

# GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES

VOL: 14 - ISSUE II - No 3/2003

GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE

ISSN 1105-9478

3/2003

ΤΟΜΟΣ 14  
ΣΕΙΡΑ II

# ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

**GEOTECHNICAL SCIENTIFIC ISSUES**

**GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE**

**VOL: 14 - ISSUE II - No 3/2003**

ISSN 1105-9478

**3/2003**

**ΤΟΜΟΣ 14  
ΣΕΙΡΑ II**

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ  
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ  
ΘΕΜΑΤΑ**

**ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΟ**

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ**

# CONTENTS

---

## SCIENTIFIC PAPERS

<i>Ioannis Z. Gitas, Khalidoun N. Rishmawi</i>	The use of low, medium-high and very high resolution imagery in the mapping of burned areas; a comparative study	4 - 15
<i>Konstantinos Goulas</i>	Contribution to the Accreditation of the Biological and Biotechnical Behavior of Fir in Landslides	16-26
<i>George Mallinis, Michael Vakkas, Michael Karteris</i>	Evaluation of the procedure of reducing the errors caused by the relief in the radiometric values of multispectral satellite images	27 - 40
<i>E.P.Tsachalidis</i>	Change in issue of hunting licenses in the areas of Macedonia and Thrace during the period 1975 – 2000	41 - 48

## REVIEW ARTICLE

<i>E. Konstantinidou, I. Takos, Th. Merou</i>	Methods and procedures for testing forest seeds	49 - 58
<i>Athanasios Christodoulou</i>	The former Forest-covered Earth, the Darwin System of the Market and the Era of Mymother – Myself	59 - 72

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

<i>Ιωάννης Ζ. Γήτας, Khaloun N. Rishmawi</i>	Συγκριτική μελέτη της χρήσης δορυφορικών εικόνων χαμηλής, μέσης-υψηλής και πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας στην χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων	4 - 15
<i>Κων/νος Γούλας</i>	Συμβολή στη διαπίστωση της βιολογικής και βιοτεχνικής συμπεριφοράς της ελάτης στις ολισθήσεις	16 - 26
<i>Μαλλίνης Γιώργος, Βάγκας Μιχάλης, Μιχάλης Καρτέρης</i>	Αξιολόγηση της διαδικασίας μείωσης των ραδιομετρικών σφαλμάτων λόγω αναγλύφου σε πολυφασματικές δορυφορικές εικόνες	27 - 40
<i>Ε.Π.Τσαχαλίδης</i>	Διαχρονική εξέλιξη της έκδοσης των αδειών θήρας στη Μακεδονία και Θράκη κατά το διάστημα 1975 - 2000	41 - 48

## ΑΡΘΡΟ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

<i>Ε. Κωνσταντινίδου, Ι. Τάκος, Θ. Μέρου</i>	Μέθοδοι και διαδικασίες ελέγχου δασικών σπόρων	49 - 58
<i>Αθανάσιος Χριστοδούλου</i>	Η Τέως Υλήεσσα* Γη, το Δαρβινικό Σύστημα Αγοράς και η Εποχή του Mymother-Myself	59 - 72

## Συγκριτική μελέτη της χρήσης δορυφορικών εικόνων χαμηλής, μέσης-υψηλής και πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας στην χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων

Ιωάννης Ζ. Γήτας<sup>1</sup>, Khaldoun N. Rishmawi<sup>1</sup>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να διερευνήσει τις δυνατότητες χρήσης δορυφορικών εικόνων χαμηλής (AVHRR), μεσαίας-υψηλής (LANDSAT TM) και πολύ υψηλής (IKONOS) διακριτικής ικανότητας στην χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χρήση του κάθε τύπου εικόνας έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Πιό συγκεκριμένα, αν και ο απεικονιστής AVHRR δεν δίνει την δυνατότητα εντοπισμού των περιοχών υγιούς βλάστησης μέσα στην περίμετρο της πυρκαγιάς είναι ο μοναδικός απεικονιστής με καθημερινή κάλυψη. Η χρήση των εικόνων LANDSAT TM και IKONOS έχει σαν αποτέλεσμα τον ακριβή εντοπισμό αλλά και την παροχή λεπτομερών πληροφοριών σχετικά με την καμένη έκταση. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα των εικόνων πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας είναι και η ικανότητα διαχωρισμού μεταξύ επικόρουφης και πυρκαγιάς επιφανείας.

