

1/2020

ISSN 1105-9478

ΤΟΜΟΣ 29 ΣΕΙΡΑ VI

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ  
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ  
ΘΕΜΑΤΑ**

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ**

---

**GEOTECHNICAL  
SCIENTIFIC ISSUES**

# CONTENTS

---

## SCIENTIFIC PAPERS

<i>D. Raptis</i> <i>V. Kazana</i> <i>A. Kazaklis</i> <i>Ch. Stamatiou</i>	Development of a linear mixed effect crown width model for Black Pine ( <i>Pinus nigra</i> Arn.) even aged natural forest stands in Pindos National Park	4-13
<i>S. Gatzojannis</i>	Height curves system in estimating the growing stock of forest stands (The case of a beech-forest in Arnaia, Halkidiki)	14-29
<i>A. Kontogeorgos</i> <i>A. Avgeris</i>	Measuring Reciprocity in Agricultural Cooperatives: A first Approach Applying Game Theory	30-37
<i>P. Tsimitri</i> <i>A. Michailidis</i>	Rural leadership forms in Greece	38-46

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

<b>ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ</b>		4-13
<i>Δ. Ράπτης</i>	Ανάπτυξη γραμμικού μοντέλου μικτών επιδράσεων	
<i>Β. Καζάνα</i>	για την πρόβλεψη της διαμέτρου της κόμης ομήλικων συστάδων	
<i>Α. Καζακλής</i>	μαύρης Πεύκης ( <i>Pinus nigra</i> Arn.)	
<i>Χ. Σταματίου</i>	στην περιοχή του Εθνικού Δρυμού της Πίνδου	
<i>Σ. Γκατζογιάννης</i>	Δέσμες καμπυλών ύψους ως εργαλείο εκτίμησης του ξυλαποθέματος	14-29
	των δασοσυστάδων	
	(Η περίπτωση της οξιάς Αρναίας Χαλκιδικής)	
<i>Α. Κοντογεώργος</i>	Μέτρηση της Αμοιβαιότητας στους Αγροτικούς Συνεταιρισμούς:	30-37
<i>Α. Αυγέρης</i>	Μια Πρώτη Προσέγγιση με την Εφαρμογή της Θεωρίας Παιγνίων	
<i>Π. Τσιμήτση</i>	Μορφές ηγεσίας στην ελληνική ύπαιθρο	38-46
<i>Α. Μιχαηλίδης</i>		

## Ανάπτυξη γραμμικού μοντέλου μικτών επιδράσεων για την πρόβλεψη της διαμέτρου της κόμης ομήλικων συστάδων μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra* Arn.) στην περιοχή του Εθνικού Δρυμού της Πίνδου

Ράπτης Δημήτριος<sup>1</sup>, Καζάνα Βασιλική<sup>1</sup>, Καζακλής Άγγελος<sup>2</sup>, Σταματίου Χρήστος<sup>1</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η ανάλυση της σχέσης διαμέτρου κόμης και στηθιαίας διαμέτρου απόμων μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra* Arn.), στην περιοχή του Εθνικού Δρυμού της Πίνδου. Το συνολικό δείγμα ( $n=616$ ) απόμων μαύρης Πεύκης προέρχεται από τυχαία εγκατάσταση 20 δειγματοληπτικών επιφανειών, στις οποίες εκτιμήθηκε μια σειρά δενδρομετρικών χαρακτηριστικών με τη χρήση σύγχρονων μεθόδων μέτρησης. Στα δεδομένα προσαρμόστηκε ένα απλό γραμμικό μοντέλο προσδιορισμού των διαστάσεων της κόμης με βάση τη στηθιαία διάμετρο. Το ίδιο μοντέλο αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη ενός γραμμικού μοντέλου μικτών επιδράσεων και των δύο παραμέτρων, με στόχο τη μείωση του σφάλματος και την εξασφάλιση της ανεξαρτησίας μεταξύ των παρατηρήσεων. Με βάση το κριτήριο Akaike (AIC) καλής προσαρμογής, το μοντέλο μικτών επιδράσεων εμφανίζεται ανώτερο του αντίστοιχου των ελαχίστων τετραγώνων, εξασφαλίζοντας τις στατιστικές προϋποθέσεις που απαιτούνται για την ανάπτυξη και χρήση μοντέλων πρόβλεψης της διαμέτρου της κόμης.

**Λέξεις κλειδιά:** μοντέλα μικτών επιδράσεων, διάμετρος κόμης, μαύρη Πεύκη, διαχείριση δασών

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκτίμηση βασικών δενδρομετρικών παραμέτρων, όπως το ύψος των δέντρων, το ύψος έναρξης της πράσινης κόμης, το μήκος και η διάμετρος της κόμης σε συνθήκες πεδίου αποτελεί μια σχετικά πολύπλοκη διαδικασία σε σχέση με την εκτίμηση της διαμέτρου στο στηθιαίο ύψος. Τοπογραφικά και βλαστικά χαρακτηριστικά όπως η κλίση του εδάφους, η παρεδαφιαία βλάστηση, η πυκνή συγκόμιση και το δύσβατο έδαφος συχνά εμφανίζονται ως εμπόδια κατά την εκτίμηση των παραπάνω χαρακτηριστικών οδηγώντας σε σφάλματα (Sharma and Pardon 2007). Η ανάπτυξη στατιστικών σχέσεων μεταξύ της στηθιαίας διαμέτρου ως ανεξάρτητης μεταβλητής και διάφορων δενδρομετρικών χαρακτηριστικών αποτελεί μια εναλλακτική λύση, μειώνοντας το χρόνο που απαιτείται στο πεδίο, με αξιόπιστα αποτελέσματα. Το μέγεθος της κόμης των δέντρων αποτελεί ένα βασικό χαρακτηριστικό που συνδέεται άμεσα με τη συνολική φυλλική επιφάνεια των δέντρων και ως εκ τούτου με τη φωτοσυνθετική ικανότητά τους (Fu *et al.* 2017). Η διάμετρος της κόμης (crown width – cw) χρησιμοποιείται κατά την ανάπτυξη αυξητικών μοντέλων,

όπου δεν υπάρχουν δεδομένα ανταγωνισμού μεταξύ των δέντρων (Vanclay 1994), κατά την αξιολόγηση της ζωτικότητας, της ευστάθειας, της παραγωγικής ικανότητας και του σταδίου ανάπτυξής τους (Fu *et al.* 2017), κατά την εκτίμηση της επίγειας βιομάζας (Sönmez 2009) και κατά την εκτίμηση του φορτίου της καύσιμης ύλης των δέντρων, στην επιστήμη των δασικών πυρκαγιών (Kucuk *et al.* 2007).

Η δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης της διαμέτρου της κόμης μπορεί να βασιστεί στη χρήση μόνο της διαμέτρου ως ανεξάρτητης μεταβλητής (π.χ. Folli *et al.* 2003, Sanchez-Gonzalez *et al.* 2007, Sönmez 2009, Pretzsch *et al.* 2015) ή στην εισαγωγή περισσότερων μεταβλητών πρόβλεψης όπως η κυκλική επιφάνεια (Bragg 2001, Fu *et al.* 2013, 2017). Ωστόσο, τα πρωτογενή δεδομένα (παρατηρήσεις) που συνήθως αποτελούν τη βάση ανάπτυξης παρόμοιων μοντέλων συχνά προέρχονται από την εγκατάσταση δειγματοληπτικών επιφανειών και ως εκ τούτου χαρακτηρίζονται από έλλειψη ανεξαρτησίας, παραβιάζοντας τη βασική αρχή της παλινδρόμησης (Neter *et al.* 1990, Gregoire *et al.* 1995). Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί μοντέλα μικτών επιδράσεων (mixed effect models) όπου η μεταβλητότητα μεταξύ των

<sup>1</sup>Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, 66100 Δράμα, τηλ.:2521060460, email:d\_rapt@yahoo.gr

<sup>2</sup>ΟΛΥΜΠΟΣ – Κέντρο Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Ανδρούτσου 39, 55132 Καλαμαριά

δειγματοληπτικών μονάδων μπορεί να υποκατασταθεί από την εισαγωγή τυχαίων παραμέτρων, ταυτόχρονα με την εκτίμηση των σταθερών παραμέτρων (Lappi 1991, Calama and Montero 2004). Είναι μία εναλλακτική τεχνική σε σχέση με αυτή των ελαχίστων τετραγώνων και χρησιμοποιείται ευρέως στη δασολογική επιστήμη για την αντιμετώπιση προβλημάτων που προέρχονται από ομαδοποίηση δεδομένων και επαναλαμβανόμενες παρατηρήσεις (Temesgen *et al.* 2014).

Η μαύρη Πεύκη (*Pinus nigra* Arn.) αποτελεί ένα σημαντικό είδος για την Ελλάδα. Συνολικά καλύπτει έκταση 281.692 εκταρίων, παράγοντας 13.892.819 m<sup>3</sup> όγκου ξύλου ετησίως, το οποίο αντιστοιχεί στο 10,06% της συνολικής παραγωγής ξύλου της Ελλάδας για εμπορική χρήση (Υπουργείο Γεωργίας 1992). Αποτελεί το δεύτερο σημαντικότερο είδος, σε οικονομικούς όρους, μετά την Ελάτη ενώ η εξάπλωσή του περιορίζεται κυρίως στην ηπειρωτική Ελλάδα, με μερικούς πληθυσμούς να εντοπίζονται στη Θάσο, Σάμο, Λέσβο, και Εύβοια (Scaltsioyiannes *et al.* 2009). Στην Πίνδο εμφανίζεται σε αμιγείς ή και μικτές συστάδες και σε πληθώρα ποιοτήτων τύπου, σε υψόμετρα που κυμαίνονται από 700 έως 1600 μέτρα από το επίπεδο της θάλασσας. Στη συγκεκριμένη περιοχή, η ανομοιογένεια του τοπογραφικού υποβάθρου αναμένεται να επηρεάσει τις σχέσεις μεταξύ των δειγματοληπτικών χαρακτηριστικών των ατόμων, με αποτέλεσμα την ανάγκη τυχαίας κατανομής δειγματοληπτικών επιφανειών ώστε να καλυφθούν όλες οι ποικίλες τύπου και οι συνθήκες αύξησης του είδους.

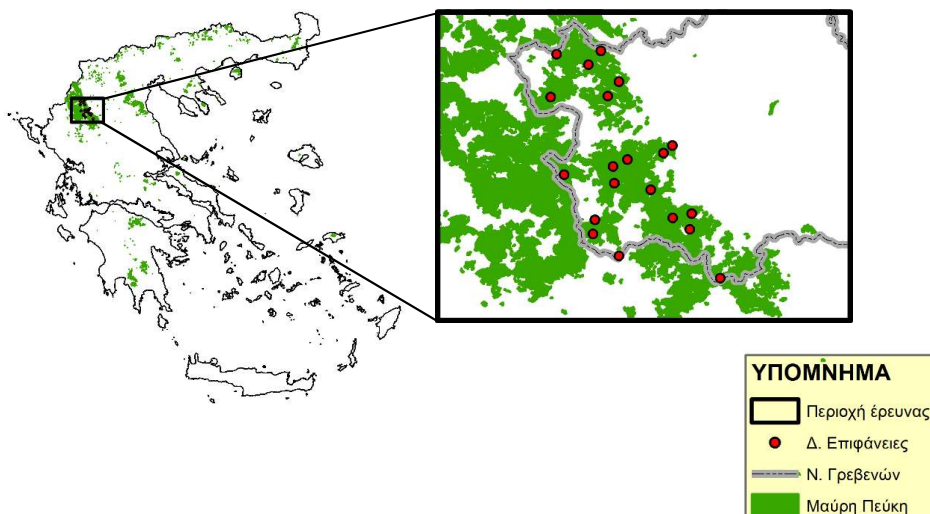
Οι στόχοι της παρούσας εργασίας είναι: i) η διε-

ρεύνηση της σχέσης διαμέτρου κόμης και στηθιαίας διαμέτρου ατόμων μαύρης Πεύκης του Εθνικού Δρυμού της Πίνδου και ii) η ανάπτυξη ενός γραμμικού μοντέλου μικτών επιδράσεων πρόβλεψης του αυξητικού χώρου σε ατομικό επίπεδο, καθώς και η αξιολόγησή του με βάση συγκεκριμένα στατιστικά κριτήρια καλής προσαρμογής, για το σύνολο των δειγματοληπτικών επιφανειών.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

### Περιοχή έρευνας

Η περιοχή έρευνας εντοπίζεται στο Ανατολικό άκρο του Εθνικού Πάρκου της Βόρειας Πίνδου, εντός των γεωγραφικών ορίων του Νομού Γρεβενών. Μετά τη χαρτογράφηση των ορίων κατανομής της μαύρης Πεύκης, έγινε τυχαία κατανομή 20 συνολικά δειγματοληπτικών επιφανειών, με τη χρήση της εντολής *data sampling* σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ArcGIS 10.2) (Kershaw *et al.* 2016). Το σημειακό αρχείο των δειγματοληπτικών επιφανειών εισήχθη σε δορυφορική συσκευή εντοπισμού θέσης χειρός (GPS), με σκοπό τον εύκολο εντοπισμό τους στο πεδίο. Το προβολικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε είναι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ 87). Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες είχαν σχήμα κυκλικό, ακτίνας 12,616 μέτρων καλύπτοντας έκταση 500 μ<sup>2</sup> η κάθε μία (Σχήμα 1). Εντός των δειγματοληπτικών επιφανειών αριθμήθηκαν όλα τα δέντρα με ύψος μεγαλύτερο του 1,30 μέτρων και εκτιμήθηκαν τα παρακάτω δειγματοληπτικά χαρακτηριστικά τους: Η διάμετρος στο στηθιαίο ύψος (cm),



**Σχήμα 1.** Χάρτης προσανατολισμού της περιοχής έρευνας  
**Figure 1.** Orientation map of the study area

το ολικό ύψος των δέντρων (m), το ύψος έναρξης της πράσινης κόμης (m) και η διάμετρος της κόμης σε δύο κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις (Ayhan 1973), χρησιμοποιώντας τη λειτουργία *canopy spread* του οργάνου LaserAce hypsometer. Το συνολικό δείγμα αποτελείται συνολικά από 616 άτομα μαύρης Πεύκης.

Από το δείγμα αποκλείστηκαν άτομα νεκρά ή άτομα με σπασμένη κορυφή. Τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος παρουσιάζονται στον Πίνακα I. Η προσαρμογή των δειγματοληπτικών επιφανειών στην κλίση του εδάφους έγινε με βάση την ένδειξη *horizontal distance (HD)* του ψηφιακού οργάνου LaserAce hypsometer.

**Πίνακας I.** Περιγραφικά χαρακτηριστικά του συνολικού δείγματος

**Table I.** Descriptive statistics of the dendrometric attributes of the total sample

Παράμετρος	Περιγραφικά χαρακτηριστικά (n=616)			
	Mean	Min	Max	S.D.
Διάμετρος (cm)	25,06	3,8	75,2	12,69
Ύψος (m)	15,15	2,2	29,1	5,26
Ύψος έναρξης πράσινης κόμης (m)	6,51	0,4	17,4	3,86
Διάμετρος κόμης (m)	5,45	0,8	14,1	2,46
Άτομα ανά εκτάριο (Nha <sup>-1</sup> )	621	360	1100	154,8

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### Απλό γραμμικό μοντέλο

Το σύνολο των πρωτογενών στοιχείων που αποκτήθηκαν από την εργασία πεδίου αναλύθηκε στατιστικά με σκοπό τη διερεύνηση βασικών σχέσεων που συνδέουν τα επιμέρους δειγματοληπτικά χαρακτηριστικά. Αρχικά, υποθέτοντας την ύπαρξη ανεξαρτησίας μεταξύ των παρατηρήσεων (Temesgen *et al.* 2008), προσαρμόστηκε το απλό γραμμικό μοντέλο, με βάση τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (Ordinary Least Squares – OLS):

$$cw = \beta_0 + \beta_1 D_{1,3}$$

όπου  $cw$  = διάμετρος κόμης (m),  $D_{1,3}$  = διάμετρος στο στηθαίο ύψος (cm) και  $\beta_0, \beta_1$  παράμετροι της παλινδρόμησης. Τα στατιστικά κριτήρια καλής προσαρμογής που χρησιμοποιήθηκαν, είναι τα παρακάτω:

1) Οι τιμές των εκτιμώμενων παραμέτρων, οι οποίες θα πρέπει να είναι στατιστικά διαφορετικές του μηδενός ( $p < 0,05$ ).

2) Η Ρίζα του Μέσου Τετραγώνου του Σφάλματος (Root Mean Squared Error – RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (cw_i - \widehat{cw}_i)^2}{n - k}}$$

3) Το κριτήριο του Akaike (AIC):  $AIC = n \cdot \ln(RMSE) + 2k$ .

4) Ο συντελεστής προσδιορισμού ( $R^2$  – coefficient of determination):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (cw_i - \widehat{cw}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (cw_i - \overline{cw})^2}$$

Όπου  $cw_i$  και οι τιμές των παρατηρούμενων, των προβλεπόμενων και των μέσων τιμών του ύψους της  $i$  παρατήρησης,  $n$  ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων που έγιναν κατά την προσαρμογή του μοντέλου, και  $k$  ο αριθμός των παραμέτρων του μοντέλου.

5) Η κατανομή των υπολοίπων σε σχέση με την προβλεπόμενη διάμετρο της κόμης. Σε γενικές γραμμές, η κατανομή των υπολοίπων θα πρέπει να παρουσιάζει ομογενοποιημένη διακύμανση σε όλο το εύρος των θεωρητικών τιμών. Για τον έλεγχο της ομοσκεδαστικότητας χρησιμοποιήθηκε το Goldfeld-Quandt τεστ (Judge *et al.* 1988), σε συνδυασμό με το γραφικό έλεγχο της κατανομής των κανονικοποιημένων υπολοίπων (standartized residuals). Η σύγκριση των μοντέλων βασίστηκε στην εκτίμηση του λογάριθμου του λόγου των πιθανοφανειών (LRT – likelihood ratio test) και το κριτήριο AIC (Adamec and Drapela 2016) αντίστοιχα. Απλό μοντέλο μικτών επιδράσεων

Έστω ότι η διάμετρος της κόμης ενός δέντρου  $j$  σε δειγματοληπτική επιφάνεια  $i$  ( $cw_{ij}$ ), με στηθαία διάμετρο  $D_{(1,3)ij}$ . Το μοντέλο μικτών επιδράσεων ορίζεται ως (Mehtatalo *et al.* 2015):

$$cw_{ij} = f(D_{(1,3)ij}; \beta_i) + e_{ij}$$

όπου  $f(D_{(1,3)ij}; \beta_i)$ , το συστηματικό τμήμα του μοντέλου και  $e_{ij}$  το σφάλμα του μοντέλου. Το συστηματικό τμήμα είναι δυνατό να μεταβάλλεται μεταξύ των δειγματοληπτικών επιφανειών με την εισαγωγή τυχαίων παραμέτρων. Ως εκ τούτου,

$$\beta_i = \beta + b_i$$



όπου  $\beta$  το σταθερό τμήμα της παραμέτρου που είναι κοινό για όλες τις δειγματοληπτικές επιφάνειες και  $b_i$  η διαφορά της παραμέτρου στη δειγματοληπτική  $i$  σε σχέση με την τυπική δειγματοληπτική επιφάνεια. Τα τυχαία τμήματα των παραμέτρων υποτίθεται ότι ακολουθούν την κανονική κατανομή με μέσο όρο ίσο με 0 και πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανσης  $var(b_i)=D$  για όλες τις τιμές των  $i$  δειγματοληπτικών επιφανειών. Αναλυτική μαθηματική περιγραφή των γραμμικών μοντέλων μικτών επιδράσεων δίνεται από τους Trincado *et al.* (2007).

Στη συγκεκριμένη έρευνα θεωρήθηκε ότι και οι δύο παράμετροι του γραμμικού μοντέλου αποτελούνται από ένα σταθερό και ένα τυχαίο τμήμα (Pinheiro and Bates 1998). Συνεπώς, η μαθηματική έκφραση του γραμμικού μοντέλου μικτών επιδράσεων είναι η παρακάτω:

$$cw = (\beta_0 + b_0) + (\beta_1 + b_1)D_{1,3} \quad \text{MM1}$$

όπου  $\beta_0$  και  $\beta_1$  τα σταθερά και  $b_0$ ,  $b_1$  τα τυχαία τμήματα των παραμέτρων.

Στη συνέχεια θεωρήθηκε ότι η μία μόνο παράμετρος εκ των δύο αποτελείται από ένα τυχαίο τμήμα, με αποτέλεσμα να προκύψουν δύο νέα γραμμικά μοντέλα μικτών επιδράσεων:

$$cw = \beta_0 + (\beta_1 + b_1)D_{1,3} \quad \text{MM2}$$

$$cw = (\beta_0 + b_0) + \beta_1 D_{1,3} \quad \text{MM3}$$

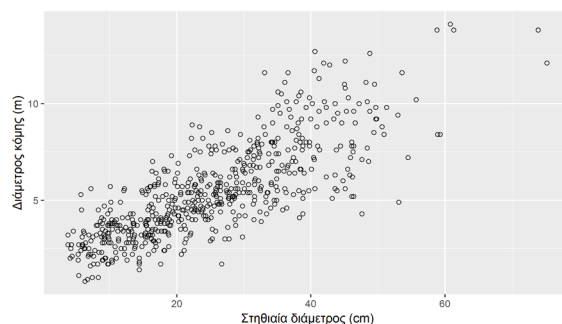
Τα εμφωλευμένα (nested) μοντέλα συγκρίθηκαν μεταξύ τους ώστε να διαπιστωθεί ποιο παρουσιάζει την καλύτερη προσαρμογή και αν προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Saunders and Wagner 2008). Η εκτίμηση των παραμέτρων (τυχαίων και σταθερών)

έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου *R*, της εντολής *lm* για το απλό γραμμικό μοντέλο και της βιβλιοθήκης *lme4* για το γραμμικό μοντέλο μικτών επιδράσεων (R Development Team 2011, Bates *et al.* 2011). Για τη σύγκριση των επιμέρους μικτών μοντέλων χρησιμοποιήθηκε η εντολή *anova* της βιβλιοθήκης *lme4*.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της γραμμικής συσχέτισης (pearson) σε επίπεδο δειγματοληπτικής επιφάνειας των δενδρομετρικών χαρακτηριστικών παρουσιάζονται στον Πίνακα II. Το διάγραμμα διασποράς μεταξύ της διαμέτρου της κόμης και της στηθιαίας διαμέτρου παρουσιάζεται στο Σχήμα 2. Η τελική μορφή του γραμμικού μοντέλου (OLS) είναι η παρακάτω:

$$cw = 1,575158 + 0,154585 * D_{1,3} \quad (1)$$



**Σχήμα 2.** Διάγραμμα διασποράς στηθιαίας διαμέτρου και διαμέτρου κόμης

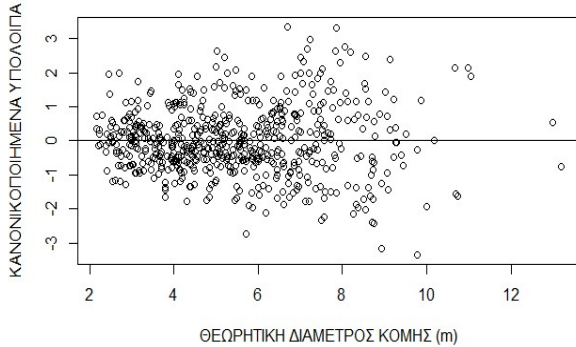
**Figure 2.** Scatter plot of diameter at breast height and crown width

**Πίνακας II.** Συσχέτιση βασικών δενδρομετρικών χαρακτηριστικών σε επίπεδο συστάδας

**Table II.** Correlation matrix of stand attributes

	διάμετρος	ύψος	έναρξη κόμης	διάμετρος κόμης	κυκλική επιφάνεια	άτομα το εκτάριο
διάμετρος	1	0,589**	0,234	0,642**	0,747**	-0,708**
ύψος		1	0,732**	0,326	0,518*	-0,146
έναρξη κόμης			1	0,347	0,294	0,005
διάμετρος κόμης				1	0,468*	-0,528*
κυκλική επιφάνεια					1	-0,163
άτομα το εκτάριο						1

Το μοντέλο (1) είναι στατιστικά σημαντικό ( $F = 1070, p < 0,01$ ), ενώ η κατανομή των υπολοίπων σε σχέση με την προβλεπόμενη διάμετρο της κόμης απεικονίζεται γραφικά στο Σχήμα 3. Σύμφωνα με το κριτήριο Goldfeld – Quandt, δεν παρατηρήθηκαν τάσεις ετεροσκεδαστικότητας ( $GQ = 1,1087, p > 0,05$ ). Παράλληλα, όλοι οι παράμετροι των παλινδρομήσεων είναι στατιστικά διαφορετικοί του μηδενός ( $p < 0,01$ ), όπως προκύπτει από τον έλεγχο του t-κριτηρίου.



**Σχήμα 3.** Κατανομή των κανονικοποιημένων υπολοίπων των παρατηρούμενων τιμών ως προς τις θεωρητικές τιμές της διαμέτρου της κόμης του απλού (βασικού) μοντέλου  
**Figure 3.** Distribution of standardized residuals of the predicted crown width values of the basic model

Χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη *lme4* του στατιστικού πακέτου *R*, έγινε η εκτίμηση των παραμέτρων ενός γραμμικού μοντέλου μικτών επιδράσεων, στα ίδια δεδομένα. Θεωρώντας ότι και οι δύο παράμετροι του γραμμικού μοντέλου αποτελούνται από ένα τυχαίο τμήμα, το μοντέλο πέτυχε σύγκλιση στο σύνολο των δειγματοληπτικών επιφανειών. Στη συνέχεια οι τυχαίοι παράμετροι μειώθηκαν σταδιακά, ενώ τα αποτελέσματα της σύγκρισης των μικτών μοντέλων παρουσιάζονται στον πίνακα III. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της σύγκρισης, το μικτό μοντέλο που αποτελείται από δύο τυχαίες παραμέτρους (MM1) υπερτερεί των άλλων δύο. Η μορφή του γραμμικού μοντέλου μικτών επιδράσεων (fixed) με σταθερές παραμέτρους είναι η παρακάτω:

$$cw = 1,261316 + 0,166408 * D_{1,3} \quad (2)$$

**Πίνακας III.** Σύγκριση των τριών εμφωλευμένων γραμμικών μοντέλων μικτών επιδράσεων με την εντολή *anova*  
**Table III.** Comparison of the three nested linear mixed effect models with *anova* function

Μοντέλο	AIC	LRT	p-value
MM1	2133	-1055,7	
MM2	2149	-1065,4	p<0,001
MM3	2170	-1075,9	p<0,001

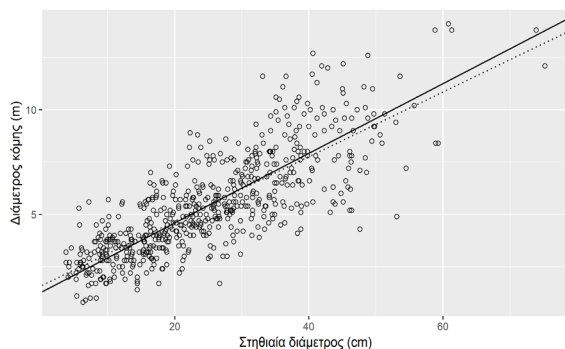
Τα αποτελέσματα της προσαρμογής του απλού και του μικτού γραμμικού μοντέλου (MM1) παρουσιάζονται στον Πίνακα IV. Η κατανομή των υπολοίπων σε σχέση με την προβλεπόμενη διάμετρο της κόμης απεικονίζεται γραφικά στο Σχήμα 5, στο οποίο δεν φαίνεται κάποια σημαντική τάση όσον αφορά την κατανομή τους στο εύρος των θεωρητικών τιμών. Το τελικό μικτό μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό παρουσιάζοντας καλύτερη προσαρμογή σε σχέση με το βασικό μοντέλο, με βάση το κριτήριο του λόγου των πιθανοφανειών (likelihood ratio test:  $p < 0,001$ , AIC = 2133,0). Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των μοντέλων μικτών επιδράσεων είναι η εκτίμηση των παραμέτρων του βασικού γραμμικού μοντέλου για όλες τις επιμέρους δειγματοληπτικές επιφάνειες του δείγματος. Χρησιμοποιώντας τη λειτουργία *ranef* του στατιστικού πακέτου *R*, προσδιορίστηκαν οι τιμές των τυχαίων παραμέτρων (αρνητικές ή θετικές) που

**Πίνακας IV.** Προσαρμογή του απλού γραμμικού και του μοντέλου μικτών επιδράσεων

**Table IV.** Fitting statistics of the basic and the mixed effect model

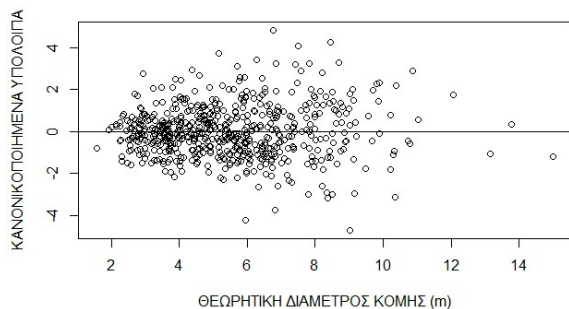
Σταθερή παράμετρος (Fixed effect)	Γραμμικό μοντέλο	Μοντέλο μικτών επιδράσεων
$\beta_0$	1,575158	1,261316
$\beta_1$	0,154585	0,166408
Τυχαία παράμετρος (Random effect) διακύμανση - συνδιακύμανση		
$var(b_0)$	-	0,683057
$var(b_1)$	-	0,001138
$cov(b_0, b_1)$	-	-0,0195
$\sigma^2$ (error variance)	2,1531	1,620324
Κριτήρια Προσαρμογής		
RMSE	1,466153	1,240102
$R^2$	0,635333	0,739113
AIC	2225,547	2132,974





**Σχήμα 4.** Προσαρμογή της εξίσωσης (1) του απλού γραμμικού (διακεκομμένη γραμμή) και του σταθερού τμήματος (fixed) του μοντέλου μικτών επιδράσεων (συνεχόμενη γραμμή).

