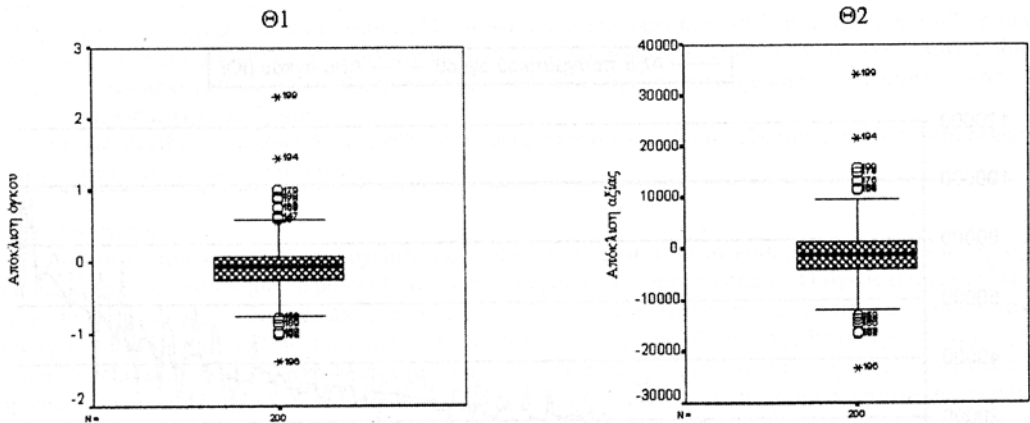
Για μια πλήρη περιγραφή και ανάλυση των μεταβλητών  $\delta V$  και  $\delta W$  εφαρμόστηκε η Διερευνητική Ανάλυση Δεδομένων (Tuckey 1977, Hoaglin et al. 1985). Με τα θηγογράμματα της ανάλυσης ανιχνεύονται ακρότατες τιμές (extreme values) και αποκαλύπτεται η διασπορά των μεταβλητών. Ένας οπτικός έλεγχος της κανονικότητας των κατανομών έγινε κατ' αρχήν με τα κανονικά Q-Q γραφικά, ενώ η τελική σχετική απόφαση πάρθηκε με τον έλεγχο Lilliefors (Conover 1980). Για να διαπιστωθεί αν υπάρχει αυτοσυσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων έγινε έλεγχος αυτοσυσχέτισης μέσω των γραφημάτων της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης (Μπόρα - Σέντα και Μουσιάδης 1990). Οι προαναφερόμενοι έλεγχοι είναι απαραίτητοι διότι από τα αποτελέσματά τους θα εξαρτηθεί ποια μέθοδος στατιστικού συμπεράσματος θα εφαρμοστεί. Η αξιολόγηση των αποκλίσεων έγινε με τον μη παραμετρικό έλεγχο του Wilcoxon (Conover, 1980). Μια πληρέστερη περιγραφή των αποκλίσεων κατά κλάσεις διαμέτρου δίνεται με τα αντίστοιχα θηγογράμματα.

Εκτιμήθηκαν δύο αποτελεσματικά μοντέλα πρόβλεψης του όγκου των δένδρων υλοτομίας, εκ των οποίων το ένα [ $V = f(d)$ ] δίνει τον όγκο ως συνάρτηση της στηθιαίας διαμέτρου και το δεύτερο [ $V = g(V_{\mu})$ ] διορθώνει τις εκτιμήσεις του όγκου που προκύπτουν από την εφαρμογή του μΟι. Στη δημιουργία των μοντέλων πάρθηκε υπόψη η ανομοιογένεια της διακύμανσης του όγκου, αφού εν τω μεταξύ διαπιστώθηκε αυτή με βάση τα ανάλογα γραφικά, και εφαρμόστηκε η σταθμισμένη γραμμική παλινδρόμηση (Μάτης 1994, William et al. 1992, Schreuder and Williams 1998). Μεταξύ των εκθετών των συναρτήσεων βάρους επιλέχθηκαν εκείνοι που

μεγιστοποιούν την log-likelihood συνάρτηση (Norusis 1997). Για την σύγκριση των δύο μοντέλων υπολογίστηκε ο δείκτης του Furnival (Μάτης 1986). Στη συνέχεια το αρχικό δείγμα (n = 197) χωρίστηκε τυχαία σε δύο υπο-δείγματα (n<sub>1</sub> = 99, n<sub>2</sub> = 98) και τα μοντέλα αξιολογήθηκαν με την τεχνική cross-validation (Moran 1972, Snee 1977, Pandey et al. 1999). Η τεχνική αυτή αξιολογεί και επιλέγει μοντέλα μέσω των σφαλμάτων πρόβλεψης χρησιμοποιώντας διαφορετικά δεδομένα από εκείνα με τα οποία κατασκευάζονται τα μοντέλα.

**3. Αποτελέσματα**

Τα θηκογράμματα των αποκλίσεων όγκου και αξίας από την εφαρμογή της Διερευνητικής Ανάλυσης Δεδομένων φαίνονται στο Σχήμα 2. Ανιχνεύτηκαν τρεις ακρότατες τιμές, οι ίδιες σε κάθε απόκλιση, οι οποίες και αφαιρέθηκαν από τα δεδομένα.



Σχήμα 2. Θηκογράμματα των αποκλίσεων όγκου (Θ1) και αξίας (Θ2)  
 Figure 2. Boxplots of volume deviations (Θ1) and value deviations (Θ2).

Στον πίνακα I, παρουσιάζονται τα στατιστικά μέτρα των μεταβλητών d, V, W, δV και δW από τα αρχικά και τα τελικά μετά την αφαίρεση των ακρότατων τιμών δεδομένα.

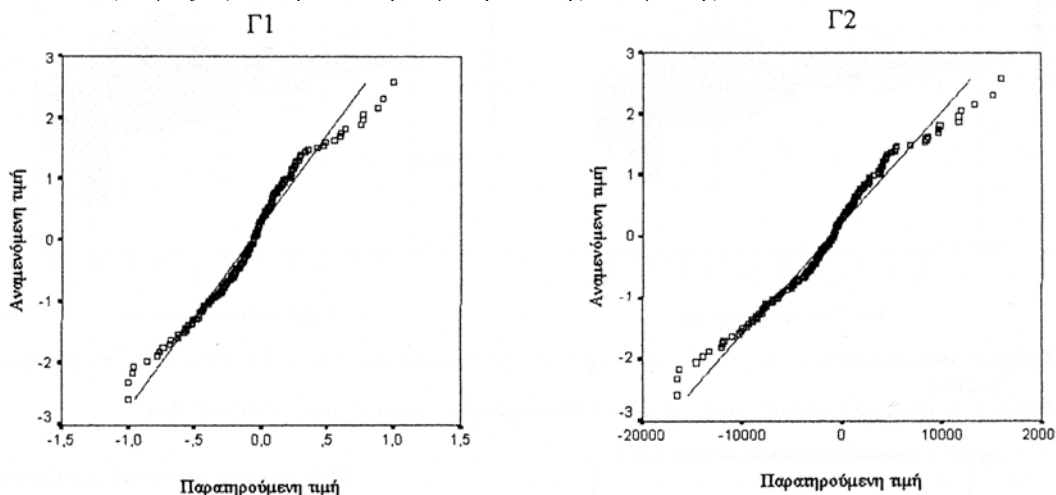
**Πίνακας I.** Στατιστικά μέτρα του αρχικού (1) και του μειωμένου δείγματος (2) για τη διάμετρο, τον όγκο, της εκτίμησης του όγκου, της αξίας, της εκτίμησης της αξίας, τις αποκλίσεις όγκου και αξίας των δένδρων υλοτομίας\*.

**Table I.** Statistics meters of primary (1) and reduced sample (2) for the diameter, the volume, the volume estimation, the value, the value estimation, the volume deviations, the value deviations of cutting trees\*.

Μεταβλητή	Ελάχιστη τιμή		Μέγιστη τιμή		Μέσος όρος		Τυπική απόκλιση	
	1	2	1	2	1	2	1	2
<b>d</b>	18,20	18,20	84,00	84,00	43,91	43,53	13,00	12,65
<b>V</b>	0,19746	0,19746	6,91666	6,91666	1,77491	1,74790	1,22976	1,21150
<b>Vμ</b>	0,23947	0,23947	6,51074	6,51074	1,70678	1,66664	1,15507	1,10016
<b>W</b>	2907	2907	95923	95923	29134	28732	18691	18396
<b>Wμ</b>	3045	3045	96463	87876	27909	27321	17166	16407
<b>ΔV</b>	-1,38419	-1,00319	2,31601	0,99165	-0,06810	-0,08126	0,40153	0,33753
<b>ΔW</b>	-23139	-16491	34314	15786	-1225	-1411	6398	5472

\* d=στηθιαία διάμετρος σε cm, V=όγκος δένδρου σε m<sup>3</sup>, Vμ= εκτίμηση όγκου δένδρου σε m<sup>3</sup>  
 W= αξία δένδρου σε δρχ, Wμ= εκτίμηση αξίας δένδρου σε δρχ  
 δv= απόκλιση όγκου σε m<sup>3</sup>, δw= απόκλιση αξίας σε δρχ

Τα κανονικά Q-Q γραφήματα στο Σχήμα 3 δείχνουν αποκλίσεις των δύο μεταβλητών από την ευθεία γραμμή, πράγμα που σημαίνει έλλειψη κανονικότητας την οποία επιβεβαιώνει και ο έλεγχος Lilliefors. Οι αυτοσυσχετίσεις μεταξύ των παρατηρήσεων ήταν ασήμαντες ή ελάχιστα σημαντικές. Λόγω μη κανονικότητας των κατανομών εφαρμόστηκε το μη παραμετρικό κριτήριο του Wilcoxon, η σημαντικότητα του οποίου ήταν 0,000 και στις δύο αποκλίσεις (Πίνακας II). Στο Σχήμα 4 παρουσιάζονται τα θρηγογράμματα των δV και δW κατά κλάσεις διαμέτρου, όπου φαίνεται η ανομοιογένεια της διακύμανσης των αποκλίσεων.



Σχήμα 3. Γραφικά κανονικής πιθανότητας των αποκλίσεων όγκου (Γ1) και αξίας (Γ2).

Figure 3. Normal probability plots of volume (Γ1) and value (Γ2) deviations.

Πίνακας II. Έλεγχοι κανονικότητας (Lilliefors) και υπόθεσης μηδενικών αποκλίσεων (Wilcoxon) όγκου και αξίας των δένδρων υλοτομίας.

Table II. The normality's control (Lilliefors) and the zero deviations hypothesis (Wilcoxon) of volume and value of cutting trees.

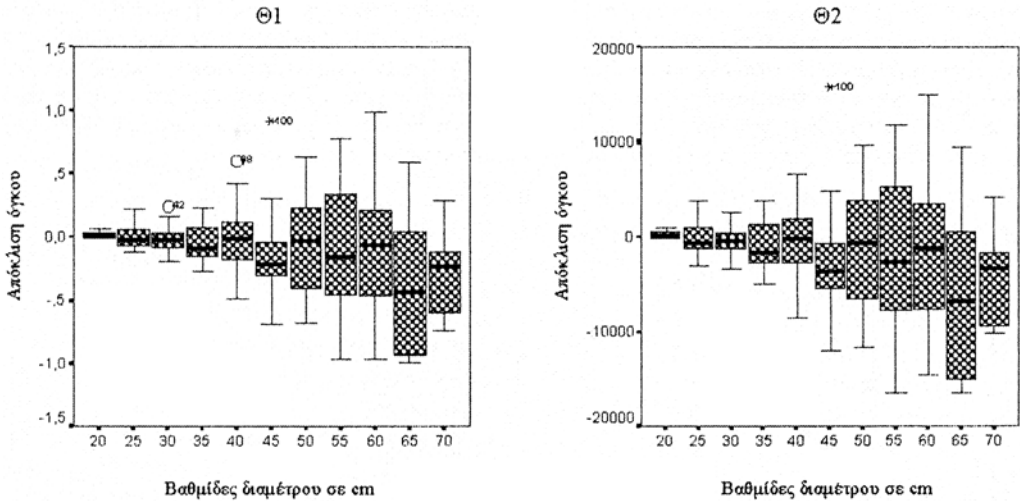
Μεταβλητή	Έλεγχος Lilliefors			Έλεγχος Wilcoxon	
	Τιμή στατιστικού	Βαθμοί ελευθερίας	Στατιστ. Σημαντ.	Z-τιμή	Ασυμπτ. σημαντικ.
Απόκλιση όγκου (δV)	0,080	197	0,004	-3,770	0,000
Απόκλιση αξίας (δW)	0,072	197	0,014	-3,885	0,000

Οι εκτιμήσεις των παραμέτρων  $b_p$ , ο διορθωμένος συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$ , ο δείκτης του Furnival (I) και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (ΜΤΣ) πρόβλεψης (υπολογίστηκε στα μοντέλα που κατασκευάστηκαν μετά την τυχαία διαίρεση του δείγματος) παρουσιάζονται στον πίνακα III.

#### 4. Συζήτηση - συμπεράσματα

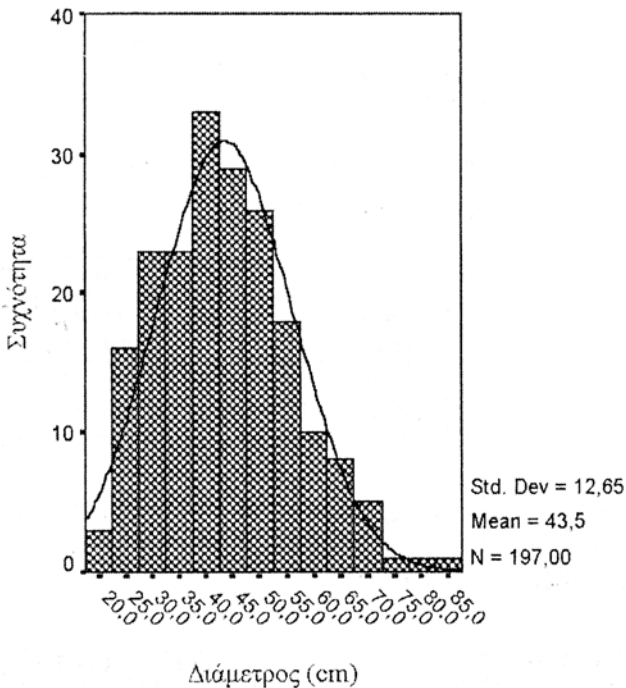
Η κατανομή διαμέτρων του δείγματος των δένδρων υλοτομίας είναι μια μονοκόρυφη κατανομή όπως φαίνεται στο Σχήμα 5 εντελώς διαφορετική από την φθίνουσα κατανομή των διαμέτρων στα κηπευτά ή υποκηπευτά τμημάτων του ΠΔΠ. Οι κατανομές των δV και δW είναι παρόμοιες, με συντελεστή συσχέτισης 0,998.

Σε μέσο όγκο δένδρου  $1,74790 \text{ m}^3$  γίνεται υποεκτίμησή του κατά  $0,08126 \text{ m}^3$  (4,65%) και κατά 1411 δρχ (4,91%) υποεκτίμηση της αξίας του. Λαμβάνοντας δε υπόψη ότι το ετήσιο λήμμα του ΠΔΠ ανέρχεται σε 8000



Σχήμα 4. Θηγογράμματα κατά βαθμίδες διαμέτρου των αποκλίσεων όγκου (Θ1) και αξίας (Θ2) των δένδρων υλοτομίας

Figure 4. Boxplots on deameter groups of volume (Θ1) and value deviations (Θ2) of cutting trees.



Σχήμα 5. Κατανομή διαμέτρων ενός τυχαίου δείγματος των δένδρων υλοτομίας των δασικών τμημάτων 103, 105 και 520 του ΠΔΠ.

Figure 5. Diametr's distribution of a random sample cutting trees of forest sections 103, 105 and 520 at University Forest of Pertouli.

– 8500 m<sup>3</sup> φαίνεται ότι τελικά γίνεται υποεκτίμηση της αξίας του ξυλώδη όγκου κατά 11.300.000 – 12.000.000 δραχ στον ετήσιο προϋπολογισμό. Αν και το μέγεθος της υποεκτίμησης των αποκλίσεων και στις δύο περιπτώσεις φαίνεται να μην υπερβαίνει το 5%, εν τούτοις η μεταβλητότητά τους παρουσιάζεται εξαιρετικά μεγάλη με συντελεστές κύμανσης (cv) 415,37% για την δV και 387,80% για την δW. Αυτό σημαίνει μεγάλες σχετικά τιμές των τυπικών τους αποκλίσεων (s) ως προς τις μέσες τιμές. Η ανομοιογένεια της διασποράς των δV και δW κατά κλάσεις διαμέτρου όπως φαίνεται στα θηγογράμματα (Σχήμα 4) ήταν αναμενόμενη και είναι αποτέλεσμα του τρόπου ορισμού των δύο μεταβλητών.

Το προσημικό κριτήριο Wilcoxon εφαρμόζεται στην περίπτωση των συμμετρικών συνεχών κατανομών (Montgomery and Runger 1994), υπόθεση που ισχύει και για τις δύο μεταβλητές δV και δW. Στον έλεγχο, μηδενική υπόθεση είναι η  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$  ή ισοδύναμα  $\delta_\mu = 0$  με εναλλακτική

την  $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ , ή  $\delta_\mu \neq 0$ , όπου  $\mu_1$  ο μέσος όρος του πληθυσμού και  $\delta_\mu = \mu_1 - \mu_2$ . Το συμπέρασμα όπως αυτό προκύπτει από τα αποτελέσματα του πίνακα 2, είναι ότι δεν μπορούμε να δεχθούμε την υπόθεση των μηδενικών  $\delta V$  και  $\delta W$  σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha > 0,0005$ . Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ισχυρές μαρτυρίες που να δείχνουν ότι οι μέσοι όροι των δύο όγκων  $V_\mu - V$  και των δύο αξιών  $W_\mu - W$  είναι ίσοι. Προτιμήθηκε το κριτήριο αυτό έναντι του απλού προσημικού κριτηρίου (sign test) γιατί δίνει περισσότερο «βάρος» στις μεγάλες διαφορές απ' ότι στις μικρές (Conover 1980).

Επειδή η ακριβέστερη εκτίμηση του όγκου των δένδρων υλοτομίας μπορεί να αποτελέσει τη βάση και για πιο ρεαλιστική στη συνέχεια εκτίμηση της αξίας τους, η ανάλυση προχώρησε σε ένα περαιτέρω βήμα κατασκευάζοντας μοντέλα πρόβλεψης του όγκου των δένδρων υλοτομίας. Με κριτήρια την απλότητα του μοντέλου, το χαμηλό κόστος κατασκευής του και την προηγούμενη εμπειρία εκτίμησης του όγκου στο ΠΔΠ επιλέχθηκαν:

- Ένα από τα συνήθως χρησιμοποιούμενα μοντέλα με μόνη τη διάμετρο ως ανεξάρτητη μεταβλητή (Schreuder and Williams 1998)  $V_i = b_0 + b_1 d_i + b_2 d_i^2 + e_i$  και
- Το διορθωτικό μοντέλο  $V_i = b_0 + b_1 V_{\mu_i} + e_i$ , το οποίο θα μπορούσε να αξιοποιήσει τις εκτιμήσεις του  $\mu_{0i}$ . Και για τα δύο μοντέλα  $E e_i = \sigma^2 (X_i)^k$ , για  $i=j$  και  $E e_i = 0$  για  $i \neq j$ , όπου  $X_i = d_i$  για το πρώτο και  $X_i = V_{\mu_i}$  για το δεύτερο μοντέλο  $e_i$  και  $e_j$  τα σφάλματα, το  $k$  προσδιορίζει τη σχέση αύξησης της διασποράς των  $e_i$ , ενώ  $b_0, b_1, b_2$  είναι οι συντελεστές των μοντέλων.

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται δύο ομάδες μοντέλων. Η μία περιλαμβάνει τα μοντέλα 1 και 2 τα οποία εκτιμήθηκαν από το σύνολο των 197 παρατηρήσεων του δείγματος. Προφανώς δεν υπάρχουν επιπλέον παρατηρήσεις για να υπολογιστεί το ΜΤΣ πρόβλεψης και να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο αξιολόγησης των μοντέλων. Με βάση το δείκτη του Furnival (I) προκύπτει ότι το μοντέλο 1 είναι καλύτερο του 2. Τα μοντέλα 1α και 2α εκτιμήθηκαν από το  $n_1 = 99$  υποδείγμα και τα ΜΤΣ πρόβλεψης υπολογίστηκαν από το  $n_2 = 98$  δεύτερο υποδείγμα. Το αντίθετο έγινε για τα μοντέλα 1β και 2β. Τα μοντέλα 1α και 2α προτιμώνται έναντι των 1β και 2β γιατί δίνουν μικρότερα ΜΤΣ πρόβλεψης. Στο μοντέλο 2α επειδή  $\beta_0 = 0$  προσαρμόστηκε το αντίστοιχο χωρίς

**Πίνακας III.** Οι εκτιμήσεις των συντελεστών των μοντέλων (σε παρένθεση τα τυπικά τους σφάλματα), οι διορθωμένοι συντελεστές προσδιορισμού, οι δείκτες του Furnival και τα μέσα τετραγωνικά σφάλματα πρόβλεψης των μοντέλων\*\*.