**Λέξεις κλειδιά:** Χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων, Τηλεπισκόπηση, NOAA/AVHRR, LANDSAT TM, IKONOS.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία οι φυσικές πυρκαγιές αποτελούν αναπόσπαστο μέρος πολλών χερσαίων οικοσυστημάτων όπως τα εύκρατα δάση, οι σαβάννες και τα Μεσογειακά οικοσυστήματα μεταξύ άλλων. Όμως, από το 1960 μέχρι σήμερα, στις Ευρωπαϊκές Μεσογειακές χώρες, παρατηρείται μία εκθετική αύξηση τόσο στον αριθμό των πυρκαγιών όσο και στην συνολική καμένη έκταση (Moreno et al., 1988). Αυτή η αύξηση σχετίζεται με:

- τις αλλαγές στις παραδοσιακές χρήσεις της γης που έχουν ως αποτέλεσμα την υψηλότερη συγκέντρωση καύσιμης ύλης, και
- την παγκόσμια κλιματική αλλαγή (Gitas, 1999).

Όταν μία δασική έκταση καταστρέφεται από πυρκαγιά, λεπτομερείς και άμεσες πληροφορίες σχετικά με την θέση και την έκταση της καμένης έκτασης καθώς και το βαθμό της καταστροφής είναι απαραίτητες για να εκτιμηθούν οι οικονομικές ζημιές και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, να καταγραφούν οι αλλαγές στην χρήση και κάλυψη της γης, να μοντελοποιηθούν οι ατμοσφαιρικές και κλιματικές επιπτώσεις από την καύση της βιομάζας (Caetano et al. 1994, Pereira et al. 1997). Επιπλέον, η ακριβής εκτίμηση των ζημιών βοηθά στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων που έχουν παρθεί για την ανάπλαση της καμένης περιοχής, και επιτρέπει τους δασολόγους-διαχειριστές να εντοπίσουν περιοχές που χρειάζονται έντονη ή ειδική ανάπλαση (Jakubauskas 1988, Jakubauskas et al. 1990) με σκοπό την αποφυγή της υποβάθμισης της περιοχής.

Ακόμη και σήμερα, αρκετές από τις Δασικές Υπηρεσίες των Ευρωπαϊκών Μεσογειακών χωρών δεν χαρτογραφούν τις καμένες εκτάσεις (Chuvieco, 1997). Σε πολλές περιπτώσεις δημοσιεύεται ένας αριθμός που αντιστοιχεί στην έκταση που κάηκε αλλά η περίμετρος της πυρκαγιάς δεν χαρτογραφείται. Η έλλειψη της χαρτογραφικής απεικόνισης όμως δεν επιτρέπει την κατανόηση των χωρικών επιπτώσεων της πυρκαγιάς.

Οι μέθοδοι που ακολουθούνται από την Δασική Υπηρεσία στην Ελλάδα για την χαρτογράφηση των καμένων εκτάσεων και για την εκτίμηση του βαθμού καταστροφής της βλάστησης βασίζονται σε εκτενείς επισκέψεις στην καμένη περιοχή και σε οπτικές παρατηρήσεις των επιπτώσεων της πυρκαγιάς. Το σύνθετο

<sup>1</sup> Τμήμα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων, Τ.Θ. 85, Τ.Κ. 73100, Χανιά, e-mail: I.Z.Gitas.93@cantab.net

αποτέλεσμα των επισκέψεων αυτών είναι η δημιουργία ενός χάρτη της περιμέτρου της πυρκαγιάς επάνω στον τοπογραφικό χάρτη της περιοχής, και η παραγωγή μίας *Δήλωσης Αυτοψίας* και μίας *Αναφοράς της πυρκαγιάς* (Gitas, 1999). Πρέπει να σημειωθεί ότι πρόσφατα άρχισε να γίνεται χρήση του Παγκόσμιου Συστήματος Εντοπισμού Θέσης (GPS) από την υπηρεσία στην καταγραφή των καμένων εκτάσεων.