**Figure 4.** Fitting performance of the basic linear model (dashed line) (1) and the fixed part of the mixed effect model (solid line)

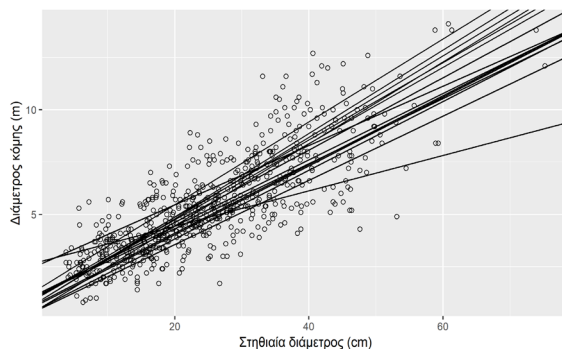


**Σχήμα 5.** Κατανομή των κανονικοποιημένων υπολοίπων των παρατηρούμενων τιμών ως προς τις θεωρητικές τιμές της διαμέτρου της κόμης του μοντέλου των μικτών επιδράσεων

**Figure 5.** Distribution of standardized residuals of the predicted crown width values of the mixed effect model

έπρεπε να προστεθούν στα σταθερά τμήματα σε κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια. Η γραφική απεικόνιση όλων των μοντέλων πρόβλεψης για το σύνολο των δειγματοληπτικών επιφανειών παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, εκ των τριών εναλλακτικών μορφών του γραμμικού μοντέλου μικτών επιδράσεων, προτείνεται αυτή η οποία αποτελείται από ένα ξεχωριστό τυχαίο τμήμα και για τις δύο παραμέτρους, οι οποίες καθορίζουν το σημείο τομής του άξονα (intercept) και την κλίση (slope) της ευθείας. Παρά την ενδεχόμενη αυξημένη πολυπλοκότητα, εμφανίζει καλύτερη προσαρμογή, ενώ η εφαρμογή του εμφάνισε μικρότερο σφάλμα σε σχέση με το βασικό μοντέλο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, 1,240 και από 1,466 μέτρα αντίστοιχα (15,42%



**Σχήμα 6.** Γραφικές απεικονίσεις 20 γραμμικών μοντέλων διαμέτρου κόμης - στηθιαίας διαμέτρου για το σύνολο του δείγματος.

**Figure 6.** Graphical representation of 20 linear crown width - diameter models of the total sample

διαφορά). Αν, ωστόσο, χρησιμοποιηθεί το σταθερό (fixed) τμήμα του μικτού μοντέλου μόνο, το μέσο σφάλμα εμφανίζεται ελάχιστο αυξημένο ( $RMSE_{fixed} = 1,474$  m). Η παραδοχή αυτή έχει επισημανθεί και από άλλους συγγραφείς στο παρελθόν (Temesgen *et al.* 2008). Με βάση όμως το γεγονός ότι το απλό γραμμικό μοντέλο (εξίσωση 1) που προκύπτει με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (OLS) δεν έχει εφαρμογή σε παρατηρήσεις που δεν χαρακτηρίζονται από ανεξαρτησία, σε συνδυασμό με τη σχετικά καλή προσαρμογή του σταθερού (fixed) μοντέλου (εξίσωση 2) το οποίο πληροί όλες τις στατιστικές προϋποθέσεις, προτείνεται η χρήση της εξίσωσης (2) στη συγκεκριμένη περιοχή, όταν άλλα στοιχεία κόμης-διαμέτρου, δεν είναι διαθέσιμα.

Ένα κύριο πλεονέκτημα της χρήσης της στηθιαίας διαμέτρου ως μόνης ανεξάρτητης μεταβλητής, είναι η απλοποίηση της διαδικασίας υπολογισμού της διαμέτρου της κόμης καθώς η στηθιαία διάμετρος συμπεριλαμβάνεται σε όλες τις διαχειριστικές εκθέσεις και σχέδια. Τα μοντέλα μικτών επιδράσεων έχουν την δυνατότητα προσαρμογής ακόμα και σε τμήματα ή συστάδες όπου μέρος της πληροφορίας (ζεύγη τιμών διαμέτρου κόμης - στηθιαίας διαμέτρου) είναι γνωστά. Αυτό προϋποθέτει την ύπαρξη μετρήσεων στη συστάδα στην οποία θα γίνει η εκτίμηση. Οι Calama and Montero (2004) θεωρούν ότι τέσσερις ή πέντε παρατηρήσεις μπορούν να οδηγήσουν σε αμερόληπτο καθορισμό του τυχαίου τμήματος των παραμέτρων. Ωστόσο, οι διαστάσεις της κόμης συνήθως δεν συμπεριλαμβάνονται σε διαχειριστικές εκθέσεις και ως εκ τούτου θα πρέπει να χρησιμοποιείται το σταθερό (fixed) γραμμικό μοντέλο της εξίσωσης (2). Ο καθο-

ρισμός των τυχαίων παραμέτρων σε συστάδες όπου δεν υπάρχουν προηγούμενες παρατηρήσεις αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα κατά την πρακτική χρήση των μικτών μοντέλων. Προκειμένου να ξεπεραστεί το συγκεκριμένο πρόβλημα, οι Yang and Huang (2017) χρησιμοποίησαν το μέσο όρο τυχαίου δείγματος 10.000 αριθμών εντός των ορίων της διακύμανσης, για τον προσδιορισμό του τυχαίου τμήματος των παραμέτρων. Οι Nanos *et al.* (2004), πρότειναν μια γεωστατιστική προσέγγιση ως λύση στο παραπάνω πρόβλημα, σε δεδομένα ύψους - διαμέτρου ατόμων *Pinus pinaster* στην κεντρική Ισπανία, με ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Η γραμμικότητα (linearity) της σχέσης κόμης-διαμέτρου έχει υποστηριχθεί και από άλλους συγγραφείς κατά το παρελθόν. Οι Foli *et al.* (2003) χρησιμοποίησαν τη διάμετρο ιστάμενων δέντρων σε ύψος 3,96 μέτρων ως πιο αντιπροσωπευτική, υποστηρίζουν ότι τα διαγράμματα διασποράς κόμης - διαμέτρου τροπικών ειδών δεν έχουν παρουσιάσει μορφές που παραπέμπουν σε μη γραμμική σχέση. Ο Dawkins (1962) θεωρεί ότι η γραμμική εξίσωση εκφράζει την πιο πρακτική ερμηνεία της σχέσης κόμης - διαμέτρου, ενώ οι Lockhart *et al.* (2005), προσπαθώντας να περιγράψουν την ακτίνα της κόμης 6 πλατύφυλλων ειδών με βάση τη διάμετρο στο σθηθιαίο ύψος, βασίστηκαν σε γραμμική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Ωστόσο, οι Sanchez-Gonzalez *et al.* (2007), ερευνώντας την ίδια σχέση σε είδος δρυός (*Quercus suber*), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ένα μη γραμμικό μοντέλο τύπου παραβολής προσαρμόζεται καλύτερα στο δείγμα τους.

Ο αυξητικός χώρος του κάθε ατόμου μπορεί να εκφραστεί με μαθηματικό τρόπο, ως συνάρτηση της διαμέτρου του (Foli *et al.* 2003):

$$GS = \frac{\pi}{4} cw^2 \quad (3)$$

Όπου **GS** ο αυξητικός χώρος του κάθε ατόμου μαύρης Πεύκης (m<sup>2</sup>). Αντικαθιστώντας το μέγεθος *cw* από την εξίσωση (2), τότε η εξίσωση (3) εκφράζεται ως εξής:

$$GS = \frac{\pi}{4} (1,261316 + 0,166408 * D_{1,3})^2$$

Ως εκ τούτου, ένα δέντρο σθηθιαίας διαμέτρου 43 εκατοστών χρειάζεται αυξητικό χώρο της τάξης των 55,61 m<sup>2</sup>. Ωστόσο, η εκτίμηση αυτή αναφέρεται σε άτομα που αναπτύσσονται μέσα σε συστάδες, όχι μεμονωμένα και μέσα στα όρια της πυκνότητας των δειγματοληπτικών επιφανειών που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του μοντέλου. Παράλληλα,

χρησιμοποιείται η παραδοχή ότι ο αυξητικός χώρος έχει σχήμα κυκλικό.

Η δασοκομική σπουδαιότητα της παραπάνω εξίσωσης είναι δεδομένη κατά τη διάρκεια αναδασώσεων και αραιώσεων, έχει όμως και διαχειριστικές προεκτάσεις καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, που σε συνδυασμό με αεροφωτογραφίες υψηλής ευκρίνειας, μπορεί να οδηγήσει σε εκτίμηση του ιστάμενου όγκου μέσα από διαδικασίες φωτοερμηνίας (Gill *et al.* 2000, Popescu *et al.* 2003). Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη παρόμοιων προτύπων αναμένεται να συμβάλλει στην ορθολογικότερη διαχείριση των δασικών πόρων.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παραπάνω ανάλυση, τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν από αυτή την εργασία είναι τα εξής: α) Στη σχέση της διαμέτρου της κόμης και της σθηθιαίας διαμέτρου δέντρων μαύρης Πεύκης προσαρμόζεται καλύτερα ένα γραμμικού τύπου μοντέλο β) Το γραμμικό μοντέλο δύο μικτών παραμέτρων εμφανίζει καλύτερη προσαρμογή σε σχέση με το απλό μοντέλο των ελαχίστων τετραγώνων και σε σχέση με το αντίστοιχο μικτό μιας μόνο παραμέτρου γ) Παρέχεται η δυνατότητα προσδιορισμού του αυξητικού χώρου ατόμων μαύρης Πεύκης σε συνθήκες συστάδας, με δασοκομικές και διαχειριστικές προεκτάσεις.

# Development of a linear mixed effect crown width model for Black Pine (*Pinus nigra* Arn.) even aged natural forest stands in Pindos National Park

Raptis Dimitrios<sup>1</sup>, Kazana Vassiliki<sup>1</sup>, Kazaklis Angelos<sup>2</sup>, Stamatiou Christos<sup>1</sup>

## ABSTRACT

In the current research we analyzed the relationship between crown width (cw) and diameter at breast height ( $D_{1.3}$ ) for *Pinus nigra* (Arn.) natural forest stands located in Pindos National Park. The total sample (N=616) of Black pine trees was obtained from the random installation of 20 nonpermanent sample plots, where a number of dendrometric characteristics at the stand level was estimated with the use of contemporary methods. Using linear regression, a simple model was fitted in order to use it as a basis for a mixed – effect model development, so as to ensure independence between observations and to reduce the mean fitting error. The analysis clearly showed that mixed effect models reduced the observed error of the Least Squares Method and increased fitting performance, while fulfilling the assumptions required for the development and use of forecasting models.

**Key words:** mixed effect models, crown width, black pine, forest management

---

\* <sup>1</sup>International Hellenic University, Department of Forestry and Natural Environment, 1st km Drama - Mikrohori, 66100, Drama, Greece τηλ.:2521060460, email:d\_rapt@yahoo.gr

<sup>2</sup>OLYMPUS - Centre for Integrated Environmental Management, 39 Androutsou Str., 55132 Kalamaria, Thessaloniki, Greece

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ayhan H.O. 1973. Crown diameter: d.b.h. relationships in Scots pine. *Arbor* 5: 15–25.
- Adamec, Z. and Drápela, K. 2016. Comparison of parametric and nonparametric methods for modeling height-diameter relationships. *iForest* 10:1-8.
- Bates D., Maechler M. and Bolker B. 2011. lme4: linear mixed-effects models using Eigen and Eigen. R package version 0.999375-39.
- Bragg, D.C. 2001. A local basal area adjustment for crown width prediction. *Northern Journal of Applied Forestry* 18: 22–28.
- Calama, R. and Montero, G. 2004. Interregional nonlinear height–diameter model with random coefficients for stone pine in Spain. *Canadian Journal of Forest Research* 34:150–163.
- Dawkins H. C. 1962. Crown diameters: Their relation to bole diameter in tropical forest trees. *Commonwealth Forestry Review* 26: 318–333.
- Foli E.G., Alder D., Miller H.G. and Swaine M.D. 2003. Modelling growing space requirements for some tropical forest tree species. *Forest Ecology and Management* 173: 79–88.
- Fu L., Sun H., Sharma R.P., Lei Y., Zhang H. and Tang S. 2013. Nonlinear mixed-effects crown width models for individual trees of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) in south-central China. *Forest Ecology and Management* 302:210–220.
- Fu L., Sharma R.P., Hao K. and Tang S. 2017. A generalized interregional nonlinear mixed effects crown width model for Prince Rupprecht larch in northern China. *Forest Ecology and Management* 389:364–373.
- Gill, S.J., Biging, G.S., and Murphy, E.C. 2000. Modeling conifer tree crown radius and estimating canopy cover. *Forest Ecology and Management* 126:405–416.
- Gregoire, T.G., Schabenberger, O. and Barrett, J.P. 1995. Linear modeling of irregularly spaced, unbalanced, longitudinal data from permanent plot measurements. *Canadian Journal of Forest Research* 25:136 – 156.
- Judge G.G., Hill, R.C., Griffiths, W.E., Luetkepohl H. and Lee T.C. 1988. Introduction to the Theory and Practice of Econometrics, Wiley.
- Kershaw Jr., J.A., Ducey, M.J., Beers, T.W. and Husch, B. 2016. Forest Mensuration, fifth ed. Wiley, New York.
- Kucuk, O., Saglam, B. and Bilgili, E. 2007. Canopy fuel characteristics and fuel load in young black pine trees. *Biotechnology and Biotechnological Equipment* 21: 235–240.
- Lappi, J. 1991. Calibration of height and volume equations with random parameters. *Forest Science* 37:781–801.
- Lockhart B.R., Robert C., Weih J.R. and Keith M.S. 2005. Crown radius and diameter at breast height relationships for six bottomland hardwood species. *Journal of the Arkansas Academy of Sciences* 59:110-115.
- Mehtätalo, L., de-Miguel, S. and Gregoire, T.G. 2015. Modeling height diameter curves for prediction. *Canadian Journal of Forest Research* 45:826–837.
- Nanos, N., Calama, R., Montero, G. and Gil, L. 2004. Geostatistical prediction of height/diameter models. *Forest Ecology and Management* 195:221–235.
- Neter, J., Wasserman, W. and Kutner, M. 1990. Applied Linear Statistical Models, (Third Ed). Irwin, Homewood, IL.
- Pinheiro, J.C. and Bates, D.M. 1998. Model building for nonlinear mixed effects model. Department of Statistics, University of Wisconsin, Madison, Wis.
- Popescu, S.C., Wynne, R.H. and Nelson, R.F. 2003. Measuring individual tree crown diameter with lidar and assessing its influence on estimating forest volume and biomass. *Canadian Journal of Remote Sensing* 29:564–577.
- Pretzsch H., Biber P., Uhl E., Dahlhausen J., Rötzer T., Caldentey J., Koike T., vanCon, T., Chavanne A., Seifert T., du Toit B., Farnden C. and Pauleit S. 2015. Crown size and growing space requirement of common tree species in urban centres, parks, and forests. *Urban Forestry & Urban Greening* 14:466–479.
- R Development Core Team 2011. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: the R Foundation for Statistical Computing.
- Sanchez-Gonzalez, M., Caellas, I. and Montero, G. 2007. Generalized height-diameter and crown diameter prediction models for cork oak forests in Spain. *Forest Systems* 16:76–88.
- Saunders, M.R. and Wagner, R.G. 2008. Long-term spatial and structural dynamics in Acadian mixedwood stands managed under various silvicultural systems. *Canadian Journal of Forest Research* 38:498–517.
- Scaltsoyiannes, A., Tsaktsira, M., Pasagiannis, G., Tsoulpha, P., Zhelev, P., Iliev, I. and Rohr, R. 2009. Allozyme variation of European Black (*Pinus nigra* Arnold) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) populations

and implications on their evolution: A comparative study. *Journal of Biological Research* 11: 95 – 106.

Sönmez, T. 2009. Diameter at breast height-crown diameter prediction models for *Picea orientalis*. *African Journal of Agricultural Research* 4: 215–219.

Sharma, M. and Patron, J. 2007. Height-diameter equations for boreal tree species in Ontario using a mixed-effects modeling approach. *Forest Ecology and Management* 249:187-198.

Temesgen, H., Monleon, V.J. and Hann, D.W. 2008. Analysis and comparison of nonlinear tree height prediction strategies for douglas-fir forests. *Canadian Journal of Forest Research* 38: 553–565.

Temesgen H., Zhang C.H. and Zhao X.H. 2014. Modelling tree height-diameter relationships in multi-species and multi-layered forests: A large

observational study from Northeast China. *Forest Ecology and Management* 316: 78–89.

Trincado, G., VanderSchaaf, C.L. and Burkhart, H.E. 2007. Regional mixed-effects height–diameter models for loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantations. *European Journal of Forest Research* 126:253-262.

Yang, Y. and Huang, S. 2017. Allometric modelling of crown width for white spruce by fixed- and mixed-effects models. *The forestry Chronicle* 93:138-147.

Vanclay J.K. 1994. Modelling Forest Growth and Yield: Applications to Mixed Tropical Forests. CAB International, Wallingford, U.K. 312pp.

Υπουργείο Γεωργίας, 1992. Αποτελέσματα Πρώτης Εθνικής Απογραφής Δασών της Ελλάδος. Γενική Γραμματεία Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος. Αθήνα, σελ. 134.



## Δέσμες καμπυλών ύψους ως εργαλείο εκτίμησης του ξυλαποθέματος των δασοσυστάδων (Η περίπτωση της οξιάς Αρναίας Χαλκιδικής)

Στυλιανός Γκατσογιάννης

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην εκτίμηση του ξυλαποθέματος δοκιμαστικών επιφανειών που συγκεντρώνονται κατά την εκπόνηση των διαχειριστικών σχεδίων των δασών. Μετά από εκτενή ανασκόπηση των συστημάτων απογραφής, τα οποία εφαρμόζονται στην Ελλάδα, η εργασία περιλαμβάνει την ανάπτυξη μιας νέας μεθόδου απογραφής η οποία βασίζεται στη λογική των μαζοπινάκων διπλής εισόδου και σε **δέσμες καμπυλών ύψους** που προβλέπουν τη μεταβολή του ύψους των δένδρων ως συνάρτηση της στηθιαίας διαμέτρου. Αποτελεί μάλιστα μια παραπέρα εξέλιξη των δεκαμερών συστημάτων του Παναγιωτίδη (1981), της μεθόδου ταριφών των Krutzsch - Loetsch (Prodan, 1965), καθώς και μεθόδου της «ενιαίας καμπύλης ύψους για μοντελοποίηση ύψους-διαμέτρου» (UHC: The uniform height curve method for height-diameter modelling) (Huang et al., 2000, Arcangeli et al., 2014). Κύρια χαρακτηριστικά της μεθόδου αποτελούν: α) αναφέρεται σε ομήλικες συστάδες, β) χρησιμοποιεί δέσμες καμπυλών ύψους/ διαμέτρου ως βοηθητικά μέσα για τον υπολογισμό του ξυλαποθέματος συστάδων, γ) εισάγει την ηλικία και την ποιότητα τύπου των συστάδων στα συστήματα καμπυλών ύψους/ διαμέτρου, ώστε αυτά να ανταποκρίνονται στη δυναμική που χαρακτηρίζει τις ομήλικες συστάδες, δ) εξασφαλίζει προϋποθέσεις ελέγχου της ακρίβειας των αποτελεσμάτων υπολογισμού του ξυλαποθέματος και ε) το σύστημα καμπυλών ύψους δημιουργείται μέσα από τα στοιχεία απογραφής των ίδιων των ΔΕ που εγκαθίστανται κατά τη εκπόνηση των διαχειριστικών σχεδίων των δασών.

Τα αποτελέσματα που ανακοινώνονται στην εργασία περιλαμβάνουν: 1) ένα σύστημα πληροφοριών απογραφής δοκιμαστικών επιφανειών, 2) την κατάρτιση ενός μαζοπίνακα διπλής εισόδου για συστάδες οξιάς περιοχής Αρναίας Χαλκιδικής, 3) την ανάπτυξη ενός συστήματος καμπυλών ύψους οξιάς και 4) τη διαδικασία εφαρμογής/ χρήσης της δέσμης υψοκαμπυλών κατά την απογραφή του ξυλαποθέματος δοκιμαστικών επιφανειών των συστάδων.

**Λέξεις κλειδιά:** μαζοπίνακες, απογραφή δασών, διαχειριστικά σχέδια, συστήματα υψοκαμπυλών, ταρίφες όγκου.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η δασική απογραφή που εφαρμόζεται κατά την εκπόνηση διαχειριστικών σχεδίων των δασών βασίζεται κατά κανόνα σε μεθόδους δειγματοληψίας, όπου οι δειγματοληπτικές ή δοκιμαστικές επιφάνειες (ΔΕ) παίζουν έναν κεντρικό ρόλο. Για την απογραφή του ξυλαποθέματος των ΔΕ έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα πολυάριθμοι μέθοδοι. Μεταξύ αυτών ξεχωρίζουν, τουλάχιστον στον ευρωπαϊκό χώρο, οι μέθοδοι που βασίζονται σε μαζοπίνακες, σε συστήματα ταριφών όγκου, σε μέσους κορμούς και σε πίνακες παραγωγής (Kramer & Ακσα, 1982, Μάτης, 1989,

Laar and Ακσα, 2007, Prodan, 1965). Παράλληλα καταβλήθηκαν σημαντικές προσπάθειες από τη δασική έρευνα τόσο για τον εξοπλισμό της δασοπονικής πράξης με βοηθήματα, όπως είναι οι μαζοπίνακες, όσο και για την ανάπτυξη και εισαγωγή νέων μέσων και τεχνολογιών, όπως είναι πχ. το ρελασκόπιο (Γκόφρας, 1970), η τηλεπισκόπηση και η δορυφορική τεχνολογία (Kim, 2016).

Παρόλα τα βήματα προόδου που έγιναν μέχρι σήμερα διεθνώς, στη χώρα μας παγιώθηκε, ήδη από τη δεκαετία του '60, μια μεθοδολογία απογραφής ΔΕ που βασίζεται στη λογική των μέσων κορμών και περιλαμβάνει, σύμφωνα με τις εγκυκλίους του Υπουρ-

<sup>1</sup>Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, ΕΘΙΑΓΕ. E-mail: [sgatzo@gmail.com](mailto:sgatzo@gmail.com)



γείου Γεωργίας 958/1953 και 158072/1120/1965, τα ακόλουθα: Πλήρης παχυμέτρηση των δένδρων μιας ΔΕ και κατανομή τους κατά βαθμίδες και κλάσεις βαθμίδων διαμέτρου. Προσδιορισμός των μέσων (κατά κυκλική επιφάνεια) κορμών (dg), συνολικά ή και για κάθε κλάση διαμέτρων χωριστά και αναζήτηση δένδρων, ως δοκιμαστικών κορμών (ΔΚ), που έχουν διάμετρο κατά το δυνατόν ίση με αυτήν του μέσου κορμού (dg). Υπολογισμός του όγκου και της τρέχουσας προσαύξησης «ισταμένων ή ριπτομένων» των μέσων αυτών κορμών και αναγωγή των αποτελεσμάτων στο συνολικό αριθμό των δένδρων κάθε κλάσης διαμέτρου. Από το αθροιστικό αποτέλεσμα όγκου και προσαύξησης προκύπτει κατόπιν το ξυλαπόθεμα και η τρέχουσα προσαύξηση κάθε ΔΕ. Η τεχνική αυτή αποτέλεσε μια ικανοποιητική, για την τότε εποχή, επιστημονική βάση για την εκτίμηση των ξυλαποθεμάτων κυρίως των υψηλών δασών της χώρας και βοήθησε αποτελεσματικά στη ανάπτυξη και την αειφορική διαχείριση των δασών στη μεταπολεμική Ελλάδα. Πλην όμως συνδέθηκε αυτή και με αδυναμίες και προβλήματα εφαρμογής κυρίως εξαιτίας του κόστους, όταν πχ. ήταν αναγκαία η υλοτομία μέσων κορμών σε κάθε ΔΕ, καθώς και του μεγέθους των σφαλμάτων με τα οποία συνοδεύεται η εφαρμογή της.

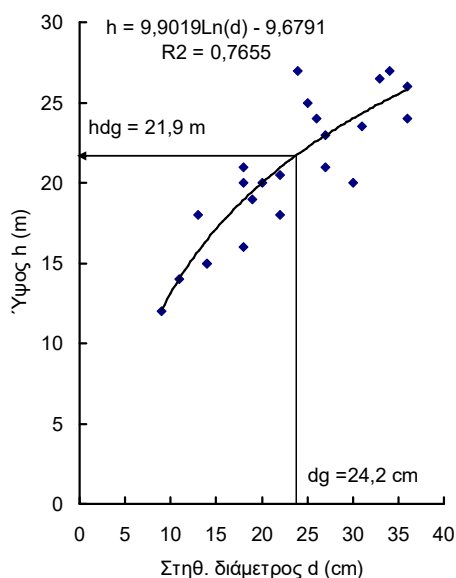
Για να γίνουν κατανοητά τα προβλήματα της πρακτικής αυτής χρησιμοποιείται το ακόλουθο παράδειγμα: Δοκιμαστική επιφάνεια 500 m<sup>2</sup> σε συστάδα οξιάς του σταδίου των λεπτών κορμών έδωσε τα αποτελέσματα απογραφής που δίνονται στον πίνακα I. Αν αναπτύξουμε την καμπύλη εξομάλυνσης των τιμών ύψους (Σχ. 1) και υπολογίσουμε τις θεωρητικές τιμές ύψους ( $h=f(d)$ ) και εν συνεχεία τον όγκο κάθε δένδρου, τότε προκύπτει το ξυλαπόθεμα της ΔΕ ( $V_{ΔΕ} = 10,25 \text{ m}^3$ ), το οποίο διαφέρει μόλις κατά -0,11 % από αυτόν που υπολογίστηκε με τις πραγματικές τιμές ύψους. ( $V_{ΔΕ} = 10,24 \text{ m}^3$ , Πίν. I). Αν εφαρμόσουμε εναλλακτικά τη λογική των μέσων κορμών, τότε προκύπτουν τα αποτελέσματα που δίνονται στον πίνακα II και έχουν ως ακολούθως:

**Πίνακας I.** Αποτελέσματα απογραφής διαμέτρων (di) και υψών (hi) δοκιμαστικής επιφάνειας

**Table I.** Inventory results of diameter (di) and heights (hi) in a sampling plot

<b>Στηθ. Διάμετρος (di)</b>	9	11	13	14	14	18	18	18	19	20	22	22	24	25	26	27	27	30	31	33	34	36	36
<b>Ύψος (hi)</b>	12	14	18	15	15	16	20	21	19	20	18	20,5	27	25	24	21	23	20	23,5	26,5	27	24	26

Χαρακτηριστικά μεγέθη συστάδας στο επίπεδο της ΔΕ: Αριθμός κορμών n=23, εγκάρσια κυκλική επιφάνεια  $G = \frac{\pi}{4} \cdot \Sigma di^2 = 1,06 \text{ m}^2$ , μέση (κατά κυκλική επιφάνεια) διάμετρος  $dg = ((G/n) \cdot \frac{4}{\pi})^{0,5} \cdot 100 = 24,224 \text{ cm}$  και ξυλαπόθεμα  $V_{ΔΕ} = \Sigma vi = 10,24 \text{ m}^3$  (υπολογιζόμενο με μαζοπίνακα διπλής εισόδου)



**Σχήμα 1.** Το διάγραμμα διασποράς των παρατηρήσεων διαμέτρου/ ύψους μιας δοκιμαστικής επιφάνειας

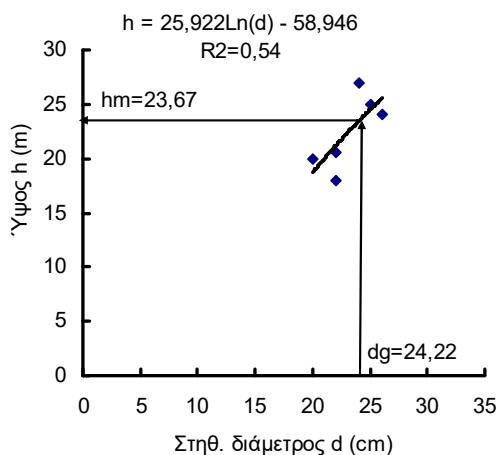
**Figure 1.** The scatter plot of diameter and height observations in a sampling plot

**Περίπτωση Α:** Αν με παρεμβολή στην καμπύλη ύψους  $h = 9,9019 \cdot \ln(d) - 9,6791$  (Σχ. 1) υπολογίσουμε το ύψος ( $hm = 21,882 \text{ m}$ ) του μέσου κορμού ( $dg = 24,224$ ) και υπολογίσουμε τον όγκο αυτού ( $vm = f(dg, hm) = 0,427$ ), τότε το ξυλαπόθεμα της ΔΕ ανέρχεται σε  $V = n \cdot vm = 9,81 \text{ m}^3$  (στήλη 2 στον πίνακα II) και αποκλίνει μόλις κατά - 4,17% από τον αρχικό όγκο ( $10,24 \text{ m}^3$ , Πίν. I).