**Table III.** The estimations of model co-efficient (the standard deviations in parenthesis), the determination coefficients, the Furnival's index and the mean squared errors of models prediction\*\*.

Συντελεστές								
$\alpha/a$	Μοντέλο	n	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$R^2$	I	ΜΤΣ
1	$V_i = b_0 + b_1 d_i + b_2 d_i^2$	197	0,210628 (0,103028)	-0,020915 (0,006383)	0,001192 (0,000093)	0,92744	0,22933	
2	$V_i = b_0 + b_1 V_{\mu_i}$	197	-0,026381 (0,018490)*	1,066377 (0,021622)		0,92540	0,24619	
1α	$V_i = b_0 + b_1 d_i + b_2 d_i^2$	99	0,380984 (0,165448)	-0,030613 (0,009817)	0,001305 (0,000138)	0,91443	0,26889	0,09376
2α	$V_i = b_0 + b_1 V_{\mu_i}$	99	-0,020352 (0,028218)*	1,044549 (0,032696)		0,91232	0,25787	0,09153
1β	$V_i = b_0 + b_1 d_i + b_2 d_i^2$	98	0,076876 (0,135976)*	-0,012626 (0,008694)*	0,001089 (0,000129)	0,93871	0,21790	0,40320
2β	$V_i = b_0 + b_1 V_{\mu_i}$	98	-0,031244 (0,024049)*	1,087197 (0,103028)		0,93649	0,25944	0,13290

\* υπάρχει σημαντικότητα στο  $\alpha=0,05$

\*\*  $n$  = βαθμοί ελευθερίας

$R^2$  = διορθωμένος συντελεστής προσδιορισμού

ΜΤΣ = μέσο τετραγωνικό σφάλμα

$b_0, b_1, b_2$  = εκτιμήσεις συντελεστών

I = δείκτης του Furnival

σταθερό όρο μοντέλο, το οποίο όμως εμφάνισε μεγαλύτερο (0,09456) ΜΤΣ πρόβλεψης. Σε όλα τα μοντέλα ικανοποιούνται οι υποθέσεις της κανονικότητας και της τυχαιότητας των καταλοίπων.

Από την όλη έρευνα προκύπτει ότι εφαρμόζοντας τον μΟι στην εκτίμηση του όγκου των δένδρων υλοτομίας (τμήματα 103, 105 & 520) του ΠΔΠ γίνονται στατιστικά σημαντικές υποεκτιμήσεις του πραγματικού όγκου και της αξίας των δένδρων. Αν δεχθούμε ότι οι βιολογικές συνθήκες του δάσους παραμένουν ίδιες και οι τυχόν διαφορές στη μέτρηση του όγκου είναι αμελητέες, αυτό θα μπορούσε να οφείλεται κυρίως στη διαφορετική κατανομή διαμέτρων των δένδρων υλοτομίας αλλά και στα μεγαλύτερα σφάλματα των συντελεστών λόγω ύπαρξης ανομοιογένειας της διασποράς.

Τα δύο μοντέλα πρόβλεψης του όγκου 1α και 2α δημιουργήθηκαν, αφού λήφθηκε υπόψη η ανομοιογένεια της διακύμανσης, και αξιολογήθηκαν με το μέσο τετραγωνικό σφάλμα πρόβλεψης μπορούν δε να εφαρμοστούν στα ίδια δασικά τμήματα από τα οποία προήλθαν τα δεδομένα.

Περαιτέρω έρευνα χρειάζεται να γίνει για την κατάρτιση αποτελεσματικών μοντέλων πρόβλεψης και σε άλλα δασικά τμήματα, με διερεύνηση στη συνέχεια της δυνατότητας αντικατάστασής τους από έναν μικρότερο αριθμό μοντέλων τα οποία θα μπορούσαν να εφαρμοστούν σ' όλο το δάσος.

### Deviations of volume and value estimation of cutting trees in University Forest of Pertouli

J. J. Papadopoulos<sup>1</sup>, G. I. Stamatellos<sup>2</sup>, N.J. Stamou<sup>3</sup>

#### Abstract

The correct deviations of volume and value of the trees that are going to be cut in forest, are related with success application of the administrative planning directly and they will constitute essential base for realistic economic policies. The deviations of volume and value of trees with the application of Economoloulos volume - table in a big sample of cutting trees in three (3) forest sections of University Forest of Pertouli were evaluated and they have been found significant. From the same data with the Weight Least Square (WLS) regression method two effective prediction models were evaluated.

**KeyWords:** trees volume, trees value, cutting fir trees, prediction models, University Forest of Pertouli.

#### 5. Βιβλιογραφία

- Conover, W.J. 1980. Practical Nonparametric Statistics. 2<sup>nd</sup> ed. John Wiley & Sons, Inc, USA 493 p.
- Hoaglin, D.C. Mosteller, F. and Tuckey, J.W. 1985. Exploring Data Tables, Trends and Shapes. J. Wiley & Sons, Inc., N.Y., 527 p.
- Μάτης, Κ.Γ., 1986. Μαζοπίνακες για την ελάτη Πετουλίου. Α.Π.Θ., Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Επιστημονική Επετηρίδα Τόμος ΚΘ/6: 325-368.
- Μάτης, Κ.Γ., 1994. Δασική Βιομετρία ΙΙ. Δενδρομετρία. Εκδόσεις Γ. Δεδούσης, Θεσσαλονίκη 458 σελ.
- Montgomery, D.C. and Runger, G.C. 1994. Applied Statistics and Probability for Engineers. Tohn Wiley & Sons, Inc. Ne6 w York 825p.
- Moran, P.A.P. 1972. Dividing a sample into two parts – A statistical dilemma. Sankhya A. 344 (2): 329-333.
- Μπόρα-Σέντα, Ε. και Μωυσίδης, Χ. 1990. Εφαρμοσμένη Στατιστική, Εκδ. Ζήτη. Θεσσαλονίκη. 269 σελ.
- Norusis, M. 1997. SPSS Professional Statistics 7.5. Chicago: SPSS Inc. 276 p.
- Οικονομόπουλος, Α. 1964. Η Δασοπονία Περγουλίου. Θεσσαλονίκη. 352 σελ.
- Pandey, R. Dhall, S.P. and Kumar, R. 1999. The Indian Forester 125 (12): 1224-1227.
- Παπαδόπουλος Ιωάννης, 1997. Εκτίμηση και πρόβλεψη της προσφοράς εμπορεύσιμου ξύλου του Πανεπιστημιακού Δάσους Περγουλίου σε συνδυασμό με τις ανάγκες της ξυλαγοράς. Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη, 244 σελ.

<sup>1</sup> University Forest of Pertouli, 42032 Pertouli – Trikala, Greece

<sup>2</sup> Laboratory Forest Biometry, Forest and N. E Department , Auth, 54006 Thessaloniki

<sup>3</sup> Laboratory Forest Economics, Forest and N. E Department , Auth, 54006 Thessaloniki

- Philip, M.S. 1994 *Measuring Trees and Forests* 2<sup>nd</sup> ed. Cab International, UK. 310 p
- Schreuder, H.T. and Williams, M.S. 1998. Weighted linear regression using  $D^2H$  and  $D^2$  as the independent variables. USDA, For. Serv., Rocky Mountain Research Station, Res. Paper RMRS-RP-6. 10 p.
- Snee, R.D. 1977. Validation of regression model: Methods and examples. *Technometrics* 19: 415-428.
- Ταμείο Διοικήσεως και Διαχειρίσεως Πανεπιστημιακών Δασών, 1998. Διαχειριστικό σχέδιο Πανεπιστημιακού Δάσους Πετρουλίου 1999-2008. Περούλι 221σελ
- Tuckey, J.W. 1977. *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley Publishing Company 688p
- Williams, M.S., Schreuder, H.T., Gregoire, T.G. and Bechtold 1992. Estimating variance functions for weighted linear regression. In: Milliken G.A. and Schwenke J.R. eds. *Proceedings of the Kansas State University Conference an Applied Statistics in Agriculture*, April 26-28, 1992, Manhattan, KS, Manhattan State Univ. p. 153-160.

## Επίδραση δίαιτας εμπλουτισμένη σε βασικά λιπαρά οξέα (ιχθυέλαιο, έλαιο νυχτολούλουδου) στη ρύθμιση της νεφρικής λειτουργίας

Γεώργιος Τσιπάς<sup>1,2</sup> και Κοσμάς Βιδάλης<sup>2</sup>

### Περίληψη

Σε αυτή τη μελέτη διερευνήσαμε το ρόλο των  $n-3$  και  $n-6$  βασικών λιπαρών οξέων στη νεφροτοξικότητα που προκαλεί η κυκλοσπορίνη.

Η χορήγηση κυκλοσπορίνης για επτά συνεχείς ημέρες σε επίμυες, ελάττωσε τη κάθαρση κρεατινίνης και προκάλεσε απώλεια σωματικού βάρους, χωρίς να επιφέρει πρωτεϊνουρία και να μεταβάλλει τον όγκο των ούρων. Αυτές οι αλλαγές συνοδεύονταν με σημαντική ελάττωση των λόγων προσταγλανδίνες ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ) / θρομβοξάνη  $B_2$  και προσταγλανδίνες ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ) / θρομβοξάνη  $B_2$  στην έκκριση των ούρων. Φωτομικροσκοπικές παρατηρήσεις έδειξαν ότι το 100 % των πειραματόζων υπέστησαν ιστοσωληναριακές βλάβες στους νεφρούς τους.

Η χορήγηση κυκλοσπορίνης για επτά συνεχείς ημέρες σε επίμυες που έλαβαν τροφή πλούσια σε  $n-3$  και  $n-6$  βασικά λιπαρά οξέα επί 2,5 περίπου μήνες, διατήρησε τη κάθαρση κρεατινίνης σε φυσιολογικά επίπεδα, αύξησε τον όγκο των ούρων και εμπόδισε σημαντικά την απώλεια του σωματικού βάρους. Η βελτίωση της νεφρικής λειτουργίας, συνοδεύονταν με αύξηση των λόγων προσταγλανδίνες ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ) / θρομβοξάνη  $B_2$  και προσταγλανδίνες ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ) / θρομβοξάνη  $B_2$  στην έκκριση των ούρων. Φωτομικροσκοπικές παρατηρήσεις έδειξαν ότι μόνο το 50 % των πειραματόζων επέδειξαν ιστοσωληναριακές βλάβες μικρότερης σημασίας στους νεφρούς τους.

Τα αποτελέσματά μας δείχνουν, ότι οι μεταβολίτες του αραχιδονικού οξέος παίζουν σπουδαίο ρόλο στη νεφροτοξικότητα που προκαλεί η κυκλοσπορίνη διότι αυξάνουν τα επίπεδα της θρομβοξάνης  $A_2$  και ότι η αύξηση της σύνθεσης των προσταγλανδινών ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ) και ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ) που επέφερε η επίδραση των βασικών λιπαρών οξέων μπορούν να παίξουν ένα ευεργετικό ρόλο στη πρόληψη της νεφρικής δυσλειτουργίας.

**Λέξεις κλειδιά:**  $n-3$ ,  $n-6$  βασικά λιπαρά οξέα, ιχθυέλαιο, έλαιο νυχτολούλουδου, προσταγλανδίνες, θρομβοξάνες, κυκλοσπορίνη, νεφροτοξικότητα.

### Εισαγωγή

Πολλά είναι σήμερα τα αίτια και οι παράγοντες προκλήσεως νεφρικής δυσλειτουργίας. Μεταξύ των γνωστών αιτιών είναι τα βαρέα μέταλλα, οι γλυκόλες, οι οργανικοί διαλύτες, τα αντιβιοτικά, οι σκιαρές ουσίες, τα αναισθητικά και πρόσφατα η γνωστή ανοσοκατασταλτική ουσία κυκλοσπορίνη (CsA).

Μετά από μελέτες διαπιστώθηκε, ότι η κυκλοσπορίνη εκτός της θεραπευτικής της ιδιότητας, προκαλεί ηπατοτοξικότητα, υπέρταση και κυρίως νεφροτοξικότητα (Parra κ.ά., 1998, L'Azou κ.ά., 1999, Hardy κ.ά., 2000). Η βαρύτητα της νεφροτοξικότητάς της και ο βαθμός αναστρεψιμότητας αυτής εξαρτάται από τη διάρκεια και τη ποσότητα της χορηγούμενης δόσεως (Bennett κ.ά., 1988, Bennett W.M., 1996), χαρακτηρίζεται δε, από οξείες και χρόνιες φάσεις (Freeman J.D., 1991). Η οξεία φάση είναι συνήθως αναστρέψιμη και συνοδεύεται με ελάττωση της νεφρικής ροής αίματος (N.P.A.) και της σπειραματικής διήθησεως (Σ.Δ.) (Bennett κ.ά., 1988, Bennett W.M., 1996), ενώ η προοδευτική μετάβαση από την οξεία στη χρόνια φάση, οδηγεί σε μη αναστρέψιμη ενδιάμεση ίνωση και τελικώς απώλεια νεφρικής μάζας, διατάραξη της ισορροπίας και μεταβολισμού των λιπιδίων κλπ. (Freeman J.D., 1991). Επιπλέον περιλαμβάνει και μορφολογιστολογικές βλάβες των ουροφόρων σωληναρίων, αναστρέψιμες ή μη και πάντα δόσο- και χρόνο- εξαρτώμενες από τη χορήγησή της

<sup>1</sup> Εργαστήριο Ζωολογίας, Βιοχημείας και Μοριακής Βιολογίας. Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Πανεπιστημιακή Σχολή Αγρινίου, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

<sup>2</sup> Εργαστήριο Ιχθυολογίας. Τμήμα Ιχθυοκομίας - Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογίων.



(Ryffel κ.ά., 1988, Bennett W.M., 1996) .

Ως κύρια αιτία της παθογένειας της νεφροτοξικότητας αναγνωρίζεται σήμερα η νεφρική αγγειοσύσπαση και ισχαιμία, ενώ κάποια (εξ) αγγειοδραστικές ουσίες είναι υπεύθυνη (εξ) για τη πτώση της νεφρικής ροής αίματος και του ρυθμού σπειραματικής διήθησεως (Papanikolaou κ.ά., 1987, Conger κ.ά., 1994, L' Azou κ.ά., 1999, Hardy κ.ά., 2000) . Παράγοντες οι οποίοι ενοχοποιήθηκαν για την αύξηση των αγγειακών νεφρικών αντιστάσεων, είτε κατά τη πρόκληση της οξείας νεφρικής ανεπάρκειας σε πειραματικά πρότυπα, είτε κατά τη νεφροτοξικότητα της κυκλοσπορίνης, όπως οι κατεχολαμίνες το σύστημα ρενίνης – αγγειοτασίνης, ή βασοπρεσίνη, κ.α. απεδείχθηκε, ότι ο ρόλος τους είναι μάλλον δευτερεύοντα (Papanikolaou κ.ά., 1987, Conger κ.ά., 1994, Parra κ.ά., 1998, Hardy κ.ά., 2000) .

Πρωτεύοντα ρόλο στην πρόκληση της νεφρικής δυσλειτουργίας παίζουν τα βασικά λιπαρά οξέα με είκοσι άτομα άνθρακα τα εικοσανοειδή και μάλιστα οι δραστικοί μεταβολίτες αυτών, διαμέσου του ενζύμου κυκλοοξυγενάση, προσταγλανδίνες (PGs) και θρομβοξάνες (TXs) (Bennett κ.ά., 1988, Papanikolaou κ.ά., 1990, Parra κ.ά., 1998, L' Azou κ.ά., 1999, Hardy κ.ά., 2000) . Φυσικά προστανοειδή είναι της σειράς 2 - πρόδρομη ουσία αυτών το Αραχιδονικό οξύ (AA) - με δραστικούς μεταβολίτες τη προσταγλανδίνη  $E_2$  (PGE<sub>2</sub>), τη προστακυκλίνη ή προσταγλανδίνη  $I_2$  (PGI<sub>2</sub>) και τη θρομβοξάνη  $A_2$  (TXA<sub>2</sub>), ενώ λιγότερο φυσικά είναι της σειράς 1 - πρόδρομη ουσία αυτών το Διόμο - γ - λινολενικό οξύ (DGLA) - με αντίστοιχους μεταβολίτες τη (PGE<sub>1</sub>), (PGI<sub>1</sub>) και (TXA<sub>1</sub>). Τα μέλη της σειράς 3 - πρόδρομη ουσία αυτών είναι το Εικοσαπεντανοϊκό οξύ (EPA) - είναι τα (PGE<sub>3</sub>), (PGI<sub>3</sub>) και (TXA<sub>3</sub>) και είναι πολύ σπάνια σε φυσικά παράγωγα. Προηγούμενες εργασίες απέδειξαν ότι η νεφροτοξικότητα της κυκλοσπορίνης συνοδεύεται με σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης της TXA<sub>2</sub> στα ούρα και με μεταβολές στα επίπεδα των PGs (Elzinga κ.ά., 1987, Bennett κ.ά., 1988, Tsipas κ.ά., 1993, Morigake κ.α., 1994, Papanikolaou κ.ά., 1996, Parra κ.ά., 1998, Hardy κ.ά., 2000) . Παρόμοιες μελέτες έδειξαν ότι η πρόκληση νεφρικής δυσλειτουργίας από άλλους παράγοντες, όπως η χορήγηση γλυκερόλης, βαρέων μετάλλων, αντιβιοτικών, κατεχολαμινών σχετίζεται με σημαντική αύξηση της εκκρινόμενης στα ούρα TXA<sub>2</sub>, ενώ αντίθετα οι συγγεντώσεις των προσταγλανδινών - ουσίες με προστατευτική δράση - μειώνονται (Papanikolaou κ.ά., 1987, 1992, Grauer κ.α., 1996, Mansi κ.α., 1998, Akpolat κ.α., 2000) . Επιπλέον η αναστολή συνθέσεως της TXA<sub>2</sub> με χρήση αναστολέων ή με διάταση του εξωκυττάρου χώρου ή η χορήγηση εξωγενών προσταγλανδινών ή γ - λινολενικού οξέος ή εικοσαπεντανοϊκού οξέος, μερικώς εμπόδισαν την ανάπτυξη αυτών των συνδρόμων (Hatziantoniou και Papanikolaou, 1986, Horobbin, F.D., 1990, Papanikolaou κ.ά., 1990, 1992, Grauer κ.α., 1996, Mansi κ.α., 1998) .

Δεδομένου λοιπόν, ότι πολλές παθολογικές καταστάσεις σε όλα τα επίπεδα των βιολογικών συστημάτων και λειτουργιών ενός οργανισμού και ιδιαίτερα στη ρύθμιση της αιμοδυναμικής του νεφρού σχετίζονται τόσο με την αλληλεπίδραση, όσο και με τη παρουσία ή απουσία των βασικών λιπαρών οξέων και ιδιαίτερα των δραστικών μεταβολιτών τους, σ' αυτή τη μελέτη διερευνήθηκε αν η ταυτόχρονη χορήγηση n - 3 και n - 6 βασικών λιπαρών οξέων στη μορφή του Ιχθυέλαιου (Fish Oil ή FO) και έλαιου νυχτολούλουδου (*Oenothera spp.*) γνωστού και ως Evening Primrose Oil (EPO) αντίστοιχα και υπό ορισμένη αναλογία, δύναται να διαδραματίσει ένα περισσότερο ευεργετικό ρόλο στη πρόληψη της νεφροτοξικότητας.

## Υλικά και Μέθοδοι

### Μεθοδολογία πειράματος

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με θηλυκούς επίμυες (Wistar rats) βάρους  $180 \pm 10$  gr. Τα πειραματόζωα τυχαία κατανεμήθηκαν σε τρεις (3) ομάδες των δέκα (10) ατόμων η καθεμία και διατηρούνταν σε δωμάτιο θερμοκρασίας 22 - 25° C και σχετική υγρασίας 35 - 40 %. Τα πειραματόζωα ελάμβαναν τροφή και νερό ελεύθερα ακόμη και κατά τη διάρκεια του πειράματος. Ο πίνακας I αναφέρει συνοπτικά τη πορεία που ακολούθηθηκε για καθεμία ομάδα πειραματόζωων.

Η 1η ομάδα πειραματόζωων (Φ.Π.) έλαβε ισότονο διάλυμα NaCl (1ml /Kg) , εφάπαξ την ημέρα, ενδομυϊκώς και ελαιόλαδο (1,8ml /Kg) , εφάπαξ την ημέρα, ενδοπεριτοναϊκώς, για επτά συνεχείς ημέρες.

Η 2<sup>η</sup> ομάδα πειραματόζωων (CsA) υποβλήθηκε στην αυτή ακριβώς σειρά ενεργειών όπως και η 1<sup>η</sup> ομάδα, αλλά αντί για ελαιόλαδο έλαβε CsA 45mg / Kg (1,8 ml / Kg) διαλυμένη σε ελαιόλαδο, εφάπαξ την ημέρα, ενδοπεριτοναϊκώς, για επτά συνεχείς ημέρες. Η 1<sup>η</sup> και η 2<sup>η</sup> ομάδα πειραματόζωων τρέφονταν με τυποποιημένη τροφή (standard chow) .