Τα κύρια προβλήματα που σχετίζονται με τις υπάρχουσες μεθόδους στην Μεσογειακή Ευρώπη είναι τα ακόλουθα:

- η παραγόμενη πληροφορία συχνά αφορά την περίμετρο της πυρκαγιάς μόνο ενώ πληροφορίες σχετικά με τα είδη που κάηκαν και τον βαθμό της καταστροφής δεν καταγράφονται,
- η πληροφορία συχνά δεν συλλέγεται ακόμη και μήνες μετά την πυρκαγιά (Martin et al., 1994) με αποτέλεσμα να μην μπορεί να γίνει εκτίμηση της επανεμφάνισης της βλάστησης. Πιθανό αποτέλεσμα από την μη επανεμφάνιση της βλάστησης είναι η διάβρωση του εδάφους (Isaacson et al., 1982).

Οι μικρές πυρκαγιές μπορούν να χαρτογραφούνται με τις υπάρχουσες μεθόδους αλλά σε περιπτώσεις μεγάλων πυρκαγιών οι συγκεκριμένες μέθοδοι είναι δύσκολο να εφαρμοστούν (Gitas, 1994). Σύμφωνα με τον Chuvieco (1997) μία εναλλακτική λύση στις υπάρχουσες μεθόδους καταγραφής των καμένων εκτάσεων αποτελεί η τηλεπισκόπηση. Η παραπάνω άποψη βασίζεται σε αρκετές μελέτες (Martin et al. 1994, Fraser et al. 2001, Sa et al. 2001) που έχουν διεξαχθεί για να διερευνηθεί η ικανότητα των δορυφορικών εικόνων χαμηλής και μέσης-υψηλής διακριτικής ικανότητας στην χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων (Πίνακας Ι).

Μέχρι σήμερα οι συγκριτικές αυτές μελέτες έχουν δείξει ότι οι εικόνες χαμηλής διακριτικής ικανότητας όπως αυτές που παράγονται από τους δορυφορικούς απεικονιστές NOAA/AVHRR (National Oceanic and Atmospheric Administration - Advanced Very High Resolution Radiometer) και SPOT VEGETATION (Systeme Pour l' Observation de la Terre - VEGETATION) υπερεκτιμούν την καμένη έκταση (Eva and Lambin 1998, Fraser et al. 2000, Fraser et al. 2001), ενώ μέσης-υψηλής ανάλυσης χωρικά δεδομένα όπως αυτά του δορυφορικού απεικονιστή LANDSAT TM (Thematic Mapper) παράγουν ακριβέστερες εκτιμήσεις της καμένης έκτασης. Η υπερεκτίμηση της καμένης έκτασης που σχετίζεται με την χρήση δορυφορικών εικόνων χαμηλής ανάλυσης μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι μικρές περιοχές (μικρότερες από την διακριτική ικανότητα του απεικονιστή που χρησιμοποιείται) υγιούς βλάστησης μέσα στην περίμετρο της πυρκα-

	GPS	Αεροφωτογραφία	Δορυφορική Τηλεπισκόπηση	
			Χαμηλή Ευκρίνεια	Μέση Ευκρίνεια
Κόστος	Υψηλό	Μέσο-Υψηλό	Χαμηλό	Μέσο
Χρόνος Διεκπεραίωσης	Μικρός	Μεγάλος	Μικρός	Μέτριος
Κάλυψη	Τοπική	Τοπική	Παγκόσμια	Περιφερειακή
Ακρίβεια	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή - Μέση	Υψηλή
Σχόλια	1. Καταγράφεται μόνον η περίμετρος της πυρκαγιάς.	1. Χρησιμοποιούνται υποκαταμενικά ποιοτικά κριτήρια. 2. Απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό.	1. Περιοδική συλλογή εικόνων καθώς και εύκολη και συνεχής πρόσβαση στα δεδομένα. 2. Τα δεδομένα συλλέγονται στο ορατό και το υπέρυθρο. 3. Γρήγορη και αντικειμενική ανάλυση εικόνων.	

**Πίνακας 1.** Σύγκριση μεθόδων χαρτογράφησης καμένων εκτάσεων (Πηγή: Καθηγητής Ε. Chuvieco- προσωπική επικοινωνία)

**Table 1.** A comparison of the methods used for mapping the burned areas (Source: Prof. E. Chuvieco – personal communication)

γιάς χαρτογραφούνται ως καμένες (Eva and Lambin, 1998).