**Περίπτωση Β:** Για την αποφυγή των πολλών μετρήσεων ύψους σε κάθε ΔΕ, που προϋποθέτει η προηγούμενη περίπτωση, η εκτίμηση του μέσου ύψους γίνεται με μετρήσεις σε έναν περιορισμένο αριθμό (τουλάχιστον 6) δένδρων που βρίσκονται κοντά στο μέσο κορμό (dg). Με παρεμβολή στην καμπύλη εξομάλυνσης των παρατηρήσεων αυτών ( $h = 25,922 \cdot \ln(d) - 58,946$ , Σχ. 2), προσδιορίζεται κατόπιν το ύψος ( $hm$ ) του μέσου κορμού (dg). Αυτή η

πρακτική συστήνεται από εγχειρίδια δενδρομετρίας (Kramer & Akca, 1982) και οδηγεί σε μικρές σχετικά αποκλίσεις. Στην προκειμένη περίπτωση (βλέπε στήλη 3 του πίνακα II) το ξυλαπόθεμα ανέρχεται σε 10,60 m<sup>3</sup> και αποκλίνει μόλις κατά 3,51% από τον αρχικό όγκο (10,24 m<sup>3</sup>).

**Περίπτωση Γ (Ελληνική πρακτική):** Επιλέγεται ένας ή περισσότεροι κορμοί που βρίσκονται εντός της ΔΕ και έχουν την πλησιέστερη στην dg διάμετρο. Αυτοί παρατηρούνται στη συνέχεια ως «αντιπροσωπευτικοί» του μέσου κορμού και με υπολογισμό του όγκου «ισοταμένων ή ριπτομένων» (κατά τις προδιαγραφές) των «μέσων αυτών κορμών» και αναγωγή των αποτελεσμάτων στο συνολικό αριθμό των δένδρων υπολογίζεται το ξυλαπόθεμα της ΔΕ. Αν επιλέξουμε τέσσερις κορμούς από τους πλησιέ-



**Σχήμα 2.** Εκτίμηση του μέσου ύψους συστάδων με τη βοήθεια περιορισμένου αριθμού μετρήσεων (d/h) σε μια ΔΕ  
**Figure 2.** Estimation of the mean height using a limited number of measurements (d / h) in one plot

στερους στην dg της ΔΕ του πίνακα I, δηλαδή τους ΔΚ1, ΔΚ2, ΔΚ3 και ΔΚ4 με δεδομένα διαμέτρου και ύψους (d,h) που δίνονται αντίστοιχα στις στήλες 4, 5, 6 και 7 του πίνακα II, τότε προκύπτουν τα εξής: Θεωρώντας κάθε έναν από τους κορμούς αυτούς ότι «εκπροσωπεί» το μέσο κορμό και προσδιορίζοντας τον όγκο (vm) του και με αυτόν το ξυλαπόθεμα της ΔΕ ( $V_{ΔΕ}=n*vm$ ), τότε προκύπτουν οι αντίστοιχες αποκλίσεις 15,6%, -34,26%, -25,44 %, και 16,13% (στ. 4, 5, 6 και 7 στον πίνακα II) οι οποίες υπερβαίνουν κατά πολύ το όριο σφάλματος (5 %) που κατά κανόνα γίνεται αποδεκτό στις αντίστοιχες περιπτώσεις (πχ. στις προκηρύξεις των δασικών υπηρεσιών για κατάρτιση Διαχειριστικών Σχεδίων). Οι αποκλίσεις αυτές είναι μεν ενδεικτικές, αλλά πάντοτε ενδεχόμενες εξαιτίας της έντονης διασποράς των υψών ακόμα και για δένδρα της ίδιας διαμέτρου, όπως μας δείχνει το νέφος διασποράς στο σχήμα 1. Κατά συνέπεια, η επιλογή ενός και μόνο κορμού (όσο κοντά και αν είναι στην dg) οδηγεί κατά κανόνα σε απρόβλεπτα σφάλματα και αβεβαιότητες, που δεν μπορούν να ελεγχθούν στην πράξη γιατί κάθε επιλογή κορμών βασίζεται μόνο στη διάμετρο. Τέλος, η εξαγωγή μέσων τιμών των όγκων των μεμονωμένων αυτών δένδρων ( $vm = (0,515 + 0,293 + 0,332 + 0,517)/4 = 0,414$ , στη στήλη 8 του πίνακα II) δεν λύνει επίσης το πρόβλημα απογραφής γιατί ο μέσος όγκος των τεσσάρων κορμών δεν εξυπακούεται ότι είναι και ο όγκος του μέσου κορμού της συστάδας.

Αν και τα αποτελέσματα του παραδείγματος δεν μπορούν κατ' απόλυτο τρόπο να γενικευτούν, είναι όμως ενδεικτικά των σφαλμάτων που υπεισέρχονται στις εκτιμήσεις, αλλά και των δυνατοτήτων που παρέχουν οι μέθοδοι των μέσων κορμών.

Για την αντιμετώπιση των ως άνω αδυναμιών καταβλήθηκαν έκτοτε σημαντικές προσπάθειες βελ-

**Πίνακας II.** Εναλλακτικοί τρόποι υπολογισμού του ξυλαποθέματος με τη μέθοδο των μέσων κορμών

**Table II.** Alternative ways of calculating the wood stock using the mean stems

	Περίπτωση Α: hg με παρεμβολή στη συνολική καμπύλη ύψους (Σχήμα 1)	Περίπτωση Β: hg με παρεμβολή στην καμπύλη κορμών περί την dg (Σχήμα 2)	Περίπτωση Γ: Οι 4 πλησιέστεροι στην dg κορμοί				
			ΔΚ1	ΔΚ2	ΔΚ3	ΔΚ4	Μ.Ο.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
d	24,224	24,224	24	22	22	25	
h	21,882	23,676	27	18	20,5	25	
vm =f(d,h)	0,427	0,461	0,515	0,293	0,332	0,517	0,414
$V_{ΔΕ}=n*vm$	9,81	10,60	11,84	6,73	7,64	11,89	9,53
ΔV %	-4,17	3,51	15,60	-34,26	-25,44	16,13	-6,99

τίωσης της μεθόδου, οι οποίες είχαν στο επίκεντρο αφενός μεν την κατάρτιση μαζοπινάκων διπλής εισόδου (Γεωργόπουλος, 1957, Δαμαλάς, 1982, Μάτης, 1986 κ.ά.) ή και υψομορφαρίθμων (Αναγνωστόπουλος, 1978), ώστε να αποφεύγεται η υλοτομία κορμών και αφετέρου την εξεύρεση του κατάλληλου αριθμού μετρήσεων ύψους (βλέπε δεκαμερή συστήματα Παναγιωτίδη (1981) (Απατσιδής κ.ά. 1984), ώστε από τη μια πλευρά να βελτιώνεται η ακρίβεια και από την άλλη να αποφεύγονται πολυαριθμείς μετρήσεις ύψους που προκαλούν ένα σημαντικό κόστος για την απογραφή.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος απογραφής μέσα από την ανάπτυξη μιας δέσμης καμπυλών ύψους/ διαμέτρου ως ενδιάμεσου εργαλείου για την εκτίμηση του όγκου των δασοσυστάδων.

Εξιιώσεις ύψους/ διαμέτρου για την εκτίμηση του ξυλαποθέματος των συστάδων χρησιμοποιήθηκαν ήδη από τη δεκαετία του 1930 (κατά Prodan, 1965 και Temesgen and Gadow, 2004) και χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα από πολλούς συγγραφείς (Huang, et al., 2000, Ahmadi, et al., 2013 κ.ά.). Η δε εφαρμογή των εξιώσεων αυτών με μόνη τη στηθαία διάμετρο ως στοιχείο εισαγωγής συνδέεται με καλά αποτελέσματα, όπως έδειξε άλλωστε και το παραπάνω παράδειγμα (Πίν. I και II και Σχήμα 1), αλλά μόνον όταν αυτές εφαρμόζονται σε τοπικό επίπεδο, δηλαδή σε επίπεδο συστάδας. Το ύψος των δένδρων ως συνάρτηση της διαμέτρου εμφανίζει μεγάλη/ έντονη μεταβλητότητα όταν αναφέρεται σε σύνολα συστάδων με διαφορετικά χαρακτηριστικά (Sharma and Parton, 2007). Για τον λόγο αυτόν έχουμε σήμερα μια νέα σειρά μοντέλων ύψους/ διαμέτρου δένδρων που λαμβάνουν υπόψη χαρακτηριστικά μεγέθη των συστάδων, όπως είναι: η εγκάρσια κυκλική επιφάνεια, ο αριθμός κορμών, η μέση διάμετρος (dg), καθώς και στοιχεία ηλικίας και σταθμού (Scharma and Parton, 2007, Temesgen and Gadow, 2004, Arcangeli et al., 2014).

Η προτεινόμενη εδώ μέθοδος βασίζεται κατ' αρχήν στη δημιουργία μιας συνολικής δέσμης «παράλληλα αναπτυσσόμενων» καμπυλών ύψους ( $h=f(d)$ ) συναρτήσει της στηθαίας διαμέτρου, οι οποίες καλύπτουν το συνολικό εύρος διασποράς των υψών δένδρων διαφορετικών συστάδων ενός δασοπονικού είδους. Με μετρήσεις ύψους σε περιορισμένο αριθμό δένδρων εντάσσεται μια ΔΕ στο σύστημα των υψοκαμπυλών και επιλέγεται η καμπύλη ύψους που ανταποκρίνεται καλύτερα στις μετρήσεις αυτές

και μπορεί να εκπροσωπήσει καλύτερα τη συγκεκριμένη ΔΕ, για να ακολουθήσει στη συνέχεια η υπολογισμός των υψών και των όγκων (με τη βοήθεια μαζοπινάκα) κάθε βαθμίδας διαμέτρου.

Αποτελεί μάλιστα μια παραπέρα εξέλιξη των δεκαμερών συστημάτων του Παναγιωτίδη (1981) και της μεθόδου ταριφών των Krutzsch -Loetsch (Prodan, 1965), καθώς και της μεθόδου της ενιαίας καμπύλης ύψους για μοντελοποίηση ύψους-διαμέτρου (UHC: The uniform height curve method for height-diameter modelling) (Huang et al., 2000, Arcangeli et al., 2014). Κύρια χαρακτηριστικά της μεθόδου είναι: α) αναφέρεται σε ομήλικες συστάδες, β) εισάγει την ηλικία και την ποιότητα τύπου των συστάδων, ώστε το σύστημα των υψοκαμπυλών να ανταποκρίνεται στη δυναμική της αύξησης που χαρακτηρίζει τις ομήλικες συστάδες, γ) εξασφαλίζει προϋποθέσεις ελέγχου της ακρίβειας των αποτελεσμάτων ογκομέτρησης των ΔΕ και δ) το σύστημα καμπυλών ύψους δημιουργείται μέσα από τα στοιχεία απογραφής των ίδιων των ΔΕ που εγκαθίσταται κατά τη εκπόνηση των διαχειριστικών σχεδίων των δασών. Η μέθοδος ανταποκρίνεται εξάλλου και ακολουθεί τον τρόπο απογραφής που εφαρμόζεται στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης με εφαρμογή της πλήρους παχυμέτρησης διαμέτρων και μετρήσεων ύψους και άλλων παραμέτρων σε υπο-δείγμα κορμών μέσα σε κάθε ΔΕ (Pelz et al., 2000, Binder, 1997).

Η τεχνική αυτή που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία εφαρμόστηκε για πρώτη φορά και με απλοποιημένη μορφή, κατά την εκπόνηση του διαχειριστικού σχεδίου των δασών Ελατιάς Δράμας (Γκατζογιάννης, 1989, Γκατζογιάννης κ.ά., 1989). Εν συνεχεία δοκιμάστηκε βελτιούμενη κατά την εκπόνηση διαχειριστικών σχεδίων μιας σειράς άλλων δημοσίων δασών, όπως Α. Βροντού Σερρών (Γκατζογιάννης, 1994), Αρναίας (Γκατζογιάννης, 1995), Παλαιοκάστρου Χαλκιδικής (Παπαδόπουλος κ.ά., 2011), Πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη (Δασοαρχείο Πανεπιστημιακού Δάσους Ταξιάρχη, 2012), καθώς και σε μια σειρά πιλοτικών εφαρμογών στα δάση Διαδιάς (Γκατζογιάννης κ.ά., 1995), Σεϊχ Σού (Δασοαρχείο Θεσσαλονίκης, 1996) και Γράμιου (Γκατζογιάννης, 2001). Τυποποιήθηκε δε η όλη διαδικασία απογραφής και προετοιμάστηκε προς γενικευμένη εφαρμογή στο σχέδιο προδιαγραφών εκπόνησης διαχειριστικών σχεδίων που υπέβαλε το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών στην κεντρική δασική διοίκηση προς έγκριση (Γκατζογιάννης, 2008). Κατόπιν αυτών, η παρού-

σα εργασία εστιάζει στα ακόλουθα ζητήματα: 1) στο σύστημα πληροφοριών απογραφής μιας ΔΕ, 2) στην κατάρτιση ενός μαζοπίνακα οξιάς διπλής εισόδου, 3) στην ανάπτυξη ενός συστήματος καμπυλών ύψους οξιάς και 4) στη διαδικασία εφαρμογής/ χρήσης του συστήματος υποκαμπυλών κατά την απογραφή του ξυλαποθέματος μιας ΔΕ.

## ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Η παρούσα έρευνα αναφέρεται στο σύμπλεγμα δασών Αρναίας Χαλκιδικής και ειδικότερα στις αμιγείς και ομήλικες συστάδες οξιάς που καταλαμβάνουν συνολική έκταση 3424,3 εκταρίων. Το υλικό της έρευνας προέρχεται από την απογραφή που διενεργήθηκε (1993) υπό την επίβλεψη του Εργαστηρίου Δασικής Διαχειριστικής του ΙΔΕ (Γκατζογιάννης, 1995) κατά την εκπόνηση του διαχειριστικού σχεδίου του εν λόγω συμπλέγματος και περιλαμβάνει ένα δίκτυο 880 δοκιμαστικών επιφανειών, κυκλικής διατομής και μεγέθους 500 τ.μ., συστηματικά καταταξιωμένων σε ολόκληρη την έκταση των συστάδων οξιάς. Σε κάθε ΔΕ συγκεντρώθηκαν, αναφορικά με την εκτίμηση του ξυ-

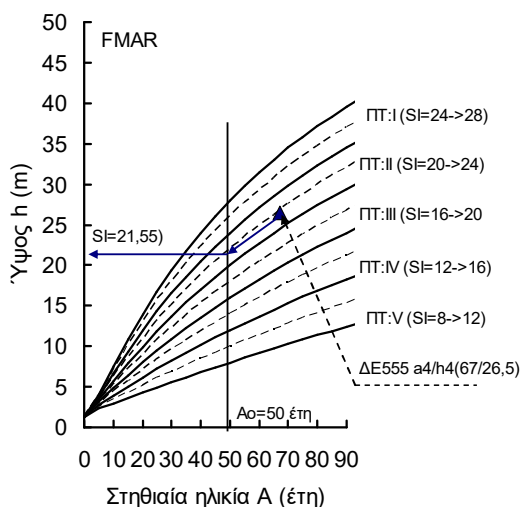
λαποθέματος και της τρέχουσας προσαύξησης όγκου, δυο ομάδες πληροφοριών (Πίν. ΙΙΙ). Α: Πληροφορίες πλήρους παχυμέτρησης (στηθιαία διάμετρος  $d_{1,3}$  (cm) όλων των δένδρων με  $d > 7$ cm και κατανομή αυτών κατά βαθμίδες διαμέτρου). Β: Πληροφορίες απογραφής δοκιμαστικών κορμών (ΔΚ) (στ. 3 έως 11): Με τυχαία επιλογή δυο κορμών σε κάθε κλάση διαμέτρου μετρήθηκαν η διάμετρος (d, cm) και το ύψος τους (h, m), ενώ χαρακτηρίστηκαν (στ. 11) με «κ» όσα δένδρα ήταν κυρίαρχα ή συγκυρίαρχα στη συστάδα. Με δενδροτροπική λήφθηκαν τρυπανίδια στα οποία μετρήθηκαν: το πάχος φλοιού (f, mm) (στ.8), το πάχος των τελευταίων 5 ετησίων δακτυλίων (zr, mm/5ετία) (στ. 9) και ο συνολικός αριθμός ετησίων δακτυλίων (a, έτη) (στ. 10) ως στηθιαία ηλικία κάθε κορμού. Με τη βοήθεια των μετρήσεων αυτών προσδιορίστηκαν ακολούθως ο δείκτης ποιότητας τύπου ( $SI_{50}$ ), η ποιότητα τύπου (ΠΤ) και η ηλικία της συστάδας (Tk, έτη) ως ακολούθως: Με τη βοήθεια των μετρήσεων (a/h) των τεσσάρων κορμών που χαρακτηρίστηκαν με «κ» προσδιορίστηκαν οι μέσες τιμές στηθιαίας ηλικίας ( $a_4 = 67,00$ ) και ύψους ( $h_4 = 26,5$ ) και ακολούθως ο

Πίνακας ΙΙΙ. Πληροφορίες απογραφής ΔΕ για την εκτίμηση του ξυλαποθέματος δασοσυστάδων

Table III. Inventory data of a plot for the assessment of the wood stock in the forest

Α. Παχυμέτρηση diameter measurements		Β. Μετρήσεις σε ιστάμενους δοκιμαστικούς κορμούς (tree measurements in a sub-sample of stems)								
1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	
d	n	aa	Δασ. είδος	d	h	f	zr	a	k	
8	5	1	fm	15	14	2	5	52		
10	10	2	fm	18	19,5	2	5	47		
12	3	3	fm	28	26,5	3	8	58	k	
14	2	4	fm	29	23,5	3	5	58	k	
18	1	5	fm	34	24	4	5	60	k	
20	1	6	fm	42	31	5	7	92	k	
22	2	<b>Στοιχεία ταυτότητας ΔΕ:</b> Δάσος Αρναίας, Αριθμός ΔΕ: 555, Έκταση: 0,5 στρ., Δασοπ. είδος: Οξιά (fm), ημερομηνία: 15-7-1993. <b>Στοιχεία παχυμέτρησης:</b> $d_{1,3}$ : Βαθμίδες διαμέτρου, n : Αριθμός κορμών <b>Στοιχεία δοκιμαστικών κορμών:</b> d= στηθιαία διάμετρος (cm), h = ύψος (m), f= πάχος φλοιού (mm), zr =τρέχουσα προσαύξηση ακτίνας (mm/5ετία), a= στηθιαία ηλικία (έτη), k= θέση του δένδρου στη συστάδα <b>Δείκτες/ χαρακτηριστικά μεγέθη:</b> $a_4 = 67,00$ έτη, $h_4 = 26,5$ m, $SI_{50} = 21,55$ (ΠΤ ΙΙ), $Tk = 70,24$ έτη								
24	2									
26	1									
28	1									
30	2									
32	3									
34	3									
36	1									
42	1									
46	1									
48	1									
Σύνολο	40									





**Σχήμα 3.** Προσδιορισμός του δείκτη ποιότητας τόπου συστάδας με τη βοήθεια σταθμοδεικτικών καμπυλών ύψους οξιάς Αρναίας Χαλκιδικής (Gatzojannis, 1998)

**Figure 3.** Determination of the site index of the plot using the site index system of beech stands (Gatzojannis, 1998)

δείκτης ποιότητας τόπου  $SI_{50} = 21,55$ , ως ύψος που μας δίνει το σύστημα σταθμοδεικτικών καμπυλών στο σχήμα 3 (Gatzojannis, 1998) για την ηλικία αναφοράς των 50 ετών και εν συνεχεία η ποιότητα τόπου (ΠΤ = II) στην οποία εντάσσεται η ΔΕ.

Προσθέτοντας στη στηθαία ηλικία ( $a_4$ ) το χρόνο που χρειάζονται τα δένδρα για να ανέλθουν σε ύψος 1,3 m από το έδαφος (χρόνος ανόδου  $T_{13} = 3,24$  έτη, που δίνει το σύστημα για την ΠΤ II) προκύπτει η ηλικία της (κυριαρχούσας) συστάδας ( $Tk = 67,00 + 3,24 = 70,24$  έτη).

Με μετρήσεις 6 ΔΚ σε κάθε ΔΕ (και σε ορισμένες περιπτώσεις 4 ή 5) καταμετρήθηκαν συνολικά 4926 δοκιμαστικοί κορμοί. Τα βασικά στατιστικά των μετρήσεων αυτών, τα οποία αποτέλεσαν και τη βάση των αναλύσεων που ακολουθούν, δίνονται στον πίνακα IV.

**Πίνακας IV.** Βασικά στατιστικά των παρατηρήσεων του δείγματος των 4926 δοκιμαστικών κορμών

**Table IV.** Base statistics of the height model data set (N of observations = 4926 stems)

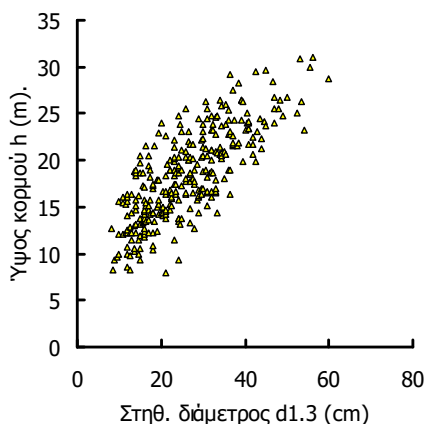
	d	h	f	zr	SI	Tk	v*)
1	2	3	4	5	6	7	8
Min	7,00	6,00	1,00	2,00	9,17	33,79	0,0255
Max	56,00	33,50	11,00	15,00	29,74	142,00	2,6879
Mean	22,09	17,95	3,66	5,82	16,93	69,20	0,3822
StDev	8,65	4,43	1,42	1,71	3,45	18,11	0,3689

\*) Υπολογιζόμενος όγκος με την εξίσωση του μαζοπίνακα  $v=f(d,h)$

Με τη βοήθεια του υλικού αυτού ακολούθησε η ανάπτυξη των εξισώσεων οι οποίες δίνουν το ύψος των δένδρων ως συνάρτηση αφενός μεν της διαμέτρου των δένδρων και αφετέρου των χαρακτηριστικών μεγεθών ( $SI_{50}$  και  $Tk$ ) της ΔΕ στην οποία ανήκει κάθε δένδρο.

Η ανάπτυξη του συστήματος υψοκαμπυλών βασίστηκε στη διερεύνηση των σχέσεων που διαμορφώνονται μεταξύ διαμέτρου και ύψους των δοκιμαστικών κορμών του δείγματος, αλλά και της εξάρτησης αυτών από τα δεδομένα ηλικίας και ποιότητας τόπου. Προς τούτο εξετάστηκαν διάφορα μαθηματικά πρότυπα, εκκινώντας από μια απλή μορφή σχέσης, όπως  $h = b_0 + b_1 \ln d$ , μεταξύ διαμέτρου ( $d$ ) και ύψους ( $h$ ) που σε επίπεδο συστάδας εγγυάται σχετικά καλά αποτελέσματα (Laar and Akca, 2007, σελ. 122, 123) και ενσωματώνοντας βαθμιαία παραμέτρους της ηλικίας ( $Tk$ ) και του δείκτη ποιότητα τόπου ( $SI_{50}$ ) για να διαμορφωθεί τελικά η σχέση που εκφράζει το σύστημα υψοκαμπυλών και έχει τη μορφή  $h = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \cdot SI + b_3 \cdot \ln Tk + b_4 \cdot d/Tk^{0.3}$ , όπου  $h$  το ύψος και  $d$  η διάμετρος των δένδρων, ενώ  $SI$  ο δείκτης ποιότητας τόπου και  $Tk$  η ηλικία της συστάδας, όπου ανήκουν τα εκάστοτε δένδρα. Για την ανάπτυξη της σχέσης αυτής εφαρμόστηκαν γραμμικές διαδικασίες παλινδρόμησης. Η εξίσωση αυτή έδωσε ακολούθως και το σύστημα καμπυλών ύψους που αποτέλεσε την αφετηρία για την επιλογή της ατομικής καμπύλης ύψους που προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα κάθε ΔΕ. Για την επιλογή αυτή εξετάστηκαν εναλλακτικοί τρόποι ένταξης των ΔΕ στο σύστημα και συνήχθησαν αντίστοιχα συμπεράσματα για τις επιπτώσεις των διαφορών επιλογών στην ακρίβεια υπολογισμού του ξυλαποθέματος των ΔΕ.

Για τη κατάρτιση μαζοπίνακα διπλής εισόδου υλοτομήθηκαν συνολικά 303 δένδρα οξιάς τα οποία ογκομετρήθηκαν τμηματικά και υπολογί-



**Σχήμα 4.** Νέφος διασποράς των παρατηρήσεων διαμέτρου / ύψους δένδρων που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη των εξισώσεων των μαζοπινάκων

**Figure 4.** Scatter plot of the diameter/ height observations used for the development of the volume tables

στηκε ο συνολικός έμφλοιος και άφλοιος όγκος τους. Η επιλογή των κορμών έγινε από τη συνολική έκταση των δασών οξιάς της περιοχής έρευνας και κατά τρόπο ώστε να υπάρχει ομοιόμορφη εκπροσώπηση του συνόλου των διαμέτρων στο δείγμα, όπως χαρακτηριστικά μας δείχνει η διασπορά των παρατηρήσεων στο σχήμα 4. Τα βασικά στατιστικά του δείγματος των κορμών δίνονται στον πίνακα V. Για την ανάπτυξη των εξισώσεων των μαζοπινάκων εφαρμόστηκαν επίσης γραμμικές διαδικασίες παλινδρόμησης χρησιμοποιώντας εναλλακτικά μοντέλα της μορφής  $v = f(d, h)$ . Για την αξιολόγηση των σφαλμάτων και της αποδοτικότητας των εξισώσεων που αναπτύχθηκαν, εκτός των στατιστικών που δίνει η παλινδρόμηση για τους συντελεστές των εξισώσεων ( $t$  κριτήριο) και την εξίσωση συνολικά (SEE: τυπικό σφάλμα εκτίμησης και  $R^2$ : συντελεστής προσδιορισμού), ακολούθησε ανάλυση των αποκλίσεων των θεωρητικών (obs: observed values) από τις πραγματικές (est: estimated values) παρατηρήσεις και η εκτίμηση μιας σειράς δεικτών ως ακολούθως:  $MRes = \sum(obs - est)/n$ : Μέση απόκλιση (Mean residual) η οποία αποτελεί δείκτη (bias) συστηματικού σφάλματος που παράγεται από το μοντέλο,  $SSRes = \sum(obs - est)^2$ : το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων, ως δείκτης ακρίβειας,  $R^2/Mef: 1 - SSRes / [\sum(x_i - x_m)^2]$  ο λόγος μεταξύ του συντελεστή προσδιορισμού και του συντελεστή αποδοτικότητας (efficiency) του μοντέλου, ο οποίος μετράει το

**Πίνακας V.** Βασικά στατιστικά του πακέτου δεδομένων για την κατάρτιση μαζοπινάκων οξιάς (n=303)

**Table V.** Base statistics of the data set for the establishment of the volume tables/ equations (n=303)

	d	da	h	v	va
Min	8	7,8	8	0,017	0,016
Max	60	59	31	3,217	2,816
Mean	26,26	25,49	18,45	0,566	0,525
StDev	10,65	10,40	4,84	0,580	0,532

d/da: Έμφλοια / άφλοια στηθ. διάμετρος (cm) -BH diameter overbark/ inside bark (cm), h= Συνολικό ύψος κορμού (m) - tree height (m), v/va: Έμφλοιος/ άφλοιος όγκος κορμού (m<sup>3</sup>) -Stem volume overbark/ inside bark (m<sup>3</sup>)

ποσοστό της διακύμανσης που ερμηνεύεται από το μοντέλο και  $obs = \alpha + \beta * est$  γραμμική σχέση μεταξύ θεωρητικών και πραγματικών παρατηρήσεων η οποία παράγει ένα μέτρο επίσης για την απόδοση του μοντέλου.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

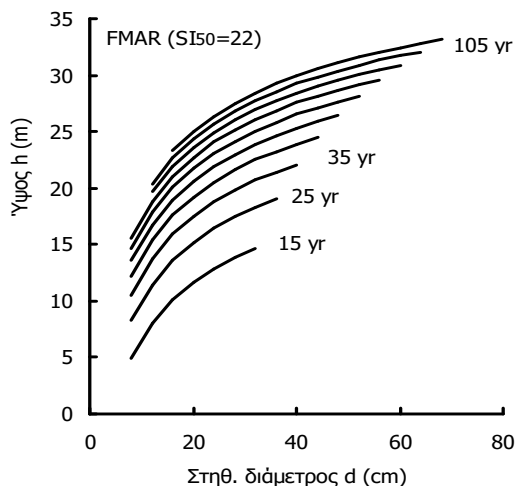
**Συντελεστές εξισώσεων:** Στον πίνακα VI δίνονται οι ακόλουθες ομάδες εξισώσεων. A: Εξισώσεις που μπορούν να προβλέψουν το ύψος (h) ενός δένδρου ως συνάρτηση της έμφλοιας (d, περ. A1) ή άφλοιας (da, περ. A2) στηθιαίας διαμέτρου, καθώς και του δείκτη ποιότητας τόπου (SI) και της ηλικίας (Tk) της ΔΕ. B: Εξισώσεις μαζοπινάκων που μπορούν να προβλέψουν τον έμφλοιο (v) ή και τον άφλοιο (va) όγκο ενός κορμού οξιάς, ως συνάρτηση της στηθιαίας διαμέτρου (d ή da) και του ύψους (h) κάθε δένδρου.