**Πίνακας I.** Συνοπτική διαδικασία που ακολουθήθηκε για τα πειραματόζωα.  
**Table I.** Summary of animal treatment.

		Ισότονο διάλυμα NaCl 1 ml / Kg	Ελαιόλαδο 1,8 ml / Kg	CsA 45 mg (1,8 ml / Kg)	n - 3 / n - 6
<b>Ομάδα</b> ( Φ.Π.)	<b>1<sup>η</sup></b>	+	+	-	-
<b>Ομάδα</b> (CsA)	<b>2<sup>η</sup></b>	+	-	+	-
<b>Ομάδα</b> (CsA + n - 3 / n - 6)	<b>3<sup>η</sup></b>	-	-	+	+

CsA: διαλυμένη σε ελαιόλαδο υπό αναλογία 1: 2. ( Φ. Π.) : φυσιολογικά πειραματόζωα. ( CsA): φυσιολογικά πειραματόζωα που έλαβαν CsA. (CsA + n - 3 / n - 6): φυσιολογικά πειραματόζωα που τους χορηγήθηκε τροφή πλούσια σε n - 3 / n - 6 βασικά λιπαρά οξέα στη μορφή του FO / EPO ( 5 % FO and 0,5 % EPO) / Kg 2,5 μήνες πριν και κατά τη διάρκεια του πειράματος που έλαβαν CsA. + μία φορά την ημέρα για επτά (7) συνεχείς ημέρες.

CsA: dissolved in olive oil (1 : 2) . (N.R.) : normal rats. (CsA) : CsA treated rats. (n - 3 / n - 6): animals were fed on standard chow containing n - 3 / n - 6 essential fatty acids in form FO / EPO (5 % FO and 0,5 % EPO) / Kg for 2,5 months prior and during to the experiment. + : once per day, for seven (7) days.

Η 3<sup>η</sup> ομάδα πειραματόζωων (CsA + n - 3 / n - 6) υποβλήθηκε στην αυτή ακριβώς σειρά ενεργειών όπως και η 2<sup>η</sup> ομάδα, αλλά αντί για ισότονο διάλυμα, τρεφόταν με τυποποιημένη τροφή η οποία περιείχε 50 και 5 ml / Kg FO και EPO αντιστοίχως, για 2,5 μήνες πριν και κατά τη διάρκεια του πειράματος. Το FO περιέχει 5,6% εικοσιπεντανοϊκό οξύ (EPA) , 2 % α - λινολενικό οξύ (ALA) και 1,9 % λινολενικό οξύ (LA), ενώ το EPO περιέχει 9% γ- λινολενικό οξύ (GLA) και 72 % cis - λινολεϊκό οξύ (cLA) .

Την έβδομη ημέρα του πειράματος τα πειραματόζωα τοποθετήθηκαν σε ειδικά ατομικά κλουβιά μεταβολισμού και έγινε η συλλογή ούρων 24ωρου. Στο τέλος του πειράματος τα πειραματόζωα αναισθητοποιήθηκαν και με καθετηριασμό της μηριαίας αρτηρίας ελήφθησαν 3 ml αίματος, ενώ οι νεφροί τους χρησιμοποιήθηκαν για φωτομικροσκοπικές παρατηρήσεις. Η προμήθεια της κυκλοσπορίνης (CsA Sandimmun 50 mg/ml injectable) έγινε από την Sandoz, Basel, Switzerland, ενώ του FO και EPO έγινε δωρεάν από την Scotia Pharmaceuticals Guildord, UK.

#### **Μεθοδολογία για προσδιορισμό παραμέτρων**

Η συγκέντρωση κρεατινίνης ούρων και πλάσματος με αναλυτική μέθοδο που προσδιορίζει μόνον την αληθή κρεατινίνη (Τσιπιάς Γ., 1996) . Η κάθαρση κρεατινίνης (Clearance creatinine) χρησιμοποιήθηκε για το προσδιορισμό της πειραματικής διηθήσεως (Papanikolaou κ.ά., 1987) . Η συγκέντρωση πρωτεΐνης ούρα προσδιορίστηκε με αναλυτική μέθοδο ελαφρώς τροποποιημένη του Goodwin (Τσιπιάς Γ., 1996) . Η TXB<sub>2</sub>, (σταθερός μεταβολίτης της TXA<sub>2</sub>), η PGE<sub>2</sub> και 6 Keto - PGF<sub>1α</sub> (σταθερός μεταβολίτης της PGI<sub>2</sub>) προσδιορίστηκαν με ραδιοανοσολογική μέθοδο (Hatziantoniou και Papanikolaou 1986, Τσιπιάς Γ., 1996) .

Η προμήθεια των H<sup>3</sup> - TXB<sub>2</sub> (105 Ci / mmol) , H<sup>3</sup>-6 Keto -PGF<sub>1α</sub> (157 Ci / mmol) και H<sup>3</sup>- PGE<sub>2</sub> (169,5 Ci / mmol) έγινε από την New England Nuclear, Boston, USA. Οι γνωστές συγκεντρώσεις των δειγμάτων (standards) TXB<sub>2</sub>, PGE<sub>2</sub> και 6-Keto-PGF<sub>1α</sub> από την Cayman Chemical, Denver, USA, ενώ τα αντισώματα (αντι - TXB<sub>2</sub>, αντι - PGE<sub>2</sub> και αντί - 6-Keto-PGF<sub>1α</sub>) από το Institute Pasteur, Paris. Αν και χρησιμοποιήθηκαν πολύ εξειδικευμένα αντισώματα δεν είναι δυνατός ο διαχωρισμός των PGs και TXB της σειράς 2 από τη 1 και 3 αντιστοίχως, λόγω μεγάλης διασταυρούμενης δραστηριότητας (% cross reactivity) και γι'αυτό τα αποτελέσματα έχουν εξαχθεί ως TXB<sub>2</sub>, PGE<sub>2</sub> και 6-Keto-PGF<sub>1α</sub>.

### Φωτομικροσκοπικές ιστολογικές μελέτες

Η μικροσκοπική μελέτη των τομών του νεφρικού παρεγχύματος έγινε με το συνήθη γνωστό τρόπο και τη χρήση ειδικών κάθε φορά χρώσεων (Δελίδης κ.ά., 1978) ανάλογα με τον επιδιωκόμενο σκοπό. Χαρακτηριστικές ιστολογικές βλάβες διευρενήθηκαν σε όλα τα πειραματόζωα καθεμιάς ομάδας.

### Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση έγινε χρησιμοποιώντας το Student's t- test και  $p < 0,05$  θεωρήθηκε ότι είναι στατιστικώς σημαντική.

### Αποτελέσματα

#### Επίδραση της κυκλοσπορίνης στη νεφρική λειτουργία φυσιολογικών πειραματόζωων

Σ' αυτή τη μελέτη παρατηρήσαμε ότι η νεφροτοξικότητα η προκαλούμενη από τη χορήγηση 45mg / Kg CsA για επτά συνεχείς ημέρες, δεν προκάλεσε σημαντική μεταβολή στον όγκο των ούρων (V) και τη πρωτεϊνουρία (PU), αντιθέτως δε προκάλεσε σημαντική ελάττωση της καθάρσεως κρεατινίνης (K.K.) και πτώση του σωματικού βάρους (Α.Σ.Β.) (πίνακας II). Οι αλλαγές αυτές συνοδεύονταν με μεγάλη αύξηση της TXB<sub>2</sub> και με ελάττωση της PGE<sub>2</sub> και 6-Keto- PGF<sub>1α</sub> στα ούρα, ελαττώνοντας σημαντικά τους λόγους PGE<sub>2</sub> / TXB<sub>2</sub> και 6-Keto- PGF<sub>1α</sub> / TXB<sub>2</sub> (πίνακας III). Επιπλέον οι ιστολογικές παρατηρήσεις στο οπτικό μικροσκόπιο έδειξαν ότι οι νεφροί όλων των πειραματόζωων που έλαβαν κυκλοσπορίνη επηρεάστηκαν, με κύριες σωληναριακές βλάβες την έντονη και διάχυτη κενοποπίωση, την απώλεια ψηκτροειδής παρυφής, την απλή σωληναριακή νέκρωση και τη δημιουργία σωληναριακών κυλίνδρων και διάμεσου οιδήματος.

Επίδραση της κυκλοσπορίνης στη νεφρική λειτουργία πειραματόζωων τα οποία έλαβαν τροφή που περιείχε n - 3 και n - 6 βασικά λιπαρά οξέα

Η διατροφή των πειραματόζωων με τροφή που περιείχε n - 6 και n - 3 βασικά λιπαρά οξέα για 2,5 μήνες διατήρησε τη K.K. σε φυσιολογικά επίπεδα, απέτρεψε τη πτώση σωματικού βάρους % (Α.Σ.Β.), αύξησε σημαντικά τον όγκο των ούρων (V) και δεν μετέβαλλε τη πρωτεϊνουρία (PU), κατά την επίδραση της CsA για επτά συνεχείς ημέρες (πίνακας II). Αυτές οι λειτουργικές μεταβολές συνοδεύονταν με σημαντική αύξηση της απεκκρίσεως των προσταγλανδινών (PGE<sub>2</sub> και 6-Keto- PGF<sub>1α</sub>) και με σημαντική μείωση της απελευθερώσεως της TXB<sub>2</sub> στα ούρα. Η αύξηση των PGs και η ελάττωση της παραγωγής της TXB<sub>2</sub> οδήγησαν σε σημαντική αύξηση των λόγων PGE<sub>2</sub> / TXB<sub>2</sub> και 6-Keto- PGF<sub>1α</sub> / TXB<sub>2</sub> (πίνακας III). Επιπλέον οι μικρο-ιστολογικές παρατηρήσεις έδειξαν νεφρικές βλάβες μόνον στο 50 % των πειραματόζωων και μάλιστα αυτές ήταν μικρό-

**Πίνακας II.** Επίδραση της κυκλοσπορίνης (CsA) στον όγκο των ούρων (VU), στη κάθαρση κρεατινίνης (KK), στη μεταβολή του σωματικού βάρους (ΜΣΒ) και στη πρωτεϊνουρία (PU) σε πειραματόζωα που διετράφησαν με κανονική και με πλούσια σε λιπαρά οξέα διαίτα.

**Table II.** Effects of CsA on urine volume (VU), clearance creatinine (Ccr), body weight loss (BWL) and proteinuria (PU), in normal and in essential fatty acids treated rats.

		VU ml / Kg / 24 h	KK ml / Kg / min	ΜΣΒ %	PU mg / 24 h
<b>Ομάδα</b>	<b>1<sup>n</sup></b>	19,9 ± 2,2	2,5 ± 0,1	(+) 6,6 ± 0,4	7,1 ± 2,3
<b>P &lt;</b>		Μ.Σ.	0,0005	0,0005	Μ.Σ.
<b>Ομάδα</b>	<b>2<sup>n</sup></b>	26,6 ± 3,9	1,3 ± 0,1	(-) 12,2 ± 1,8	11,4 ± 3,8
<b>P &lt;</b>		0,05	0,0005	0,05	Μ.Σ.
<b>Ομάδα</b>	<b>3<sup>n</sup></b>	35,3 ± 2,8	2,9 ± 0,1	(-) 6,6 ± 2,1	14,2 ± 2,9

Οι τιμές είναι μέση τιμή ± s.e.m. και για η = 10. Σύγκριση των τιμών έγινε με τη μέση τιμή της 2<sup>ης</sup> ομάδας των πειραματόζωων που έλαβαν CsA. P = επίπεδο σημαντικότητας, Μ.Σ. = μη σημαντικό.

Values are means ± (s.e.m.), n = 10. All values were compared against that observed in CsA only treated rats.

**Πίνακας III.** Επίδραση της CsA στην έκκριση TXB<sub>2</sub>, PGE<sub>2</sub> and 6-K- PGF<sub>1α</sub> στα ούρα, στους λόγους PGE<sub>2</sub> / TXB<sub>2</sub> and 6-K- PGF<sub>1α</sub> / TXB<sub>2</sub> σε πειραματόζωα που διετράφησαν με κανονική και με πλούσια σε βασικά λιπαρά οξέα δίαιτα.

**Table III.** Effects of CsA on urinary TXB<sub>2</sub>, PGE<sub>2</sub> and 6-K- PGF<sub>1α</sub> excretions, on the ratios of PGE<sub>2</sub> / TXB<sub>2</sub> and 6-K- PGF<sub>1α</sub> / TXB<sub>2</sub> in normal and in essential fatty acids treated rats.

		TXB <sub>2</sub>	PGE <sub>2</sub>	6-K- PGF <sub>1α</sub>	PGE <sub>2</sub> / TXB <sub>2</sub>	6-K- PGF <sub>1α</sub> / TXB <sub>2</sub>
		(pmol	/ Kg	/ 24 h )		
<b>Ομάδα</b>	<b>1<sup>n</sup></b>	296 ± 14	1068 ± 66	403 ± 27	3,6 ± 0,3	1,4 ± 0,1
<b>P &lt;</b>		0,0005	0,0005	0,025	0,0005	0,0005
<b>Ομάδα</b>	<b>2<sup>n</sup></b>	776 ± 82	487 ± 68	293 ± 34	0,7 ± 0,1	0,4 ± 0,1
<b>P &lt;</b>		0,0005	0,0025	0,0005	0,0025	0,005
<b>Ομάδα</b>	<b>3<sup>n</sup></b>	278 ± 32	1263 ± 163	710 ± 59	5,5 ± 1,3	3,3 ± 0,9

Οι τιμές είναι μέση τιμή ± s.e.m. και για η = 10. Σύγκριση των τιμών έγινε με τη μέση τιμή της 2<sup>ης</sup> ομάδας των πειραματόζωων που έλαβαν CsA. P = επίπεδο σημαντικότητας.

Values are means ± (s.e.m.), n = 10. All values were compared against that observed in CsA only treated rats.

τερης σημασίας και βαρύτητας, όπως μερική και τοπική κενοποίηση.

### Συζήτηση και συμπεράσματα

Προηγούμενες μελέτες απέδειξαν ότι η πτώση της νεφρικής αιματώσεως και της σπειροματικής διηθήσεως συνοδεύονται με σημαντική αύξηση της συνθέσεως και απελευθερώσεως στα ούρα της TXA<sub>2</sub>, τόσο κατά την οξεία φάση, όσο και κατά τη χρονία φάση χορηγήσεως της κυκλοσπορίνης σε επίμυες (Bennett κ.α., 1988, Bennett W.M., 1996). Παρόμοια ακριβώς αύξηση της TXA<sub>2</sub> παρατηρήθηκε και κατά τη πρόκληση του συνδρόμου της οξείας νεφρικής ανεπάρκειας από πολλές ουσίες με διαφορετική χημική σύνθεση και ιδιότητες, όπως το νιτρικό ουράνιο, η γλυκερίνη (Akpolat κ.α., 2000), ο χλωριούχος υδράργυρος (Papanikolaou κ.α., 1990) και η γενταμικίνη (Papanikolaou κ.α., 1992, Grauer κ.α., 1996).

Η αναστολή της συνθέσεως της TXA<sub>2</sub> και η παράλληλη αύξηση της συνθέσεως των PGs κατά τη χορήγηση του OKY - 046, εκλεκτικός αναστολέας της TXA- συνθετάσης (Tsipas κ.α., 1993), του γ - λινολενικού ή του εικοσαπεντανοϊκού οξέος (Elzinga κ.α., 1987, Morpheke κ.α., 1994, Casas κ.α., 1995), βελτίωσαν μερικώς τη νεφρική λειτουργία κατά την επίδραση της κυκλοσπορίνης, όπως ακριβώς διαπιστώθηκε και σε πειραματικά πρότυπα προκλήσεως νεφρικής δυσλειτουργίας (Bennett κ.α., 1988, Papanikolaou κ.α., 1990, 1992, Ali και Bashir, 1994). Επιπλέον η έγχυση των προσταγλανδινών στη νεφρική αρτηρία ή σε μία περιφερειακή φλέβα σε δόσεις που να υπερβαίνουν τον μηχανισμό αδρανοποιήσεώς τους στους πνεύμονες, αλλά χωρίς να ελαττώνουν την πίεση του αίματος, έδειξε ότι οι προσταγλανδίνες σχεδόν τελείως προλαμβάνουν από την ανάπτυξη νεφρικών, ηπατικών βλαβών και αυτοάνοσων παθήσεων (Ryffel κ.α., 1986, Hinglais κ.α., 1986, Grafa κ.α., 1991).

Τα αποτελέσματα μας φανερώνουν ότι η κυκλοσπορίνη ελάττωσε σημαντικά το ρυθμό Σ.Δ.. Η πτώση του ρυθμού Σ.Δ. είναι αποτέλεσμα αύξησεως των αγγειακών νεφρικών αντιστάσεων, λόγω νεφρικής αγγειοσπασίσεως. Η αιτία αυτή αναγνωρίζεται ως κύριος παράγοντας προκλήσεως της νεφροτοξικότητας, παρά οι βλάβες στα ουροφόρα σωληνάκια, επιπλέον δε, η απουσία μορφολογικών ενδείξεων αποφράξεως των αγγείων και η αποκατάσταση της νεφρικής λειτουργίας σε φυσιολογικά επίπεδα οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι κάποια ή κάποιες αγγειοδραστικές ουσίες είναι υπεύθυνη (ες) για τη πτώση της Ν.Ρ.Α. και του ρυθμού Σ.Δ. (Papanikolaou κ.α., 1987, Pallapies D., 1992, Conger κ.α., 1994).

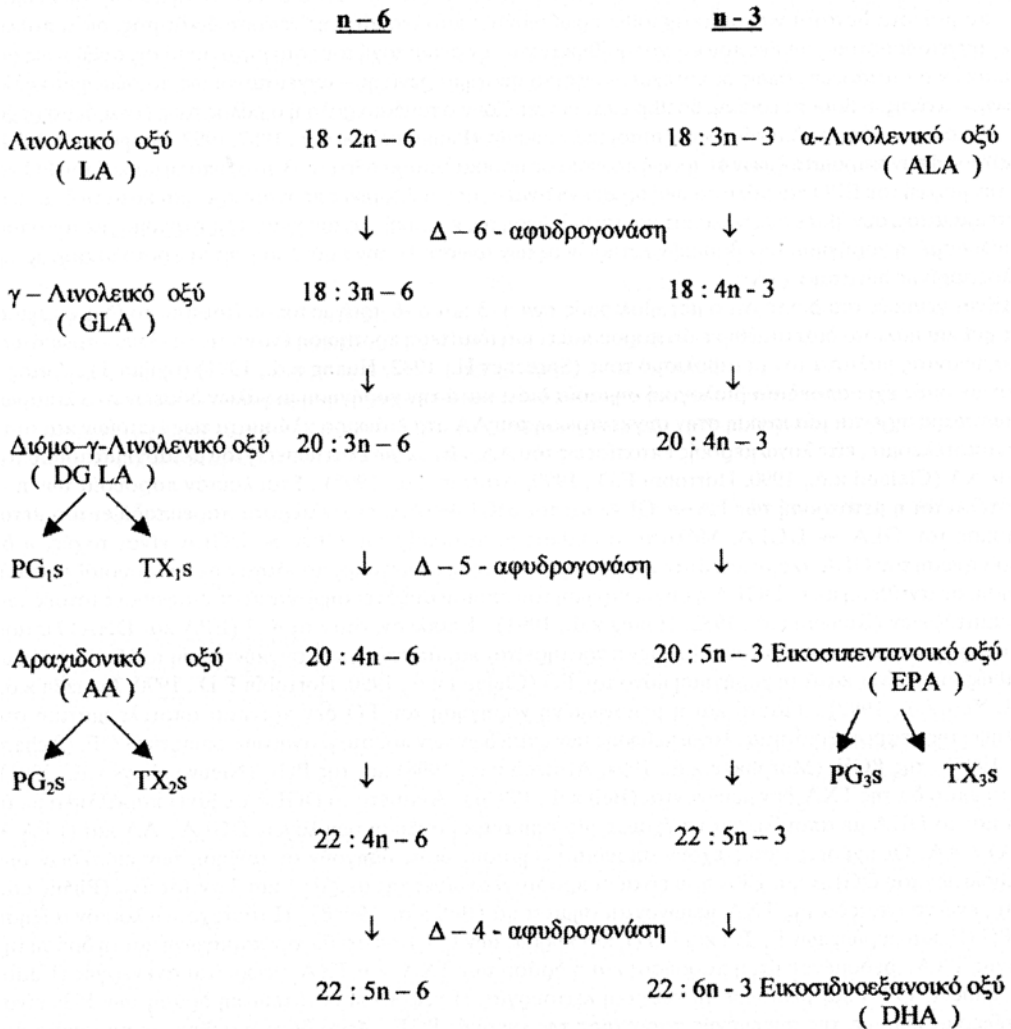
Πράγματι η TXA<sub>2</sub> αποδεικνύεται σημαντικός παράγοντας της νεφροτοξικότητας, διότι αφ' ενός μεν είναι η ισχυρότερη αγγειοσπαστική γνωστή ουσία μέχρι σήμερα (Svensson κ.α., 1987, Parra κ.α., 1998, Hardy