Αν και από τις εικόνες του LANDSAT TM παράγονται ακριβέστερες αποτυπώσεις της καμένης έκτασης, εντούτοις αναφέρονται πολλά προβλήματα που σχετίζονται τόσο με την χρήση του συγκεκριμένου απεικονιστή στην χαρτογράφηση των καμένων εκτάσεων όσο και με την εκτίμηση του βαθμού σοβαρότητας των επιπτώσεων της πυρκαγιάς. Πιο συγκεκριμένα:

- σύγκυση στην διάκριση της καμένης περιοχής από σκιαζόμενες περιοχές υγιούς βλάστησης (Tanaka et al. 1983, Milne 1986, Chuvieco and Congalton 1988, Parnot 1988, Pereira 1992, Caetano et al. 1994, Lombrana 1995, Pereira et al. 1997, Gitas 1999);
- σύγκυση ανάμεσα στις ελαφρώς καμένες και τις περιοχές αραιής υγιούς βλάστησης (Chuvieco and Congalton 1988, Gitas 1999);
- δυσκολίες στον διαχωρισμό της καμένης βλάστησης από άλλες κατηγορίες και ειδικότερα τις υδάτινες επιφάνειες (Tanaka et al. 1983, Ponzoni et al. 1986, Chuvieco and Congalton 1988, Parnot 1988, Pereira and Setzer 1993, Lombrana 1995, Siljestrom and Moreno 1995, Silva 1996), τις αστικές περιοχές (Tanaka et al. 1983, Chuvieco and Congalton 1988, Lombrana 1995, Caetano et al. 1996, Silva 1996) και το γυμνό έδαφος (Parnot 1988, Pereira and Setzer 1993, Siljestrom and Moreno 1995).

Σύμφωνα με τον Justice et al. (1993) παρότι αρκετή έρευνα έχει γίνει σχετικά με την χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων με την χρήση δεδομένων AVHRR και LANDSAT η ανάπτυξη καινούργιων μεθόδων που θα έχουν ως αποτέλεσμα την ακριβέστερη αποτύπωση της καμένης έκτασης από δορυφορικά δεδομένα σε τοπική αλλά και παγκόσμια κλίμακα αποτελεί μία ερευνητική προτεραιότητα.

Σύμφωνα με τους Tanaka και Sugimura (2001) η χρήση εικόνων υψηλής διακριτικής ικανότητας όπως αυτές του δορυφόρου IKONOS<sup>2</sup> θα αποτελέσει ένα καινούργιο κεφάλαιο για την τηλεπισκόπηση. Μία κύρια εφαρμογή των εικόνων IKONOS αναμένεται να είναι και αυτή της χρήσης τους στην χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων (Rishmawi and Gitas, 2001).

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να διερευνήσει την δυνατότητα χρήσης εικόνων χαμηλής (AVHRR), μέσης-υψηλής (LANDSAT TM) και πολύ υψηλής (IKONOS) διακριτικής ικανότητας στην ακριβή χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων.

Οι επιμέρους στόχοι είναι:

- η ακριβής χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων με την χρήση εικόνων AVHRR και LANDSAT TM,
- η ανάπτυξη μεθόδου για την ακριβή χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων με την χρήση των εικόνων IKONOS,
- η ανάδειξη των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων της χρήσης εικόνων από τους τρεις απεικονιστές στην χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης είναι η Θάσος (συντεταγμένες 24°30' με 24°48' Ανατολικά και 40°33' με 40°49' Βόρεια) (Εικόνα 1). Η συνολική έκταση του νησιού είναι περίπου 39.000 ha ενώ η περίμετρος του νησιού είναι λίγο μεγαλύτερη από 100 km. Το υψόμετρο φθάνει τα 1.200 m ενώ οι κλίσεις του εδάφους φθάνουν τους 76 βαθμούς. Το κλίμα της Θάσου είναι Μεσογειακό και χαρακτηρίζεται από θερμά, ξηρά και ηλιόλουστα καλοκαίρια και ψυχρούς χειμώνες. Οι βροχοπτώσεις λαμβάνουν χώρα κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο.