**Η δέσμη των καμπυλών ύψους:** Αναπτύσσοντας το σύστημα καμπυλών ύψους με τη βοήθεια της εξίσωσης A1, (Πίν.VI) για συστάδες της ποιότητας τόπου II (για  $SI_{50}=22$  m) προκύπτει το διάγραμμα του σχήματος 5. Το διάγραμμα αυτό ως τμήμα του συνολικού συστήματος που μπορεί να αναπτυχθεί για όλες τις συστάδες οξιάς της περιοχής έρευνας, είναι μια δέσμη καμπυλών ύψους που χαρακτηρίζεται από τα εξής: Αποτελείται από ένα σύνολο «στατικών» καμπυλών ύψους  $h = f(d)$  οι οποίες μετατοπίζονται προς τα πάνω, δηλαδή προς μεγαλύτερες τιμές ύψους, όσο η ηλικία αυξάνεται. Η μετατόπιση αυτή δεν είναι ομοιόμορφη αλλά ακολουθεί τη γενική πορεία αύξησης του ύψους των συστάδων. Στην αρχή, δηλαδή σε μικρές ηλικίες, η μετατόπιση αυτή είναι σχετικά μεγάλη για να μειωθεί βαθμι-



αία όσο μεταβαίνουμε σε μεγαλύτερες ηλικίες. Τα όρια ισχύος των καμπυλών αυτών, δηλαδή τα όρια ασφαλούς πρόβλεψης, ορίζονται από τα όρια που προσδιορίζει το νέφος διασποράς των πραγματικών παρατηρήσεων του υλικού έρευνας. Η επίδραση της ποιότητας τόπου είναι επίσης σημαντική και μετατοπίζει τη δέσμη καμπυλών προς μεγαλύτερα ύψη όταν πρόκειται για συστάδες καλύτερων ΠΤ ή προς μικρότερα ύψη όταν πρόκειται για συστάδες κατώτερων ποιότητων τόπου. Η μετατόπιση αυτή είναι «παράλληλη» εξαιτίας της γραμμικής σχέσης μεταξύ υψών και δείκτη ποιότητας τόπου (βλ. εξίσωση A1 στον πίνακα VI).

Η χρήση του συστήματος υψοκαμπυλών για την εκτίμηση του ξυλαποθέματος μιας ΔΕ: Αν για κάθε σειρά ξευγών διαμέτρου/ύψους που μας δίνει κάθε καμπύλη ύψους (Σχ. 5), υπολογίσουμε τον όγκο που αντιστοιχεί σε κάθε διάμετρο, τότε προκύπτει ένα νέο σύστημα καμπυλών όγκου (ταρίφες όγκου) (Σχ. 6) αντίστοιχο των υψοκαμπυλών (Σχ. 5). Το σύστημα αυτό έχει χαρακτηριστικά που διαφέρουν από αυτά των υψοκαμπυλών, δεν υπολογίζονται οι



Σχήμα 5. Το σύστημα καμπυλών ύψους. Δέσμη καμπυλών ύψους δένδρων οξιάς ως συνάρτηση της στηθιαίας διαμέτρους και της ηλικίας (για ΠΤ: II)

Figure 5. Tree heights curve system. Height curves in relation to the diameter of trees and the age to which the trees belong (for SQ: II)

Πίνακας VI. Συντελεστές και στατιστικά αποτελέσματα προσαρμογής των εξισώσεων ύψους και όγκου δένδρων οξιάς  
Table VI. Estimated coefficients and fit statistics of the height and the volume equations of beech trees

Συντελεστές/ parameter		t	Sign	SEE	R <sup>2</sup>
<b>A) ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΥΨΟΥΣ (tree height equations)</b>					
<b>A1) <math>h = bo + b1*ln d + b2*SI + b3*ln Tk + b4* d/Tk^{0.3}</math></b>					
bo	-47,384524	-54,229	0,000	2,11	0,77
b1	8,4341238	23,074	0,000		
b2	0,8091672	66,723	0,000		
b3	6,4993653	34,025	0,000		
b4	-0,1857648	-3,125	0,000		
<b>A2) <math>h = bo + b1*ln da + b2*SI + b3*ln Tk + b4* da/Tk^{0.3}</math></b>					
Bo	-46,886264	-54,021	0,000	2,11	0,77
b1	8,1778597	23,095	0,000		
b2	0,8115355	66,777	0,000		
b3	6,5971553	34,797	0,000		
b4	-0,1723395	-2,887	0,000		
<b>B) ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΜΑΖΟΠΗΝΑΚΩΝ (tree volume equations)</b>					
<b>B1) <math>v = bo + b1*d^2*h</math></b>					
bo	0,00994	1,095	0,274	0,112	0,96
b1	0,00003246	87,735	0,000		
<b>B2) <math>va = bo + b1*da^{2*h} + b2*da^2</math></b>					
b0	-0.01787	-1,511	0,132	0,102	0,96
b1	0.00002422	13,672	0,000		
b2	0.0001998	4,107	0,000		
h: Ύψος δένδρων (tree height, m), d/da: Στηθιαία διάμετρος έμφλοια/ άφλοια (BH diameter overbark/ inside bark, cm), SI: Δείκτης ποιότητας τόπου (Site index), Tk: Ηλικία (Age, yrs), v/va: Όγκος κορμών έμφλοιος/ άφλοιος (Stem volume overbark/ inside bark, m <sup>3</sup> ), bo, b1, b2, . . . : Συντελεστές των εξισώσεων (coefficients of the equations)					

**Πίνακας VII.** Υπολογισμός του ξυλαποθέματος μιας δοκιμαστικής επιφάνειας με τη βοήθεια του συστήματος καμπυλών ύψους

**Table VII.** Calculation of wood stock in a sampling plot using the Height Curve System

ΔΕ 555		ΕΔ1			ΕΔ2			ΕΔ3			
di	ni	htki	vi	V <sub>ΔΕ</sub>	htar1	vi	V <sub>ΔΕ</sub>	htar2	vi	V <sub>ΔΕ</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
8	5	14,81	0,041	0,204	14,22	0,039	0,197	15,53	0,042	0,211	
10	10	16,59	0,064	0,638	15,99	0,062	0,619	17,31	0,066	0,661	
12	3	18,02	0,094	0,283	17,43	0,091	0,274	18,74	0,098	0,293	
14	2	19,22	0,132	0,264	18,62	0,128	0,257	19,94	0,137	0,274	
18	1	21,13	0,232	0,232	20,53	0,226	0,226	21,86	0,240	0,240	
20	1	21,92	0,295	0,295	21,31	0,287	0,287	22,65	0,304	0,304	
22	2	22,62	0,365	0,731	22,01	0,356	0,711	23,35	0,377	0,754	
24	2	23,25	0,445	0,889	22,63	0,433	0,866	23,99	0,458	0,917	
26	1	23,82	0,533	0,533	23,20	0,519	0,519	24,56	0,549	0,549	
28	1	24,34	0,629	0,629	23,72	0,614	0,614	25,09	0,648	0,648	
30	2	24,82	0,735	1,470	24,20	0,717	1,434	25,57	0,757	1,514	
32	3	25,26	0,849	2,548	24,63	0,829	2,486	26,01	0,875	2,624	
34	3	25,67	0,973	2,919	25,04	0,949	2,848	26,42	1,001	3,004	
36	1	26,04	1,106	1,106	25,41	1,079	1,079	26,80	1,138	1,138	
42	1	27,03	1,558	1,558	26,39	1,521	1,521	27,80	1,602	1,602	
46	1	27,59	1,905	1,905	26,95	1,861	1,861	28,37	1,959	1,959	
48	1	27,85	2,093	2,093	27,20	2,044	2,044	28,63	2,151	2,151	
Σύνολο	40			18,295			17,843			18,841	
Αποκλίσεις μεταξύ ΕΔ							%	2.47			-2.98

εξιιώσεις του, αλλά έχουν σημασία γιατί λειτουργούν ως ενδιάμεσα πρότυπα στη διαδικασία υπολογισμού του ξυλαποθέματος των δοκιμαστικών επιφανειών. Για την εκτίμηση του ξυλαποθέματος μιας ΔΕ με τη βοήθεια του συστήματος υποκαμπυλών εξετάστηκαν τρεις εναλλακτικές δυνατότητες (ΕΔ): **ΕΔ1:** Απευθείας χρήση της εξίσωσης A1<sup>1</sup>. Με τη βοήθεια του παραδείγματος της ΔΕ555 και τη διαδικασία που παρουσιάζεται στον πίνακα VII υπολογίζεται το ύψος (htki, στ. 3) κάθε βαθμίδας διαμέτρου με την εξίσωση A1 και με στοιχεία εισαγωγής τη διάμετρο (di, στήλη 1), το δείκτη ποιότητας τύπου (SI<sub>50</sub> = 21,55) και την ηλικία (Tk = 70,24) της ΔΕ, όπου ανήκει το συγκεκριμένο δένδρο (Πίν. III). Ο όγκος κάθε βαθμίδας διαμέτρου (vi = f(di,htki) υπολογίζεται κατόπιν με τη βοήθεια της εξίσωσης B1 του μαζοπίνακα, ενώ το αθροιστικό αποτέλεσμα (V<sub>ΔΕ</sub> = Σni\*vi, στ. 5 στον πίνακα VII)

μας δίνει το ξυλαπόθεμα της δοκιμαστικής επιφάνειας. **ΕΔ2:** Επιλογή της ατομικής καμπύλης ύψους της ΔΕ με παρεμβολή στο σύστημα εξισώσεων με κριτήριο την ελαχιστοποίηση του σφάλματος των υψών. Η εφαρμογή της προηγούμενης ΕΔ βασίζεται κατά βάση στην επιλογή μιας καμπύλης ύψους (htk) που ορίζεται από την εκάστοτε ηλικία της ΔΕ (πχ. Tk = 70,24 έτη), ενώ η ακρίβεια εκτίμησης των υψών είναι συνάρτηση των αποκλίσεων (h-h<sub>rk</sub>) που αναμένονται μεταξύ πραγματικών και θεωρητικών τιμών (Σχ. 7). Επειδή η ηλικία (Tk) μιας ΔΕ είναι ένα χαρακτηριστικό μέγεθος που διακυμαίνεται ανάλογα με τις εκάστοτε επιλογές των δοκιμαστικών κορμών «k» (Πίν. III) γι' αυτό και προκειμένου να μειωθεί το σφάλμα εκτίμησης των τιμών ύψους που λαμβάνονται από τη θεωρητική καμπύλη, είναι δυνατή η επιλογή μιας άλλης καμπύλης, η οποία να λαμβάνει υπόψη της όχι την ηλικία αλλά τις πραγματικές μετρήσεις ύψους των 6 δοκιμαστικών κορμών κάθε ΔΕ και να στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των αποκλίσεων των θεωρητικών (της καμπύλης) από τις πραγματικές παρατηρήσεις

1. Η πρακτική αυτή εφαρμόστηκε κατά τις πρόσφατες πιλοτικές εφαρμογές στα δάση του Πανεπιστημιακού Δάσους Ταξιάρχη (Δασοργείο Ταξιάρχη, 2012) και Παλαϊοκάστρου (Παπαδόπουλος κ.ά. 2011).

**Πίνακας VIII.** Δοκιμαστική εφαρμογή εναλλακτικών τρόπων υπολογισμού του ξυλαποθέματος της πειραματικής επιφάνειας 555 (με χαρακτηριστικά μεγέθη  $SI_{50} = 21,55$ ,  $Tk = 70,24$ ,  $Ttar1 = 64,24$ ,  $Ttar2 = 78,24$ )

**Table VIII.** Demonstration of alternative ways for calculating the wood stock in the sampling plot 555 (with stand characteristics:  $SI_{50} = 21,55$ ,  $Tk = 70,24$ ,  $Ttar1 = 64,24$ ,  $Ttar2 = 78,24$ )

A) Δεδομένα βάσης/ Base data			B) ΕΑ1 [htk=f(d,SI,Tk)]				Γ) ΕΑ2 [Σ(h-htar) <sup>2</sup> => min]			
d	h	v	htk	(h-htk) <sup>2</sup>	Vtk	(v-vtk) <sup>2</sup>	htar1	(h-htar1) <sup>2</sup>	Vtar1	(v-vtar1) <sup>2</sup>
1	2	3	4	5=(2-4) <sup>2</sup>	6	7=(3-6) <sup>2</sup>	8	9=(2-8) <sup>2</sup>	10	11=(3-10) <sup>2</sup>
15	14	0,112	19,75	33,058	0,154	0,0018	19,15	26,504	0,150	0,0014
18	19,5	0,215	21,13	2,663	0,232	0,0003	20,53	1,053	0,226	0,0001
28	26,5	0,684	24,34	4,668	0,629	0,0030	23,72	7,730	0,614	0,0050
29	23,5	0,651	24,58	1,174	0,681	0,0009	23,96	0,214	0,664	0,0002
34	24	0,911	25,67	2,775	0,973	0,0039	25,04	1,076	0,949	0,0015
42	31	1,785	27,03	15,738	1,558	0,0516	26,39	21,221	1,521	0,0696
Σύνολο		4,358		<b>60,076</b>	<b>4,228</b>	<b>0,0615</b>		<b>57,798</b>	<b>4,124</b>	<b>0,0778</b>
				%	<b>3,00</b>			%	<b>5,38</b>	

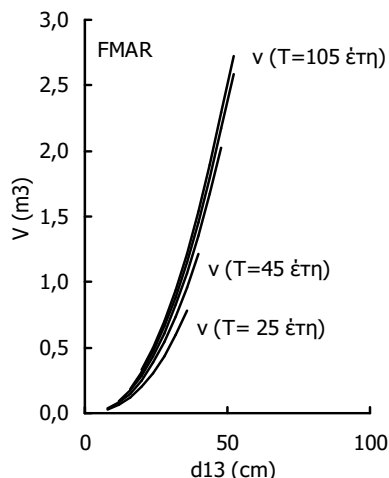
Γ) ΕΑ3 [Σd <sup>2</sup> *(h-htar) <sup>2</sup> ] => min]			
hTar2	(hi-htar1) <sup>2</sup>	Vtar2	(v-vtar2) <sup>2</sup>
12	13=(2-12) <sup>2</sup>	14	15=(3-12) <sup>2</sup>
20,48	41,932	0,159	0,0022
21,86	5,581	0,240	0,0006
25,09	1,997	0,648	0,0013
25,33	3,358	0,701	0,0025
26,42	5,870	1,001	0,0083
27,80	10,219	1,602	0,0335
	<b>68,958</b>	<b>4,353</b>	<b>0,0484</b>
	%	<b>0,14%</b>	

**Δεδομένα βάσης (στ. 1,2,3) :** Πραγματικές παρατηρήσεις διαμέτρου (d), ύψους (h) και υπολογισμός του όγκου (v) των κορμών με τον μαζοπίνακα  $v=f(d^2, h)$ .

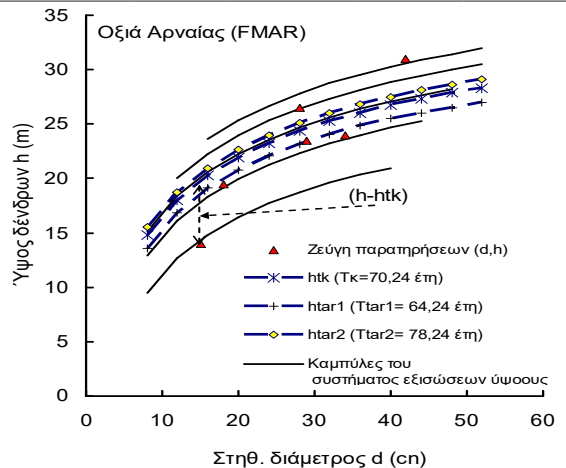
**ΕΑ1 (στ.4 έως 7):** Οι τιμές ύψους υπολογίζονται με την εξίσωση Α1 ( $htk=f(d,SI,Tk)$ ) και οι τιμές όγκου με την εξίσωση  $v=f(d^2, htk)$ .

**ΕΑ2 (στ.8 έως 11):** Οι τιμές ύψους υπολογίζονται με την εξίσωση Α1 ( $htar1=f(d,SI,Ttar1)$ ) και οι τιμές όγκου με την εξίσωση  $v=f(d^2, htar1)$ .

**ΕΑ3 (στ. 12 έως 15):** Οι τιμές ύψους υπολογίζονται με την εξίσωση Α1 ( $htar2=f(d,SI,Ttar2)$ ) και οι τιμές όγκου με την εξίσωση  $v=f(d^2, htar2)$ .



**Σχήμα 6.** Καμπύλες όγκου ως συνάρτηση της διαμέτρου των δένδρων οξιάς και της ηλικίας της συστάδας όπου αυτά ανήκουν



**Σχήμα 7.** Επιλογή της ατομικής (κάθε ΔΕ) καμπύλης ύψους από το σύστημα καμπυλών ύψους δεδομένης ποιότητας τόπου (ΠΤ II,  $SI_{50} = 22$  m)

**Figure 7.** Selection of the individual height curve (for a plot) from the Height Curve System (for a given site quality e.g. SQ II ( $SI_{50} = 22$ m))

ύψους, έτσι ώστε το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων  $\Sigma(\text{hi-htki})^2$  να είναι ελάχιστο. Με τον τρόπο αυτόν οδηγούμαστε στην επιλογή μιας νέας καμπύλης ύψους (htar1 στο σχήμα 7) η οποία μας δίνει τιμές ύψους για τις διάφορες βαθμίδες διαμέτρου με μεγαλύτερη ακρίβεια (στ. 6 στον πίνακα VII)<sup>2</sup>. Με τη βοήθεια των τιμών αυτών υπολογίζεται κατόπιν ο όγκος κατά βαθμίδες διαμέτρου και εν συνεχεία συνολικά (στ. 7 και 8), όπως και στην ΕΔ1. **ΕΔ3: Επιλογή της ατομικής καμπύλης ύψους της ΔΕ με παρεμβολή στο σύστημα υποκαμπυλών και με κριτήριο την ελαχιστοποίηση του σφάλματος που προκαλείται (όχι πλέον στο ύψος αλλά) στο ξυλαπόθεμα της ΔΕ.** Με τη μείωση του σφάλματος εκτίμησης των υψών, που επιτυγχάνεται στην ΕΔ2, δεν συνεπάγεται ότι επιτυγχάνεται και μείωση των σφαλμάτων στο επίπεδο των όγκων συνολικά στη ΔΕ. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι αποκλίσεις σε μεγάλες διαμέτρους έχουν μεγαλύτερη επίπτωση στον υπολογισμό του όγκου απ' ότι αυτές των μικρότερων διαμέτρων, εξαιτίας της εξίσωσης του μαζοπίνακα  $v = b_0 + b_1 d^2 h$ . Η διαπίστωση αυτή οδήγησε στην υπόθεση στάθμισης των διαφορών  $(\text{hi-htar2i})^2$  με τη στηθιαία διάμετρο (και ακριβέστερα με το τετράγωνο της διαμέτρου) και επιλογή της καμπύλης εκείνης, από το σύστημα των υποκαμπυλών, η οποία να οδηγεί σε ελαχιστοποίηση του παράγοντα  $\Sigma d^{2*}(\text{hi-hTar2i})^2$  και κατ' επέκταση στη μείωση του σφάλματος εκτίμησης του ξυλαποθέματος των δοκιμαστικών επιφανειών. Η υπόθεση αυτή επαληθεύεται από το παράδειγμα που αναλύεται στον πίνακα VIII και επιβεβαιώνεται στατιστικά από την εφαρμογή της διαδικασίας αυτής στο σύνολο των δοκιμαστικών κορμών ( $n = 4926$ ) των 800 ΔΕ του υλικού της έρευνας, όπως μας δείχνουν τα αποτελέσματα στον πίνακα IX.

Τα αποτελέσματα στον πίνακα VIII δείχνουν ότι: Με την επιλογή της καμπύλης που ελαχιστοποιεί το σφάλμα εκτίμησης των υψών (ΕΔ2, στ. 8 έως 11) έχουμε προφανώς μείωση του σφάλματος εκτίμησης των υψών  $\Sigma(\text{htar1})^2 = 57,798$  (στ. 9), έναντι της απευθείας χρήσης της εξίσωσης ύψους (ΕΔ1) όπου  $\Sigma(\text{h-htk})^2 = 60,076$  (στ. 5), όχι όμως του σφάλματος εκτίμησης των όγκων  $(\Sigma(v-vtar1))^2 = 0,0778$  στη στήλη 11 έναντι  $\Sigma(v-vtk)^2 = 0,0615$  στη στήλη 7). Το δε ξυλαπόθεμα της ΕΔ2 (4,124 m<sup>3</sup> στη στήλη 10) απο-

κλίνει κατά 5,38 % έναντι αυτού της ΕΔ1 (4,228 στη στήλη 6), όπου η αντίστοιχη απόκλιση είναι μόλις 3,0 %. Με τα δεδομένα της ΕΔ3 (στ. 12 έως 15) τα αποτελέσματα αντιστρέφονται και οι εκτιμήσεις του ξυλαποθέματος βελτιώνονται ενώ αυτές του ύψους χειροτερεύουν. Η απόκλιση του ξυλαποθέματος στην ΕΔ3 (στ. 14) είναι μόλις 0,14 % έναντι 5,38% της ΕΔ2 (στ.10) και 3,0% της ΕΔ1 (στ. 6), ενώ τα σφάλματα όγκου  $(v_i-vtar2)^2 = 0,0484$  (στ. 15) είναι σαφώς μικρότερα έναντι των αντίστοιχων της ΕΔ1 (0,0615, στ. 7) και της ΕΔ2 (0,0778, στ. 11), οι δε αντίστοιχοι δείκτες για το ύψος χειροτερεύουν (βλέπε  $\Sigma(\text{h-htar2})^2 = 60,958$  (στ. 13) έναντι 60,076 στην ΕΔ1 και 57,798 στην ΕΔ2.

Η στατιστική επιβεβαίωση των ανωτέρω έρχεται από την εφαρμογή της διαδικασίας αυτής, δηλαδή των τριών ΕΔ, στο σύνολο των δοκιμαστικών κορμών του δείγματος και την ανάλυση των αποκλίσεων των θεωρητικών τιμών από τις πραγματικές παρατηρήσεις, τόσο όσον αφορά το ύψος όσο και τον όγκο των κορμών. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής δίνονται στον πίνακα IX από τα οποία προκύπτει με σαφήνεια ότι η εφαρμογή της ΕΔ2 ( $\text{htar1} = f(d, \text{SI}, \text{Ttar1})$ ) βελτιώνει τις εκτιμήσεις σε ότι αφορά τα ύψη (μειωμένα σφάλματα MRes και SSRes, στ. 3 έως 4 και καλύτερους ποιοτικούς δείκτες R2/Mef,  $r^2_{\text{adj}}$  (στ. 5 και 8), όχι όμως ως προς τον όγκο. Εκεί, δηλαδή στην περίπτωση πρόβλεψης με τα μοντέλα όγκου, οι αντίστοιχοι δείκτες εμφανίζονται με την εφαρμογή της ΕΔ3 ( $Vtar2 = f(d, \text{htar2})$ ) σαφώς βελτιωμένοι έναντι των άλλων δυο λύσεων (ΕΔ1 και ΕΔ2). Πλέον χαρακτηριστικό, για τις επερχόμενες βελτιώσεις με την εφαρμογή της ΕΔ3, είναι το διάγραμμα συχνοτήτων στο σχήμα 8. Από το διάγραμμα αυτό προκύπτει ότι έχουμε μια σαφή διαφοροποίηση της κατανομής των ΔΕ στις τέσσερις κλάσεις σφαλμάτων (<2%, 2-5%, 5-10% και 10-15%) και μια σαφή βελτίωση της κατάστασης όσο μεταβαίνουμε από την 1η στην 3η ΕΔ, δεδομένου ότι ο αριθμός των ΔΕ που εμφανίζουν σφάλμα <2% είναι στην ΕΔ1 μόλις 258 (30%) από τις 800, για να αυξηθεί σε 426 (48%) στην ΕΔ2 και σε 879 (99%) στην ΕΔ3. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό και με τα αποτελέσματα του πίνακα IX, επιβεβαιώνει την ως άνω υπόθεση και την ορθότητα επιλογής της ΕΔ3 ως τη μέθοδο που οδηγεί σε καλύτερα αποτελέσματα εκτίμησης του ξυλαποθέματος των δοκιμαστικών επιφανειών.

2. Επισημαίνεται εδώ ότι μπορεί (γραφικά ή υπολογιστικά) να παρεμβληθεί επιθυμητός αριθμός καμπυλών ύψους μεταξύ αυτών που παρουσιάζονται στο σχήμα 5.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

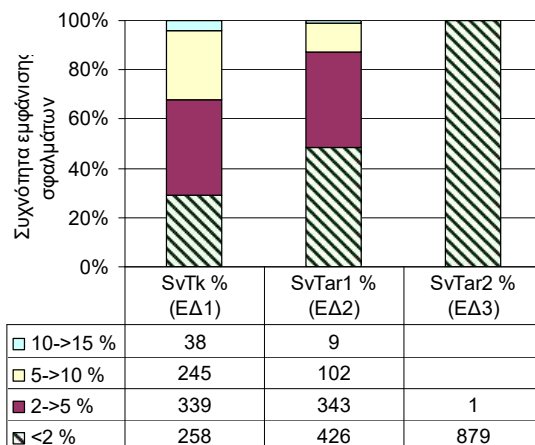
Το σύστημα εξισώσεων ύψους που αναπτύχθηκε

**Πίνακας IX.** Αποτελέσματα ανάλυσης των αποκλίσεων από την εφαρμογή των εξισώσεων ύψους και όγκου για τον υπολογισμό του ξυλαποθέματος των δοκιμαστικών επιφανειών (ως άθροισμα του όγκου των δοκιμαστικών κορμών κάθε ΔΕ). **Table IX.** Residual analysis' results from the application of the height and volume equations for the calculation of wood stock of the sampling plots.