κ.ά., 2000) , αφ'ετέρου δε, η αύξηση της παραγωγής της στα ούρα σχετίζεται άμεσα με τη πτώση του ρυθμού Σ.Δ. και μάλιστα δύναται να χαρακτηρισθεί πρωτεύοντας παράγοντας της νεφροτοξικότητας, διότι πολλές άλλες αγγειοδραστικές ουσίες που ενοχοποιήθηκαν για την συμμετοχή τους στο μηχανισμό της αύξησεως των αγγειακών αντιστάσεων, όπως οι κατεχολαμίνες, το σύστημα ρενίνης – αγγειοτασίνης, το σύστημα καλλι- κρεΐνης- κινίνης, η βασοπρεσσίνη, βρέθηκε ότι δεν παίζουν σπουδαίο ρόλο ή ο ρόλος τους είναι δευτερεύον- τας, κατά την επίδραση διαφόρων νεφροτοξικών ουσιών (Papanikolaou κ.ά., 1987, 1992, Conger κ.ά., 1994). Η διατροφή των πειραματόζων με τροφή πλούσια σε βασικά λιπαρά οξέα (n -3, n -6) υπό τη μορφή του FO και υπό την μορφή του EPO και μάλιστα υπό ορισμένη αναλογία για 2,5 μήνες περίπου πριν και κατά τη διάρκεια του πειράματος, συνέβαλε αποτελεσματικά στη βελτίωση της νεφρικής λειτουργίας. Ο μηχανισμός με τον οποίο η συνδυασμένη χορήγηση των βασικών λιπαρών οξέων ανέστειλε την πρόκληση της νεφροτοξικότητας της κυκλοσπορίνης δύναται να είναι :

Είναι γενικώς αποδεκτό ότι ο μεταβολισμός των n -3 και n -6 πραγματοποιείται από το ίδιο ενζυμικό σύστημα και μάλιστα διαπιστώθηκε ότι παρουσιάζει μια ιδιαίτερη προτίμηση έναντι των n -3 υποστρωμάτων, επιταχύνοντας μάλιστα τον μεταβολισμό τους (Sprecher H., 1982, Huang κ.ά., 1991) (σχήμα 1) . Αυτός ο συναγωνισμός έχει σπουδαία βιολογική σημασία διότι κατά την χορήγηση μεγάλων δόσεων n -3 λιπαρών ουσιών παρατηρείται μία πτώση στην συγκέντρωση του AA στα διάφορα κλάσματα των λιπιδίων και αυτό είναι αποτέλεσμα , είτε λόγω μερικής εκποτίσεως του AA, είτε λόγω ελαττώσεως του μετασχηματισμού του LA → AA (Cleland κ.ά., 1990, Horrobin F.D., 1990, Arntzen κ.ά., 1998) . Ετσι λοιπόν παρουσία των n -3 αναστέλλεται η μετατροπή των LA → GLA και του DGLA→AA, ενώ ελάχιστα παρεμποδίζεται ο μετα- βολισμός του GLA → DGLA. Μάλιστα ο ρυθμός μετατροπής του GLA → DGLA είναι ταχύς, η δε συγκέντρωση του GLA ακόμη και όταν χορηγείται εξωγενώς σε μεγάλες ποσότητες δεν παρουσιάζει καμία αύξηση, σε αντίθεση με το DGLA η συγκέντρωση του οποίου αυξάνει σημαντικά σε διαφόρους ιστούς των πειραματόζων (Renaud κ.ά., 1982, Huang κ.ά., 1991) . Επιπλέον, όταν τα n -3 (EPA και DHA) λιπαρά οξέα χορηγούνται παρουσία του GLA δεν παρατηρείται καμία πτώση στη συγκέντρωση του DGLA, όπως ακριβώς συμβαίνει κατά τη χορήγηση μόνο του FO (Cleland κ.ά., 1990, Horrobin F.D., 1990, Arntzen κ.ά., 1998, Yeo κ.ά., 1999) . Γι'αυτό και η μεμονωμένη χορήγηση του FO δεν κρίνεται αποτελεσματική στη πρόληψη της νεφροτοξικότητας, λόγω μείωσης των επιπέδων των προσταγλανδινών, όπως της PGE<sub>1</sub> (Achard κ.α., 1997) , της PGE<sub>2</sub> (Morphake κ.ά., 1994, Arntzen κ.ά., 1998) και της PGI<sub>2</sub> (Nieuwenhuys κ.ά., 2001), ενώ τα επίπεδα της TXA<sub>2</sub> δεν μειώνονται (Bell κ.ά., 1994a) . Αντίθετα το DGLA αυξάνει παράλληλα με το EPA και το DHA με αποτέλεσμα να έχουμε μία σημαντική αύξηση των λόγων DGLA / AA και (EPA + DHA) / AA. Οι σχέσεις αυτές έχουν σπουδαία σημασία διότι οδηγούν σε αύξηση των επιπέδων των μεταβολιτών του DGLA και EPA που είναι οι προσταγλανδίνες της σειράς 1 και 3 αντίστοιχα (Pham κ.ά., 2000) , ενώ τα επίπεδα της TXA<sub>2</sub> μειώνονται σημαντικά (Bell κ.ά., 1994b) . Η ταυτόχρονη λοιπόν αύξηση των PG (E<sub>2</sub> και κυρίως των E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>) και PG (I<sub>2</sub> και κυρίως των I<sub>1</sub>, I<sub>3</sub>) ανέστειλε την παραγωγή και τη δράση της ενεργής TXA<sub>2</sub>, δεδομένου ότι η παρουσία και η δράση των TXA<sub>1</sub> και TXA<sub>3</sub> θεωρείται ανενεργής (Editorial- Lancet, 1988) και βελτίωσε τη νεφρική λειτουργία. Η νεφρο- προστατευτική δράση των PGs είναι αποτέλεσμα κυρίως, της αυξημένης παρουσίας της ενεργής PGE<sub>1</sub>. Αυτό διότι η αυξημένη παρουσία της PGE<sub>1</sub>, δρα ως αναδραστικός παράγοντας, ελατώνοντας τα επίπεδα των μεταβολιτών με ιδιότητες συσπάσε- ως, δημιουργίας θρομβώσεων και φλεγμονής που προέρχονται από το μεταβολισμό της περιορισμένης σε συγκέντρωση παρουσίας του AA (Horrobin F.D., 1990, Fan και Chapkin, 1993) , η δε απουσία της, οδηγεί στην ανάπτυξη πολλών νεφρικών και καρδιαγγειακών παθήσεων (Papanikolaou κ.ά., 1988, Horrobin F.D., 1990) .

Η προστατευτική δράση του DGLA εκδηλώνεται κυρίως μέσω της PGE<sub>1</sub>, ενώ αυτή του EPA μέσω των προστανοϊκών μεταβολιτών του της σειράς 3 που έχουν παρόμοια δράση με εκείνη της PGE<sub>1</sub> και E<sub>2</sub> (Fan και Chapkin, 1993) . Επιπλέον η ιδιότητα τόσο του DGLA, όσο και του EPA να αναστέλλουν τη παραγωγή λευκοτριενών και άλλων μεταβολιτών του ελεύθερου AA, που παρουσιάζουν ιδιότητες δημιουργίας θρομβώ- σεων και φλεγμονών διαμέσου της 5 – και 12 - λιποξυγενάσης (Horrobin F.D., 1990, Fan και Chapkin, 1993), ενισχύει περαιτέρω τη νεφροπροστατευτική δράση αυτών.

Αν και η συνδυασμένη χορήγηση των n-3 και n-6 βασικών λιπαρών οξέων διατήρησε τη νεφρική λειτουρ- γία σε φυσιολογικά επίπεδα, εμποδίζοντας σημαντικά την απώλεια σωματικής μάζας, δεν απέτρεψε ολικώς



Σχήμα 1. Μεταβολισμός των n- 6, n- 3 βασικών λιπαρών οξέων (Horrobin F.D. 1990).

Figure 1. Metabolism of n - 6 and n - 3 essential fatty acids (Horrobin F.D. 1990)

την εκδήλωση ισοσωληναριακών βλαβών. Το γεγονός ότι η νεφροπροστατευτική δράση δεν είναι καθολική, μπορεί να εξηγηθεί, είτε από το ότι η αναλογία χορηγήσεως των βασικών λιπαρών οξέων να μη ήταν η ιδανική, αν και ήταν παρόμοια με την αναλογία αυτών στους σωματικούς ιστούς, είτε από το ότι και άλλοι γνωστοί, όπως η σεροτονίνη (Τσιπάς Γ., 1996), η ενδοθηλίνη (Paranikolaou κ.ά., 1996) ή άγνωστοι επιπρόσθετοι παράγοντες και μηχανισμοί εμπλέκονται στην εκδήλωση της νεφροτοξικότητας.

Τα αποτελέσματα αυτά φανερώνουν ότι ο ρόλος και η αλληλεπίδραση των βασικών λιπαρών οξέων είναι καθοριστικής σημασίας στη ρύθμιση της νεφρικής λειτουργίας και οποιαδήποτε απόκλιση από την ισορροπία στο φυσικό μεταβολισμό τους, έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση της νεφρικής δυσλειτουργίας. Μάλιστα η αποτελεσματική δράση αυτών τα καθιστά πολύτιμα μόρια και ως μέσον διατροφής και ως θεραπευτικό μέσο διότι πλεονεκτούν έναντι άλλης φαρμακευτικής αγωγής, δεδομένου ότι ο βαθμός επικίνδυνων παρενεργειών είναι μηδενικός.

**Ευχαριστίες**

Η εργασία αφιερώνεται στη μνήμη του Ν. Θ. Παπανικολάου (1923 – 1995), ο οποίος υπήρξε πρωτοπόρος σ' αυτό το ερευνητικό πεδίο και χωρίς τη βοήθειά του, θα ήταν αδύνατη η περάτωση αυτού του ερευνητικού έργου.

Επίσης εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας προς το παθολογοανατομικό και βιοϊατρικό κέντρο του Νομαρχιακού Νοσοκομείου Αγρινίου για τη βοήθεια και τις διευκολύνσεις που μας παρείχε κατά τη διάρκεια αυτής της ερευνητικής εργασίας.

**Effect of dietary rich in essential fatty acids (fish oil, evening primrose oil) on modulation renal function**

**George Tsipias<sup>1,2</sup> and Kosmas Vidalis<sup>2</sup>**

**Abstract**

In this study we investigated the role of n – 3 and n – 6 essential fatty acids, in the cyclosporine model nephrotoxicity.

Administration of cyclosporine in rats, decreased creatinine clearance and provoked body weight loss, but it did not induced proteinuria and did not alter the urine volume. These changes were associated with decreased urinary ratios of prostaglandins (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>) / thromboxane B<sub>2</sub> and prostaglandins (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>) / thromboxane B<sub>2</sub> excretions. Light microscopic sections showed that 100 % of the animals were affected by histological tubular lesions on their kidneys.

Administration of cyclosporine to animals fed for 2,5 months on standard chow containing n – 3 and n – 6 essential fatty acids, restored creatinine clearance, augmented urine volume and prevented body weight loss. The improvement of renal function was accompanied by increased urinary ratios of prostaglandins (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>) / thromboxane B<sub>2</sub> and prostaglandins (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>) / thromboxane B<sub>2</sub> excretions. Light microscopic sections showed that only 50 % of the animals demonstrated histological tubular lesions of minor importance to their kidneys.

Our results suggest that the metabolites of arachidonic acid play an important role in the development of cyclosporine - nephrotoxicity because they increase the levels of thromboxane A<sub>2</sub> and that the enhanced synthesis of prostaglandins (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>) and (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>) induced by essential fatty acids, could play a beneficial role in the prevention of this renal dysfunction .

**Key words :** n – 3, n – 6 essential fatty acids, fish oil, evening primrose oil, prostaglandins, thromboxanes, cyclosporine, nephrotoxicity.

**Βιβλιογραφία.**

- Achard F., Gilbert M., Benistant C., Ben Slama S., DeWitt D.L., Smith W.L., Lagarde M. 1997. Eicosapentanoic and docosahexaenoic acids reduce PGH Synthase 1 expression in bovine aortic endothelial cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 241, (2) , 513 - 518
- Akpolat T., Akpolat I., Ozturk H., Sarikaya S., Cosar A.M., Bedir A., Kandemir B. 2000. Effect of vitamin E and pentoxifylline on glycerol – induced acute renal failure. *Nephron* 84, (3) : 243 – 247.
- Ali B.H., Bashir A.A. 1994. Effect of fish oil treatment on gentamicin – nephrotoxicity in rats. *Annals of Nutrition and Metabolism* 38, (6) , 336 - 339.
- Arntzen K.J., Brekke O.L., Vatten L., Austgulen R. 1998. Reduced production of PGE (2) and PGF (2 alpha) from decidual cell cultures supplemented with n - 3 polyunsaturated fatty acids. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators* 56, (2 - 3) , 183 – 195.
- Bell J.G., Tocher D.R., Sargent J.R. 1994a. Effect of supplementation with 20 / 3 (n-6) , 20 / 4 (n – 6) and 20

<sup>1</sup> *Laboratory of Zoology, Biochemistry and Molecular Biology. Department of Environment and Natural Resources management. University of Ioannina. University School of Agrinion.*

<sup>2</sup> *Laboratory of Ichthyology. Department of Aquaculture and Fisheries. Technological Educational Institution (T.E.I.) of Messolonghi.*

- /5 (n - 3) on the production of prostaglandin - E and prostaglandin - F of the 1 - series, 2 - series and 3 - series in turbot (*Scophthalmus - maximus*) brain astroglial cells in primary culture. *Biochimica et Biophysica Acta - Lipids and Lipid Metabolism* 1211, (3) , 335 - 342.
- Bell J.G., Tocher D.R., Macdonald F.M, Sargent J.R., 1994β. Effects of diets rich in linoleic (18 / 2 n - 6) and alpha linolenic (18 / 3 n - 3) acids on the growth, lipid class and fatty - acids compositions and eicosanoid production in juvenile turbot (*Scophthalmus - maximus* L) . *Fish Physiology and Biochemistry* 13, (2) , 105 - 118.
- Bennett W.M., Elzinga , L. and Kelley, V. 1988. Pathophysiology of cyclosporine nephrotoxicity. Role of eicosanoids. *Transplant. Proc.* XX, (suppl. 3) , 628 - 633.
- Bennett W.M. 1996. Mechanisms of acute and chronic nephrotoxicity from immunosuppressive drugs. *Renal Failure* 18 (3) : 453 - 460.
- Casas A., Hotter G., Rosellocatafau J., Fernandezcruz L., Gelpi E. 1995. Prostaglandins and cyclosporine mediated nephrotoxicity in rats - a critical - appraisal. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 52, (1) 49 - 53.
- Cleland G.L., Gibson, A.R., Neumann, M. and French K.J. 1990. The effect of dietary fish oil supplement upon the content of DGLA in Human plasma phospholipids. *Prostagl. Leukotr. and Essential Fatty Acids* 40, 9 - 12.
- Conger J.D., Kim G.E., Robinette J.B., 1994. Effects of Ang - II, ET (A) , and TXA (2) receptor antagonists on cyclosporine - A renal vasoconstriction. *American Journal of Physiology* 267 (3) : F 443 - F 449.
- Crafa F., Gugenheim J., Saintpaul M.C., Cavanel C., Lapalus F., Ouzan D., Militerno G., Mouiel J., 1991. Protective effects of prostaglandin E (1) on normothermic liver inchemia. *European Surgical Research* 23, (5 - 6) , 278 - 284.
- Δελίδης Σ.Γ., 1978. Μέθοδοι προετοιμασίας και παρασκευής ιστολογικών τομών. *Πρακτική Ιστολογική Τεχνική*, Αθήνα, σελ 10 - 35, 50 - 52.
- Editorial , 1988. Fish oil. *Lancet* 1, 1081 - 1083.
- Elzinga L., Kelley V.E., Houghton, D.C., Bennett, W.M. 1987. Modification of experimental nephrotoxicity with fish oil as a vehicle for cyclosporine. *Transplantation*, 43 : 271 - 274.
- Fan Y.Y., Chapkin R.S. 1993. Phospholipid sources of metabolically elongated gamma- linolenic acid - conversion to prostaglandin - E (1) in stimulated mouse macrophages. *Journal of Nutritional Biochemistry* 4, (10) , 602 - 607.
- Freeman J.D. 1991. Pharmacology and pharmacokinetics of CsA. *Clin. Biochem.* 24, 9 - 14.
- Grauer G.F., Greco D.S., Behrend E.N., Fettman M.J., Mani I., Getzy D.M., Reinhart G.A. 1996. Effects of dietary n - 3 fatty acid supplementation versus thromboxane synthetase inhibition on gentamicin - induced nephrotoxicosis in healthy male dogs. *American Journal of Veterinary Research* 57 (6) : 948 - 956.
- Hardy G., Stanke - Labesque F., Deveaux G., Devillier P., Sessa C., Bessard G. 2000. Cyclosporine A and Cremophor EL induce contractions of human saphenous vein : Involvement of thromboxane A (2) receptor - dependent pathway. *Journal of Cardiovascular Pharmacology* 36 (6) : 693 - 698.
- Hatziantoniou C. and Papanikolaou N. 1986. Renal effects of inhibitor of thromboxane A<sub>2</sub> - synthetase OKY - 046. *Experientia* 42, 613 - 615.
- Higlais N., Palletier, L. and Vial, C. 1986. Effect of PGE<sub>1</sub> in Brown Norway rats with mercury induced autoimmune disease. *Clinical Immunology Immunopathology* 40, 401 - 409.
- Horrobin F.D. 1990. GLA : An interediate in essential fatty acid metabolism with potential as an ethical pharmaceutical and as a food. *Reviews in Contemporary Pharmacotherapy* 1, 1 - 45.
- Huang Y.S., Smith R.S., Redden P.R., Cantrill R.C., Horrobin D.F. 1991. Modification of liver fatty acid metabolism in mice by n - 3 and n - 6 delta - 6 - desaturase substrates and products. *Biochimica et Biophysica Acta* 1082, (3) , 319 - 327.
- L' Azou B., Medina J., Friauff W., Cordier A., Cambar J., Wolf A. 1999. In vitro Models to study mechanisms involved in cyclosporine A - mediated glomerular contraction. *Archives of Toxicology* 73 (8 - 9) 337.



- Mansi M.K., Alkhudair W.K., Huraib S. 1998. Treatment of erectile dysfunction after kidney transplantation with intracavernosal self – injection of prostaglandin E1. *Journal of Urology* 159 (6) : 1927 - 1930.
- Morphake, P. Bariety, J., Darlametsos, I., Tsipas., G., Gkikas, G., Hornych, A. and Papanikolaou, N. 1994. Alteration of cyclosporine – induced nephrotoxicity by gamma linolenic (GLA) acid and eicosapentaenoic acid (EPA) in Wistar rats. *Prostag. Leuk. and Essential Fatty Acids* 50, 29 – 35.
- Nieuwenhuys C.M.A., Feijge M.A.H., Offermans R.F.G., Kester A.D.M., Hornstra G., Heemskerk J.W.M. 2001. Modulation of rat platelet activation by vessel wall - derived prostaglandin and platelet - derived thromboxane : effect of dietary fish oil on thromboxane – prostaglandin balance. *Atherosclerosis* 154, (2) , 355 – 366.
- Pallapies D. 1992. Vasoactive drugs affecting the prostaglandin system. *Wiener Klinische Wochenschrift* 104, (17) , 521 - 525.
- Papanikolaou N., Chatziantoniou C., Dontas A., Gkika E.L., Paris M., Gkikas G., Bariety J. 1987. Is thromboxane a potent antinatriuretic factor and is it involved in the development of acute renal failure? *Nephron* 45, 277 – 282.
- Papanikolaou N., Chatziantoniou C., Darlametsos I., Gkika E-L., Irvine R. 1990. Alterations of HgCl<sub>2</sub> – induced autoimmune glomerulonephritis and A.R.F. in Brown Norway rats. *Omega – 6 essential fatty acids*. Liss A., New York, pp. 391 – 412.
- Papanikolaou N., Peros G., Morphake P., Gkikas G., Maragianne D., Tsipas G., Kostopoulos K., Arambatze C., Gkika E-L., Bariety J. 1992. Does gentamicin induce acute renal failure by increasing renal TXA<sub>2</sub>? *Prostaglandin Leuk. and Essential Fatty Acids* 45, 131 – 136.
- Papanikolaou N., Darlametsos I., Tsipas G., Morphake P., Bokas S., Gkikas G., Hornych A., Bariety J., Gkika E-L., Karageorgou I., Patsialos K. 1996. Effects of oky – 046 and nifedipine in CsA - induced renal dysfunction in rats. *Prostaglandin Leuk. and Essential Fatty Acids* 55, 249 – 256.
- Parra T., de Arriba G., Arribas I., de Lema G.P., Rodriguez – Puyol D., Rodriguez – Puyol M. 1998. Cyclosporine a nephrotoxicity : Role of thromboxane and reactive oxygen species. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 131 (1) : 63 – 70.
- Pham H.T., Yun M., Xi S., Ziboh V.A. 2000. Dietary supplementation with a mixture of structured triacylglycerols 1,2,3 - tri – gamma – linolenylglycerol and 1,2- di- gamma- linolenyl-3-mono-oleylglycerol enhances kidney phospholipid DGLA and prostaglandin E – 1. *Nutrition Research* 20, (8) , 1151 - 1161.
- Renaud S., McGreor, L., Morazain, R. 1982. Comparative beneficial effects on platelet functions and atherosclerosis of dietary linoleic and g – linolenic acids in the rabbit. *Atherosclerosis* 45, 43 – 51.
- Ryffel B., Donatsch P., Hiestand P., Mihatsch, J.M. 1986. PGE<sub>2</sub> reduces nephrotoxicity and immunosuppression of cyclosporine in rats. *Clinical Nephrology* 25, S 95 - S 99.
- Ryffel B., Foxwell M.B., Gee A., Greiner B., Woerly G. and Mihatsch, J.M. 1988. Cyclosporine – relationship of side effects to mode of action. *Transpl.* 46, 90 S – 96S.
- Sprecher H. 1982. Biochemistry of essential fatty acids. *Prog. Lipid Res.* 20, 13 – 22.
- Svensson J. and Hamberg, M. 1976. TXA<sub>2</sub> and PGH<sub>2</sub> : Potent stimulators of the avine coronary artery. *Prostaglandins* 12, 943 – 950.
- Tsipas G., Morphake P., Darlametsos J., Bariety J., Gkika E.L., Hornych A., Manos G., Papanikolaou N. 1993. A selective TXA – synthetase inhibitor, oky- 046, partially protected rats against the nephrotoxicity induced by cyclosporine. *Proceedings 3<sup>rd</sup> International Satelite Symposium on acute renal failure*. Halkidike, Greece, University studio press, pp. 277 – 289.
- Τσιπάς Γ. 1996. Διερεύνηση μηχανισμού δράσεως της κυκλοσπορίνης. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Πάτρας, σελ 1- 135.
- Yeo Y.K., Lim A.Y., Lee J.Y., Kim H.J., Farkas T., Kim D.G. 1999. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids reduce arachidonic acid release by rat kidney microsomes. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology* 32, (1) , 33 – 38.