Η Τραχεία πεύκη είναι το κυρίαρχο δασικό είδος στη Θάσο ενώ η Μαύρη πεύκη αποτελεί το δεύτερο κύριο δασικό είδος. Τρεις πυρκαγιές, τη δεκαετία του 1980, είχαν ως αποτέλεσμα να καούν περισσότερα από

<sup>2</sup> Στις 24 Σεπτεμβρίου 1999 εκπορεύθηκε ο δορυφόρος IKONOS που είναι ο πρώτος εμπορικός δορυφόρος υψηλής διακριτικής ικανότητας. Η κατακόρυφη διακριτική ικανότητα των 82 cm του IKONOS κάνει το προϊόν συγκρίσιμο με μία αεροφωτογραφία.



**Εικόνα 1.** Η περιοχή μελέτης εισωκλείεται στο μαύρο τετράγωνο.

**Picture 1.** The study area is shown in the black box.

20.000 ha δάσους, δηλαδή μία έκταση μεγαλύτερη από το μισό της συνολικής έκτασης του νησιού (Εικόνα 2). Ειδικότερα όσον αφορά τα κύρια δασικά είδη κάηκαν (Gitas 1999):

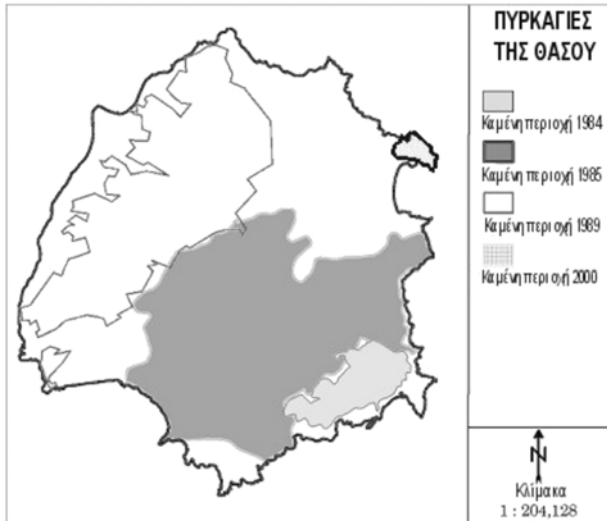
- πάνω από το 70% των συστάδων της Τραχειάς πεύκης,
- 60% των συστάδων της Μαύρης πεύκης,
- περίπου το 80% των μεικτών συστάδων Μαύρης και Τραχειάς πεύκης.

Επιπλέον, τον Ιούλιο του 2000, μία μεικτή δασική πυρκαγιά έκαψε 165 ha Τραχειάς πεύκης. Σήμερα το δάσος της Τραχειάς πεύκης καλύπτει μία έκταση 2.000 ha κυρίως στην βόρεια και ανατολική πλευρά του νησιού.

Πολλοί είναι οι λόγοι που η Θάσος αποτελεί ιδανική περιοχή μελέτης:

- η περιοχή καλύπτεται από χαρακτηριστική Μεσογειακή βλάστηση δηλαδή από τον τύπο βλάστησης που πλήττεται κυρίως από τις πυρκαγιές στην Ελλάδα,





**Εικόνα 2.** Οι περίμετροι των τεσσάρων κυριότερων πυρκαγιών που έλαβαν χώρα στη Θάσο κατά την τελευταία εικοσαετία.

**Picture 2.** The perimeters of the four main fires that took place in Thasos during the last two decades.

τυπώθηκαν από την Δασική Υπηρεσία,

- ένα Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (ανάλυσης 10 μέτρων) που δημιουργήθηκε από τοπογραφικούς χάρτες 1:5000,
- στοιχεία που συλλέχθηκαν μέσα στην έκταση που κάηκε το 2000 με την χρήση δέκτη του δορυφορικού συστήματος εντοπισμού θέσης (Global Positioning System - GPS), και
- τοπογραφικοί και θεματικοί χάρτες (ορθοφωτοχάρτες κάλυψης γης 1:20000 της Δασικής Υπηρεσίας).