	Mean	Mres	SSRes	R2/Mef	Obs= $\alpha + \beta \cdot \text{Pred}$		
					$\alpha$	B	$r^2_{\text{adj.}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Ιδανικές τιμές =>		0	0	1	0	1	1
<b>Δεδομένα βάσης (N=4926)</b>							
h	17,948						
V	0,3822						
<b>Μοντέλα πρόβλεψης του ύψους δένδρων (tree height models, N=4926)</b>							
EΔ1: htk	17,948	0,0000	22009	0,773	0,000	1,000	0,770
EΔ2: htar1	17,956	<b>-0,0076</b>	<b>17902</b>	<b>0,815</b>	0,450	1,020	<b>0,810</b>
EΔ3: htar2	18,023	-0,0753	20414	0,789	0,550	0,960	0,790
<b>Μοντέλα πρόβλεψης του όγκου δένδρων (tree volume models, N=4926)</b>							
EΔ1: Vtk	0,3817	0,0004	10,80	0,984	0,0026	1,008	0,98
EΔ2: Vtar1	0,3797	0,0025	10,62	0,984	0,006	1,022	0,98
EΔ3: Vtar2	0,3821	<b>0,0000</b>	<b>6,76</b>	<b>0,990</b>	0,003	1,007	<b>0,99</b>

δίνει τη δυνατότητα εκτίμησης του ύψους όλων των δένδρων μιας ΔΕ όταν είναι διαθέσιμος μόνο περιορισμένος αριθμός (4 έως 6) μετρήσεων ύψους, όταν δηλαδή δεν είναι πρακτικά ή οικονομικά εφικτή η μέτρηση των υψών όλων δένδρων μιας ΔΕ. Βασικά εργαλεία για την τεκμηρίωση της μεθόδου αποτέλεσε η κατάρτιση ενός μαζοπίνακα διπλής εισόδου και η ανάπτυξη εξισώσεων που δίνουν τη δυνατότητα πρόβλεψης του ύψους των δένδρων ως συνάρτηση της στηθιαίας διαμέτρου αυτών, καθώς και δεικτών, όπως είναι η ηλικία και η ποιότητα τόπου, που χαρακτηρίζουν τη συστάδα στην οποία ανήκει κάθε δένδρο. Προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου αποτελεί η κατάλληλη συγκέντρωση πληροφοριών απογραφής των ΔΕ, όπως αυτή περιγράφηκε παραπάνω και αποτυπώνεται στον πίνακα ΙΙΙ<sup>3</sup>. Κρίσιμες μεταβλητές, στην προκειμένη περίπτωση, είναι η κατάλληλη επιλογή των δοκιμαστικών κορμών της ΔΕ, έτσι ώστε αυτή να γίνει χωρίς υποκειμενικά κριτήρια και τα επιλεγόμενα δένδρα να εκπροσωπούν κατά το δυνατόν ολόκληρο το φάσμα διαμέτρων κάθε ΔΕ, καθώς και η λήψη τρυπανιδίων για τη μέτρηση της ηλικίας και της προσαύξησης διαμέτρου

3. Για τον λόγο αυτό και το έντυπο απογραφής της ΔΕ 555, όπως περιγράφεται στον πίνακα ΙΙΙ, προτείνεται και ως πρότυπο απογραφής ΔΕ για να μπορεί να εφαρμοστεί η μέθοδος στην απογραφή που διενεργείται κατά την εκπόνηση των δασοπονικών μελετών.



**Σχήμα 8.** Συχνότητα εμφάνισης σφαλμάτων (Sv%) του ξυλαποθέματος και κατανομή των δοκιμαστικών επιφανειών κατά κλάσεις σφαλμάτων (<2%, 2-5%, 5-10% και 10-15%), κατά την εφαρμογή των τριών εναλλακτικών λύσεων (EΔ1, EΔ2 και EΔ3)

**Figure 8.** Frequency of error (Sv%) of the volume and distribution of plots by error classes (<2%, 2-5%, 5-10% and 10-15%), by applying the three alternatives (EΔ1, EΔ2 και EΔ3)

των δένδρων.

Η μέτρηση της προσαύξησης της διαμέτρου (zr στον πίνακα ΙΙΙ) κρίθηκε επίσης αναγκαία γιατί δίνει τη δυνατότητα, σε συνδυασμό με το σύστημα



εξισώσεων ύψους, να εκτιμηθεί η τρέχουσα προσαύξηση όγκου των ΔΕ κατά τρόπο μάλιστα καινοτόμο και με ιδιαίτερα υψηλές απαιτήσεις ακρίβειας. Με τη βοήθεια εξισώσεων προσαύξησης διαμέτρου της μορφής  $z_t = f(d, T_k, SI \text{ κλπ.})$  εκτιμάται η διάμετρος των κορμών πριν από  $n$  έτη ( $d_{t-n}$ ), ενώ το ύψος των κορμών στην αρχή της περιόδου αυτής ( $h_{t-n}$ ) μπορεί να προκύψει από την εξίσωση του συστήματος ταριφών ύψους (A2 στον πίνακα VI), αν σε αυτήν χρησιμοποιηθεί αντί της σημερινής η ηλικία προ  $n$  ετών. Με τον τρόπο αυτόν υπολογίζεται με τη βοήθεια των μαζοπινάκων ο όγκος των κορμών προ  $n$  ετών ( $v_{t-n} = f(d_{t-n}, h_{t-n})$ ) (με τη βοήθεια της εξίσωσης B2 του πίνακα VI) και από τη διαφορά του όγκου αυτού από τον σημερινό η τρέχουσα (κατά βάση περιοδική) προσαύξηση όγκου των δένδρων<sup>4</sup>.

Η υλοποίηση της απογραφής με τη βοήθεια του εντύπου του πίνακα III, πέραν της δυνατότητας εκτίμησης του ξυλαποθέματος και της προσαύξησης των ΔΕ, δίνει και τη δυνατότητα δημιουργίας δεικτών, όπως η ποιότητα τόπου και η ηλικία των συστάδων, ιδιαίτερα χρήσιμων τόσο για τη διαχείριση των δασών όσο και για την παραπέρα μελέτη της δυναμικής της απόδοσης των δασών, καθώς και την απόκτηση δασοοποδοτικών προτύπων όπως είναι οι πίνακες παραγωγής. Ήδη, με την υλοποίηση αντίστοιχων απογραφών σε διάφορα δημόσια δάση της χώρας έχουν αποκτηθεί μέχρι σήμερα πίνακες παραγωγής για τα περισσότερα δασοπονικά είδη χώρας, όπως οξιά, δρυς, μαύρη πεύκη, ερυθρελάτη, δασική πεύκη, ελάτη και ερυθρελάτη (Γκατζογιάννης 1998, 2017, Gatzojannis 1998, 1999, 1999α).

Η απογραφή των δασών με τη βοήθεια του εν λόγω εντύπου δεν είναι απαραίτητο να επαναλαμβάνεται στην πράξη κάθε δεκαετία, όπως είναι η συνηθισμένη μέχρι σήμερα πρακτική της δασικής υπηρεσίας, αλλά κάθε 20 ή 40 έτη, ανάλογα με τις απαιτήσεις ακρίβειας που κάθε φορά υπάρχουν. Στο μεσοδιάστημα μπορούν βέβαια να διενεργούνται απογραφές αλλά με στόχο όχι τη συγκέντρωση πληροφοριών, όπως στον πίνακα III, αλλά κυρίως για τον έλεγχο των μεταβολών και της πορείας αύξησης των συστάδων, συγκεντρώνοντας πληροφορίες μόνο παχυμέτρησης (Ομάδα Α στο έντυπο του πίνακα III) και με μικρότερες απαιτήσεις όσον αφορά την ένταση απογραφής και την κατά χώρο πυκνότητα του δι-

κτύου των ΔΕ. Η μέχρι τώρα εμπειρία εφαρμογής της μεθόδου στα διάφορα δάση της χώρας έδειξε ότι με μια πυκνότητα δικτύου ΔΕ της τάξης των 6 έως 10 ΔΕ ανά Υπομήμα (50 εκταρίων) και πληροφορίες ανά ΔΕ όπως αυτές του πίνακα III και ΔΕ κυκλικής διατομής 200 έως 500 τ.μ., ανάλογα με το στάδιο εξέλιξης των συστάδων, μπορούμε να έχουμε ένα άριστο αποτέλεσμα απογραφής για την εκτίμηση του ξυλαποθέματος των δασών, χωρίς παράλληλα να επιβαρύνεται υπέρμετρα το κόστος απογραφής, όταν η απογραφή μιας ΔΕ από ένα τριμελές συνεργείο διαρκεί, στην προκειμένη περίπτωση, από 40 (για κωνοφόρα είδη) έως 60 (για πλατύφυλλα είδη) λεπτά της ώρας.

Αναφορικά με τον τρόπο χρήσης των καμπυλών ύψους και ειδικά όσο αφορά στον τρόπο παρεμβολής στο σύστημα για την επιλογή της κατάλληλης καμπύλης ύψους, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι μπορούν και οι τρεις εναλλακτικές δυνατότητες (EΔ1, EΔ2, EΔ3, Πίν. II) να χρησιμοποιηθούν στην πράξη ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις όσον αφορά την ένταση και την ακρίβεια απογραφής. Ομοίως και οι μέθοδοι των μέσων κορμών δεν πρέπει να αποκλείονται, αρκεί να μεταβαίνουμε από τη μέχρι τώρα ελληνική πρακτική σε μεθόδους που μπορούν να γίνουν αποδεκτές από επιστημονική άποψη, όπως αναλύθηκε στην εισαγωγή της εργασίας.

4. Η αναλυτική τεκμηρίωση της μεθόδου εκτίμησης της προσαύξησης όγκου των ΔΕ θα γίνει σε προσεχή εργασία λόγω της έκτασης των κειμένων που είναι για αυτό αναγκαία.



# Height curves system in estimating the growing stock of forest stands (The case of a beech-forest in Arnaia, Halkidiki)

Stylios Gatzojannis\*

## ABSTRACT

The present study focuses on the estimation of the wood stock from the sampling plots, collected during the elaboration of the forest management plans. Based on an extensive evaluation of the existing inventory systems in Greece, it includes the development of a new inventory method, based on the logic of the volume tables and equations, predicting height as a function of the diameter of the trees. The presented inventory is an evolution and extension of the Ten-Part Systems proposed by Panagiotidis (1981) and the UHC -method: uniform height curve method for height-diameter modelling (Huang et al., 2000, Arcangeli et al., 2014). The main feature of the present method is a) It refers to same age forest stands, b) the introduction of stand characteristics, such as age and site quality, into the height equations system, c) ensures conditions for checking the accuracy by the estimation of the stand volume and d) the height curves system can be obtained through the inventory data of the forest management plans.

This innovation lends a dynamic character to the otherwise static biometric models. In this way, apart from simplifying the inventorying procedure, an extensive studying of the dynamic development of forest stands is enabled as well. The results of the present study include: 1) a forest inventory information system of sampling plots, 2) the completion of a two-entry volume-table for the beech forest in the region of Arnaia, Chalkidiki, 3) deploy of an equations' system for height curves of beech and 4) the process of applying / using these equations in practice, for the inventory of sampling plots.

**Key words:** volume tables, height equations, forest inventory, management plans, *Fagus sp.*, tarit systems

---

\*Forest Research Institute. NAGREF

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αναγνωστόπουλος, Κ., 1978. Πίνακες Υψομορφαρίθμου και όγκου των κυριότερων ειδών της χώρας. Δασικά Χρονικά. 9-10, σελ. 291-301.

Arcangeli, C., Klopff, M., Hale, S. E., Jenkins, T. A. R., Hasenauer, H., 2014. The uniform height curve method for height-diameter modelling: an application to Sitka spruce in Britain. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Volume 87, Issue 1, 1 January 2014, Pages 177-186.

Ahmadi, K., Alavi, S.J., Kouchaksaraci, M.T., Aertsen, W., 2013. Non-linear height-diameter models for oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in the Hyrcanian forests, Iran. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2013 17(3), 431-440

Απατσίδης, Λ., 1984. Διόρθωση και συμπλήρωση του δεκαμερούς συστήματος ογκομετρικών και προσαυξητικών πινάκων της Μ. πεύκης μας. Δασική Έρευνα (V2) 1984, σελ. 147-167.

Binder, H., 1997. Survey of Existing Forest Management Inventory Systems in Europe. In *Proceedings «Forest Management Inventory Systems in Europe»*. Freiburg, Germany. Editors: Pelz, D. R. Pp. 1-7. Buchhandlung. München. 370 p.

Γεωργόπουλος, Α. Δ., 1957. Κατάρτισις μαζοπινακών. Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Ν.1, σελ. 46.

Γκατζογιάννης, Σ., 1989. Η τεχνική της διαχείρισης του συμπλέγματος δασών Ελατιάς Δράμας με ιδιαίτερη αναφορά στη διαχειριστική κλάση ψυχοβίων κωνοφόρων (Ερυθρελάτη - Δασική πεύκη). Διαχειριστική μελέτη Ελατιάς 1987-1996) (σελ.101).

Γκατζογιάννης, Σ., 1994. Μεθοδολογία απογραφής και διαχείρισης του δάσους Α. Βροντού Σερρών. Έκθεση τεκμηρίωσης υπό μορφή εγχειριδίου απογραφής και σχεδιασμού της διαχείρισης σε παραγωγικά δάση. Ενσωματώθηκε στη διαχειριστική μελέτη του δημοσίου δάσους Α. Βροντού Σερρών (1994-2003).

Γκατζογιάννης, Σ., 1995. Αποτελέσματα αναλύσεων και δασοαποδοτικά πρότυπα του Συμπλέγματος δασών Αρναίας. Επιστημονική υποστήριξη και συνδρομή στην εκπόνηση της διαχειριστικής μελέτης του δημοσίου συμπλέγματος δασών Αρναίας περιόδου 1995 - 2004. ΙΔΕ/ ΕΘΙΑΓΕ.

Γκατζογιάννης, Σ., 1998. Αύξηση και απόδοση (Πίνακες παραγωγής) των συστάδων δασικής πεύκης Ελατιάς Δράμας. Γεωτ. Επιστ. Θέματα, 3:21-35.

Γκατζογιάννης, Σ., 2001. Σχέδιο διαχείρισης των οικοτόπων Μαύρης πεύκης Β. Γράμμου και Ειδική διαχείριση πιλοτικής περιοχής. Θεσσαλονίκη. ΙΔΕ/ ΕΘΙΑΓΕ (Αυτοτελής έκδοση), σελ. 185.

Γκατζογιάννης, Σ., 2008. Σχέδιο προδιαγραφών εκπόνησης σχεδίων διαχείρισης δασών/ δασικών οικοσυστημάτων. Β' Έκδοση. Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Δασικής Οικονομικής του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών. ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε (Αυτοτελής έκδοση), σελ. 144. ISBN: 978-960-88241-2-6.

Γκατζογιάννης, Σ., 2017. Πίνακες παραγωγής πλατυφύλλου δρυός Αρναίας Χαλκιδικής. Γεωτ. Επιστ. Θέματα. Σειρά VI, Τόμος 26, Τεύχος 1/2017, σελ. 24-36.

Γκατζογιάννης Σ., Ποϊραζίδης, Κ., Σκαρτσή, Θ., 1995. Ειδικό διαχειριστικό σχέδιο για τους πυρήνες αυστηρής προστασίας του δάσους Δαδιάς. ΙΔΕ/ ΕΘΙΑΓΕ (Αυτοτελής έκδοση). Εγκρίθηκε με την 1062/-6-5-1998 απόφαση της Περιφέρειας ΑΜΘ.

Γκατζογιάννης, Σ., Στεφούλης, Ν., Ζάνος, Π., 1989. Δασοαποδοτικά και διαχειριστικά δεδομένα του συμπλέγματος δασών Δυτικού Νέστου Νομού Δράμας. Πρακτικά Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. Δράμα 4-6/10/1989. ΕΔΕ -ΓΕΩΤΕΕ.

Γκόφας, Α., 1970. Η απογραφή δασών δια του ρελασκοπίου. ΑΠΘ, σελ.131.

Gatzojannis, S., 1998. Ertragstafeln für Buchenbestände in Griechenland. *Allg.Forst-u.J.-Ztg.*, 12:219-224. (Πίνακες παραγωγής συστάδων οξιάς Αρναίας).

Gatzojannis, S., 1999. Ertragstafeln für Schwarzkiefernbestände in Griechenland. *Forstarchiv* 70: 98-102. (Πίνακες παραγωγής συστάδων μαύρης πεύκης Ταυγέτου Καλαμάτας).

Gatzojannis, S., 1999a. Ertragstafeln für Fichtenbestände Griechenlands. *Forstw. Cbl*, 118: 129-144. (Πίνακες παραγωγής συστάδων ερυθρελάτης του συμπλέγματος Δασών Ελατιάς Δράμας).

Huang, S., Price, D., Titus, S. 2000. Development of ecoregion-based height-diameter models for white spruce in boreal forests. *For. Ecol. Manage.* vol. 129 (pg. 125 - 141)

Δαμαλάς Γ., 1982. Γενικοί πίνακες όγκου για τα δάση οξυάς της Β. Ελλάδας. Δασική έρευνα. Τόμος III, παράρτημα, σελ. 77-81.

Δασαρχείο Πανεπιστημιακού Δάσους Ταξιάρχη, 2012. Διαχειριστικό σχέδιο Πανεπιστημιακού δάσους Ταξιάρχη Χαλκιδικής 2012 - 2021.

Δασαρχείο Θεσσαλονίκης, 1996. Σχέδιο διαχείρισης του Περιαστικού δάσους Θεσσαλονίκης. ΙΔΕ/ ΕΘΙΑΓΕ & Δασαρχείο Θεσσαλονίκης (Αυτοτελής έκδοση), σελ.128.

Kramer, H. & A. Akça 1982. Leidfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur. *J.D.Sauerländer' s*

Verlag, Frankfurt am Main.

Kim, K. A., 2016. Estimation of stand height and forest volume using high resolution stereo photography and forest type map. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B8, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic.

Laar, A. and Akça, A., 2007. Forest Mensuration, Springer Verlag.

Μάτης, Κ., 1986. Μαζοπίνακες για την ελάτη Πετρουλίου. Επιστημονική Επετηρίδα ΓΔΣ ΑΠΘ. Τ.Θ, σελ. 327-366

Μάτης, Κ., 1989. Δασική βιομετρία, Τόμος ΙΙ: Δενδρομετρία. ΑΠΘ, σελ. 451.

Παναγιωτίδης Ν., 1981. Δεκαμερές σύστημα ογκομετρικών και προσανζητικών πινάκων για τις συστάδες μαύρης πεύκης στην Ελλάδα. Δασική Έρευνα, τόμος ΙΙ, Τεύχος 2.

Παπαδόπουλος, Σ., Γκατζογιάννης, Σ., Νούσκα

Πασχαλίνα, Νίτσας Λ., Στεφανίδης, Δ., Χρυσάφη Ειρήνη, Παλάσκας, Δ., 2011. Σχέδιο διαχείρισης δημοσίου δάσους Παλαιοκάστρου. Δασαρχείο Πολυγύρου - Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών. Αυτοτελής έκδοση.

Pelz, D. R., S. Gatzojannis, J. Martinez-Millan and J. Rondeux, 2000. Development and Harmonization of Monitoring Systems for Forest Resources Management in Europe. Mitt. Abttl. Forstl. Biometrie, Univ. Freiburg 2002-2

Prodan, M., 1965. Holzmesslehre. J.D.Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.

Sharma, M., Parton, J., 2007. Height–diameter equations for boreal tree species in Ontario using a mixed-effects modeling approach. Forest Ecology and Management 249 (2007) 187–198

Temesgen, H., Gadow, K. 2004. Generalized height–diameter models—an application for major tree species in complex stands of interior British Columbia. European Journal of Forest Research 123(1):45-51 · April 2004 with 400 Reads.

## Μέτρηση της Αμοιβαιότητας στους Αγροτικούς Συνεταιρισμούς: Μια Πρώτη Προσέγγιση με την Εφαρμογή της Θεωρίας Παιγνίων

Αχιλλέας Κοντογεώργος<sup>1</sup>, Αντώνης Αυγέρης<sup>2</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αμοιβαιότητα, μια συνθέτη κοινωνιολογική έννοια, φαίνεται να επηρεάζει τη συμπεριφορά του ατόμου στις σχέσεις του και στις οικονομικές συναλλαγές του. Η επίδραση της αμοιβαιότητας είναι τέτοια, που αρκετοί υποστηρίζουν ότι η θεωρία μεγιστοποίησης της χρησιμότητας δεν αρκεί για να ερμηνεύσει τη συμπεριφορά των ανθρώπων είτε ενεργούν ατομικά είτε ομαδικά.

Η αμοιβαιότητα αποτελεί μια από τις αξίες, στις οποίες στηρίζεται η ύπαρξη των αγροτικών συνεταιρισμών αλλά και όλων των συνεργατικών προσαπαιθιών, που διέπονται από τις αξίες και τις συνεταιριστικές αρχές. Η προοπτική μέτρησης της αμοιβαιότητας έχει πρακτικό ενδιαφέρον καθώς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση των προβλημάτων διοίκησης των αγροτικών συνεταιρισμών, τα οποία αποδίδονται στην έλλειψη εμπιστοσύνης και συνεργασίας, σε εκφράσεις δηλαδή της αμοιβαιότητας.

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο αφενός να διευκρινίσει ζητήματα που αφορούν στην αμοιβαιότητα και στον ρόλο της στη διοίκηση των αγροτικών συνεταιρισμών και αφετέρου να προτείνει μια διαδικασία μέτρησης της αμοιβαιότητας, υιοθετώντας μεθοδολογίες από την πειραματική οικονομία και την θεωρία παιγνίων.

Η εφαρμογή μιας τέτοιας πειραματικής διάταξης μπορεί να αποτελέσει εργαλείο μέτρησης της αμοιβαιότητας στις συναλλαγές των ατόμων, ενώ η πρακτική εφαρμογή του στους Αγροτικούς Συνεταιρισμούς μπορεί να οδηγήσει στην καλύτερη κατανόηση και ερμηνεία των μηχανισμών συνεργασίας.

**Λέξεις κλειδιά:** Αγροτικός Συνεταιρισμός, Αμοιβαιότητα, Θεωρία Παιγνίων, Πειραματική Οικονομία

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιδέα και η φιλοσοφία του συνεταιρίζεσθαι συνοψίζεται στην αρχαία έκφραση «ισχύς εν τη ενώσει». Τα πρώτα ίχνη συνεργατικών ομάδων με σκοπό την καλύτερη επίτευξη των κοινών τους στόχων, εντοπίζονται αρκετά νωρίς στην ανθρώπινη ιστορία, με τις πρώτες αξιόλογες συνεταιριστικές μονάδες να κάνουν την εμφάνισή τους στην αρχαία Ελλάδα, στην αρχαία Βαβυλώνα, στην Αίγυπτο αλλά και την Κίνα (Κλήμης 1985, Μαριάδης 2003). Ωστόσο, η ανάπτυξη και η ωρίμανση της φιλοσοφίας του συνεταιριστικού κινήματος καθυστέρησε σημαντικά, με πιο γνωστή μορφή συνεταιριστικής συνεργασίας για τον ελληνικό χώρο τη «Κοινή Συντροφιά των Αμπελακίων» με 6000 μέλη (Λάμπτος, 1999).

Ο συνεταιρισμός προκύπτει από τη συνεργασία μεταξύ ατόμων με κοινούς στόχους και όραμα και φυσικά διαμέσου της χρήσης κοινών δομών (Λάμπτος, 1999). Ο άνθρωπος που ανήκει σε μια ομάδα με κοινούς στόχους και επιδιώξεις, είναι σε θέση να πετύχει περισσότερα απ' ό,τι μόνος του, ως ατομική οντότητα (Μαριάδης, 2003). Ένας συνεταιρισμός θεωρείται ως μια «οικονομική οργάνωση με νομική κάλυψη, η οποία επιδιώκει την ικανοποίηση των στόχων των μελών του, με οριοθετημένους κανόνες και διατάξεις σύμφωνα πάντα με το καταστατικό του», ορισμός που αφορά και τις ιδιωτικές επιχειρήσεις. Ωστόσο, οι Συνεταιρισμοί βασίζονται στις αξίες της αυτοβοήθειας, της αυτοευθύνης, της δημοκρατίας, της ισότητας, της δικαιοσύνης της αλληλεγγύης, και της αμοιβαιότητας.

<sup>1</sup> Επίκουρος Καθηγητής, Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων Αγροτικών Προϊόντων & Τροφίμων, Πανεπιστήμιο Πατρών, Γ. Σεφέρη, 2, 30100, akontoge@upatras.gr

<sup>2</sup> Μεταπτυχιακός Φοιτητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Αγροτικής Οικονομίας,

Με βάση τις παραπάνω αξίες έχουν διατυπωθεί οι 7 συνεταιριστικές αρχές που καθορίζουν τον τρόπο και τη φιλοσοφία λειτουργίας των συνεταιρισμών (Παπαγεωργίου, 2015).

Η πιο αξιοσημείωτη διαφορά που παρατηρείται ανάμεσα σε έναν συνεταιρισμό και στις λοιπές οικονομικές μονάδες είναι το γεγονός ότι ο συνεταιρισμός δεν χαρακτηρίζεται ούτε ως μια αμιγής οικονομική μονάδα, αλλά ούτε και ως μια αμιγής κοινωνική οργάνωση. Η λειτουργία του εντοπίζεται κάπου ανάμεσα, αφού αποσκοπεί ταυτόχρονα στη βελτίωση της οικονομικής, κοινωνικής και πολιτιστικής κατάστασης των μελών του (Καμενίδης, 2001).

Σε αυτό το πλαίσιο, ένα συνεταιρισμός θα πρέπει να βασίζεται στις έννοιες της αλληλεγγύης και της αμοιβαιότητας για να μπορέσει να λειτουργήσει ικανοποιώντας τους στόχους του. Ωστόσο οι έννοιες αυτές είναι αρκετά συνθέτες και πολύπλοκες τόσο ώστε δύσκολα γίνονται κατανοητές από τα μέλη των συνεταιρισμών αλλά και τις διοικήσεις τους. Η παρουσία εργασία έχει ως στόχο να διασαφηνίσει κάποια ζητήματα που σχετίζονται με την αμοιβαιότητα, να δείξει πώς αυτή επηρεάζει τη διοίκηση των συνεταιρισμών και να προτείνει μια πειραματική διάταξη, μέσω της οποίας θα μπορούσε να γίνει μέτρηση της αμοιβαιότητας, την οποία εμφανίζουν τα μέλη μιας ομάδας ή ενός συνεταιρισμού.

## **ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΑΜΟΙΒΑΙΟΤΗΤΑΣ**

Η αμοιβαιότητα, σύμφωνα με έναν από τους κλασικούς πια ορισμούς της, είναι: «η τάση του ανθρώπου να ανταμείβει τις χάρες και την καλοσύνη που δέχεται από τους γύρω του, ακόμα και αν υπάρχει κάποιο προσωπικό κόστος, χωρίς απαραίτητα να περιμένει κάποια επίσης μελλοντική ανταμοιβή» (Gouldner, 1960). Ο Keohane (1986) ορίζει την έννοια της αμοιβαιότητας ως «τις χάρες, τα οφέλη ή τις κυρώσεις που παρέχονται μεταξύ ατόμων ή ομάδων ατόμων». Η ανταμοιβή λοιπόν, που λαμβάνει ένα άτομο όταν συμπεριφέρεται «σωστά» και δίκαια, αλλά και η τιμωρία που μπορεί να δεχτεί όταν η συμπεριφορά του είναι απρεπής και άδικη, αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της ανθρώπινης κοινωνίας και των ανθρώπινων σχέσεων. Τα άτομα είναι περισσότερο πιθανό να φέρονται αλτρουιστικά και να αποδίδουν εμπιστοσύνη και αμοιβαιότητα, όταν ανήκουν σε μια ομάδα με κοινά ενδιαφέροντα και κοινούς στόχους (π.χ. αθλητικός σύλλογος, πολιτική ή θρησκευτική ομάδα) (Fehr & Falk, 1997).

Από την άλλη, η οικονομική θεωρία της χρησιμότητας αντιμετωπίζει το άτομο ως μια ύπαρξη που δρα και συμπεριφέρεται κατά βάση εγωιστικά κοιτώντας καθαρά το δικό του συμφέρον (Berg et al., 1995). Με δεδομένο ότι οι πόροι και τα προϊόντα που μπορούν να καταναλωθούν είναι περιορισμένα και σε συνδυασμό με το ότι ο κάθε άνθρωπος θέλει να χρησιμοποιήσει όσους περισσότερους πόρους μπορεί, το άτομο αποφασίζει κάθε φορά πώς θα χρησιμοποιήσει τους πόρους ή τα προϊόντα. Η θεωρία λοιπόν της χρησιμότητας δέχεται ότι τα άτομα θα έχουν μια συμπεριφορά που θα τους οδηγήσει στη μεγιστοποίηση της χρησιμότητάς τους. Δηλαδή, θα πράξουν εκείνες τις ενέργειες, από τις οποίες θα μεγιστοποιήσουν την οικονομική τους ευημερία και θα λάβουν ικανοποίηση (Panas, 2007). Συνεπώς, τα άτομα παρακινούνται από εγωιστικές προτιμήσεις χωρίς να υπολογίζουν και να λαμβάνουν υπόψη το δημόσιο και κοινωνικό «καλό» (Bicskei et al., 2016).

Σε αυτό το σημείο έχει προκύψει ένας πολύ σημαντικός προβληματισμός. Πόσο ορθολογικοί είναι οι άνθρωποι στην πραγματικότητα; και κατά πόσο επιδιώκουν τη μεγιστοποίηση της οικονομικής τους ευημερίας και χρησιμότητας στην καθημερινότητά τους και στον πραγματικό κόσμο; Σύμφωνα με τον Gouldner (1960), οι «συναλλαγές», οικονομικές και μη, μεταξύ των ανθρώπων διέπονται από κάποιους κανόνες - νόρμες. Ο βασικός κανόνας είναι ότι ένας άνθρωπος θα βοηθήσει κάποιον που τον έχει βοηθήσει στο παρελθόν και απ' την άλλη θα προσπαθήσει να τιμωρήσει αυτούς που του έχουν κάνει ζημιά ή του έχουν φερθεί άσχημα (Perugini, et al. 2003). Τα παραπάνω παραπέμπουν σε αμοιβαιότητα στις σχέσεις, αλλά και στις συναλλαγές των ανθρώπων.