## Διαδικασίες σχεδιασμού και προοπτικές της τοπικής οικονομικής ανάπτυξης. Η περίπτωση του Νομού Τρικάλων

Νικόλαος Στάμου<sup>1</sup>, Ιωάννης Παπαδόπουλος<sup>2</sup>

### Περίληψη

Ο Νομός Τρικάλων διαθέτει συγκριτικά πλεονεκτήματα σε φυσικούς και ανθρώπινους πόρους. Φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον και ανθρώπινο δυναμικό μπορούν να συνδυαστούν κατάλληλα και αποτελεσματικά στα πλαίσια των προτάσεων του 3<sup>ου</sup> Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης (ΚΠΣ). Οι προτάσεις είναι αναγκαίο να καταλήγουν σε έργα των οποίων θα πρέπει να γίνει σωστή μελέτη, σωστή επίβλεψη και σωστή κατασκευή, ώστε αυτά καθ' εαυτά να είναι λειτουργικά και αποτελεσματικά. Παράλληλα, να τηρούνται οι αρχές της προστασίας του περιβάλλοντος. Τόσο όμως οι προτάσεις, όσο και οι σχετικές αποφάσεις επιλογής τους (στο στάδιο του προγραμματισμού) είναι απαραίτητο να διαπνέονται από την επιδίωξη υλοποίησης ενός "πλέγματος" έργων, τα οποία στο στάδιο της λειτουργίας τους θα χαρακτηρίζονται από την μέγιστη δυνατή συνέργεια, τόσο μεταξύ τους όσο και με τα ήδη κατασκευαζόμενα και με τα ήδη λειτουργούντα έργα. Στην παρούσα εργασία διερευνάται το προφίλ του Νομού Τρικάλων. Με βάση τη διερεύνηση αυτή, αφ' ενός αναπτύσσεται το σκεπτικό, στο οποίο πρέπει να στηριχθεί η διαδικασία διαμόρφωσης των προτάσεων, και αφ' ετέρου διατυπώνονται συγκεκριμένες προτάσεις που αφορούν τόσο τον σχεδιασμό αναβάθμισης της οικονομίας και της ανάπτυξης του Νομού Τρικάλων όσο και κυρίως προτάσεις εστιαζόμενες στην αξιοποίηση των φυσικών πόρων και του φυσικού περιβάλλοντος του Νομού. Οι προτάσεις αυτές εκτιμάται ότι αξιοποιούν τα συγκριτικά πλεονεκτήματα του Νομού και διασφαλίζουν την ανάπτυξη συνεργειας μεταξύ τόσο νέων όσο και υφιστάμενων αναπτυξιακών έργων καταναεόμενων στον χώρο εν είδει "πυρήνων".

**Λέξεις κλειδιά:** τοπική ανάπτυξη, πολυδραστηριότητες, αξιοποίηση φυσικών πόρων, τοπική οικονομία.

### 1. Εισαγωγή

Στα πλαίσια της καταπολέμησης και της άμβλυνσης των ανισοτήτων που υπάρχουν ανάμεσα στις Ευρωπαϊκές χώρες του Βορρά αφ' ενός και αυτές του Νότου αφ' ετέρου (Στάμου 1982), έχει από καιρό ξεκινήσει με τη βοήθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης μια προσπάθεια σύγκλισης των οικονομιών.

Η προσπάθεια αυτή, στη χώρα μας στηρίχθηκε στα Μεσογειακά Ολοκληρωμένα Προγράμματα (ΜΟΠ), στο πακέτο Ντελόρ II, καθώς και το 2<sup>ο</sup> Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης (ΚΠΣ), το οποίο ολοκληρώθηκε στο τέλος του 1999. Θα μπορούσε κάποιος να ισχυριστεί, ότι η προσπάθεια αυτή ήταν για την χώρα μας ως σύνολο αποτελεσματική αν κρίνουμε από το γεγονός ότι αυτή εντάχθηκε ήδη στην Οικονομική και Νομισματική Ένωση (ΟΝΕ).

Όλα τα παραπάνω Προγράμματα θα περίμενε κανείς να έχουν το ανάλογο αποτέλεσμα στις Περιφέρειες και στους Νομούς της Χώρας, και να έχει επέλθει η ισόρροπη ανάπτυξη. Πράγμα βέβαια που δεν συνέβη. Έτσι, στα πλαίσια του 3<sup>ου</sup> ΚΠΣ, το πρόβλημα γίνεται εντονότερο, αφού πρέπει να σμικρυνθούν τόσο οι ανισότητες αυτές μεταξύ των Περιφερειών, όσο και μεταξύ των Νομών, αλλά και ανάμεσα σε περιοχές μέσα στον ίδιο Νομό (ΥΠΕΧΩΔΕ 1999, Περιφέρεια Θεσσαλίας 1999).

Οι προτάσεις, οι οποίες θα γίνουν για το 3<sup>ο</sup> ΚΠΣ, μέσα από τις παραλείψεις ή τις επιλογές θα πρέπει να μην επαναλαμβάνουν λάθη του παρελθόντος. Μέτοχοι και κοινωνοί της αποφυγής των λαθών αυτών, θα πρέπει να είναι όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς της Κεντρικής εξουσίας, της Περιφέρειας και του Νομού (Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση, ΟΤΑ, κλπ), ώστε αφ' ενός να επιτευχθεί η ανάκαμψη της οικονομίας του ορεινού

<sup>1</sup> Εργαστήριο Δασικής Οικονομικής, Τμήμα Δασολογίας & Φ.Π., Α.Π.Θ. 54006 Θεσ/νίκη

<sup>2</sup> Πανεπιστημιακό Δάσος Πετρούλιου, 42032 Πετρούλι Τρικάλων

χώρου και αφ' ετέρου να παύει η πληθυσμιακή απερίμωσή του (Παπαγιάννης 1999).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διαμόρφωση προτάσεων στήριξης της τοπικής οικονομίας του Ν. Τρικάλων ύστερα από ανάλυση των ειδικών του χαρακτηριστικών και η σχετική του θέση στο επίπεδο της Περιφέρειας Θεσσαλίας.

## 2. Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία η οποία εφαρμόστηκε στηρίζεται σε αυτή των κοινωνικών επιστημών και ειδικά της έρευνας και της παρατήρησης των γεγονότων (Dunverger 1990), η οποία στην προκειμένη περίπτωση εξειδικεύτηκε στα εξής:

1. Καταγραφή των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών της Περιφέρειας
2. Καταγραφή των χαρακτηριστικών των Νομών της Περιφέρειας Θεσσαλίας
3. Καταγραφή, ανάλυση και αξιολόγηση των ειδικών χαρακτηριστικών του Ν. Τρικάλων και τέλος
4. Διαμόρφωση προτάσεων

## 3. Αποτελέσματα

### 3.1. Υφιστάμενη κατάσταση – το προφίλ του Νομού Τρικάλων

#### 3.1.1 Χρήσεις γης

Ο Νομός Τρικάλων βρίσκεται στο κέντρο της Ελλάδας και είναι ένας από τους 4 Νομούς της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Η μακρινή απόσταση από τα δύο μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας, την Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη, η ελλιπής οδική, υποτυπώδης σιδηροδρομική και καθόλου αεροπορική σύνδεση, αποτελούν τους πλέον καθοριστικούς και ανασταλτικούς συνάμα παράγοντες της κάποιας απομόνωσης που γνώρισε κατά το παρελθόν ο Νομός, αλλά και καθόρισαν και διαμόρφωσαν την κοινωνικο-οικονομική φυσιογνωμία της περιοχής.

Η έκταση του Νομού ανέρχεται σε 3.381.000 στρέμματα και το κύριο χαρακτηριστικό της γεωμορφολογίας του νομού Τρικάλων είναι το μεγάλο ποσοστό ορεινών (66%) και ημιορεινών (14%) περιοχών με έντονη κάλυψη από παραγωγικά δάση (30%) και μεγάλες εκτάσεις βοσκοτόπων (42%).

#### 3.1.2 Πληθυσμιακή διάρθρωση

Ο Νομός ύστερα από μία σημαντική μείωση του πληθυσμού στη 10ετία 61-71 (από 142.781 μειώνεται στις 133.417), αρχίζει να επανασταθεί, αφού ο πληθυσμός του παρουσιάζει σταθερή αύξηση (Σχήμα 1).

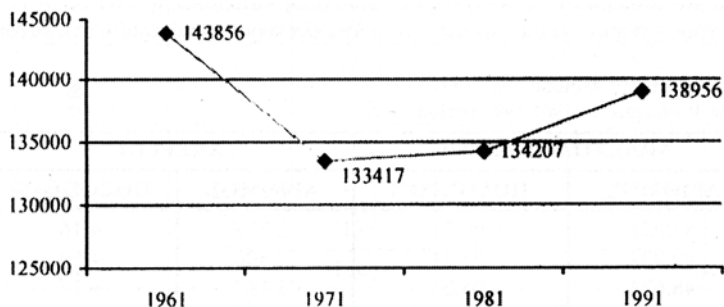
Η μεγάλη πτώση μεταξύ 61-71, οφείλεται στην μεγάλη “αγροτική έξοδο” με κατεύθυνση κυρίως την εξωτερική μετανάστευση, προς τις χώρες της δυτικής Ευρώπης (Γερμανία κυρίως).

Στη 10ετία 71-81 σημειώνεται μία σταθεροποίηση, ενώ διαμορφώνεται η τάση επιστροφής, τόσο των εργαζομένων στο εξωτερικό, όσο και του εσωτερικού.

Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού του Νομού ζει και εργάζεται στην πόλη των Τρικάλων, όπου ο πραγματικός πληθυσμός ξεπερνά τις 60.000 (σχεδόν το ήμισυ του Νομού), ενώ ο πληθυσμός της απογραφής είναι μικρότερος (48.962) με την απογραφή του 1991.

Η αύξηση του πληθυσμού (+3,53%) κατά την προηγούμενη 10ετία (1981-1991) σε σχέση με τους άλλους 3 Θεσσαλικούς Νομούς (Λαρίσης, Μαγνησίας και Καρδίτσας) υπολείπεται του μέσου όρου του συνόλου της Θεσσαλίας (+5,63%) (Πίνακας Ι).

Στον τομέα της απασχόλησης η σχετικά μικρή κλίμακα βιομηχανικής παραγωγής και ο έντονα δασικός και γεωργοκτηνοτροφικός χαρακτήρας της



Σχήμα 1. Εξέλιξη του πληθυσμού του Ν. Τρικάλων την περίοδο 1961 – 1991.  
Figure 1. Population development of Trikala Prefecture in 1961-1991 period.

**Πίνακας I.** Πληθυσμός στην Θεσσαλία κατά Νομό  
**Table I.** The population in Thessalia per Prefecture

ΝΟΜΟΣ			%ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ
	1981	1991	1981-1991
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	124930	126854	1,54
ΛΑΡΙΣΗΣ	254296	270612	6,42
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	182222	198434	8,90
ΤΡΙΚΑΛΩΝ	134207	138946	3,53
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	695554	734846	5,63

Πηγή: Οι Νομοί της Ελλάδας, Επιλογή 1998

τα δάση, την κτηνοτροφία και τον αγροτουρισμό και ειδικότερα τον παραθεριστικό ορεινό τουρισμό, συμπληρωματικά δε την γεωργία. Στο σύμπλεγμα Χασιών-Αντιχασίων, η δραστηριότητα του ενεργού πληθυσμού επικεντρώνεται στους τομείς της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, ενώ στην υπόλοιπη πεδινή περιοχή οι κάτοικοι της ασχολούνται με την γεωργία (δυναμικές καλλιέργειες, γεωργικές επιχειρήσεις, θερμοκήπια κλπ.) Τέλος, στην περιοχή των Τρικάλων το μεγαλύτερο μέρος ασχολείται με την παροχή υπηρεσιών (εμπόριο, υπηρεσίες, κλπ), καθώς και στον μεταποιητικό και κατασκευαστικό τομέα (μικρές και μεσαίες βιοτεχνίες, οικοδομές με αρκετά σημαντικό ποσοστό στις βιομηχανίες της περιοχής, τόσο μέσα και πέρα της πόλης, όσο και κατά μήκος των οδικών αξόνων Τρικάλων - Καλαμπάκας, Τρικάλων - Λάρισας, Τρικάλων - Καρδίτσας και Τρικάλων - Πύλης).

Πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα ο συμπληρωματικός χαρακτήρας της απασχόλησης των αγροτών των ορεινών περιοχών, των οποίων τα εισοδήματα πέραν αυτών της κύριας απασχόλησης προέρχονται και από άλλες εποχιακές. Αρκετοί αγρότες των περιοχών αυτών μετακινούνται κάθε χρόνο σ' άλλες περιοχές της χώρας για εποχιακές εργασίες συγκομιδής, όπως τρύγος, ελιές κλπ., σε αριθμό που η Έκθεση του 5ετούς Νομαρχιακού Προγράμματος Οικονομικής και Κοινωνικής Ανάπτυξης 88-92 του Νομού Τρικάλων τους υπολογίζει σε 2.000 με 2.500 περίπου, ετησίως.

Γενικότερα όσον αφορά το σύνολο του Νομού Τρικάλων, η σύνθεση και η εξέλιξη της απασχόλησης, σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του 1991 παρουσιάζονται στον πίνακα II.

### 3.1.3 Η διάρθρωση της παραγωγής και χαρακτηριστικά της οικονομίας του Νομού

Σχετικά με την δομή του παραγωγικού συστήματος του Νομού Τρικάλων, πρέπει να σημειώσουμε ότι στηρίζεται κυρίως στον πρωτογενή τομέα και συγκεκριμένα, στον τομέα της Γεωργίας όπου καλλιεργούνται γύρω στα 670.000 στρ. (20% της συνολικής έκτασης), με σημαντική παραγωγή σε δυναμικές καλλιέργειες, όπως το βαμβάκι, καπνός, μηδική, σποροκηπευτικά, σιτάρι, καλαμπόκι κλπ.

Τα κύρια κτηνοτροφικά προϊόντα, είναι το αιγοπρόβειο και αγελαδινό γάλα, (τροφοδοτούν τα 3 μεγάλα εργοστάσια γάλακτος του Νομού και καλύπτουν τις ανάγκες σε εσωτερική κατανάλωση, ενώ εξάγονται σημαντικές ποσότητες σε τυρί διαφόρων τύπων - κυρίως φέτας -, γιαούρτι κλπ τυροκομικά προϊόντα), καθώς

**Πίνακας II.** Απασχόληση στο Ν. Τρικάλων την περίοδο 1961-1991  
**Table II.** The employment in Trikala Prefecture in 1961-1991 period

ΕΤΟΣ	ΕΝΕΡΓΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΑΠΑΣΧΟΛΟΥΜΕΝΟΙ		ΑΝΕΡΓΟΙ	
		ΑΡΙΘΜΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
1961	66.728	63.951	95,84	2.777	4,16
1971	52.332	49.932	95,41	2.400	4,59
1981	50.791	48.674	95,83	2.117	4,17
1991	49.039	45.034	91,83	4.005	8,17

Πηγή: Σχέδιο Περιφερειακής Ανάπτυξης 2000-2006. Περιφέρεια Θεσσαλίας 1999.

περιοχής, προσδιορίζουν σαφώς και τον χαρακτήρα της απασχόλησης, που διοχετεύεται στον πρωτογενή κυρίως τομέα.

Στον άξονα Καλαμπάκας-Μετρώρων-Πύλης και των γύρω χωριών, λόγω των ποικίλων δραστηριοτήτων, η απασχόληση καλύπτει και τους τρεις τομείς της οικονομίας, με σημαντικό ποσοστό απασχολομένων -πλήρους και αποκλειστικής απασχόλησης - στον τουρισμό, κυρίως στην Καλαμπάκα και το Καστράκι, λόγω Μετρώρων. Στον άξονα του Ασπροποτάμου, λόγω του δασικού χαρακτήρα της περιοχής η απασχόληση αφορά κυρίως

και κρέας (γύρω στους 20 χιλ. τόνους) και άλλα ζωοκομικά προϊόντα.

Τα δάση από την πλευρά τους - το 1/3 της έκτασης του Νομού καλύπτεται από παραγωγικά δάση, κυρίως ελάτης, δρυός και οξιάς και αποτελούν σημαντική πηγή παραγωγής πρώτης ύλης (ετήσια παραγωγή 150.000 τόνοι στρόγγυλης και καύσιμης ξυλείας συνολικά).

Στα νερά του Ασπροποτάμου ζει εκλεκτής ποιότητας πέστροφα. Στην περιοχή λειτουργεί μονάδα παραγωγής γόνου του δασορχείου Καλαμπάκας, ενώ υπάρχει αρκετός αριθμός ερασιτεχνών αλιέων, που ασχολούνται με την αλιεία της πέστροφας.

Στον δευτερογενή τομέα, λόγω του αγροτικού χαρακτήρα της περιοχής, οι περισσότερες μονάδες μεταποίησης σχετίζονται με τα προϊόντα του πρωτογενή τομέα (μάλλινα και βαμβακερά, υφάσματα, τυροκομικά, αλλαντικά, προϊόντα ξύλου). Η λειτουργία σημαντικού αριθμού αλευροβιομηχανιών, τυροκομείων, 2 μεγάλων εργοστασίων ξυλείας του Δασορχείου Καλαμπάκας και της Ε.Α.Σ. Καλαμπάκας, πολλών μικρών προσηρρίων, δύο μονάδων μίξης ζωοτροφών, πολλών μικρών βιοτεχνιών και η ιδιαίτερα ανεπτυγμένη οικοτεχνία, το είδος και το μέγεθος της αγροτικής παραγωγής, όλα επιβεβαιώνουν τον χαρακτήρα της μεταποίησης. Η διάθεση της αγροτικής παραγωγής έχει αποδέκτες τις Ενώσεις Αγροτικών Συνεταιρισμών και τους ιδιώτες, τόσο της περιοχής όσο και του υπόλοιπου Νομού, ενώ σημαντικές είναι και οι εξαγωγές σε βαμβάκι, πεπονοειδή κλπ. Από τα κτηνοτροφικά προϊόντα το αιγοπρόβειο γάλα διατίθεται στα τυροκομεία της περιοχής και το αγελαδινό σε βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων, που λειτουργούν αποδοτικότητα στο Νομό, ενώ το μαλλί σε βιοτεχνικά λαναριστήρια της περιοχής, απ' όπου παίρνουν το νήμα για την κατασκευή μάλλινων υφαντών και λοιπών ειδών οικοτεχνίας. Πρέπει να επισημανθεί ιδιαίτερα η παραγωγή παραδοσιακών υφαντών και λοιπών ειδών χειροτεχνίας είτε υπό μορφή οικοτεχνίας, είτε υπό μορφή μικρών βιοτεχνιών οικογενειακής μορφής

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι κατά την περίοδο 1981-1994, ο δευτερογενής τομέας σε όλη τη Θεσσαλία φαίνεται να έχει υποστεί μια σημαντική μείωση του προϊόντος (-12,4%), ενώ ο ίδιος τομέας για το ίδιο διάστημα για το σύνολο της χώρας παρουσιάζει αύξηση κατά 8,2% (Πίνακας III).