### Χαρτογράφηση με δορυφορικά δεδομένα AVHRR

Ο απεικονιστής AVHRR που βρίσκεται στον μετεωρολογικό δορυφόρο NOAA έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

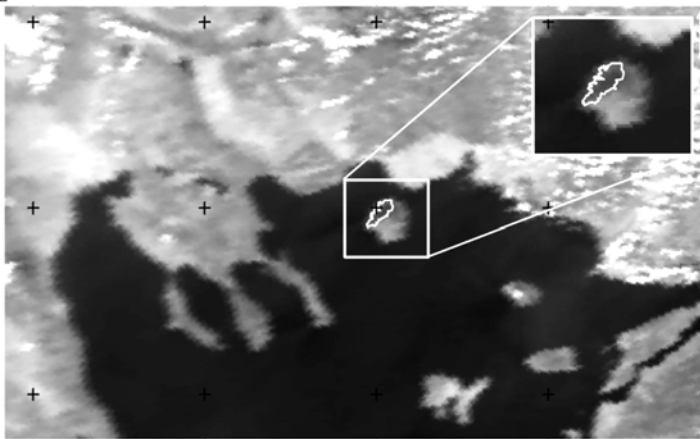
- καθημερινή κάλυψη,
- διακριτική ικανότητα 1,1 km, και
- δύο ειδών λήψεις: κατά την διάρκεια της ημέρας και κατά την διάρκεια της νύχτας.

Δύο εικόνες, η πρώτη μία εβδομάδα πριν και η άλλη μία εβδομάδα μετά την πυρκαγιά του 1989 (Εικόνα 3) χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα δεδομένα AVHRR διανέμονται ελεύθερα στο διαδίκτυο (<http://www.saa.noaa.gov/cocoon/nsaa/products/>). Πριν από την ανάλυση έγινε η προεπεξεργασία τους. Η προεπεξεργασία των εικόνων που περιελάμβανε την ατμοσφαιρική και ραδιομετρική τους διόρθωση, είχε ως αποτέλεσμα την κανονικοποίηση των δύο εικόνων ώστε να γίνουν συγκρίσιμες μεταξύ τους. Δηλαδή με την παραπάνω προεπεξεργασία η παραλλακτικότητα των τιμών λαμπρότητας που οφειλόνταν σε εξωτερικούς παράγοντες ελαχιστοποιήθηκε, ώστε το ίδιο αντικείμενο να έχει την ίδια εμφάνιση στις δύο εικόνες (που είχαν παρθεί σε διαφορετικές ημερομηνίες και στην περίπτωση που δεν είχε καεί ή είχε υποστεί κάποια άλλη αλλαγή). Στην εργασία αυτή έγινε η σχετική διόρθωση των εικόνων AVHRR με εικόνα αναφοράς την εικόνα μετά την πυρκαγιά και με την βοήθεια της μεθόδου γραμμικής παλινδρόμησης.

- υπήρχαν χαρτογραφικές αποτυπώσεις των πυρκαγιών, από την Δασική Υπηρεσία, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκτίμηση της ακρίβειας των χαρτογραφήσεων από δορυφορικές εικόνες,
- το έντονο ανάγλυφο που έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη σκιαζόμενων περιοχών, οι οποίες συνήθως συγχέονται με τις καμένες εκτάσεις επάνω σε δορυφορικές εικόνες.

Για την μελέτη χρησιμοποιήθηκαν:

- δύο εικόνες NOAA/AVHRR. Πιο συγκεκριμένα μία εικόνα πριν (11 Αυγούστου 1989) και μία εικόνα μετά (20 Αυγούστου 1989) την πυρκαγιά,
- μία εικόνα LANDSAT TM μετά την πυρκαγιά (19 Σεπτεμβρίου 1989),
- μία εικόνα IKONOS μετά την πυρκαγιά (17 Ιουλίου 2000),
- οι περίμετροι των πυρκαγιών όπως απο-



**Εικόνα 4.** Δεδομένα AVHRR. Προσοχή στην σύγχυση με τα αβαθή ύδατα (λευκές περιοχές κατά μήκος της ακτογραμμής της Θάσου).

**Picture 4.** AVHRR data. Notice the confusion between the burned area and the shallow water (white areas along the coastline of Thasos).

συνέχεια ο NDVI της εικόνας μετά από την πυρκαγιά αφαιρέθηκε από τον NDVI της εικόνας πριν από την πυρκαγιά. Η εικόνα που προέκυψε από την αφαίρεση χρησιμοποιήθηκε για την χαρτογράφηση της πυρκαγιάς διότι οι αλλαγές στις τιμές του NDVI σχετίζονται με την καταστροφή της βλάστησης.