Τα άτομα, πολλές φορές, αντί να υποκινούνται από το προσωπικό τους συμφέρον, ανησυχούν για τη δικαιοσύνη και την ευημερία των άλλων και φέρονται με αμοιβαιότητα (Maximiano, 2012). Είναι δηλαδή, διατεθειμένα να θυσιάσουν μέρος της ωφέλειας ή της χρησιμότητάς τους. Οι Fehr και Gächter (2000) σε έρευνα τους αναφέρουν πως το 40-66% των ατόμων παρουσιάζουν αμοιβαιότητα και μάλιστα μη εγωιστική στη συμπεριφορά τους. Το αποτέλεσμα τέτοιων ερευνών, είναι ότι εμφανίστηκαν μοντέλα «μη προσδοκώμενης χρησιμότητας», με σκοπό να περιγράψουν όσο πιο αντιπροσωπευτικά γίνεται αυτή τη συναισθηματική συμπεριφορά των ατόμων. Στόχος αυτών των μοντέλων είναι να αναδείξουν μια πιο ευέλικτη και ψυχολογικά μια πιο λογική εικόνα της ανθρώπινης συμπεριφοράς (Panas, 2007).



Σύμφωνα με τους Falk και Fischbacher (2006), η ανταπόδοση ή η αντίδραση ενός ατόμου σε μια πράξη είναι το αποτέλεσμα του πως εκλαμβάνεται αυτή η πράξη, δηλαδή αν το άτομο κρίνει την πράξη αυτή δίκαιη ή άδικη απέναντί του. Επιπλέον, αυτός που κάνει την πρώτη κίνηση όταν αλληλοεπιδρούν δύο άτομα κατά κάποιο τρόπο καθοδηγεί και την αντίδραση του άλλου. Έτσι βασικό ερώτημα που προκύπτει είναι το πώς οι άνθρωποι αξιολογούν μια ενέργεια απέναντι τους ως δίκαιη ή άδικη, οδηγώντας στην ανάγκη διερεύνησης της αμοιβαιότητας στις ανθρώπινες σχέσεις και κατά συνέπεια και στις οικονομικές τους συναλλαγές.

Η έννοια της αμοιβαιότητας έχει χρησιμοποιηθεί στην κοινωνική ψυχολογία για να εξηγήσει διάφορα φαινόμενα συμπεριφοράς και αντίδρασης των ανθρώπων, όπως είναι η αλλαγή συμπεριφοράς (Cialdini, Green & Rush, 1992), η οικειότητα στις στενές διαπροσωπικές σχέσεις (Surra & Longstreth, 1990), ο αλτρουισμός (Krebs, 1975), η επιθετικότητα (Robarchek, 1998), η συνεργασία (Komorita & Parks, 1999), οι εσωτερικές αντιδράσεις μέσα στις ομάδες (Goren & Strohmets, 1999) και η καταναλωτική συμπεριφορά (Miller & Kean, 1997).

## ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΩΝ

Η σημαντικότερη διαφορά ανάμεσα στους αγροτικούς συνεταιρισμούς και στις ιδιωτικές επιχειρήσεις εντοπίζεται στη διαφοροποίηση των αξιών και των αρχών τους. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα ενός επιτυχημένου συνεταιριστικού εγχειρήματος, σε σχέση με τις ιδιωτικές επιχειρήσεις, είναι ότι στηρίζεται στις αξίες που διέπουν τα μέλη του, αξίες όπως η εμπιστοσύνη, η πίστη, η αλληλεγγύη και φυσικά η αμοιβαιότητα. Αυτές οι κοινωνικές αξίες και αυτά τα χαρακτηριστικά, σε συνδυασμό με την επιτυχημένη επιχειρηματική τους δραστηριότητα δίνει τη δυνατότητα στους αγροτικούς συνεταιρισμούς να ανταγωνίζονται τις ιδιωτικές επιχειρήσεις στις αγορές, στις οποίες δραστηριοποιούνται πάντα προς όφελος των μελών τους (Κολλύρης 1995, Κοντογεώργος & Σεργάκη, 2015).

Ωστόσο η εικόνα για ένα μεγάλο μέρος των αγροτικών συνεταιριστικών επιχειρήσεων στην Ελλάδα δεν είναι η καλύτερη. Είναι γεγονός πως ο θεομύς των αγροτικών συνεταιρισμών ταλανίζεται από ένα είδος κρίσης, η οποία τον οδηγεί στη συρρίκνωση όσο και στην υπονόμευση της ύπαρξής του. Από τη μία οι πολιτικές των εκάστοτε κυβερνήσεων και από

την άλλη οι χρησιμοθηρικές βλέψεις και οι πελαταιακές σχέσεις των μελών του, οδήγησαν τον θεομύ σε μαρasmus και απονέκρωση, με ελάχιστες εξαιρέσεις να προσπαθούν να αποστασιοποιηθούν από τον συγκεκριμένο κανόνα. Στα μέλη των συνεταιρισμών παρατηρείται έντονη έλλειψη εμπιστοσύνης και συνεργατικότητας, καθώς και απουσία κοινού οράματος και στόχου μεταξύ τους. Τα παραπάνω υποδηλώνουν σαφή έλλειψη αμοιβαιότητας στις σχέσεις τους.

Εξετάζοντας τις σχέσεις των μελών ενός συνεταιρισμού τόσο μεταξύ τους όσο και μεταξύ μελών και διοίκησης (είτε αιρετής, είτε διορισμένης) υπό το πρίσμα της θεωρίας των ατελών συμβάσεων και του εντολέα - εντολοδόχου (*principal agent problem*), φαίνεται ότι αυτή η σχέση (εντολέα και εντολοδόχου) είναι υπαίτια για τη δημιουργία καιροσκοπισμού, φαινόμενο ιδιαίτερα έντονο σε συλλογικές προσπάθειες όπως είναι οι συνεταιρισμοί. Το πρόβλημα δημιουργείται όταν ο εντολοδόχος (π.χ. η διοίκηση) ενεργεί για λογαριασμό του εντολέα (π.χ. μέτοχοι-μέλη) και πράττει με τέτοιο τρόπο ώστε να μην εξυπηρετεί τα συμφέροντα του εντολέα του. Δηλαδή, ο εντολοδόχος έχει τη δυνατότητα να πράξει υπέρ των συμφερόντων του εντολέα, αλλά δεν το κάνει είτε επειδή υπεκφεύγει, είτε επειδή πράττει υπέρ των δικών του συμφερόντων. Κατ' αυτόν τον τρόπο η αθέτηση των υποχρεώσεων μια συμφωνίας μπορεί να αυξήσει το υλικό όφελος του εντολοδόχου, ιδιαίτερα εάν οι συνθήκες της συναλλαγής είναι τέτοιες, ώστε ο εντολοδόχος να μην μπορεί να εξαναγκαστεί κατά κάποιον τρόπο στην τήρηση των δεσμευσεών του.

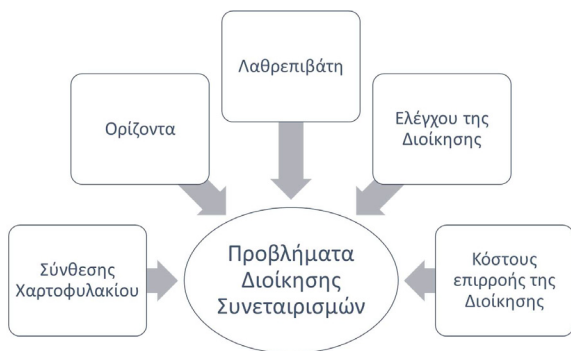
Οι συμφωνίες αυτής της μορφής ονομάζονται «ατελείς συμβάσεις» (*incomplete contracts*) και αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των συμφωνιών συναλλαγής (Hart & Moore, 1999). Αλλά ακόμα και όταν οι συμφωνίες είναι νομικά δεσμευτικές (*binding contracts*), σχεδόν πάντα υπάρχουν κάποια σημεία στα οποία ο έλεγχος είναι ατελής και η τήρηση των συμφωνημένων βασίζεται στην καλή πρόθεση των συναλλασσόμενων μερών.

Η παραπάνω συμπεριφορά περιγράφει το πρόβλημα του λαθρεπιβάτη ή του καιροσκόπου (*free-rider*), όπου το άτομο επιλέγει να εξαπατήσει τα άλλα μέλη της συναλλαγής, δρέποντας τους καρπούς των κόπων τους χωρίς το ίδιο να συνεισφέρει. Το φαινόμενο αυτό αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι αγροτικοί συνεταιρισμοί και γενικά όλες οι συλλογικές προσπάθειες (Giannakas, et. al., 2016).

Πέραν των αγροτικών συνεταιρισμών ο όρος και η

αξία της αμοιβαιότητας συναντάται και αναγνωρίζεται στην κοινωνική οικονομία (Αδάμ, 2014). Η αμοιβαιότητα εμπεριέχεται στην έννοια της κοινωνικής οικονομίας διότι μέσω αυτής και σε συνδυασμό με πόρους από την αγορά από τη μία, και με την αναδιανομή από την άλλη, επιτυγχάνονται οικονομικές σχέσεις, κοινωνικές προσφορές αλλά και η βιωσιμότητα του τρίτου τομέα (Αδάμ & Παπαθεοδώρου, 2010).

Η αμοιβαιότητα λοιπόν, βασίζεται στην έννοια της δωρεάς ως βασικής κοινωνικής πράξης και προϋποθέτει τη συμμετρικότητα, ότι δηλαδή κάθε πλευρά που λαμβάνει ένα δώρο έχει κίνητρο να ανταποκριθεί προσφέροντας ένα αντί-δώρο. Με αυτόν τον τρόπο η αμοιβαιότητα μπορεί να λειτουργήσει από τη μια ως ένας άτυπος μηχανισμός ολοκλήρωσης των συμβάσεων και από την άλλη να συμβάλει τα μέγιστα στη διαχείριση σχέσεων εντολέα – εντολοδόχου και τελικά να αντιμετωπίσει το πρόβλημα του λαθρεπιβάτη (Sloof & Sonnemans, 2003).



**Σχήμα Ι:** Προβλήματα Διοίκησης των Αγροτικών Συνεταιρισμών.

**Figure 1:** Management Problems of Agricultural Cooperatives. Πηγή: προσαρμογή από Cook & Iliopoulos, 2000

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Με δεδομένη την επίδραση της αμοιβαιότητας, τουλάχιστον σε θεωρητικό επίπεδο, επόμενο βήμα είναι η διερεύνηση του κατά πόσον οι θεωρητικές προσεγγίσεις επιβεβαιώνονται και στον πραγματικό κόσμο. Τα προβλήματα των αγροτικών συνεταιρισμών που προαναφέρθηκαν καταδεικνύουν την ολοκληρωτική σε πολλές περιπτώσεις, έλλειψη της αμοιβαιότητας, δημιουργώντας κατ' αρχήν την ανάγκη μέτρησης για να διαπιστωθεί η ύπαρξη ή όχι αμοιβαιότητας στα μέλη ενός συνεταιρισμού. Παράλληλα, η μέτρηση της αμοιβαιότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διερευνηθεί εάν πράγματι

στους επιτυχημένους συνεταιρισμούς εμφανίζεται πιο έντονη αμοιβαιότητα στις σχέσεις των μελών.

Στη διερεύνηση της επιρροής της αμοιβαιότητας στη συμπεριφορά του ατόμου έχει συμβάλει σημαντικά η ανάπτυξη της θεωρίας των παιγνίων και η πειραματική οικονομία. Έτσι, με στόχο τη διερεύνηση της αμοιβαιότητας έχουν δημιουργηθεί διάφορα μοντέλα τα οποία επεξηγούν τα αποτελέσματα συλλογικών δράσεων και συγκρούσεων (*social dilemma situations*) (Perugini, et al., 2001). Οι συλλογικές δράσεις έχουν μελετηθεί χρησιμοποιώντας κυρίως την θεωρία παιγνίων και έχουν δημιουργηθεί στρατηγικές, που βασίζονται στις αρχές και στις νόρμες της αμοιβαιότητας.

Στρατηγικές, όπως η «μία σου και μία μου» (*tit-for-tat*) ή στρατηγικές με βάση το «δίλλημα του φυλακισμένου», βασίζονται κατά κύριο λόγο στην αμοιβαιότητα. Επίσης στοιχεία από άλλα οικονομικά παίγνια, όπως είναι το παίγνιο του τελεσίγραφου (*Ultimatum game*) και το παίγνιο ανταλλαγής δώρων (*Gift Exchange game*), έχουν δείξει ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων είναι πρόθυμοι να «πληρώσουν», για να ανταμείψουν την καλοσύνη μιας πράξης και να τιμωρήσουν τις άδικες προς αυτούς πράξεις, δηλαδή να λειτουργήσουν καθαρά με βάση τους κανόνες της αμοιβαιότητας (Fehr & Gächter, 1998).

Για την πειραματική μέτρηση της αμοιβαιότητας η εργασία αυτή προτείνει μία πειραματική διάταξη, η οποία συνδυάζει μεθοδολογίες της πειραματικής οικονομίας και της θεωρίας παιγνίων. Συγκεκριμένα, συνδυάζει δυο γνωστά οικονομικά παίγνια, το παίγνιο του τελεσίγραφου (*Ultimatum Game*) και το παίγνιο του δικτάτορα (*Dictator Game*). Αρχικά εφαρμόζεται το *Ultimatum Game* και εν συνεχεία έρχεται να αλληλεπιδράσει το *Dictator Game*.

Το *Ultimatum Game* είναι ένα παίγνιο το οποίο παίζεται αρκετά συχνά στην πειραματική οικονομία και το οποίο εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1982 από τον Góth και τους συνεργάτες του (βλ. Góth et al., 1982). Στο συγκεκριμένο παίγνιο δύο παίχτες αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους για να αποφασίσουν πως θα διαιρεθεί ένα ποσό που τους δίνεται. Αναλυτικότερα, ο πρώτος παίκτης προτείνει έναν τρόπο διαίρεσης του ποσού μεταξύ του εαυτού του και του δεύτερου παίκτη. Ο δεύτερος, με τη σειρά του, έχει τη δυνατότητα να αποδεχτεί ή να απορρίψει αυτήν την προσφορά-πρόταση-διαίρεση του ποσού. Εάν ο δεύτερος παίκτης την απορρίψει, τότε κανείς από τους δύο παίχτες (παίκτης 1 και παίκτης 2) δεν παίρνει κάτι από το ποσό. Αν ο δεύτερος παίκτης αποδεχτεί την προσφορά, τότε τα χρήματα διαιρούνται-μοιράζονται

σύμφωνα με τη πρόταση του πρώτου (βλ. σχήμα II).

Με το συγκεκριμένο παίγνιο επιτυγχάνονται τρεις στόχοι: Πρώτον, η εξέταση της ορθολογικότητας, δηλαδή κατά πόσο το άτομο ενεργεί με βάση το συμφέρον του. Δεύτερον, η μεγιστοποίηση της χρησιμότητας, εάν δηλαδή το άτομο αυξάνει την ικανοποίηση και την ευημερία του από τις επιλογές του και από αυτά που λαμβάνει. Τέλος, η αποδοχή ή όχι άδικων προσφορών. Εάν δηλαδή το άτομο φέρεται ορθολογικά μεγιστοποιώντας την οικονομική του ευημερία ή αν περιοριζίζεται από συναισθήματα όπως αυτό της αδικίας ή της απληστίας.

Το Dictator Game είναι παρόμοιο με το Ultimatum Game. Πρωτοεμφανίστηκε το 1986 από τον Kahneman και τους συνεργάτες του (βλ. Kahneman et al., 1986). Κατά την εφαρμογή του συγκεκριμένου παιγνίου ο πρώτος παίκτης (ο δικτάτορας) αποφασίζει τον τρόπο με τον οποίο θα διαιρέσει ένα χρηματικό ποσό, ανάμεσα πάλι στον εαυτό του και στον δεύτερο παίκτη. Ο δεύτερος τώρα παίκτης (ο δικαιούχος) απλά λαμβάνει το ποσό που του δίνεται. Στην ουσία ο ρόλος του δεύτερου παίκτη είναι εντελώς παθητικός και δεν επηρεάζει καθόλου την έκβαση του παιγνίου (βλ. σχήμα II).

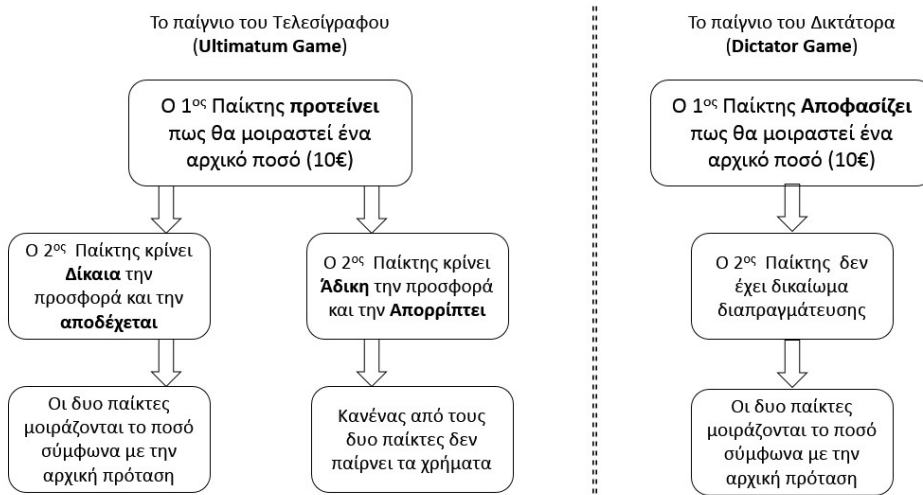
Στη προτεινομένη πειραματική διάταξη το Dictator Game έχει ως σκοπό να αλληλεπιδράσει και να συμπληρώσει το Ultimatum Game με απώτερο στόχο: 1) Τη μελέτη των συναλλαγών μεταξύ δυο ατόμων. 2) τη περιγραφή της αλληλεπίδρασης μεταξύ δυο συναλλασσομένων και 3) την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων για την αμοιβαιότητα και το μοντέλο του ορθολογικού ανθρώπου. Ο συνδυασμός των παιγνίων θεωρείται ότι θα δώσει μια πιο αξιόπιστη ένδειξη για

την αμοιβαιότητα που εμφανίζει ένα ζεύγος παικτών (ειδικά όταν υπάρχει αντιστροφή των ρόλων κατά την αλληλουχία της διεξαγωγής των παιγνίων). Να σημειωθεί, ότι η θεωρία παιγνίων χρησιμοποιεί παίγνια κατά τη διεξαγωγή των οποίων, η στρατηγική κάθε παίκτη εξαρτάται από τις κινήσεις και τις αποφάσεις ενός τουλάχιστον άλλου παίκτη, γεγονός το οποίο δεν υφίσταται στη συγκεκριμένη περίπτωση. Ωστόσο, η χρήση του παιγνίου του δικτάτορα είναι ευρεία και αποδεκτή ενώ στην παρούσα περίπτωση ουσιαστικά συμπληρώνει το παίγνιο του τελεσίγραφου, το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην πρώτη φάση της πειραματικής διάταξης.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κλασική οικονομική θεωρία της χρησιμότητας, υποστηρίζει ότι τα άτομα παρουσιάζουν μια ιδιοτελή συμπεριφορά, ότι δηλαδή παρακινούνται από εγωιστικές προτιμήσεις με στόχο τη μεγιστοποίηση της οικονομικής τους ευημερίας χωρίς να υπολογίζουν και να λαμβάνουν υπόψιν το δημόσιο και το κοινωνικό «καλό». Για πολλά χρόνια η θεωρία αυτή ήταν και το μόνο εργαλείο ανάλυσης των οικονομικών σχέσεων και συναλλαγών, «εγκαθιδρύνοντας» την έννοια του ορθολογικού ατόμου, το οποίο εμφανίζει μια οικονομική συμπεριφορά, η οποία οδηγεί στη μεγιστοποίηση της ικανοποίησής του.

Ωστόσο εμπειρικές έρευνες κατά τις τελευταίες δεκαετίες, οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί στην προσπάθεια διερεύνησης της ανθρώπινης συμπεριφοράς και σκέψης, υποδεικνύουν ότι η συγκεκριμένη θεωρία της χρησιμότητας δεν αποτελεί μία ακριβή απεικόνιση



Σχήμα II: Το Παίγνιο του τελεσίγραφου και το Παίγνιο του δικτάτορα.

Figure II: Ultimatum Game and the Dictator Game.

της ανθρώπινης συμπεριφοράς, καθώς η ανθρώπινη συμπεριφορά όχι μόνο δεν πλησιάζει την έννοια της ορθολογικότητας, αλλά επηρεάζεται άμεσα από το κοινωνικό περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί και αναπτύσσει τις οικονομικές του σχέσεις και συναλλαγές.

Σε πολλές έρευνες, όπως των Berg et al. (1995), Fehr et al. (1997), Fehr & Gahter (1998), Perugini et al. (2001), τα άτομα που συμμετέχουν σε οικονομικά παίγνια μιας απόφασης λειτουργούν σε ποσοστά από 40% έως και πάνω από 60% με βάση την αμοιβαιότητα, σε αντίθεση με την εγωιστική συμπεριφορά που αναφέρθηκε προηγουμένως. Ειδικότερα, αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα άτομα που συμμετείχαν σε επαναλαμβανόμενα παίγνια προτίμησαν να ζημιωθούν για να καταφέρουν να τιμωρήσουν άδικες προς αυτά συμπεριφορές (Berg et al., 1995). Τα παραπάνω έχουν παρατηρηθεί επίσης σε οικονομικά παίγνια όπου διακυβεύονται μεγάλα ποσά όπως παρατήρησε η Cameron (1999), η οποία πραγματοποίησε ένα Ultimatum Game στην Ινδονησία με ποσά που αναλογούν σε μισθούς τριών μηνών.

Η αμοιβαιότητα στις σχέσεις των μελών των συνεργατικών επιχειρημάτων θεωρείται θεμελιώδης αξία για την ύπαρξη και ανάπτυξη των συνεταιρισμών και σε αυτήν βασίζεται η επιτυχημένη λειτουργία τους. Ωστόσο,

η «αρνητική» εικόνα των αγροτικών συνεταιρισμών στη χώρα μας κάνει επιτακτική τη διερεύνηση της ύπαρξης ή όχι αμοιβαιότητας στις σχέσεις των μελών των αγροτικών συνεταιρισμών και της επίδρασης που έχει αυτή στη λειτουργία και στην οικονομική απόδοσή τους.

Η συγκεκριμένη εργασία προτείνει μια πειραματική διάταξη με τον συνδυασμό δυο πολύ γνωστών παιγνίων της πειραματικής οικονομίας για τη μέτρηση της αμοιβαιότητας στις συναλλαγές των ατόμων. Ο συνδυασμός των δυο αυτών παιγνίων και η πρακτική-πειραματική εφαρμογή τους μπορούν να αποτελέσουν ένα θεωρητικό μοντέλο - εργαλείο μέτρησης της αμοιβαιότητας στις συναλλαγές των ατόμων. Η πρακτική εφαρμογή του στους Αγροτικούς Συνεταιρισμούς μπορεί να οδηγήσει στη καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών συνεργασίας (ή και της έλλειψης αυτών).

Αποτέλεσμα της εφαρμογής της προτεινόμενης πειραματικής διάταξης ενδέχεται να είναι η ανάδειξη των μελών εκείνων που επιθυμούν να συνεισφέρουν για την πρόοδο των Αγροτικών Συνεταιρισμών. Δηλαδή, θα καταδειχτεί ποια μέλη δρουν με βάση την αμοιβαιότητα και ποια δρουν καιροσκοπικά, προσφέροντας έτσι μια εγκυρότερη και σφαιρική πληροφόρηση για την αντιμετώπιση του φαινομένου των λαθρεπιβατών (*free-riders*) στους Αγροτικούς Συνεταιρισμούς.

## Measuring Reciprocity in Agricultural Cooperatives: A first Approach Applying Game Theory

Achilleas Kontogeorgos<sup>1</sup>, Antonios Avgeris<sup>2</sup>

### ABSTRACT

Reciprocity, a complex sociological term, seems to affect human behaviour in the fields of relations and economic transactions. Its impact is so strong as to let scientists argue that utility maximization theory is not sufficient to interpret individual or collective human behaviour.

Agricultural Cooperatives' existence is based on reciprocity and the same holds for all collective attempts based on cooperative values. Measuring reciprocity in such collective structures is particularly interesting, since the results could be used in solving the managerial problems faced by the agricultural cooperatives and they are apportioned to lack of trust and cooperation, which are reciprocity's components.

This paper attempts to clarify issues concerning reciprocity and its role in Agricultural Cooperatives' management as well as to introduce a method for measuring reciprocity, by adopting methods used in experimental economics and game theory.

In conclusion, the application of such an experimental approach can be a tool for measuring reciprocity in individual's transactions, while the application in agricultural cooperatives can illustrate the cooperation mechanisms.

**Key words:** Agricultural Cooperatives, Reciprocity, Game Theory, Experimental Economics

<sup>1</sup> Corresponding author Department. of Business Administration of Food and Agricultural Enterprises, University of Patras, G. Seferi 2, 30100, Agrinio, Greece, Email: akontoge@upatras.gr

<sup>2</sup> Department of Agricultural Economics, Aristotle University of Thessaloniki, Aristotle University Campus, 54636, Greece



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αδάμ, Σ. (2014). «Κοινωνική Οικονομία: Οδηγός Δημιουργίας Κοινωνικών Επιχειρήσεων», Ίδρυμα Χάινριχ Μπελ Ελλάδας διαθέσιμο στο: <http://gr.boell.org/el/2014/08/29/odigos-dimioyrgias-koinonikon-epiheiriseon>.

Αδάμ, Σ. και Παπαθεοδώρου, Χ. (2010). «Η εμπλοκή των φορέων της Κοινωνικής Οικονομίας στην καταπολέμηση του κοινωνικού αποκλεισμού: μια κριτική προσέγγιση» Παρατηρητήριο Φτώχειας, Εισοδημάτων και Κοινωνικών Ανισοτήτων, ΙΝΕ-ΓΣΕΕ.

Καμενίδης, Χ. (2001). «Συνεταιρισμοί. Αρχές - Οικονομική - Πολιτική - Οργάνωση - Ανάπτυξη - Νομοθεσία», Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Οίκος Αδερφών Κυριακίδη ΑΕ.

Κλήμης, Α.Ν. (1985). «Οι Συνεταιρισμοί στην Ελλάδα», τόμος 1. Εκδ. Πιτσιλός.

Κολύρης, Π. (1995). «Οικονομική Ανάλυση και Μάνατζμεντ Συνεταιριστικών Οργανώσεων». Διδακτορική διατριβή, Γ.Π.Α.

Κοντογεώργος, Α. και Σεργάκη, Π. (2015). «Αρχές Διοίκησης Αγροτικών Συνεταιρισμών, Προκλήσεις και Προοπτικές». Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα, Αθήνα: ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ.

Λάμπρος, Κ. (1999). «Συνεταιρισμοί και Ανάπτυξη», Τρίτη έκδοση, Αθήνα: Εκδόσεις Τυπωθήτω, σ. 21-44.

Μαριάδης, Σ. (2003). Συνεργατισμός - Συνεταιρισμοί, Ιστορία - Φιλοσοφία - Αποστολή - η εναλλακτική λύση», Δ' έκδοση βελτιωμένη και συμπληρωμένη. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη.

Παπαγεωργίου, Κ. (2015). «Βιώσιμη Συνεταιριστική Οικονομία: Θεωρία και Πρακτική». Γ' Έκδοση, Αθήνα: Εκδ. Σταμούλης.

Berg, J., Dickhaut, J., McCabe, K., 1995. Trust, reciprocity and social history. *Games Econ. Behav.* Vol. 10, pp.122–142.

Bicskei, M., Lankau, M. and Bizer, K. (2016) 'Negative reciprocity and its relation to anger-like emotions in identity-homogeneous and -heterogeneous groups', *Journal of Economic Psychology*, Vol. 54, pp.17-34

Cameron, L.A. (1999). "Raising the stakes in the ultimatum game: Experimental evidence from Indonesia". *Economic-Inquiry* Vol. 37 (1), pp.47–59.

Cialdini, R. B., Kallgren, C. A., & Reno, R. R. (1991). A focus theory of normative conduct: a theoretical refinement and reevaluation of the role of norms in human behavior. In M. P. Zanna (Ed.),

*Advances in experimental social psychology*, Vol. 24, pp. 201–234.

Cook, M.L. and Iliopoulos, C. (2000). Ill-defined property rights in collective action: the case of US agricultural cooperatives. In: Menard, C. (ed.) *Institutions, contracts and organizations*. Edward Elgar, London, UK, pp. 335-345

Falk, A. and Fischbacher, U. (2006) 'A theory of reciprocity', *Games and Economic Behavior*, Vol. 54, (2), pp.293-315.

Fehr, E. and Falk, A. (1997). Reciprocity in experimental markets, in Plott, C. and Smith, V. (Eds.): *Handbook of Experimental Economics Results*, North Holland Publications Co., Amsterdam, pp.325-334.

Fehr, E. and Gächter, S. (1998) 'Reciprocity and economics: The economic implications of Homo Reciprocans', *European Economic Review*, Vol. 42, (3-5), pp.845-859.