Από άποψη ΑΕΠ ο Νομός Τρικάλων βρίσκεται στην 28<sup>η</sup> θέση σε σύνολο 54 Νομών της Χώρας, με το 55,2% του ΑΕΠ του να στηρίζεται στον τριτογενή τομέα, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τη Θεσσαλία είναι 44,1% (Πίνακας IV). Η παραγωγικότητα του Νομού στο σύνολο των τομέων παραγωγής (0,85) επίσης υπολείπεται και των 3 άλλων Θεσσαλικών Νομών (Πίνακας V).

**Πίνακας III.** Διάρθρωση του ακαθάριστου προϊόντος στη Θεσσαλία και την Ελλάδα κατά τα έτη 1981, 1994, καθώς και στην ΕΕ κατά το έτος 1992 (σε σταθερές τιμές 1970).

**Table III.** Structure of gross product in Thessaly and Greece in 1981, 1994, and in UE in 1992 (in standard values 1970)

ΤΟΜΕΙΣ	ΘΕΣΣΑΛΙΑ (Θ)			ΧΩΡΑ (Χ)			ΕΕ
	1981	1994	Δ <sup>β</sup>	1981	1994	Δ <sup>β</sup>	1992 <sup>γ</sup>
Πρωτογενής	8086	9438	16,7	59516	63749	7,1	2,6
	30,1	30,1		14,2	12,4		
Δευτερογενής	8879	7776	-12,4	133441	144470	8,2	33,1
	33,0	24,8		31,9	28,1		
Τριτογενής	9920	14158	42,7	225314	305254	35,4	64,3
	36,9	45,1		53,9	59,5		
Σύνολο	26856	31372	16,8	418271	513473	22,7	100,0
	100,0	100,0		100,0	100,0		

α. Θ/Χ είναι ο λόγος Θεσσαλίας προς το σύνολο της Χώρας

β. Δ είναι η ποσοστιαία μεταβολή του Προϊόντος στην περίοδο 1981-1994

γ. Πηγή EUROSTAT (1995) Statistical Yearbook 1995, European Commission, Luxembourg

Πηγή: Χωροταξικό Σχέδιο Περιφέρειας Θεσσαλίας, ΥΠΕΧΩΔΕ, 1998

**Πίνακας IV.** Ποσοστιαία σύνθεση ΑΕΠ ανά Νομό και Τομέα Παραγωγής (1994)**Table IV.** Composition Percentage GNP per prefecture and Product Section (1994)

ΝΟΜΟΙ	ΕΚ. ΔΡΧ	%	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ	ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ	ΣΥΝΟΛΟ
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	189207	18,48	52,1	12,5	35,4	100
ΛΑΡΙΣΗΣ	370031	36,14	30,1	25,0	44,9	100
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	321434	31,40	28,8	28,0	43,2	100
ΤΡΙΚΑΛΩΝ	143097	13,98	24,8	20,0	55,2	100
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	1023769	100,00	33,0	22,9	44,1	100

Πηγή: Σχέδιο Περιφερειακής Ανάπτυξης 2000-2006. Περιφέρεια Θεσσαλίας 1999.

**Πίνακας V.** Σχετική Παραγωγικότητα ανά Τομέα Παραγωγής, 1981, 1991 (Θεσσαλία = 1,0).**Table V.** Relative Productivity per Production Section, 1981, 1991 (Thessalia = 1,0)

ΝΟΜΟΙ	1981				1991			
	A	B	Γ	ΣΥΝΟΛΟ	A	B	Γ	ΣΥΝΟΛΟ
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	0,84	0,80	1,04	0,75	1,03	0,84	1,09	0,96
ΛΑΡΙΣΗΣ	1,34	0,89	0,98	1,08	1,03	0,95	0,96	0,97
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	0,88	1,32	0,98	1,28	1,03	1,32	1,01	1,17
ΤΡΙΚΑΛΩΝ	0,82	0,66	1,05	0,80	0,88	0,61	1,01	0,85
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Πηγή: Σχέδιο Περιφερειακής Ανάπτυξης 2000-2006. Περιφέρεια Θεσσαλίας 1999.

Η κατανομή των επενδύσεων φαίνεται να είναι δυσανάλογη (46,34%) του μέσου όρου της Θεσσαλίας (8,01%) στον τριτογενή τομέα, ενώ οι υπόλοιποι νομοί δίνουν μεγαλύτερο βάρος στις επενδύσεις του δευτερογενούς τομέα (Πίνακας VI).

**Πίνακας VI.** Κατανομή Επενδύσεων κατά Τομέα**Table VI.** Investment distribution per section

ΝΟΜΟΙ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ	ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ	ΣΥΝΟΛΟ
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	21,08	69,96	8,96	100,0
ΛΑΡΙΣΗΣ	6,15	90,48	3,37	100,0
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	0,42	93,75	5,83	100,0
ΤΡΙΚΑΛΩΝ	15,48	38,18	46,34	100,0
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	4,28	87,71	8,01	100,0

Πηγή: Σχέδιο Περιφερειακής Ανάπτυξης 2000-2006. Περιφέρεια Θεσσαλίας 1999.

Τέλος από τους δείκτες υποδομών και ποιότητας ζωής σε σχέση με το σύνολο της χώρας και τους άλλους Θεσσαλικούς Νομούς (Πίνακας VII) ο Νομός Τρικάλων φαίνεται να υστερεί σημαντικά στην κατά κεφαλήν κατανάλωση βιομηχανικού ρεύματος, καθώς και στα ΙΧ ανά 1000 κατοίκους.

### 3.2. Στοιχεία και διαδικασία σχεδιασμού και στήριξης της Οικονομίας στο Ν. Τρίκालων

Οι διαθέσιμοι πλουτοπαραγωγικοί πόροι του νομού Τρικάλων (φυσικοί, πολιτισμικοί, ανθρώπινοι), και η κεντροβαρής γεωγραφική του θέση στο σύνολο της Χώρας διαμορφώνουν και παράγουν εν δυνάμει συγκριτικά πλεονεκτήματα για την τοπική του οικονομία και την ανάπτυξή του, ιδιαίτερα αν οι αναπτυξιακοί άξονες κατευθυνθούν στην αξιοποίηση των πλουτοπαραγωγικών αυτών πόρων.

Οι προτάσεις που θα διαμορφωθούν στα πλαίσια του 3<sup>ου</sup> Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης (ΚΠΣ), θα πρέπει να είναι εναρμονισμένες με τις δεσμεύσεις του Β' ΠΕΠ Θεσσαλίας, τα προγράμματα του οποίου παρουσιάζονται στον Πίνακα VIII, και είναι αναγκαίο να δώσουν τελικά λύσεις τέτοιες, ώστε να μπορέσουν να δημιου-

**Πίνακας VII.** Δείκτες Υποδομών και Ποιότητας Ζωής (Μέσος Όρος Χώρας = 100)

**Table VII.** Infrastructure and Quality Life Indices (Mean of Country = 100)

ΔΕΙΚΤΗΣ	ΕΤΟΣ	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	ΛΑΡΙΣΣΑ	ΜΑΓΝΗΣΙΑ	ΤΡΙΚΑΛΑ	ΘΕΣΣΑΛΙΑ
Κατά κεφαλή καταν. Οικιακού Ρεύματος	1996	59,36	79,53	88,02	69,52	78,18
ΙΧ αυτοκίνητα ανά 1000 κατοίκους	1996	45,28	74,40	76,11	57,42	66,59
Τηλέφωνα ανά 1000 κατοίκους	1995	65,72	74,47	90,82	74,23	77,33
Κατά Κεφαλή Καταν. Βιομηχ. Ρεύματος	1996	17,00	71,01	318,33	33,52	121,64
Δημοτικά Σχολεία ανά 1000 κατοίκους	1995	157,12	121,35	103,34	185,58	134,82
Γυμνάσια ανά 1000 κατοίκους	1995	123,28	113,77	95,77	114,16	110,62
Λύκεια ανά 1000 κατοίκους	1995	112,38	114,74	98,65	94,61	106,16
Νοσοκ. Κλίνες ανά 1000 κατοίκους	1994	44,74	52,64	105,18	62,35	67,35
Γιατροί ανά 1000 κατοίκους	1995	47,38	64,27	69,61	55,35	61,09

Πηγή: Σχέδιο Περιφερειακής Ανάπτυξης 2000-2006. Περιφέρεια Θεσσαλίας 1999.

**Πίνακας VIII.** Δέσμευση του Β' ΠΕΠ Θεσσαλίας

**Table VIII.** Engagement Thessalia's B' ROP

ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ	ΔΕΣΜΕΥΣΗ (ΧΙΑ ECU)
1. Αγροτική ανάπτυξη	129,490
2. Μεταποίηση	90,844
3. Υπερτοπικά δίκτυα υποδομής	115,300
4. Προστασία περιβάλλοντος - Ποιότητα ζωής	83,090
5. Ανθρώπινοι πόροι	82,122
6. ΕΑΠΤΑ	56,315
7. Εφαρμογή	7,158
8. Συμπλήρωση λειτουργικών φάσεων Α' ΚΠΣ	3,657
<b>ΣΥΝΟΛΟ Β' ΠΕΠ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ</b>	<b>567,976</b>

Πηγή: Σχέδιο Περιφερειακής Ανάπτυξης 2000-2006. Περιφέρεια Θεσσαλίας 1999.

γηθούν προοπτικές πράγματα καλύτερες από αυτές που είχε μέχρι σήμερα ο Νομός.

Τρία είναι τα κύρια στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διάρκεια της σύνταξης του 3<sup>ου</sup> ΚΠΣ όσον αφορά τον Νομό:

1. Ο Νομός Τρικάλων παρουσιάζει μια τυπική κατάσταση αυτής που λέγαμε παλιότερα των σχέσεων Βορρά και Νότου, σχέσεων δηλαδή μεταξύ περισσότερο και λιγότερο αναπτυγμένων περιοχών (Στάμου 1982). Αυτή η σχέση υπάρχει και σε Εθνικό επίπεδο πχ Περιφέρεια Θεσσαλίας σε σχέση με άλλες Περιφέρειες. Υπάρχει μέσα στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (διαφοροποίηση των επιπέδων ανάπτυξης μεταξύ των Νομών), υπάρχει όμως μια ανάλογη σχέση και μέσα στον ίδιο το Νομό Τρικάλων. Ο ορεινός του χώρος έχει υπολειφθεί σημαντικά σε ανάπτυξη σε σχέση με τον πεδινό και τον αστικό χώρο. Αν η παρατήρηση για την διαφοροποίηση αυτή γίνει αποδεκτή, τότε ο ορεινός χώρος, στα πλαίσια της κοινωνικής δικαιοσύνης και στα πλαίσια των σχετικών συζητήσεων και της λήψης των αποφάσεων στην Περιφέρεια, πρέπει και να αναπτύξει σημαντικές διεκδικήσεις στο παρόν στάδιο του σχεδιασμού και να έχει σημαντικά θετικά αποτελέσματα κατά την κατανομή των πόρων.

2. Αν μείνουμε μέσα στην Περιφέρεια και ειδικότερα μέσα στο Νομό Τρικάλων, πέρα από τα διαφορετικά επίπεδα ανάπτυξης και βιοτικού επιπέδου θα δούμε ότι αναπτύσσονται και κάποιες άλλες σχέσεις μεταξύ του ορεινού και του πεδινού χώρου του Νομού Τρικάλων, όπως γενικά συμβαίνει σχεδόν για κάθε ορεινό χώρο (Στάμου 1996, Στάμου κá 1997, Wiersum and Elands 1999).

α. Πρώτα είναι οι σχέσεις του νερού. Το νερό να μην καταναλώνεται κυρίως στον αστικό και πεδινό χώρο του Νομού Τρικάλων και του υπόλοιπου μέρους της Περιφέρειας (αντλούμενο ή μεταφερόμενο εκεί), δεν παράγεται όμως αυτό στους χώρους κατανάλωσης. Το νερό, ακόμα και αυτό που αντλείται στα πεδινά, στο μεγαλύτερο μέρος του παράγεται στα ορεινά. Η αναστροφή π.χ. του Αχελώου, σημαίνει αναστροφή των

νερών των ορεινών περιοχών του Νομού Τρικάλων και μεταφορά τους για αξιοποίηση εκτός του ορεινού χώρου του και εκτός του Νομού. Το γεγονός αυτό αν δεν συνδυαστεί, τόσο στο επίπεδο των αποφάσεων της Περιφέρειας όσο και στο επίπεδο του Ν. Τρικάλων, με αντισταθμιστικά οφέλη υπέρ των ορεινών περιοχών του Νομού, θα σημαίνει και θα συνεπάγεται τελικά δυσμενή διακριτική μεταχείριση του ορεινού χώρου, καθώς τα νερά θα μεταφερθούν και θα αποβούν σε όφελος των περιοχών των υπολοίπων Νομών της Περιφέρειας και των πεδινών και αστικών περιοχών του Νομού Τρικάλων.

β. Έχουμε επίσης τις σχέσεις εδάφους μεταξύ του ορεινού και πεδινού χώρου. Όλοι ξέρουμε, ότι αν τα οικοσυστήματα του ορεινού χώρου δεν είναι σε κατάλληλη κατάσταση, ώστε να λειτουργούν πράγματι ως ο “πράσινο προστατευτικός μανδύας του εδάφους”, τότε το έδαφος και κυρίως το πιο παραγωγικό και λεπτόκοκκο υλικό, και άρα και η παραγωγική ικανότητα των εδαφών του ορεινού χώρου μεταφέρονται προς τα κατάντη, στα πεδινά. Ένα δε σημαντικό μέρος αυτών καταλήγει τελικά στη θάλασσα. Ο ορεινός δηλαδή χώρος, με την διατήρηση και την προστασία των φυσικών του οικοσυστημάτων, προσφέρει άμεσα στις κοινωνίες των πεδινών και των αστικών περιοχών:

- νερό και μάλιστα σε άριστη ποιότητα, λόγω μη επιβάρυνσής του με χημικά και λόγω ταυτόχρονου φιλτραρίσμάτος του μέσω της διήθησης δια του δασικού εδάφους
- υπηρεσίες συγκράτησης των νερών και του εδάφους (αντιχειμαρρική και αντιπλημμυρική προστασία)  
Προσφέρει έτσι σ' αυτές άμεσα οικονομικά οφέλη, αλλά και πολιτισμικά μέσω της προστασίας των προς τα κατάντη έργων πολιτισμού. Τα οφέλη αυτά δεν προκύπτουν αυτόματα, αλλά μέσα από τους περιορισμούς στους οποίους υπόκεινται οι κάτοικοι του ορεινού χώρου σε σχέση με το χειρισμό και την από μέρους τους αξιοποίηση των εκεί φυσικών οικοσυστημάτων.

3. Για να μπορέσει να επιτευχθεί μια ανάπτυξη σε μια οποιαδήποτε γεωγραφική περιοχή, είναι απαραίτητο να γίνει η κινητοποίηση του συνόλου των πλουτοπαραγωγικών, οικονομικών, φυσικών, πολιτισμικών, και ανθρώπινων πόρων. Κινητοποίηση και ένταξη σε ένα δίκτυο έργων και ενεργειών που θα υπόσχονται και θα ενσωματώνουν όλες τις προϋποθέσεις μεγιστοποίησης της αποδοτικότητάς τους (Χριστοδούλου 1999).

Από την άποψη του σχεδιασμού της ανάπτυξης, σήμερα βρισκόμαστε ήδη σε ένα συγκεκριμένο στάδιο της διαδικασίας σχεδιασμού. Ήδη γνωρίζουμε ποιοι είναι οι στόχοι σε εθνικό επίπεδο, έχει γίνει μια πρώτη κατανομή των πόρων σε επίπεδο Περιφέρειας, έστω σε χονδρικά μεγέθη και ασχολούμαστε με την παρατήρηση και την αξιολόγηση της ανάπτυξης σε επί μέρους περιοχές και σε επί μέρους τομείς της οικονομίας. Συζητάμε σήμερα συνεπώς ενδοπεριφερειακά, πώς θα γίνουν τα προγράμματα έργων, τα οποία θα συμπεριληφθούν στο 3<sup>ο</sup> ΚΠΣ και θα υλοποιηθούν στα πλαίσια αυτού.

Με την έννοια της προηγούμενης παραγράφου, έχουμε ήδη τον μακροοικονομικό σχεδιασμό, που αφορά το εθνικό και σε ένα βαθμό και το περιφερειακό επίπεδο, και στη συνέχεια το μικροοικονομικό σχεδιασμό, που αφορά το επίπεδο του Νομού και το επίπεδο των νέων πυρήνων ανάπτυξης και των έργων μέσα στο Νομό. Η σχέση των παραπάνω επιπέδων παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα 2 (Στάμου υπό δημοσίευση).

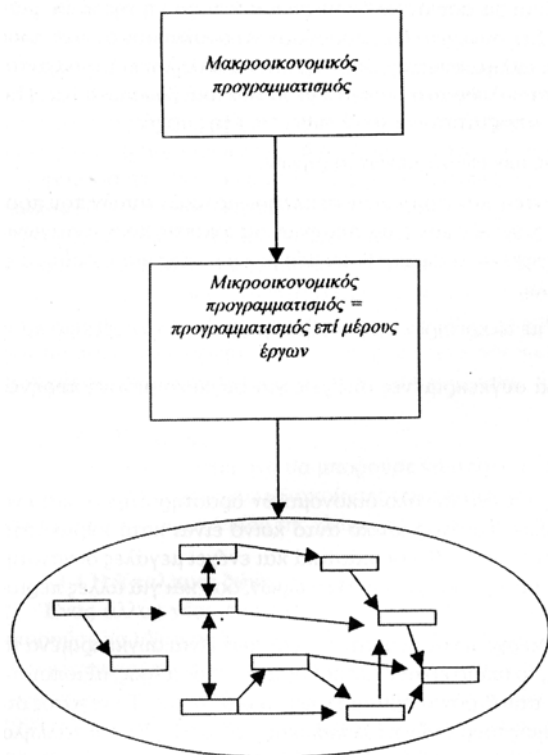
Στο τρίτο επίπεδο του σχήματος 2 παρουσιάζονται σχηματικά η σχέση συνέργειας των έργων στη φάση της λειτουργίας τους. Η σχέση αυτή θα πρέπει να λειτουργεί όχι μόνο μεταξύ των έργων που θα προταθούν στο 3<sup>ο</sup> ΚΠΣ, αλλά αν είναι δυνατόν και μεταξύ των έργων που είχαν προταθεί σε προηγούμενες περιόδους και βρίσκονται ήδη σε λειτουργία. Η εν λόγω σχέση συνέργειας εκφράζει τελικά και την αμεσότητα μεταξύ των στόχων των έργων και του στόχου της ανάπτυξης (Sagent 1991, Stamou 1996, Στάμου 1999). Η σχέση συνέργειας μεταξύ των έργων επιβάλλει προφανώς και την ανάγκη τα εν λόγω έργα να εκτελεστούν έγκαιρα και έγκαιρα να μπουν στην παραγωγική διαδικασία.

Απαραίτητες βέβαια προϋποθέσεις για το σκοπό αυτό είναι η σωστή μελέτη, η σωστή και συστηματική επίβλεψη κατά την εκτέλεση και η σωστή επίβλεψη και αξιοποίηση στη συνέχεια κατά τη λειτουργία τους.

### 3.3. Οι πυρήνες στήριξης της Οικονομίας και προώθησης της ανάπτυξης στο Νομό Τρικάλων

Η αμεσότητα της σχέσης συνέργειας μεταξύ των έργων σε αναφορά και προς το γενικότερο στόχο της ανάπτυξης, επιβάλλει, ώστε η ανάπτυξη να στηριχθεί σε γεωγραφικούς πυρήνες, στους οποίους είτε λόγω των μέχρι τώρα δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται εκεί είτε λόγω των δυνατοτήτων που οι πυρήνες αυτοί προσφέρουν εξασφαλίζεται η εν λόγω συνέργεια.





**Σχήμα 2.** Μακροοικονομικός σχεδιασμός σε επίπεδο εθνικό, περιφέρειας και νομού

**Figure 2.** Macroeconomic planning in national, regional and prefecture level.

των αναβάθμισης για την τοπική οικονομία και όχι μόνο

- η περιοχή Συκιάς - Μεσοχώρας με τα φράγματα της ΔΕΗ και τους πολιτισμικούς θησαυρούς της
- η υπαλπική ζώνη ως ενιαίος με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και δυνατότητες χώρος
- οι περιοχές “Φύση 2000” (Natura 2000) και
- ο άξονας του Πηνειού ποταμού

Επάνω στους πυρήνες αυτούς, με την έντονη διαφοροποίηση στον βαθμό της μέχρι τώρα λειτουργίας τους, μπορούν να συνδεθούν καινούργια έργα τα οποία και θα υποστηρίζουν αλλά και θα υποστηρίζονται από τις εκεί μέχρι τώρα δραστηριότητες και θα αξιοποιούν περαιτέρω τις δυνατότητες, πολλαπλασιάζοντας έτσι το αναπτυξιακό αποτέλεσμα (Στάμου υπό δημοσίευση).

Συγκεκριμένο παράδειγμα νέου έργου μπορεί να είναι ένα νέο χιονοδρομικό κέντρο στη Μαρόσα, το οποίο μπορεί στη συνέχεια να μετεξελιχθεί σε νέο πυρήνα ανάπτυξης. Τα έργα, που θα προταθούν σε όλους αυτούς τους πυρήνες (εν λειτουργία και νέους), είναι απαραίτητο να έχουν για στήριξη

- α) τους κατάλληλους φορείς διαχείρισης και στήριξης, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, και
- β) να αξιοποιούν τις νέες τεχνολογίες.

Όπου υπάρχει βιώσιμη οικονομική κίνηση και κίνηση επισκεπτών θα πρέπει αυτή να στηριχθεί ακόμη περισσότερο, μέχρι τα όρια βέβαια που δεν θα υπάρχει κίνδυνος για το φυσικό περιβάλλον (Sagent 1991,

Ένας επί πλέον παράγοντας ο οποίος λειτουργεί ενισχυτικά στην ανάπτυξη συνέργειας είναι η στήριξη (αλλά και ο έλεγχος) των φορέων διαχείρισης των έργων. Δεν είναι δυνατόν να προτείνεται ένα έργο, να ανατίθεται αυτό σε ένα συγκεκριμένο φορέα εκτέλεσης και στη συνέχεια σε φορέα διαχείρισης και να μην υπάρχει στήριξη για τους φορείς αυτούς. Συνεπώς εστιάζοντας την προσοχή μας στο να προταθούν έργα τα οποία είτε αλληλοσυμπληρώνονται μεταξύ τους, είτε στηρίζουν ή στηρίζονται σε άλλα παλιά έργα και εκδηλώνουν τη μέγιστη δυνατή συνέργεια προς την κατεύθυνση των στόχων της ανάπτυξης σημαίνει, προκειμένου για την ανάπτυξη του Ν. Τρικάλων, ότι επιδιώκουμε την πολλαπλασιαστική προς την κατεύθυνση αυτή δράση των έργων στην ανάπτυξη με βάση:

- α) τους υπάρχοντες πυρήνες ανάπτυξης και
- β) νέους πυρήνες έργων που θα πρέπει να επιλεγούν μέσα στο Νομό.

Τέτοιοι πυρήνες ανάπτυξης που σχετίζονται τόσο με τους φυσικούς πόρους όσο και με τον ορεινό χώρο θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι:

- η περιοχή των Μετεώρων
- ο άξονας Ελάτης – Πετρουλίου – Νεραϊδοχωρίου με το χιονοδρομικό κέντρο Πετρουλίου και προοπτικά της Μαρόσας και με τα εξαιρετικά φυσικά τοπία του Αχελώου στον ίδιο άξονα,
- η ελεγχόμενη κυνηγετική περιοχή (ΕΚΠ) Κόζιακα, περιοχή που εμπεριέχει αφ’ εαυτής μία εξαιρετική δυναμική προοπτικών και δυνατοτή-

Κώττης 1994, Βλάχου 1997) . Μέχρι δηλαδή τη “φέρουσα ικανότητα” του φυσικού πόρου ή της κάθε μιας φυσικής περιοχής ως προς το να δεχθεί επισκέπτες. Στη συνέχεια θα μπορούσαν να αναλυθούν οι νέοι προς ανάπτυξη πυρήνες για να αναπτυχθούν, οι οποίοι θα αλληλοσυμπληρώνονται και θα αλληλοϋποστηρίζονται και θα δημιουργούν ουσιαστικά πολυαπασχόληση και πολυδραστηριότητες με προοπτική βιωσιμότητας. Πιο συγκεκριμένα, η ανάπτυξη των νέων πυρήνων είναι απαραίτητο να ακολουθεί τις εξής αρχές:

1. Αξιοποίηση μέσω αυτών της οικονομικής κίνησης των υφιστάμενων πυρήνων,
2. Ανάπτυξη δραστηριοτήτων και προσφορά προϊόντων και υπηρεσιών συμπληρωματικών αυτών που προσφέρουν οι άλλοι πυρήνες, διαφορετικά μεταξύ παλαιών και νέων πυρήνων θα αναπτυχθούν ανταγωνιστικές σχέσεις, και στα πλαίσια του Νομού δεν ωφελεί να αφαιρεθούν θέσεις εργασίας και εισοδήματα από τη μία περιοχή και να μεταφερθούν στην άλλη.
3. Οι νέοι πυρήνες αναπτύσσονται και λειτουργούν με το κριτήριο της βιωσιμότητας και με το σεβασμό προς το φυσικό και το πολιτισμικό περιβάλλον.

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται συνοπτικά συγκεκριμένες σκέψεις για συγκεκριμένους πυρήνες του Νομού.

### 3.3.1 Πυρήνας Μετεώρων

Στην περιοχή των Μετεώρων έχουμε εν λειτουργία ένα σύνολο οικονομικών δραστηριοτήτων και ένα πολυπληθές αγοραστικό κοινό υπηρεσιών και αγαθών. Το αγοραστικό αυτό κοινό είναι κατά κύριο λόγο διερχόμενο από την περιοχή των Μετεώρων, δεν έχει αξιοποιηθεί ουσιαστικά και ενέχει μεγάλες δυνατότητες για συμπληρωματικά οφέλη τόσο για την συγκεκριμένη περιοχή των Μετεώρων, όσο και για άλλες περιοχές του Νομού.

Χαρακτηριστικό από παράδειγμα αξιοποίησης διερχόμενου ρεύματος τουριστών είναι συγκεκριμένα το φαράγγι της Σαμαριάς στο Νομό Χανίων της Κρήτης, το οποίο είναι ένας καθαρά φυσικός πόρος, αξιοποιούμενος ειδικά και με τεράστια οικονομική επιτυχία, με ταυτόχρονο σεβασμό του περιβάλλοντος. Το γεγονός ότι στα Χανιά διέρχεται η διαμένει ένας σημαντικός αριθμός τουριστών κάθε καλοκαίρι αξιοποιήθηκε κατάλληλα για τη δημιουργία ρεύματος επίσκεψης και διέλευσης του φαραγγιού, αφού προηγουμένως προβλήθηκαν μέσα από κατάλληλη ενημέρωση τα ιδιαίτερα εντυπωσιακά επιμέρους τοπία του και τα στοιχεία της ενδημικής χλωρίδας και πανίδας. Μόνο το ρεύμα των διερχόμενων το φαράγγι επισκεπτών υπολογίζεται σε 400.000 – 500.000 άτομα κάθε χρόνο. Με το ρεύμα αυτό των επισκεπτών αναπτύσσεται ένας πολύ μεγάλος κύκλος εργασιών (υπηρεσιών μεταφοράς προς την είσοδο και από την έξοδο του φαραγγιού, τοπικών υπηρεσιών ανάκαυσης, αναψυχής και διατροφής, διανυκτερεύσεων στην έξοδο του φαραγγιού, εμπορίας τοπικά ειδών λαϊκής τέχνης και παραδοσιακών προϊόντων κλπ., και υπηρεσιών υποστήριξης της λειτουργίας του φαραγγιού και των επισκεπτών του. Υπολογίζοντας κάποιος μόνο: το εισιτήριο εισόδου (1500 δραχ ανά άτομο το 1999), τις δαπάνες διατροφής (3000 δραχ ανά άτομο) και τις υπηρεσίες μεταφοράς (2000 δραχ ανά άτομο), αντιλαμβάνεται για ποια τάξη μεγέθους έσοδα της τοπικής οικονομίας γίνεται συζήτηση. Το παράδειγμα του φαραγγιού αναφέρεται και τονίζεται εδώ ιδιαίτερα και για το μέγεθος της επιτυχίας του αλλά και για την συστηματική προσπάθεια που απαιτήθηκε, μέχρις ότου καταστεί δυνατό, σε μια παρθένα ή ελάχιστα γνωστή περιοχή του ορεινού χώρου, με όχι πολύ καλές συνθήκες οδικής σύνδεσης αρχικά και σε μεγάλη σχετικά απόσταση από το αστικό κέντρο των Χανίων, να αναπτυχθεί και να σταθεροποιηθεί ένας ικανοποιητικότατος αριθμός επισκεπτών, που καθιστά την λειτουργία οικονομικά βιώσιμη.

### 3.3.2 Περιοχή Φραγμάτων Συκιάς - Μεσοχώρας

Νέοι πυρήνες θα μπορούσαν να αναπτυχθούν στον νότιο άξονα του Αχελώου, όπου οι υδάτινες επιφάνειες είναι ένα εν δυνάμει στο έπακρο αξιοποίησιμο στοιχείο. Τέτοιες επιφάνειες είναι το φράγμα της Μεσοχώρας, το φράγμα της Συκιάς, ή άλλα ειδικά δυνάμενα να προταθούν ενδιάμεσα φράγματα, μέσω των οποίων σε ένα ευρύτατο χώρο πολύ πέραν των περιοχών των υδάτινων επιφανειών θα μπορούσαν να δημιουργηθούν συμπληρωματικές νέες δραστηριότητες. Προς την κατεύθυνση αυτή συνηγορούν έντονα και τα τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους που έχει ο άξονας του Αχελώου και τα οποία σε συνδυασμό με τις υδάτινες επιφάνειες των φραγμάτων και τα στοιχεία πολιτισμού της περιοχής (πχ το μοναστήρι Αγίου Γεωργίου στο

Μυρόφυλλο) μπορούν πραγματικά να αποτελέσουν τους πόλους δημιουργίας νέου αντιστοίχων ενδιαφερόντων ρεύματος επισκεπτών.

Τονίζεται επιπλέον, ότι τα φράγματα της Συκιάς και της Μεσοχώρας όπως έχουν προγραμματιστεί, κάποια στιγμή θα λειτουργήσουν και δεδομένου του υψηλού κόστους κατασκευής τους, θα πρέπει από τώρα να ληφθεί η πρόνοια της αειφορικής συντήρησης της υδατοχωρητικότητάς τους, με την αναβάθμιση των εν είδει φυσικών βιολογικών αντιδιαβρωτικών φραγμάτων λειτουργούντων δασικών οικοσυστημάτων που τα περιβάλλουν. Για να μην φθάσουμε ύστερα από 10-15 χρόνια λειτουργίας τους να ξοδεύουμε εκατομμύρια για να διώχνουμε με εκσκαφείς τις φερτές ύλες που θα έχουν μεταφερθεί σ' αυτά από τις διαβρώσεις του εδάφους της γύρω περιοχής. Όπως γίνεται ήδη στο φράγμα του Άγρα της ΔΕΗ, όπου δαπανώνται για το σκοπό αυτό κάθε χρόνο μεγάλα χρηματικά ποσά, τα οποία θα αποφεύγονταν αν γύρω από το φράγμα και τις κλιτύες που το περιβάλλουν είχε δημιουργηθεί ένα "το πράσινο βιολογικό τείχος" από αναβαθμισμένα δασικά οικοσυστήματα που να λειτουργούν πράγματι ως προστατευτικός μανδύας. Οπότε και η παραγωγική ικανότητα των ορεινών περιοχών θα παρέμεινε αλώβητη και τα φερτά υλικά δεν θα μεταφέρονταν στο φράγμα και δεν θα προέκυπτε η συνεχής σε ετήσια βάση ανάγκη απομάκρυνσής τους.

### 3.3.3 Ο Κόζιακας

Τον δεύτερο νέο πυρήνα θα μπορούσε να αποτελέσει ο Κόζιακας, με τις υδατοπτώσεις του, με τα παραδοσιακά και άλλα στοιχεία αξιοποίησης των υδατοπτώσεων αυτών, με τα εξαιρετικού φυσικού κάλλους τοπία του και με τα ενδημικά είδη της χλωρίδας και πανίδας που διαθέτει, ιδιαίτερα της πανίδας των αρπακτικών.

### 3.3.4 Η Υπαλπική ζώνη

Ένας άλλος νέος πυρήνας θα μπορούσε να είναι η υπαλπική ζώνη του Νομού. Σ' αυτή τη ζώνη θα μπορούσε να αξιοποιηθεί το χιόνι, τα αλπικά της λιβάδια και τα βοσκοτόπια, όπου θα μπορούσαν να παραχθούν κτηνοτροφικά οικολογικά προϊόντα και προϊόντα ονομασίας προέλευσης, προϊόντα οικολογικής γενικότερα γεωργίας αλλά και φυσικά προϊόντα (υγιεινής διατροφής, φαρμακευτικών χρήσεων κλπ) (Στάμου κά 1998, Παπαδόπουλος κά προς δημοσίευση). Οι περιοχές αυτές είναι γνωστό ότι δεν λιπαίνονται και δεν χρησιμοποιούνται ή χρησιμοποιούνται ελάχιστα, είναι συνεπώς από παράδοση περιοχές οικολογικής φυσικής βιολογικής δράσης και παραγωγής. Μια συντονισμένη προσπάθεια συνεπώς σήμερα προς την κατεύθυνση αυτή στο Ν. Τρικάλων, θα μπορούσε να δώσει σ' αυτόν συγκριτικό προβάδισμα στην αξιοποίηση του ολοένα ανερχόμενου δυναμικού αγροδότη βιολογικών προϊόντων.

Τα προϊόντα αυτά, όμως, δεν μήκαν μέχρι τώρα σε ένα συγκεκριμένο για τις ορεινές περιοχές "καλούπι", ούτως ώστε να μπορούν να προωθηθούν στην αγορά και να αποκτήσουν σ' αυτή ξεχωριστή και σταθερή θέση προτίμησης από το καταναλωτικό κοινό, στα πλαίσια ενός συγκεκριμένου εγχώριου καθεστώτος στήριξης (Στάμου 1985). Χαρακτηριστικό ανάλογο παράδειγμα παραλείψεων θα μπορούσε να αναφερθεί εδώ το σχεδόν απόλυτα οικολογικό κρέας των κατοικιών της Κρήτης και των νησιών του Αιγαίου.

### 3.3.5 Περιοχές "Φύση (Natura) 2000"

Νέους πυρήνες είναι απαραίτητο να αποτελέσουν οι περιοχές "Φύση (Natura) 2000". Η κάθε μία από τις περιοχές αυτές συνδυαζόμενη και με τις αναπτυξιακές δραστηριότητες και τα έργα άλλων νέων ή εν λειτουργία πυρήνων ή αναπτύσσοντας δικό της ειδικό προφίλ δραστηριοτήτων, και τελικά λειτουργώντας όλες μαζί αθροιστικά και πολλαπλασιαστικά είναι δυνατό (και απαραίτητο) να δώσουν ώθηση σε μια πολλαπλών ενδιαφερόντων βιώσιμη ανάπτυξη στις ορεινές περιοχές του Νομού.

Πρέπει να αντιληφθούμε ότι οι περιοχές "Φύση (Natura) 2000" δεν μπαίνουν και δεν θα ήταν σκόπιμο να τεθούν υπό καθεστώς απόλυτης προστασίας. Ήπιες δραστηριότητες θα επιτρέπονται πάντα, στα πλαίσια της αρχής "προστασία δια της ορθολογικής περιβαλλοντικής διαχείρισης και αξιοποίησης" και έτσι θα μπορούσαν αυτές να ενταχθούν σε ένα καθεστώς στήριξης της ορεινής οικονομίας, στο οποίο οι ήπιες περιβαλλοντικά παραγωγικές δραστηριότητες θα συνδυάζονταν και με ένα σύστημα αντισταθμιστικών ή ανταποδοτικών μέτρων.

### 3.3.6 Ο άξονας του Πηνειού

Ο άξονας του Πηνειού ποταμού μπορεί να αποτελέσει νέο πυρήνα ανάπτυξης από τις πηγές μέχρι τις

εκβολές του. Τα δημοτικά διαμερίσματα που βρίσκονται κατά μήκος του Πηνειού στα ριζά της περιοχής από Παλαιόπυργο μέχρι Πηνειάδα έχουν όλες τις πλαγιές πάνω απ' αυτές αποφυλωμένες. Το γεγονός αυτό αποτελεί "όνειδος" και για τη σημερινή μας αδιαφορία ή αναποτελεσματικότητα, αλλά και για τις γενιές που εκμεταλλεύτηκαν στο παρελθόν τα δασικά οικοσυστήματα της ζώνης αυτής. Ποιοι είχαν το δικαίωμα να τα εκμεταλλευτούν έτσι ώστε να έχουν φθάσει σήμερα σε αυτή την κατάσταση; Κατάσταση που οδηγεί όλο και συχνότερα σε πλημμυρικά φαινόμενα στην πεδινή ζώνη, η οποία και καρπώθηκε ένα πολύ μεγάλο μέρος της χαμένης παραγωγικής ικανότητας των εν λόγω κλιτύων. Ο Πηνειός πλημμυρίζει σχεδόν κάθε χρόνο και οι γεωργικές ασφαλίσειες πληρώνουν αντίστοιχα μεγάλες αποζημιώσεις. Θα ήταν ενδιαφέρον να γνωρίζουμε, τι ποσά δαπανώνται για το σκοπό αυτό τα τελευταία 15-20 χρόνια, ποια είναι η αξία της καταστρεφόμενης κάθε χρόνο γεωργικής παραγωγής και όχι μόνο και να αν η συνολική αξία των ζημιών αυτών δεν υπερβαίνει πολλαπλάσια τη δαπάνη αναδάσωσης της περιοχής, αναβάθμισης των οικοσυστημάτων της και οριστικής επίλυσης του προβλήματος, με παράλληλο και συμπαραγόμενο αποτέλεσμα την πολλαπλή παραγωγική δραστηριότητα των κλιτύων αυτών (παραγωγή βοσκήσιμης ύλης, ξυλοπαραγωγή, περιβαλλοντολογικές οικονομικές δραστηριότητες κλπ). Και να επισημάνουμε ότι αναδάσωση δεν σημαίνει απαγόρευση αλλά αντίθετα ρύθμιση της κτηνοτροφίας. Πολύ περισσότερο αφού μπορεί να γίνει αναδάσωση με συνδυασμό δενδρώδους και θαμνώδους βλάστησης και συστημάτων περιφράξας τόσο για την αναδάσωση, όσο και για την βόσκηση, ώστε οι εν λόγω εκτάσεις να αξιοποιούνται για την κτηνοτροφία αλλά και παράλληλα να προστατεύονται από τους ίδιους τους κτηνοτρόφους.

Η σημερινή κατάσταση των εν λόγω κλιτύων αποτελεί κλασικό παράδειγμα προς αποφυγή, για να μη δημιουργηθούν ανάλογες καταστάσεις στον ορεινό χώρο με τις δράσεις που θα προταθούν στα πλαίσια του 3<sup>ου</sup> ΚΠΣ. Ιδιαίτερες υποχρεώσεις προς την κατεύθυνση αυτή προκύπτουν για τους φορείς που θα αξιοποιήσουν τα έργα που προτείνονται γενικά για τον ορεινό χώρο και οι οποίοι θα πρέπει να λειτουργήσουν με τρόπο που να σέβονται και το φυσικό και το πολιτισμικό περιβάλλον (Amato 1996).

#### 3.4 Το σύμπλοκο "φυσικοί, ανθρώπινοι και πολιτισμικοί πόροι"

Στον ορεινό όγκο του Ν. Τρικάλων είναι ενσωματωμένοι φυσικοί και ανθρώπινοι πόροι. Υπάρχει ο "πολιτισμός της παραγωγής" είτε με την μορφή των μεθόδων παραγωγής, είτε με τη μορφή της τεχνολογίας, της παραδοσιακής και της σύγχρονης (Stamou 1996). Η παραδοσιακή τεχνολογία αξιοποιώντας τους φυσικούς πόρους του Νομού μπορεί να οδηγήσει σε προϊόντα ονομασίας προέλευσης, όπως και σε προϊόντα οικολογικής γεωργίας. Οι παραδοσιακές μέθοδοι που χρησιμοποιούσαν στην παραγωγή οι παλιότεροι ήταν κατ' εξοχήν φιλοπεριβαλλοντικές μέθοδοι παραγωγής. Δεν θα επαναφέρουμε προφανώς όλες αυτές τις μεθόδους, αλλά για ορισμένες περιοχές και ορισμένους μικρούς πυρήνες κάποιες από τις μεθόδους αυτές θα μπορούσαν ενδεχομένως να προωθηθούν μόνο και μόνο για να καλύψουν αυτή την ανερχόμενη αγορά των βιολογικών προϊόντων, της οικολογικής γεωργίας και κτηνοτροφίας, των προϊόντων ονομασίας προέλευσης και της ανάγκτης του σύγχρονου ανθρώπου να γνωρίσει ή να ζήσει στο ανάλογο περιβάλλον της αγροτικής υπαίθρου. Και προφανώς η σύγχρονη τεχνολογία θα πρέπει να παίξει το ρόλο της στο μέτρο και στο βαθμό που θα προκαθορισθεί, στα πλαίσια του μοντέλου ανάπτυξης της ορεινής αυτής ζώνης.