Fehr, E. and Gächter, S. (2000). Fairness and Retaliation: The Economics of Reciprocity. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14 (3), pp.159-182.

Fehr, E., Gächter, S. and Kirchsteiger, G. (1997) 'Reciprocity as a Contract Enforcement Device: Experimental Evidence', *Econometrica*, Vol. 65, (4), pp.833-860.

Fehr, E., Kirchsteiger, G. and Riedl, A. (1998) 'Gift exchange and reciprocity in competitive experimental markets', *European Economic Review*, Vol. 42, (1), pp.1-34.

Giannakas, K., Fulton, M. and Sesmero, J. (2016) Horizon and Free-Rider Problems in Cooperative Organizations. *Journal of Agricultural and Resource Economics* Vol.41 (3) pp.372–392

Goren, H., & Bornstein, G. (1999). Reciprocation and learning in the Intergroup Prisoner's Dilemma Game. In D. V. Budescu, I. Erev, & R. Zwick (Eds.), *Games and human behavior: Essays in honor of Amnon Rapoport* (pp. 299–314). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Gouldner, A. W. (1960). The norm of reciprocity: a preliminary statement. *American Sociological Review*, Vol. 25, (1), pp.61–178.

Góth, W., Schmittberger, R. and Schwarze, B. (1982). An experimental analysis of ultimatum bargaining. *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 3 (4), pp.367-388.

Hart, O. and Moore, J. (1999). Foundations of Incomplete Contracts. *Review of Economic Studies*, Vol. 66 (1), pp.115-138.

Kahneman, D., Knetsch, J. and Thaler, R. (1986).



Fairness and the Assumptions of Economics. *The Journal of Business*, Vol. 59 (4), pp.285-300.

Komorita, S. S., & Parks, C. D. (1999). Reciprocity and cooperation in social dilemmas: review and future directions. In D. V. Budescu, I. Erev, & R. Zwick (Eds.), *Games and human behavior: Essays in honor of Amnon Rapoport* (pp. 315–330). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Krebs, D. L. (1975). Empathy and altruism. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 32, pp.1134–1146.

Maximiano, S. (2012). *Measuring reciprocity: Do survey and experimental data correlate?*, Working Paper, Department of Economics, Prurdue University, Indiana, USA.

Miller, N. J., & Kean, R. C. (1997). Reciprocal exchange in rural communities: consumers' inducements to inshop. *Psychology and Marketing*, Vol. 14, pp 637–661.

Panas, E. (2007). Experimental Economics: An Empirical Analysis'. *SPOUDAI*, Vol. 83(2), pp.89-105.

Perugini, M., & Gallucci, M. (2001). Individual differences and social norms: the distinction between reciprocators and prosocials. *European Journal of Personality*, Vol 15, pp. 19–35.

Perugini, M., Gallucci, M., Presaghi, F., and Ercolani A.P. (2003), "The Personal Norm of Reciprocity" *European Journal of Personality*, Vol.17: pp. 251–283

Robarchek, C. A., & Robarchek, C. J. (1998). Reciprocities and realities: world views, peacefulness, and violence among Semai and Waorani. *Aggressive Behavior*, Vol. 24, 123–133.

Sloof, R. and Sonnemans, J. (2003). An experimental comparison of reliance levels under alternative breach remedies. *RAND of Economics*, 34 (2), pp. 205-222.

Surra, C. A., & Longstreth, M. (1990). Similarity of outcomes, interdependence, and conflict in dating relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 59, pp.501–516.

## Μορφές ηγεσίας στην ελληνική ύπαιθρο

Παρασκευή Τοιμήτηρ, Αναστάσιος Μιχαηλίδης\*

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι γεωργοί σήμερα, καλούνται να λάβουν σημαντικές αποφάσεις στο πλαίσιο ενός συνεχώς μεταβαλλόμενου περιβάλλοντος και υπό συνθήκες πίεσης και αβεβαιότητας. Προς αυτή την κατεύθυνση, έχει μεγάλη σημασία η πρόσβασή τους στη «σωστή» πληροφόρηση την «κατάλληλη» χρονική στιγμή. Σε αυτή τη διαδικασία λήψης απόφασης, σημαντικό ρόλο παίζουν οι μεμονωμένοι γεωργοί, ηγέτες γνώμης, και ορισμένες φορές η δικτύωσή τους (τυπική ή άτυπη). Κύριος στόχος της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει τη δικτύωση μιας μικρής γεωργικής κοινότητας και δευτερευόντως να τυποποιήσει τους καθ' υπόδειξη ηγέτες γνώμης, εξετάζοντας παράλληλα αν και οι ίδιοι αυτο-αξιολογούνται ως «ηγέτες γνώμης». Μέσα από αυτή την τυποποίηση και την ανίχνευση της ηγεσίας γνώμης μίας γεωργικής κοινότητας θα μπορέσουν να εντοπιστούν και να ομαδοποιηθούν τα κύρια ηγετικά χαρακτηριστικά των γεωργών, έτσι ώστε να αξιοποιηθούν κατάλληλα από προσωποποιημένες δράσεις γεωργικών εφαρμογών και αγροτικής πολιτικής. Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων χρησιμοποιήθηκε ως μελέτη περίπτωσης ένας τυπικός γεωργικός συνεταιρισμός. Τα δεδομένα της ποσοτικής έρευνας συλλέχθηκαν από 152 γεωργούς/ μέλη του συνεταιρισμού. Η τυποποίηση του δείγματος πραγματοποιήθηκε αξιοποιώντας μεταβλητές, σχετικές με το βαθμό της «αυτό-αξιολογούμενης ηγετικότητας» κάθε γεωργού σύμφωνα με τις σχετικές θεωρίες και χρησιμοποιώντας «Διβηματική Ανάλυση σε Συστάδες» (Two-Step Cluster Analysis). Από την τμηματοποίηση των γεωργών αναγνωρίστηκαν πέντε διαφορετικά προφίλ. Ακολούθως, και προκειμένου να σχεδιαστεί το «δίκτυο ηγεσίας» του γεωργικού συνεταιρισμού, χρησιμοποιήθηκε εις βάθος έρευνα πεδίου, όπου προέκυψαν επτά κυρίαρχες καθ' υπόδειξη ηγετικές μορφές, περιγραφή η οποία συντέλεσε στην εύρεση του κοινού τύπου μεταξύ αυτό-αξιολογούμενης και καθ' υπόδειξη ηγεσίας γνώμης και στην ουσία στον εντοπισμό των «πραγματικών» ηγετών γεωργών. Η παρούσα εργασία, οδήγησε στη διερεύνηση της δικτύωσης των γεωργών μιας μικρής κοινότητας, προσφέροντας έναν αναλυτικό οδηγό αναγνώρισης των ηγετών γνώμης, οι οποίοι δυνητικά μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως «ενδιάμεσοι» αγροτικής πολιτικής και ως «εργαλεία» επηρεασμού των υπολοίπων γεωργών. Άλλωστε, για την ανάπτυξη της υπαίθρου μεγαλύτερη σημασία έχει η αναγνώριση και η αξιοποίηση των «ηγετών γνώμης», παρά η ίδια η εφαρμογή προγραμμάτων αγροτικής ανάπτυξης.

**Λέξεις κλειδιά:** Αυτο-αξιολογούμενη ηγετικότητα, γεωργική κοινότητα, γεωργικός συνεταιρισμός, δικτύωση, καθ' υπόδειξη ηγετικότητα.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα καινοτόμα σχέδια στις γεωργικές περιοχές δεν προκύπτουν σε συνθήκες απομόνωσης (Espancia, 2014). Αποτελούν μέρος των ευρύτερων παγκόσμιων διεργασιών που εμπλέκονται στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη (Ward και Brown, 2009) και προκύπτουν από διάφορους παράγοντες: την οικοδόμηση αποτελεσματικών δικτύων και πηγών πληροφόρησης, στοιχεία που απορρέουν από τις αλληλεπιδράσεις με μικρές ομάδες και τη δημιουργία σχέσεων εμπιστοσύ-

νης, αυτοβοήθειας και συνεργασίας (Ye *et al.*, 2009).

Τα τελευταία χρόνια, υπήρξε ενδιαφέρον από την επιστημονική κοινότητα για τη θεωρία της δικτύωσης σχετικά με τη βελτίωση της κατανόησης του σύνθετου χαρακτήρα της αγροτικής ανάπτυξης (Oreszczy *et al.*, 2010). Η έννοια της δικτύωσης χρησιμοποιείται ευρέως στις κοινωνικοοικονομικές μελέτες. Παρά το γεγονός ότι είναι ένα πολυδιάστατο πεδίο, το βασικό χαρακτηριστικό της θεωρίας είναι η επικέντρωση στις σχέσεις (Marquardt *et al.*, 2012). Σύμφωνα με τη θεω-

\*Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Αγροτικής Οικονομίας  
E-mail: tassosm@auth.gr

ρία, η ροή των πληροφοριών σε ένα δίκτυο εξαρτάται από την κοινωνική ενσωμάτωση (Fritsch και Kauffeld-Monz, 2010) ή τις κοινωνικές σχέσεις μεταξύ των μελών (Sorenson *et al.* 2006), οι οποίες τους παρέχουν ευκαιρίες για να κερδίσουν παροχές από το δίκτυο (Thuo *et al.*, 2013). Οι μέχρι τώρα μελέτες δικτύωσης στη γεωργία έχουν χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα για να εξηγήσουν τη μεταφορά και την υιοθέτηση μιας νέας τεχνολογίας/καινοτομίας από τους γεωργούς, ως συνάρτηση της θέσης που ο γεωργός έχει στο πλαίσιο του δικτύου (Conley και Udry, 2001· Isaac *et al.*, 2007· Carruthers και Vanclay, 2012· Hermans *et al.*, 2013). Τα δίκτυα των γεωργών δεν θεωρούνται απλώς κανάλια διάδοσης της πληροφορίας αλλά και χώροι διαπραγμάτευσης της πληροφορίας, όπου οι δρώντες επιχειρούν να εμπλέξουν και άλλους στη δημιουργία γνώσης (Leeuwis και Van de Ban, 2004). Επιπλέον, ερευνητές όπως οι Matuschke (2008) και Rogers (2003) έδειξαν ότι η διάδοση νέων τεχνολογιών/καινοτομιών εντός και μεταξύ των αγροτικών κοινοτήτων σχετίζεται με τη δομή των δικτύων τους. Σύμφωνα με τους Blokland και Goult (2007), οι οργανώσεις των γεωργών (συνεταιρισμοί, οργανώσεις παραγωγών, κ.α.) αντιπροσωπεύουν ένα αποτελεσματικό μέσο επικοινωνίας και πληροφόρησης, εξαιτίας των εκτεταμένων δικτύων και των πολλαπλών διασυνδέσεων των μελών που συμμετέχουν. Στην Ελλάδα, παρά το γεγονός ότι οι συνεταιρισμοί ήταν η βάση της αγροτικής οικονομίας, κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχουν εμφανίσει μια υποβαθμισμένη γενικά εικόνα. Το αρνητικό αυτό αποτέλεσμα προέρχεται κυρίως από την περιορισμένη παρουσία (ή ακόμα και απουσία) των «ηγετών» στις ελληνικές γεωργικές περιφέρειες (Chatzitheodoridis *et al.*, 2013).

Πολλές έρευνες συμφωνούν ότι οι κοινωνικές επαφές, η κοινωνική αλληλεπίδραση και η διαπροσωπική επικοινωνία αποτελούν σημαντικές παραμέτρους στη διάδοση της πληροφορίας και της γνώσης, καθώς και στην υιοθέτηση νέων στάσεων (Goldsmith και Desborde, 1991· Nair *et al.*, 2010). Συχνά οι άνθρωποι, πριν τη λήψη μιας σημαντικής απόφασης επιδιώκουν να ενισχύσουν την επιλογή τους μέσω της «συναινετικής αποδοχής» από συγκεκριμένα άτομα, τα οποία ασκούν επιρροή τόσο στους ίδιους όσο και στα υπόλοιπα μέλη της κοινότητας στην οποία διαβιούν (Hazeldine και Miles, 2010). Μεταξύ αυτών των ατόμων υπάρχουν ορισμένοι που ασκούν μεγαλύτερη επιρροή στις αποφάσεις των υπολοίπων και ονομάζονται σύμφωνα με τον Rogers (1995) «ηγέτες γνώμης» ή «γνωμοηγήτορες». Τα τελευταία χρόνια

υπήρξε μια σημαντική αύξηση στη μελέτη της δικτύωσης (Sparrowe *et al.*, 2001· Kilduff και Tsai, 2006· Isaac *et al.*, 2007· Μακρή, 2013), ιδίως όσον αφορά στις διαδικασίες ηγεσίας, όπως στην άτυπη ηγεσία (Carroll και Teo, 1996· Balkundi και Harrison, 2006· Mehra *et al.*, 2006). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ηγέτες γνώμης δεν είναι ηγέτες με την τυπική ή διαδικαστική έννοια της λέξης, καθώς η μορφή της ηγεσίας που ασκούν είναι συνήθως άτυπης μορφής (Watts και Dodds, 2007). Οι μελέτες της δικτύωσης προσδιορίζουν τους ηγέτες γνώμης με βάση την κεντρική τους θέση στα δίκτυα (Iyengar *et al.*, 2011) καθώς, έχοντας μια κεντρική καλά συνδεδεμένη θέση στο δίκτυο, τους επιτρέπει να επηρεάσουν περισσότερους ανθρώπους.

Η επιρροή των ηγετών γνώμης έχει εξετασθεί ευρέως έχοντας ως αποτέλεσμα μια πλούσια βιβλιογραφία που αποκαλύπτει τις διάφορες μορφές του επιτυχημένου ηγέτη. Ωστόσο, το βιβλιογραφικό κενό εντοπίζεται στον γεωργικό τομέα (McGehee *et al.*, 2015). Κατά τη γενική εξέταση του αντικειμένου των γεωργικών εφαρμογών, οι γεωργοί που αναγνωρίστηκαν ως ηγέτες γνώμης αποτελούν ένα εξαιρετικά πολύτιμο εργαλείο επειδή όταν εντοπιστούν και χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά, μπορούν να καταστήσουν ευρέως αποδεκτά τα προσφερόμενα προγράμματα, συμβάλλοντας έτσι στην επιτυχή ολοκλήρωση αυτών των προσπαθειών (Σιάρδος, 1997).

Αυτή η εργασία προσπαθεί να απαντήσει σε ένα κρίσιμο ερώτημα: εάν οι γεωργοί που υποδεικνύονται ως ηγέτες γνώμης («καθ' υπόδειξη ηγέτες γνώμης») σε μια αγροτική περιοχή, συγκεκριμένα σε ένα γεωργικό συνεταιρισμό, αξιολογούν και οι ίδιοι τον εαυτό τους ως ηγέτη γνώμης («αυτό-αξιολογούμενοι ηγέτες γνώμης»). Βασικός επίσης προβληματισμός είναι το προφίλ αυτών των ανθρώπων («καθ' υπόδειξη ηγέτες γνώμης») όσον αφορά τα ηγετικά χαρακτηριστικά και λοιπά στοιχεία τους, ώστε να μπορέσουν να εντοπιστούν σε μια κοινότητα και να αξιοποιηθούν από δράσεις γεωργικών εφαρμογών και αγροτικής πολιτικής. Οι Σιάρδος (1997) και Δαιουτόπουλος (2002) συμφωνούν ότι ο εντοπισμός και η κατανόηση των «ηγετών γνώμης» μπορεί να καταστήσει αποτελεσματικότερες τις πολιτικές ενέργειες και τις επενδύσεις, οι οποίες έχουν ως στόχο την τοπική ανάπτυξη και τη διάδοση των καινοτομιών. Επιπλέον, αυτή η εργασία είναι μία από τις λίγες στη βιβλιογραφία που κατηγοριοποιεί τους γεωργούς, ειδικά σε ένα γεωργικό συνεταιρισμό, σύμφωνα με τον «βαθμό της αυτο-αξιολογούμενης ηγετικότητας» και αυτή είναι η κύρια συμβολή της, παρέχοντας παράλληλα μια θεωρητική και μεθοδο-

λογική πλατφόρμα για περαιτέρω έρευνα.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την προσέγγιση του ερευνητικού προβληματισμού και την επίτευξη των στόχων κρίθηκε σκόπιμο η μελέτη περίπτωσης ενός τυπικού γεωργικού συνεταιρισμού και συγκεκριμένα του συνεταιρισμού Σ.Π.Ε.Κ.Ο. στην περιοχή Βροντού Πιερίας. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του εν λόγω συνεταιρισμού είναι ότι σχεδόν το σύνολο των γεωργών της κοινότητας Βροντού αποτελούν και μέλη του γεωργικού συνεταιρισμού και με την ιδιότητα τους αυτή συμμετείχαν στην ποσοτική έρευνα. Η έρευνα ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2015 με μια προκαταρκτική ομάδα εστίασης με είκοσι γεωργούς χωρισμένους σε δύο ομάδες, οι οποίες καταρτίστηκαν τυχαία χωρίς καμία προσπάθεια σκόπιμης «διαφορετικότητας» κατά τη διαδικασία επιλογής των γεωργών κάθε ομάδας. Σκοπός της συζήτησης ήταν να τεκμηριωθεί (μαζί με το αποτέλεσμα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης) το ερωτηματολόγιο για την ποσοτική έρευνα που ακολουθήσε τον Μάιο του 2015.

Σε πρώτη φάση οι γεωργοί του συνεταιρισμού συμμετείχαν σε δειγματοληπτική έρευνα, προκειμένου να καθοριστεί ο «βαθμός της αυτο-αξιολογούμενης ηγετικότητας». Το πλαίσιο δειγματοληψίας ήταν ο κατάλογος που τηρεί το διοικητικό γραφείο του γεωργικού συνεταιρισμού και εφαρμόστηκε απλή τυχαία δειγματοληψία. Για τις ανάγκες της έρευνας το ελάχιστο απαραίτητο δείγμα καθορίστηκε στους 152 γεωργούς και επιλέχθηκε τυχαία μέχρι την ολοκλήρωση του απαιτούμενου αριθμού, προκειμένου να υπάρξει επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και μέσο αποδεκτό στατιστικό σφάλμα +/-5%. Ακολούθως, σχεδιάστηκε το «δίκτυο ηγεσίας» του γεωργικού συνεταιρισμού και εντοπίστηκαν οι κεντρικές θέσεις («καθ' υπόδειξη ηγετικότητας») όπου χρησιμοποιήθηκε εις βάθος έρευνα πεδίου προκειμένου να εντοπιστεί ο πραγματικός ηγέτης γνώμης του γεωργικού συνεταιρισμού. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι, η ποιοτική έρευνα έχει αποκτήσει ιδιαίτερη δυναμική ως τρόπος διερεύνησης. Ο Conger (1999) υποστήριξε ότι μόνη της η ποσοτική έρευνα δεν μπορεί να παράγει μία καλή κατανόηση της ηγεσίας, δεδομένης της ακραίας και διαρκούς πολυπλοκότητας του φαινομένου της ηγεσίας από μόνο του (Parry *et al.*, 2014). Η ποιοτική έρευνα πραγματοποιήθηκε τον Αύγουστο του 2015 με τη μέθοδο των εις βάθος συνεντεύξεων και τη βοήθεια ενός οδηγού συνέντευξης, ο οποίος βασίστηκε στη σχετική βιβλιογραφία. Κατ' αυτόν τον τρόπο, για τη

χαρτογράφηση των επιμέρους δικτύων, ζητήθηκε από κάθε γεωργό να αναφέρει το/τα πρόσωπο/α στα οποία απευθύνεται συχνότερα κατά τη διαδικασία λήψης γεωργικών αποφάσεων (π.χ. υιοθέτηση καινοτομίας, αλλαγή καλλιέργειας, ενημέρωση/πληροφόρηση για γεωργικά ζητήματα, κ.α.). Η παραπάνω προσέγγιση ορίζεται ως η κοινωνιομετρική μέθοδος για τη μέτρηση σύνδεσης δικτύου (Rogers, 2003). Το πλεονέκτημά της έγκειται στο γεγονός ότι ο γεωργός θα αναφέρει πιθανώς τα ισχυρότερα μέλη του δικτύου του και με αυτό τον τρόπο ο ερευνητής/τρια εξασφαλίζει μια στενή εικόνα του δικτύου (Matuschke και Qaim, 2009) με δυνατότητα απεικόνισής του (Thuo *et al.*, 2013).

Τα πρωτογενή δεδομένα τόσο της ποσοτικής όσο και της εις βάθος έρευνας πεδίου, κωδικοποιήθηκαν και αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο για τις κοινωνικές επιστήμες Statistical Package for Social Sciences (SPSS version 22.0 for Windows). Αρχικά, με τη χρήση της Διβηματικής Ανάλυσης σε Συστάδες (TSCA), το δείγμα τμηματοποιήθηκε σε διακριτές συστάδες σύμφωνα με τον «βαθμό αυτο-αξιολογούμενης ηγετικότητας» κάθε γεωργού και με βάση τις γενικεύσεις των σχετικών θεωριών και τη χρήση δεκαοχτώ παραμέτρων που προέκυψαν από τη βιβλιογραφία και τους στόχους της έρευνας. Η τεχνική της Διβηματικής Ανάλυσης σε Συστάδες είναι ένα εργαλείο στατιστικής ανάλυσης που απουσιάζει στον προσδιορισμό συστάδων ομοειδών παρατηρήσεων από ένα μεγάλο αριθμό από αυτές, με βάση ομάδα κατηγορικών ή/και συνεχών μεταβλητών, με τη διεξαγωγή στατιστικών ελέγχων ανεξαρτησίας των μεταβλητών και ελέγχων κανονικότητας της κατανομής των συνεχών μεταβλητών και πολυωνυμικής κατανομής των κατηγορικών. Το δείγμα της παρούσας έρευνας τμηματοποιήθηκε με βάση την πολυθεματική μεταβλητή «βαθμός ηγετικότητας» που αποτελείται από τις μέσες τιμές του βαθμού συμφωνίας-διαφωνίας για κάθε μία από τις δεκαοχτώ παραμέτρους. Σύμφωνα με την πενταβάθμια κλίμακα Likert (5=συμφωνώ απόλυτα, 4=συμφωνώ, 3=ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ, 2=διαφωνώ, 1=διαφωνώ απόλυτα) υπάρχουν πέντε επίπεδα συμφωνίας για κάθε μία από τις παραμέτρους του «βαθμού ηγετικότητας». Κατ' αυτόν τον τρόπο, μια υψηλή σχετικά τιμή της παραμέτρου εκφράζει μια ισχυρή και θετική δήλωση του «βαθμού ηγετικότητας». Έτσι, ο μέσος όρος των επιπέδων του βαθμού συμφωνίας-διαφωνίας για τις διάφορες μεταβλητές του «βαθμού ηγετικότητας» χρησιμοποιήθηκε ως η αριθμητική τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής «βαθμός ηγετικότητας», η οποία ονομάστηκε «βαθμός αυτο-αξιολογούμενης ηγετικότητας».

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με την περιγραφική στατιστική ανάλυση (Πίνακας Ι), ο «μέσος» γεωργός του δείγματος είναι άνδρας, ηλικίας 36-55 ετών, έγγαμος με δύο παιδιά και χαμηλό επίπεδο εκπαίδευσης (μέχρι έξι έτη). Είναι γεωργός πλήρους απασχόλησης φυτικής παραγωγικής κατεύθυνσης και καλλιεργεί γεωργική γη 40 στρεμμάτων, εκ των οποίων τα μισά είναι ιδιότητα. Είναι μέλος του συνεταιρισμού τα τελευταία 16 χρόνια και το μέσο ετήσιο οικογενειακό του εισόδημα κυμαίνεται μεταξύ €5.000-15.000, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου προέρχεται από τον γεωργικό τομέα.

Τα αποτελέσματα της Διβηματικής Ανάλυσης σε Συστάδες για την τμηματοποίηση σύμφωνα με το «βαθμό


αυτο-αξιολογούμενης ηγετικότητας» οδήγησαν σε πέντε διακριτές συστάδες με το διαφορετικό προφίλ των γεωργών (Σχήμα 1). Ως εκ τούτου η συστάδα που εμφάνισε τη μεγαλύτερη τιμή στην κατανομή (μέσος όρος=3,89) της αυτο-αξιολογούμενης ηγετικότητας ονομάστηκε «ηγέτης» (4<sup>η</sup> συστάδα). Η επόμενη μεγαλύτερη τιμή στην κατανομή (μέσος όρος=3,49) ανήκει στη συστάδα «εν δυνάμει ηγέτης» (5<sup>η</sup> συστάδα). Η επόμενη τιμή εμφανίζει μέσο όρο ίσο με 3,27 και αφορά τη συστάδα «προϊούσα πλειοψηφία» (3<sup>η</sup> συστάδα). Η συστάδα «ύστερη πλειοψηφία» συγκεντρώνει την τέταρτη τιμή με μέσο όρο ίσο με 3,12 (1<sup>η</sup> συστάδα) και τέλος η συστάδα «ουραγός» εμφανίζει τη μικρότερη τιμή (μέσος όρος=2,92) στην κατανομή (2<sup>η</sup> συστάδα) (Rogers, 2003).






**Πίνακας Ι:** Ταυτότητα δείγματος

**Table I:** Identity of sample

Μεταβλητές	Αριθμός γεωργών	Ποσοστό	
Φύλο	Άρρεν	137	90,1%
Ηλικία	36-55 ετών	99	65,1%
Οικογενειακή κατάσταση	Έγγαμος	123	80,9%
Μέλη νοικοκυριού	4	Μέσος όρος: 2,13	
Επίπεδο εκπαίδευσης	Χαμηλό	82	53,9%
Κύρια απασχόληση	Γεωργός πλήρους απασχόλησης	141	92,8%
Διαδοχή απασχόλησης	Ναι	143	94,1%
Είδος εκμετάλλευσης	Φυτική κατεύθυνση	132	86,8%
Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	€ 5,000-15,000	105	69,1%
Γεωργικό εισόδημα	100%	122	80,3%
Έτη ενασχόλησης με τη γεωργία	Μέσος όρος: 20 έτη		
Συλλογική δράση	Μέσος όρος: 16 έτη		
Μέγεθος γεωργικής εκμετάλλευσης	Μέσος όρος: 4 ha/2 ha		

## Clusters

Input (Predictor) Importance  


Cluster	5	1	3	2	4
<b>Label</b>					
<b>Description</b>					
<b>Size</b>	 27,6% (42)	 25,7% (39)	 25,7% (39)	 13,8% (21)	 7,2% (11)
<b>Inputs</b>	E26_MO 3,49	E26_MO 3,12	E26_MO 3,27	E26_MO 2,92	E26_MO 3,89

**Σχήμα 1:** Τμηματοποίηση των γεωργών σύμφωνα με τον «βαθμό αυτο-αξιολογούμενης ηγετικότητας»

**Figure 1:** Segmentation of farmers according to the degree of «self-evaluated leadership»



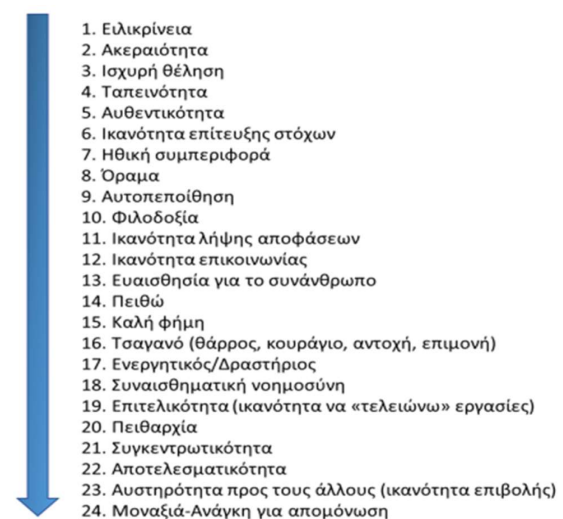
Στη συνέχεια, όλοι οι γεωργοί που συμμετείχαν στην ποσοτική έρευνα ρωτήθηκαν για το/τα πρόσωπο/α που απευθύνονται για ένα γεωργικό θέμα το οποίο δεν το γνωρίζουν καλά και θέλουν πληροφορίες σχετικά με αυτό. Με αυτό τον τρόπο προέκυψαν οι κυρίαρχες ηγετικές μορφές στο δίκτυο ηγεσίας του συνεταιρισμού. Ειδικότερα, οι γεωργοί του συνεταιρισμού ανέδειξαν κυρίαρχη μορφή στο δίκτυο ηγεσίας το γεωπόνό του συνεταιρισμού. Ο Πίνακας II παρουσιάζει λεπτομερώς τις κεντρικές θέσεις του δικτύου ηγεσίας, καθώς και τις συχνότητες αυτών. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο/οι γεωπόνοι/νοι εκτός γεωργικού συνεταιρισμού και οι γεωπόνοι της Δ.Α.Ο.Κ. Πιερίας δεν συμμετείχαν στην έρευνα πεδίου για τον εντοπισμό του πραγματικού ηγέτη γνώμης του γεωργικού συνεταιρισμού Σ.Π.Ε.Κ.Ο., επειδή δεν προσδιορίστηκαν ονομαστικά από το δείγμα και ίσως αναφέρεται σε περισσότερα από ένα άτομα. Παρατηρούμε επίσης ότι το δίκτυο ηγεσίας δεν περιορίζεται εντός του επίσημου πλαισίου (διοικητικού και εργασιακού) του γεωργικού συνεταιρισμού. Αυτό το εύρημα είναι αρκετά σημαντικό, καθώς δεν πρόκειται για επίσημη μορφή ηγεσίας, εφόσον δεν εμφανίζονται στο δίκτυο ηγεσίας εξαιτίας του θεσμικού τους ρόλου στον γεωργικό συνεταιρισμό, όπως είναι οι προηγούμενες περιπτώσεις των κεντρικών θέσεων, αλλά για «άτυπη» μορφή ηγεσίας.