Όλοι οι φυσικοί πόροι (δασικοί, υδατικοί, λιβαδικοί, θηραματικοί, πόροι αναψυχής και πόροι ορεινού τουρισμού), καθώς και τα μνημεία και τα στοιχεία πολιτισμού θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως δύο μορφές κεφαλαίου αιφορικά παραγωγικού, του κεφαλαίου "περιβάλλοντος" και του κεφαλαίου "πολιτισμού". Και οι δύο αυτές μορφές κεφαλαίου εμπεριέχουν δύο χαρακτηριστικά στοιχεία, το στοιχείο της αιφορικής δυναμικότητας παραγωγής και το στοιχείο της διαρκούς προστασίας τους (Stokes and all 1989, Pearce and Turner 1990). Αποτελούν αυτά τα στοιχεία, ακριβώς το δίδυμο που καθορίζει τον βαθμό και τον τρόπο της αξιοποίησής τους: αξιοποίησης με διαγενεαλογική και διαχρονική θέωση (Στάμου 1998, Στάμου 1999α). Από την άλλη πλευρά, το ανθρώπινο δυναμικό και η τεχνολογία για να λειτουργήσουν αποτελεσματικά και να αξιοποιήσουν όλους τους φυσικούς και πολιτισμικούς πόρους έχουν την ανάγκη των κατάλληλων φορέων στήριξης και πληροφόρησης.

#### 3.5 Οι εναλλακτικές μορφές τουρισμού

Αναφερόμενοι στις εναλλακτικές μορφές τουρισμού στον ορεινό χώρο και με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε αναπτυξιακού πυρήνα στον οποίο έγινε σύντομη αναφορά, η προσοχή εστιάζεται κατά

**Πίνακας IX.** Εναλλακτικές μορφές τουρισμού

**Table IX.** Alternative forms of tourism

α/α	Μορφές εναλλακτικού τουρισμού
1.	<b>Αγροτουρισμός</b> που διακρίνεται σε: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Κλασσικό</li> <li>• Σύγχρονο</li> <li>• Συνεταιριστικό</li> <li>• Αριστοκρατικό</li> </ul>
2	<b>Σύμπλεγμα αγροτουρισμού</b>
3	<b>Τουρισμός στο ύπαιθρο ("πολλών κινήτρων")</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Σε σταθερές εγκαταστάσεις (κατασκηνώσεις για παιδιά και ενήλικες)</li> <li>• Σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους (τροχόσπιτων)</li> </ul>
4	<b>Αθλητικός τουρισμός με:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Οργανωμένα αθλητικά κέντρα ορεινού χώρου</li> <li>• Αθλητικές δραστηριότητες στο ύπαιθρο (ορειβασία, σερφ, καγιάκ, ποδήλατο βουνού, ψάρεμα, χιονοδρομία)</li> </ul>
5	<b>Περιηγητικός τουρισμός σε περιοχές</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• με πλούσιους πολιτισμικούς και</li> <li>• πλούσιους περιβαλλοντικούς πόρους</li> </ul>
6	<b>Οικολογικός τουρισμός με:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• προστασία του περιβάλλοντος,</li> <li>• φυσιολατρία,</li> <li>• εκπαίδευση σε περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους,</li> <li>• ορεινές περιοχές,</li> <li>• εθνικούς δρυμούς,</li> <li>• δασοβιθιείς περιοχές,</li> <li>• περιοχές με λίμνες και ποτάμια,</li> <li>• οικολογικά πάρκα,</li> <li>• φαράγγια,</li> <li>• σπηλιές</li> </ul>
7	<b>Υγείας και φυσικής ζωής</b> Συνδυασμός ψυχαγωγίας με προγράμματα <ul style="list-style-type: none"> <li>• άθλησης,</li> <li>• υγιεινής διατροφής, και</li> <li>• φυσιολατρείας</li> </ul>
8	<b>Ιαματικός</b>
9	<b>Πολιτισμικός</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• πολιτιστική παράδοση και δίκτυα ειδικών διαδρομών</li> </ul>
10	<b>Εκπαιδευτικός - επιστημονικός</b>
11	<b>Χειμερινός τουρισμός</b>
12	<b>Περιπέτειας</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ταξίδι στο ύπαιθρο + ριψοκίνδυνες αθλητικές δραστηριότητες</li> </ul>
13	<b>Ορεινός τουρισμός</b>
14	<b>Θαλάσσιος τουρισμός</b>

πρώτον στην εξασφάλιση της προσέλευσης ενός ικανού ρεύματος επισκεπτών και ει δυνατόν της παραμονής τους στο χώρο αυτό για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Μεγάλο όμως ετήσιο ρεύμα επισκεπτών και με μεγάλο αριθμό ημερών παραμονής έχουν εξασφαλίσει πολλές περιοχές μαζικού (θερινού) παράκτιου τουρισμού στην Χώρα μας (νησιά του Αιγαίου, Κρήτη, Επτάνησα, Χαλκιδική κλπ). Αν όμως παρατηρήσουμε τα

καταστήματα πώλησης καταναλωτικών αγαθών στις περιοχές αυτές θα δούμε (ιδιαίτερα στα νησιά του Αιγαίου) ότι ο μεγαλύτερος όγκος των αγαθών αυτών είναι προϊόντα εισαγωγής.

Το ρεύμα δηλαδή των ξένων επισκεπτών στη χώρα μας καταναλώνει προϊόντα παραγωγής των χωρών προέλευσης των επισκεπτών ή προϊόντα άλλων πέραν της Ελλάδας χωρών. Στην περίπτωση του ορεινού χώρου του Νομού Τρικάλων, όχι μόνο δεν είναι επιθυμητή η επανάληψη ενός τέτοιου φαινομένου, αλλά αντίθετα επιδίωξη μας είναι να συνδυάσουμε την παραμονή των επισκεπτών με κατανάλωση προϊόντων και υπηρεσιών που θα παράγονται είτε στον ορεινό χώρο, είτε στα πεδινά του Νομού και σε κάθε περίπτωση με κατανάλωση ελληνικών προϊόντων και υπηρεσιών. Συνεπώς μιλάμε για ειδικές μορφές τουρισμού που συνδυάζουν αναψυχή, παραμονή και ανάπτυξη δραστηριοτήτων. Δραστηριοτήτων οι οποίες σχετίζονται είτε με τον τρόπο ζωής των κατοίκων του ορεινού χώρου, είτε με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του φυσικού και του πολιτισμικού περιβάλλοντος του χώρου αυτού, μιλάμε δηλαδή για ένα πλέγμα μορφών του εναλλακτικού τουρισμού. Στον πίνακα ΙΧ δίνονται συνοπτικά αρκετές από τις μορφές του τουρισμού αυτού.

Δεν θα αναπτύξουμε εδώ αναλυτικά τις μορφές εναλλακτικού τουρισμού. Για ειδικούς λόγους θα αναφερθούμε μόνο στον επιστημονικό - εκπαιδευτικό τουρισμό και στις δυνατότητες συνδυασμού του θαλάσσιου τουρισμού της Περιφέρειας Θεσσαλίας με τον ορεινό τουρισμό στον νομό.

Ως γενική αρχή εφαρμογής ισχύει, ότι οι εναλλακτικές μορφές τουρισμού, προκειμένου ο τουρισμός να συμβάλει τα μέγιστα στην ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας, θα πρέπει να διασυνδέονται με τους τοπικούς παραγωγικούς κλάδους και την αξιοποίηση της παραγωγής τους.

Όσον αφορά τον επιστημονικό - εκπαιδευτικό τουρισμό, δεν είναι δυνατόν ο Ν. Τρικάλων με τέτοιο φυσικό περιβάλλον, με τέσσερις περιοχές που εντάσσονται στο δίκτυο "Φύση 2000", με πάμπολλες εναλλαγές τοπίων και με τέτοια ποικιλία ορεινών και υπαλιπικών οικοσυστημάτων να μην διαθέτει ένα Κέντρο περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Ένα τέτοιο Κέντρο, λόγω της κεντροβαρούς θέσης του Νομού στη Χώρα, είναι κάτι το οποίο:

- Θα μπορούσε να προκαλέσει την κεντρομόλα ανάπτυξη προς τον Νομό μιας σημαντικής κίνησης ανθρωπών που θέλουν εθελοντικά να γνωρίσουν την φύση σε συνδυασμό με τον τρόπο λειτουργίας αυτής και με τον τρόπο λειτουργίας των φυσικών οικοσυστημάτων, που θέλουν δηλαδή να εκπαιδευτούν σε θέματα περιβαλλοντικά και οικολογίας
- Με μια σωστή οργάνωση, θα μπορούσε να έχει αειφορικά πλήρη απασχόληση μέχρι και καθ' όλο το έτος
- Ειδικότερα δε στα πλαίσια της σχολικής περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, θα μπορούσε να προσφέρει το Κέντρο αυτό μέγιστες προδύπτες υπηρεσίες και στις τρεις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Με την απαραίτητη για τον σκοπό αυτό υποδομή και βάσει συγκεκριμένου προγράμματος, τόσο οι μαθητές της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας όσο και οι σπουδαστές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης θα μπορούσαν μετακινούνται και να διδάσκονται τα περιβαλλοντικά θέματα σε ένα τέτοιο Κέντρο σε άμεση επαφή με τη φύση. Η επιτόπου στη φύση διδασκαλία και εκπαίδευση έχει ως τελικό αποτέλεσμα όχι μόνο τι μαθαίνουν οι μαθητές και οι σπουδαστές για το περιβάλλον μέσα στην τάξη, αλλά και το τι πρέπει αυτοί να κάνουν όταν βρίσκονται έξω από την τάξη.

Για τον θαλάσσιο τουρισμό: αν και ο Νομός Τρικάλων δεν διαθέτει τέτοιο, θα μπορούσε ο θαλάσσιος τουρισμός των ακτών του Βόλου και της Λάρισας να συνδυαστεί με τον ορεινό χώρο των Τρικάλων, εφόσον ο τελευταίος εξοπλισθεί και προβληθεί κατάλληλα, έτσι ώστε ένα μέρος των επισκεπτών να παρατείνουν τη διαμονή τους, μετακινούμενοι για κάποιες ημέρες και στον ορεινό χώρο του νομού.

Είναι αυτό ένας συνδυασμός που πρέπει να εξετασθεί, καθώς από στατιστικά στοιχεία που υπάρχουν φαίνεται ότι με την άνοδο του βιοτικού επιπέδου αναπτύσσεται διεθνώς μία αυξητική τάση υπέρ του ορεινού τουρισμού ή υπέρ του συνδυασμένου θαλάσσιου και ορεινού τουρισμού. Θα μπορούσε αυτό να αξιοποιηθεί, συνδυαζόμενο και με την τάση που αναπτύσσεται στην Ευρώπη, καλοκαιρί συγκεκριμένες κοινωνικές ομάδες να μετακινούνται προς το νότο, στον ορεινό χώρο του οποίου, επιθυμούν λόγω των ηπιότερων σχετικά κλιματικών συνθηκών να παραμένουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Συμβαίνει κάτι ανάλογο ήδη στα ορεινά της Πελοποννήσου, όπου μεγάλες εκτάσεις αγοράζονται από Γερμανούς και Ελβετούς για να οργανώσουν τέτοια δασικά - αγροτουριστικά χωριά με συγκροτήματα δομημένα για να δεχθούν τέτοιους τουρίστες.

Κλείνοντας και ανακεφαλαιώνοντας θα μπορούσαν να αναφερθούν τα εξής συμπεράσματα.

#### 4. Συμπεράσματα - ανακεφαλαίωση

1. Ο Νομός Τρικάλων ευρισκόμενος στο κέντρο του κορμού της Χώρας, διαθέτει σχετικά συγκριτικά πλεονεκτήματα για τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας όσων έργων επηρεάζονται από τη θέση αυτή. Παράλληλα διαθέτει συγκεκριμένα επιπλέον πλεονεκτήματα που συνδέονται με τον δυναμισμό του ανθρώπινου παράγοντα και με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του φυσικού, του ανθρωπογενούς και πολιτισμικού του περιβάλλοντος. Τα πλεονεκτήματα αυτά επιτρέπουν την ανάπτυξη πολυδραστηριοτήτων και την υλοποίηση έργων με στόχο την αναβάθμιση της οικονομίας και της ποιότητας ζωής. Με ταυτόχρονη όμως προστασία και του φυσικού περιβάλλοντος ως διαρκούς κεφαλαίου και με αντίστοιχο σεβασμό και θεώρηση του πολιτισμού.
2. Η κινητοποίηση του συνόλου των παραγωγικών πόρων πρέπει να γίνει έτσι ώστε όλα τα έργα (νέα και παλαιά) να λειτουργούν ως ένα πλέγμα που το ένα να συμπληρώνει το άλλο (όπου είναι δυνατόν) για να αξιοποιηθούν καλύτερα, να λειτουργήσουν πολλαπλασιαστικά και να βελτιώσουν την τοπική οικονομία, αλλά και την ποιότητα ζωής.
3. Η συνέργεια της δράσης των παραπάνω έργων αποτελεί προϋπόθεση για την επίτευξη των επιδιωκόμενων στόχων σε ικανοποιητικό βαθμό, ενώ ο συντονισμός και η στήριξη από κατάλληλους φορείς και υποδομές αποτελεί προϋπόθεση για να εκδηλωθεί η μέγιστη αποδοτικότητά τους στον ορεινό χώρο.
4. Η δημιουργία αναπτυξιακών πυρήνων επιτρέπει την αξιοποίηση των συγκριτικών πλεονεκτημάτων του Νομού, ιδιαίτερα αν οι μορφές εναλλακτικού τουρισμού συνδυαστούν με τις τοπικές παραγωγικές δραστηριότητες και
5. *Βέβαια, το αύριο είναι σήμερα.*

#### **Prefecture of Trikala: The profile, the process and the perspectives of the economy's promotion**

**N.J.Stamou<sup>1</sup>, J.J.Papadopoulos<sup>2</sup>**

The Prefecture of Trikala has comparative advantages in natural and human resources. The natural, cultural and human resources can be appropriately and effectively combined in the frames of the proposals of the 3<sup>rd</sup> Communal Frame Support. The proposals need to end up in projects planned, supervised and structured in the proper way in order to be operational and effective. Concurrently, the principles of environment's conservation should be always kept. However, the proposals as well as the decisions of choice (in the phase of planning) need to aim at the realization of a "network" of projects which will be characterized, in the stage of operation, by the maximum possible interaction among each other as well as by the already constructed and the already in operation projects. In the present paper the profile of Trikala prefecture is investigated. Based on this investigation, the think tank upon which the process of proposal formulation is developed on one hand, and on the other specific proposals are expressed, concerning as much as the planning of upgrading the economy and the development of prefecture of Trikala as well as the proposals focused on the utilization of natural resources and the natural environment of the prefecture. These proposals are considered that they utilize the comparative advantages of the prefecture and ensure the development of interaction among the new as well the existing development projects allocated in the space in the form of "cores".

**Key words:** regional development, multi-efficiencies, development of nature resource, regional economy.

#### 5. Βιβλιογραφία

Amato A. 1996. La montagne mediterrane: une identite en transformation. Colloque international organise par Euromontana a Thessalonique (Grece) les 19,20 et 21 septembre 1996. In "Massifs de montagne lieux privileges de la cooperation", pp 20-30.

<sup>1</sup> Laboratory of Forest Economics, Forest and N.E. Department, Auth, 54006, Thessaloniki, Greece.

<sup>2</sup> University Forest of Pertouli, 42032 Pertouli, Trikala. Greece

- Βλάχου Α. 1997. Περιβάλλον και Φυσικοί Πόροι. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών
- Duverger M. 1990. Μέθοδοι κοινωνικών επιστημών II. (Μετάφραση Ν. Παπαδόδημος Ε.Κ.Κ. Ερευνών. Αθήνα)
- Κώττης Γ.Χ. 1994. Οικολογία και Οικονομία. Εκδ. Παπαζήση.
- Pearce D.W. and R.K.Turner, 1990. Economics of Natural Resources and the Environment. Harvester Wheatsheaf.
- Παπαγιάννης Γ. 1999. Το πρόβλημα της πληθυσμιακής εγκατάλειψης των ορεινών περιοχών. Διεθνές συνέδριο "Η καθιέρωση Πολιτικής για την ανάπτυξη των ορεινών περιοχών: τα Βαλκανικά Βουνά". Καρπενήσι 16-18 Μαΐου 1997. Πρακτικά, σελ. 200-202.
- Παπαδόπουλος, Ι., Ισπικούδης, Α. Νάσσης, Ε. Αβραάμ, Α. Βασιλάκη, Μ. Κωδωνά και Ε. Μπονάνου, προς δημοσίευση. Η σημασία των εμμέσων προϊόντων των κτηνοτροφικών συστημάτων βόσκησης για την ανάπτυξη της περιοχής των Δήμων Αιθίων και Πύλης. Περούλι.
- Περιφέρεια Θεσσαλίας 1999. Σχέδιο Περιφερειακής Ανάπτυξης 2000-2006. Λάρισα σελ 65.
- Sagent, Fredric O. 1991. Rural Environmental Planning for Sustainable Communities. Island Press: Covelo, CA.
- Stamou, N. 1996. Les principes de l' organisation et de la gestion de la protection et de l' economie des regions de Montagne. Colloque international organise par Euromontana a Thessalonique (Grece) les 19,20 et 21 septembre 1996. In "Massifs de montagne lieux privileges de la cooperation", pp 88-91.
- Stokes, S. N., A. E. Watson, G. P. Keller, and J. T. Keller 1989. Saving America's Countryside, A Guide to Rural Conservation. Johns Hopkins University Press: Baltimore, MD.
- Στάμου Ν. 1982. Η δασοπονία αποφασιστικός παράγοντας αναδιανομής του εισοδήματος σε όφελος των ορεινών περιοχών. Συνέδριο "Στόχοι και Αρχές μια νέας Δασικής Πολιτικής", Θεσσαλονίκη, 6-8 Δεκεμβρίου 1982. Περιοδικό "Γεωτεχνικά", ειδική έκδοση, σελ. 92-96.
- Στάμου, Ν. 1985. Βοσκότοποι και ορεινή οικονομία. Επιστημονική συνάντηση της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας, Θεσσαλονίκη 7-8 Μαρτίου. Επιστημ. Επετηρ. του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΚΗ, 8, σελ. 223-225.
- Στάμου, Ν. - Β. Μπλιούμης - Α. Χριστοδούλου 1997. Ορεινή οικονομία: Προβλήματα και προοπτικές. Διεθνές συνέδριο "Η καθιέρωση Πολιτικής για την ανάπτυξη των ορεινών περιοχών: τα Βαλκανικά Βουνά". Καρπενήσι 16-18 Μαΐου 1997. Πρακτικά, σελ. 125 -136.
- Στάμου Ν. 1998. Η Δασοπονία ως πρότυπο αειφορικής διαχείρισης και ανάπτυξης. Εισήγηση στη Συνάντηση της Διεθνούς Ένωσης Φοιτητών Οικονομικών Σχολών. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη.
- Στάμου Ν. - Σ. Γκατζογιάννης - Ν. Ευσταθιάδης - Σ. Παπαδόπουλος 1998. Δασική Πολιτική. Κείμενο εργασίας για το Συμβούλιο Αγροτικής Πολιτικής, συνεδρίαση Νοεμβρίου 1998 "Δασική Πολιτική". Αθήνα. σελ. 80.
- Στάμου Ν. 1999. Ορεινές περιοχές: Βασικά βήματα μιας συντονισμένης ειδικής πολιτικής ανάπτυξης. Διεθνής συνάντηση "ΟΡΕΙΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΝΟΤΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΤΗΣ ΑΔΡΙΑΤΙΚΗΣ" Καρπενήσι, 12 - 15 Νοεμβρίου 1999.
- Στάμου Ν. 1999α. Φυσικοί πόροι: αειφορία, αειφορική διαχείριση, περιβαλλοντική ηθική. Εισήγηση στην Παγκόσμια Ημέρα Δασοπονίας. Θεσσαλονίκη.
- Στάμου, Ν. υπό δημοσίευση. Οικονομική των Δασικών Επιχειρήσεων. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις. Θεσσαλονίκη. 174 σελ.
- ΥΠΕΧΩΔΕ, 1999. Σχέδιο Περιφερειακής Ανάπτυξης 2000-2006. Περιβάλλον. Αθήνα
- Wiersum, K.F., B.H.M. Elands. 1999. Multifunctional Forestry and Rural Development: Towards Specification of Region - Specific relations. IUFRO Symposium "New Opportunities for Forest Related Development". Aberdeen, August 23-28, 1999.
- Χριστοδούλου Α. 1999. Ορεινές περιοχές: Μια σύγχρονη προοπτική ανάπτυξης, Επιστημονική Ημερίδα "Ευρύτερη Ευρωτανία: Πρότυπο ανάπτυξης των ορεινών περιοχών της". Καρπενήσι 20 Μαρτίου 1999.