Από τη σκοπιά των Γεωργικών Εφαρμογών, το προφίλ των «καθ' υπόδειξη ηγετών γνώμης» σε σχέση με

**Πίνακας II:** Δίκτυο ηγεσίας γεωργικού συνεταιρισμού  
**Table II:** Leadership network of agricultural cooperative

Φορείς δικτύου ηγεσίας	Συχνότητα εμφάνισης
Γεωπόνος γεωργικού συνεταιρισμού	107
Γεωπόνος εκτός γεωργικού συνεταιρισμού	44
Πρόεδρος Δ.Σ. γεωργικού συνεταιρισμού	38
Υπάλληλος γραμματέας γεωργικού συνεταιρισμού	24
Γεωπόνοι Δ.Α.Ο.Κ. Νομού Πιερίας	5
Ταμίας Δ.Σ. γεωργικού συνεταιρισμού	3
Γραμματέας Δ.Σ. γεωργικού συνεταιρισμού	2
Γεωργός 1-μέλος γεωργικού συνεταιρισμού	2
Γεωργός 2-μέλος γεωργικού συνεταιρισμού	2

το προφίλ των «αυτό-αξιολογούμενων ηγετών γνώμης» παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον. Από την εις βάθος έρευνα πεδίου, προέκυψε το προφίλ του «μέσου καθ' υπόδειξη ηγέτη γνώμης», όπου σε σύγκριση με το προφίλ του «μέσου γεωργού» του δείγματος διαπιστώθηκαν ομοιότητες μεταξύ των δύο αυτών προφίλ στα δημογραφικά και κοινωνικό-οικονομικά χαρακτηριστικά (φύλο, ηλικία, οικογενειακή κατάσταση, επίπεδο εκπαίδευσης, επίσημο οικογενειακό εισόδημα). Βασικός ερευνητικός στόχος επίσης ήταν η ποσοτικοποίηση και η ιεράρχηση των διαφόρων στοιχείων της ηγεσίας (αποτέλεσμα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης) σε μία κλίμακα από εικοσιτέσσερα επίπεδα, όπου η τιμή «ένα» ήταν η πρώτη επιλογή και η τιμή «εικοσιτέσσερα» η τελευταία. Συγκεκριμένα, ζητήθηκε από τους «καθ' υπόδειξη ηγέτες γνώμης» να ιεραρχήσουν τα στοιχεία (χαρακτηριστικά & δεξιότητες) της ηγεσίας και στη συνέχεια με τη βοήθεια της περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης υπολογίστηκε, για κάθε στοιχείο, ο μέσος όρος ιεράρχησης και προέκυψε η βαθμολογία κατάταξης. Σύμφωνα με το Σχήμα 2, η «Ειλικρίνεια» είναι το σημαντικότερο στοιχείο της ηγεσίας με μέσο όρο 4,7. Ακολουθούν «Ακεραιότητα» (5,4), «Ισχυρή βούληση» (6,0), «Ταπεινότητα» (6,0), «Αυθεντικότητα» (7,14), «Ικανότητα επίτευξης στόχων» (7,4), με τα υπόλοιπα στοιχεία να είναι λιγότερο σημαντικά για τους «καθ' υπόδειξη ηγέτες γνώμης». Η παραπάνω ιεράρχηση είναι αρκετά σημαντική για την ποσοτική μοντελοποίηση της ηγεσίας γνώμης. Χρησιμοποιώντας αυτή την ιεράρχηση δίνεται η δυνατότητα βελτίωσης της **γενικής σημασίας της ηγεσίας γνώμης, λαμβάνοντας υπόψη τη βαρύτητα κάθε στοιχείου.**



**Σχήμα 2:** Ιεράρχηση στοιχείων ηγεσίας  
**Figure 2:** Leadership characteristics (ranking)

Ο Πίνακας III, παρουσιάζει τα κυρίαρχα ηγετικά στοιχεία των «καθ' υπόδειξη ηγετών γνώμης», με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς το «στυλ» της ηγεσίας που ενδεχομένως ασκούν (τυπικά ή άτυπα). Τα ευρήματα μαρτυρούν ότι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς το «στυλ» ηγεσίας.

τελεσματικότητα», τα οποία τον διαφοροποιούν από τους υπόλοιπους «καθ' υπόδειξη» ηγέτες γνώμης» και ενδεχομένως τα στοιχεία αυτά να καθορίζουν τον τύπο της ηγεσίας που ασκεί ή ακόμη να τον καθιστούν «πραγματικό» ηγέτη γνώμης στα μάτια των υπολοίπων γεωργών-μελών του γεωργικού συνεταιρισμού.

**Πίνακας III:** Κυρίαρχα ηγετικά στοιχεία των «καθ' υπόδειξη ηγετών γνώμης»

**Table III:** Dominant leadership characteristics of « recommended opinion leaders»

Καθ' υπόδειξη ηγέτης γνώμης	Ηγετικά στοιχεία
Γεωπόνος γεωργικού συνεταιρισμού	Ακεραιότητα, Ταπεινότητα, Καλή φήμη, Συναισθηματική νοημοσύνη, Συγκεντρωτικότητα
Πρόεδρος Δ.Σ. γεωργικού συνεταιρισμού	Ικανότητα επίτευξης στόχων, Όραμα, Φιλοδοξία, Επιτελικότητα, Συγκεντρωτικότητα, Αποτελεσματικότητα
Υπάλληλος γραμματέας γεωργικού συνεταιρισμού	Ακεραιότητα, Αυθεντικότητα, Καλή φήμη, Ενεργητικός/Δραστήριος
Ταμίας Δ.Σ. γεωργικού συνεταιρισμού	Είλικρίνεια, Ηθική συμπεριφορά, Αυτοπεποίθηση, Ευαισθησία για το συνάνθρωπο, Αυστηρότητα
Γραμματέας Δ.Σ. γεωργικού συνεταιρισμού	Ισχυρή θέληση, Ικανότητα επίτευξης στόχων, Ικανότητα λήψης αποφάσεων, Πειθαρχία
Γεωργός 1-μέλος γεωργικού συνεταιρισμού	Ικανότητα επικοινωνίας, Πειθώ
Γεωργός 2-μέλος γεωργικού συνεταιρισμού	Ισχυρή θέληση, Ικανότητα επίτευξης στόχων, Όραμα, Τσαγανό, Μοναξιά-Ανάγκη για απομόνωση

Τέλος, προκειμένου να διερευνηθεί ο κύριος ερευνητικός προβληματισμός της παρούσας εργασίας, δηλαδή αν οι «καθ' υπόδειξη ηγέτες γνώμης» οι οποίοι προέκυψαν από την ανάλυση του δικτύου ηγεσίας, αξιολογούν τον εαυτό τους ως «ηγέτη γνώμης» χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης εντός της τέταρτης συστάδας, δηλαδή της συστάδας με τους «αυτο-αξιολογούμενους ηγέτες γνώμης». Αυτή η περιγραφή οδήγησε στον κοινό τόπο μεταξύ «αυτο-αξιολογούμενης» και «καθ' υπόδειξη» ηγεσίας γνώμης και στην πραγματικότητα στην προσέγγιση του «πραγματικού» ηγέτη γεωργού του γεωργικού συνεταιρισμού. Ανάμεσα στους επτά «καθ' υπόδειξη ηγέτες γνώμης» που συμμετείχαν στην εις βάθος έρευνα πεδίου (προσωπικές συνεντεύξεις), διαπιστώνεται ότι μόνον ένας εμφανίζεται και στις δύο περιπτώσεις και αυτός είναι ο πρόεδρος του Δ.Σ., ο οποίος αποτελεί και τον πραγματικό «ηγέτη γνώμης» του γεωργικού συνεταιρισμού, που επηρεάζει τα υπόλοιπα μέλη του. Άρα, δεν υπάρχει σημαντική σχέση/συσχέτιση μεταξύ της «αυτο-αξιολογούμενης» και της «καθ' υπόδειξη» ηγεσίας γνώμης.

Παρατηρώντας τα κυρίαρχα ηγετικά στοιχεία (Πίνακας III), ο «πραγματικός» ηγέτης γνώμης του γεωργικού συνεταιρισμού Σ.Π.Ε.Κ.Ο. εμφανίζει στοιχεία όπως «Φιλοδοξία», «Επιτελικότητα» και «Απο-

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αυτή η εργασία πραγματεύεται ένα ιδιαίτερα δύσκολο θέμα, την αναγνώριση των «ηγετών γνώμης» στον γεωργικό τομέα (ειδικά σε μέλη ενός συνεταιρισμού). Το πρώτο μέρος της έρευνας οδήγησε στη δικτύωση των γεωργών/μελών, παρέχοντας έναν οδηγό αναγνώρισης των «ηγετών γνώμης» («καθ' υπόδειξη»), έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως «ενδιάμεσοι» της αγροτικής πολιτικής και ως «εργαλεία» επηρεασμού των υπολοίπων γεωργών και κυρίως των «ουραγών». Ας μην ξεχνάμε ότι αυτοί οι γεωργοί, όταν ανακαλύπτονται και χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά, παρέχουν τη δυνατότητα ευρείας αποδοχής των προσφερομένων προγραμμάτων και συμβάλλουν έτσι στην επιτυχή ολοκλήρωση αυτών των προσπαθειών. Επιπρόσθετα, διαπιστώνεται η χρησιμότητα της ανάλυσης δικτύων στην κατανόηση του τρόπου λειτουργίας (αλληλεπίδραση των μελών) ενός γεωργικού συνεταιρισμού. Η γνώση που προκύπτει από την ανάλυση αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί για την υιοθέτηση/διάχυση μιας καινοτομίας διαμέσου των κεντρικών θέσεων («καθ' υπόδειξη ηγέτες γνώμης») όπως αναδεικνύονται από το δίκτυο. Επιπλέον, η ύπαρξη μιας ξεχωριστής ομάδας κορυφαίων γεωργών, που ενεργούν με τέτοιο τρόπο ώστε οι υπόλοιποι γεωργοί να τους θεωρούν αξιόπιστους

και άξιους να λάβουν συμβουλές, έχει μεγαλύτερη σημασία για την εξέλιξη των αγροτικών περιοχών από την εφαρμογή ενός προγράμματος οικονομικής υποστήριξης.

Στόχος της έρευνας ήταν επίσης ο προσδιορισμός του «βαθμού ηγετικότητας» του δείγματος. Η Διβηματική Ανάλυση σε Συστάδες οδήγησε στην τμηματοποίηση των γεωργών με βάση την εξαρτώμενη μεταβλητή «βαθμός αυτο-αξιολογούμενης ηγετικότητας» σε πέντε διακριτές συστάδες, σύμφωνα με τις γενικεύσεις των σχετικών θεωριών. Εξετάζοντας το κρίσιμο ερώτημα της έρευνας, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε αποτελεί μία ένδειξη ότι αυτοί που θεωρούν τον εαυτό τους ως «ηγέτη γνώμης» δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι και δεύτερον, σύμφωνα με τη θεωρία του Rogers, όσοι ανήκουν σ' αυτή τη συστάδα συνήθως δεν αντιλαμβάνονται τη σπουδαιότητα του ρόλου που καλούνται να παίξουν. Μεθοδολογικά, ο συνδυασμός ποιοτικής και ποσοτικής έρευνας επιτρέπει την εκτίμηση του «βαθμού ηγετικότητας» των γεωργών, προσφέροντας έναν έλεγχο ασφαλείας στη διαδικασία αξιολόγησης.

Ωστόσο, όταν εξετάζεται το θέμα της ηγεσίας έχοντας υπόψη τις γεωργικές εφαρμογές, διαπιστώνεται η ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης του «βαθμού ηγετικότητας» των γεωργών, όπως μαρτυρούν και τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας. Η διεξαγωγή μιας εκτεταμένης ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας σε περισσότερους γεωργικούς συνεταιρισμούς και η συγκρότηση πολυπληθέστερων ομάδων, θα μπορούσε

να συμβάλει στην επίτευξη αυτού του στόχου. Επίσης, η οπτικοποίηση των δικτύων των γεωργών «φωτίζει» μερικά από τα στηρίγματα και τους περιορισμούς που επηρεάζουν άμεσα τις επενδύσεις στη γεωργία. Μεταξύ των κύριων περιορισμών της έρευνας είναι τα εξής: (α) Αφορά κυρίως στην υποκειμενικότητα της διαδικασίας αξιολόγησης της εγκυρότητας εκτίμησης του «βαθμού ηγετικότητας» των γεωργών, (β) Τίθεται ζήτημα αντιπροσωπευτικότητας, καθώς η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα συνεταιρισμό και σε μικρό δείγμα και (γ) Η απουσία γυναικών από το δείγμα-το στερεότυπο του φύλου-έρχεται σε αντίθεση με τα στερεότυπα της ηγεσίας γνώμης. Συνεπώς, τα αποτελέσματα της έρευνας πρέπει να αξιολογηθούν στο πλαίσιο των προαναφερθέντων περιορισμών. Περισσότερες μελέτες, ειδικά στις αγροτικές περιοχές, οι οποίες θα αναλύουν λεπτομερώς τα δίκτυα, μπορούν να βελτιώσουν την κατανόηση της κοινωνικής μάθησης στις αποφάσεις υιοθέτησης/διάχυσης καινοτομιών και να βοηθήσουν τους φορείς χάραξης πολιτικής να αναπτύξουν πιο στοχευμένες στρατηγικές για την προώθηση γεωργικών καινοτομιών και την αγροτική ανάπτυξη γενικότερα. Ακόμα και η θέση του προέδρου ενός γεωργικού συνεταιρισμού στην Ελλάδα ασκεί τον ρόλο της ως τον «ένα», αυτόν που θα επηρεάσει τους γεωργούς/μέλη, εκείνον στον οποίο οι γεωργοί θα απευθυνθούν για συμβουλές. Φαίνεται να είναι ο σημαντικός, αλλά τίθεται το ερώτημα: θα είναι αυτός που θα τους οδηγήσει στην καινοτομία μέσα σε ένα τέτοιο αβέβαιο περιβάλλον;

# Rural leadership forms in Greece

Paraskevi Tsimi, Anastasios Michailidis\*

## ABSTRACT

Farmers today are required to take decisions amidst a constantly changing environment and under great uncertainty and risks. Towards this direction it is of high importance to have access to the correct information at the correct time. In decision making process, it is of high importance how they get their information and who is influencing their decisions; either individual farmers-opinion leaders-or entire networks, formal or informal ones. The main aim of this paper, is to explore the networking of a small rural community and, secondarily, to standardize «by-recommendation» opinion leaders, while examining, if evaluating themselves as «opinion leaders». Through the standardization of the leadership of a rural community and the tracing of opinion leadership, the main leadership features of farmers can be identified and grouped, which will help policy makers and local stakeholders to identify and use them in the agricultural extension work. To achieve the above mentioned aim a field -case study- research was carried out in a typical agricultural cooperative. Quantitative data was collected from 152 farmers/members. Then, using a Two-Step Cluster Analysis, the sample was stratified, depending on the level of «self-evaluated leadership» of each farmer and according to the generalizations of the related theories. Five different farmers' profiles were identified. Subsequently, in-depth field research was used to disclose the local «leadership network» where emerged seven dominant «by-recommendation» leadership forms, description which has helped to find the common ground between «self-evaluated» and «by-recommendation» leadership and in fact, to approach the «real» leader-farmer. This paper led to the investigation networking of farmers in a small rural community, providing a guide of identification of the opinion leaders («by-recommendation»), so that they can be potentially used as «intermediates» of agricultural politics and as «tools» of influence over the rest of the farmers. Besides, the identification and use of opinion leaders, is of greater importance for the evolution of rural areas than the application of a program of financial support.

**Keywords:** Self-Evaluated Leadership, Rural community, Agricultural Cooperative, Networking, By-recommendation leadership

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Δαουτόπουλος, Γ. (2002). Μεθοδολογία Κοινωνικών Ερευνών. Εκδόσεις Ζυγός, Δ' Έκδοση, Θεσσαλονίκη.

Σιάρδος, Γ. (1997). Γεωργικές Εφαρμογές. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Μακρή, Α. (2013). Η Δικτύωση στις Ομάδες Παραγωγών: Η περίπτωση δύο Ο.Π. στην Ιεράπετρα, Ν. Λασιθίου. Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Ξερόγλωσση

Balkundi, P. & Harrison, D. (2006). Ties, Leaders, and Time in Teams: Strong Inference about Network Structure's Effects on Team Viability and Performance. *Academy of Management Journal*, 49, pp. 49-68.

Blokland, K. & Goult, C. (2007). The Farmers'

Organisation: Route to Economic Development  
Producer Organizations and Market Chains: Facilitating Trajectories of Change in Developing Countries. *Wageningen Academic Publishers*, pp. 235-249.

Carroll, G.R. & Teo, A. C. (1996). On Social Networks of Managers. *Academy of Management Journal*, 39, pp. 421-440.

Carruthers, G. & Vanclay, F. (2012). The Intrinsic Features of Environmental Management Systems that Facilitate Adoption and Encourage Innovation in Primary Industries. *J. Environ. Manage.* 110, pp. 125-134.

Chatzitheodoridis, F., Michailidis, A., Theodosiou, G. & Loizou, E. (2013). Local Cooperation: A Dynamic Force for Endogenous Rural Development.

Conger, J.A. (1999). Charismatic and Transformational Leadership in Organizations: An Insider's Perspective on These Developing Streams of Research. *Leadership Quarterly*, 10/2, pp. 145-179.

\*Aristotle University of Thessaloniki, School of Agriculture, Department of Agricultural Economics  
E-mail: tassosm@auth.gr

- Conley, T. & Udry, C. (2001). Social Learning through Networks: The Adoption of New Agricultural Technologies in Ghana. *Am. Agric. Econom. Assoc.* 83 (3), pp. 668-673.
- Esparcia, J. (2014). Innovation and Networks in Rural Areas. An Analysis from European Innovative Projects. *Journal of Rural Studies*, 34, pp. 1-14. European Innovative Projects. *Journal of Rural Studies*, 34, pp. 1-14.
- Fritsch, M. & Kauffeld-Monz M. (2010). The Impact of Network Structure on Knowledge Transfer: An Application of Social Network Analysis in the Context of Regional Innovation Networks. *The Annals of Regional Science*, 44 (1), pp. 21-38.
- Goldsmith, R.E. & Desborde R. (1991). A Validity Study of a Measure of Opinion Leadership. *Journal of Business Research*, Vol. 22, pp. 11-19.
- Hazeldine, M.F. & Miles, M.P. (2010). An Exploratory Role Analysis of Opinion Leaders, Adopters, and Communicative Adopters with a Dynamically Continuous Innovation. *Journal of Applied Business Research*, 26(4), pp. 117-130.
- Hermans, F., Stuiver, M., Beers, P.J. & Kok, K. (2013). The Distribution of Roles and Functions for Upscaling and Outscaling Innovations in Agricultural Innovation Systems. *Agricultural Systems*, vol. 115, pp. 117-128.
- Isaac, M.E., Erickson, B.H., Quashie-Sam, S.J. & Timmer, V.R. (2007). Transfer of Knowledge on Agroforestry Management Practices: The Structure of Farmer Advice Networks. *Ecol. Soc.* 12 (2).
- Iyengar, R., C. Van den Bulte, J. Eichert, B. West, & T.W. Valente (2011). How Social Networks and Opinion Leaders Affect the Adoption of New Products. *New Theories*, Vol. 3.
- Kilduff, M. & Tsai, W. (2006). *Social Networks and Organizations*. London, England: Sage Publications.
- Leeuwis, C. and Van de Ban, A. (2004). *Communication for Rural Innovation. Rethinking Agricultural extension*. Oxford: Blackwell Science.
- Marquardt, D., Møllers, J. & Buchenrieder, G. (2012). Social Networks and Rural Development: LEADER in Romania. *Sociologia Ruralis*, vol. 52, no. 4, pp. 398-431.
- Matuschke, I. & Qaim, M. (2009). The impact of social networks on hybrid seed adoption in India. *Agricultural Economics* (40) pp. 493-505.
- Matuschke, I. (2008). *Evaluating the Impact of Social Networks in Rural Development Systems: An Overview*. Washington D.C.: International Food Policy Research Institute.
- McGehee, N.G., Knollenberg, W. & Komorowski, A. (2015). The Central Role of Leadership in Rural Tourism Development: A Theoretical Framework and Case Studies. *Journal of Sustainable Tourism*.
- Mehra, A., Dixon, A.L., Brass, D.J. & Robertson, B. (2006). The Social Network Ties of Group Leaders: Implications for Group Performance and Leader Reputation. *Organization Science*, 17, pp. 64-79.
- Nair, H.S., Manchanda, P. & Bhatia, T. (2010). Asymmetric Social Interactions in Physician Prescription Behavior: The Role of Opinion Leaders. *Journal of Marketing Research*, 47(5), pp. 883-895.
- Oreszczyn, S., Lane, A. & Carr, S. (2010). The Role of Networks of Practice and Webs of Influencers on Farmers' Engagement with and Learning about Agricultural Innovations. *Journal of Rural Studies*, vol. 26, no. 4, pp. 404-417.
- Parry, K., Mumford, M.D., Bower, I. & Watts, L.L. (2014). Qualitative and Historiometric Methods in Leadership Research: A Review of the First 25 years of the Leadership Quarterly. *Leadership Quarterly*, vol. 25, no. 1, pp. 132-151.
- Rogers, E. (1995). *Diffusion of Innovations*. (4th ed.), New York, NY: The Free Press.
- Rogers, E.M. (2003). *Diffusion of Innovations*. 5th Ed. New York: Simon & Schuster.
- Sorenson, O., J. Rivkin, & L. Fleming. (2006). Complexity, Networks and Knowledge Flow. *Research Policy* 35, pp. 994-1017.
- Sparrowe, R., Liden, R., Wayne, S. & Kraimer, M. (2001). Social Networks and the Performance of Individuals and Groups. *Academy of Management Journal*, 44, pp. 316-325.
- Thuo, M., Bell, A.A., Bravo-Ureta, B.E., Okello, D.K., Okoko, E.N., Kidula, N.L., Deom, C.M. & Puppala, N. (2013). Social Network Structures among Groundnut Farmers. *Journal of Agricultural Education and Extension*, vol. 19, no. 4, pp. 339-359.
- Ward, N. & Brown, D.L. (2009). Placing the Rural in Regional Development. *Reg. Stud.* 43 (10), pp. 1237-1244.
- Watts, D.J. & Dodds, P.S. (2007). Influentials, Networks and Public Opinion Formation. *Journal of Consumer Research*, Vol. 34, pp. 27-36.
- Ye, J., Wang, Y. & Long, N. (2009). Farmer Initiatives and Livelihood Diversification: From the Collective to a Market Economy in Rural China. *Journal of Agrarian Change*, vol. 9, no. 2, pp. 175-203.



## ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ και ΟΔΗΓΙΕΣ

προς τους συγγραφείς επιστημονικών εργασιών του περιοδικού

### “ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ”

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

- 1.** Οι προς δημοσίευση εργασίες πρέπει να είναι πλήρεις από κάθε άποψη και να είναι δακτυλογραφημένες σε διπλό διάστημα με ευρέα περιθώρια και αρίθμηση κάθε σειράς. Οι λέξεις (επιστημονικά ονόματα φυτών, ζώων, μικροβίων κλπ.) που πρέπει να τυπωθούν με λοξά γράμματα να υπογραμμίζονται. Θα υποβάλλεται το πρωτότυπο και δύο φωτοαντίγραφα.  
Εφόσον κριθεί δημοσιεύσιμη θα πρέπει να σταλεί το τελικό κείμενο σε ένα αντίγραφο καθώς και δισκέτα 3.5" που θα το περιέχει σε μορφή αρχείου γραμμένου σε word for windows.
- 2.** Το μέγεθος - έκταση των εργασιών δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 20 δακτυλογραφημένες σελίδες, συμπεριλαμβανομένων των πινάκων, διαγραμμάτων, φωτογραφιών κ.ά.
- 3.** Τα σύμβολα και οι μονάδες διαφόρων μετρικών συστημάτων θα είναι τα διεθνώς χρησιμοποιούμενα του δεκαδικού διεθνούς συστήματος και όχι του αγγλοσαξωνικού.
- 4.** Κάθε εργασία θα συνοδεύεται από μία ξεχωριστή σελίδα στην οποία θα αναγράφονται:
  - Ο τίτλος της εργασίας
  - Τα ονόματα των συγγραφέων
  - Το ίδρυμα ή ο φορέας στον οποίο εργάζονται οι συγγραφείς
  - Πλήρης διεύθυνση και τηλέφωνο του κύριου συγγραφέα.
- 5.** Κάθε ερευνητική εργασία θα πρέπει να έχει ορισμένη δομή και θα πρέπει να περιλαμβάνει:
  - α) Ελληνική περίληψη εκτάσεως 15-30 σειρών στην αρχή του κειμένου.
  - β) Εισαγωγή
  - γ) Υλικά και μέθοδος
  - δ) Αποτελέσματα
  - ε) Συζήτηση - Συμπεράσματα.στ) Ξενόγλωσση περίληψη (abstract, κατά προτίμηση στην αγγλική) με τον πλήρη τίτλο και τα ονόματα των συγγραφέων.
- 6.** Οι πίνακες θα πρέπει να δακτυλογραφούνται σε ξεχωριστή σελίδα και να αριθμούνται κατά τη σειρά εμφανίσεώς τους στο κείμενο. Η αρίθμηση θα γίνεται με λατινικούς αριθμούς (I,II,III,IV, κλπ.). Στο επάνω μέρος του πίνακα θα υπάρχει συνοπτικός περιγραφικός τίτλος. Επεξηγήσεις θα δίνονται στο κάτω μέρος και θα αριθμούνται ως α,β,γ, κλπ. Θα πρέπει να αποφεύγεται η παράθεση ευμεγέθων πινάκων με πάρα πολλούς αριθμούς.
- 7.** Τα γραμμικά σχέδια - σχήματα (επίσης χημικοί τύποι ή πολύπλοκες μαθηματικές σχέσεις) θα είναι επιμελώς σχεδιασμένα. Τα γράμματα και οι αριθμοί θα πρέπει να είναι ανάλογοι μεγέθους, ώστε να παραμένουν ευανάγνωστα σε περίπτωση σμίχρυνσης του σχήματος. Το ελάχιστο μέγεθος των σχεδίων πρέπει να είναι 9x12 εκ. και το μέγιστο 18,5x24 εκ. Τα σχέδια πρέπει να αριθμούνται με αραβικούς αριθμούς ύστερα από τη λέξη “σχήμα” (π.χ. Σχήμα 1). Ο τίτλος (λεξάντα) των σχημάτων και των εικόνων (φωτογραφιών) θα δακτυλογραφείται σε ξεχωριστή σελίδα και όχι επάνω στο σχήμα.  
Οι φωτογραφίες πρέπει να είναι καλής ποιότητας και να έχουν καλό κοντράστ και ευκρίνεια.
- 8.** Οι λεξάντες των σχημάτων, των πινάκων και των φωτογραφιών που θα υπάρχουν στην εργασία θα πρέπει **ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ** να είναι γραμμένες εκτός από την ελληνική γλώσσα και στην ξένη γλώσσα την οποία ο συγγραφέας ή οι συγγραφείς έχουν χρησιμοποιήσει για να γράψουν και την περίληψη της εργασίας τους.
- 9.** Η βιβλιογραφία, θα πρέπει να δίνεται - τόσο εντός κειμένου όσο και στο τέλος - με ορισμένο τρόπο. Συνιστάται να ακολουθείται το σύστημα HARVARD, οι βασικές αρχές του οποίου είναι:
  - α) Εντός του κειμένου οι βιβλιογραφικές αναφορές θα περιλαμβάνουν το όνομα του συγγραφέα και τη χρονολογία, αμφότερα εντός παρενθέσεως ή μόνο τη χρονολογία. Σε περίπτωση δύο συγγραφέων θα αναφέρονται και οι δύο (π.χ. Βασιλείου και Παύλου,1988). Εάν οι συγγραφείς είναι περισσότεροι των δύο, τότε η καταχώρηση γίνεται ως Βασιλείου κ.α. (1988). Το ίδιο γίνεται και για τα ξένα ονόματα.Εάν υπάρχουν περισσότερες της μίας βιβλιογραφικές αναφορές σε συνέχεια, τότε η παράθεσή τους γίνεται κατά

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

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

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