Για την εκτίμηση της ακρίβειας έγινε σύγκριση με την περίμετρο της πυρκαγιάς όπως αυτή αποτυπώθηκε από την Δασική Υπηρεσία (Εικόνα 4). Η σχετική ακρίβεια που επιτεύχθηκε ήταν της τάξης του 88%. Η κυριότερη σύγχυση που παρατηρήθηκε ήταν αυτή της καμένης έκτασης με τα αβαθή ύδατα κοντά στην ακτογραμμή. Το πρόβλημα εντοπίζεται στην χαμηλή διακριτική ικανότητα του απεικονιστή η οποία και επηρέασε την ακρίβεια της σχετικής γεωμετρικής διόρθωσης των δύο εικόνων. Επίσης περιοχές μη-καμένης (υγρούς) βλάστησης μέσα στην περίμετρο της πυρκαγιάς χαρτογραφήθηκαν ως καμένες.

#### **Χαρτογράφηση με δορυφορικά δεδομένα LANDSAT TM**

Ο απεικονιστής TM (Εικόνα 5) που βρίσκεται στον δορυφόρο LANDSAT έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- κάλυψη κάθε 18 μέρες,
- διακριτική ικανότητα 30 m.

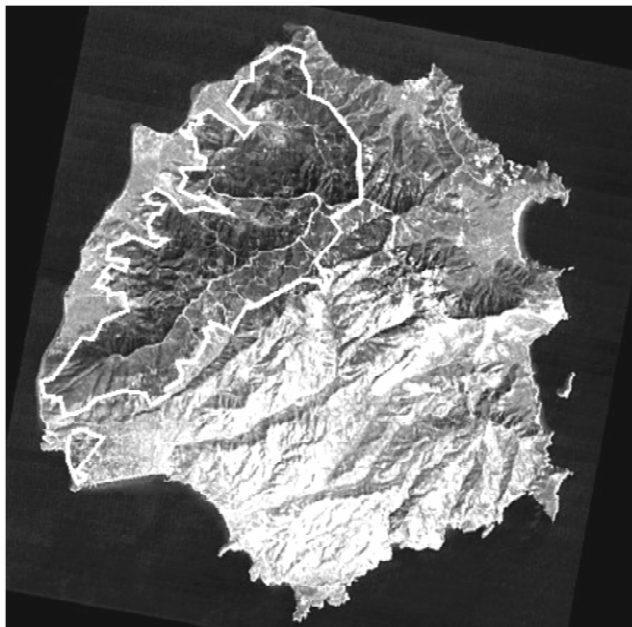
Όπως αναφέρεται και πιο πάνω, σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία, η ακρίβεια της χαρτογράφησης καμένων εκτάσεων με την χρήση δορυφορικών εικόνων LANDSAT TM επηρεάζεται αρνητικά από την σύγχυση ανάμεσα σε περιοχές που σκιάζονται εξαιτίας του αναγλύφου και τις καμένες εκτάσεις. Έτσι η προεπεξεργασία περιελάμβανε όχι μόνον την ατμοσφαιρική και γεωμετρική αλλά και την τοπογραφική διόρθωση των δορυφορικών δεδομένων LANDSAT TM με την χρήση του μοντέλου του Minnaert (1941, 1961). Με την τοπογραφική διόρθωση αφαιρούνται από την εικόνα οι σκιές λόγω του αναγλύφου με αποτέλεσμα ένα αντικείμενο να έχει την ίδια εμφάνιση ανεξάρτητα από το αν βρίσκεται στην ανατολική ή δυτική πλαγιά ενός βουνού.

Η ανάλυση βασίστηκε σε μία εικόνα που αποκτήθηκε αμέσως μετά την πυρκαγιά στην οποία εφαρμόστηκε η τεχνική του δυαδικού εφοδιαστικού μοντέλου παλινδρόμησης (Koutsias and Karteris, 1998). Το δυαδικό εφοδιαστικό μοντέλο παλινδρόμησης συσχετίζει μία δυαδική εξαρτημένη μεταβλητή (σε αυτή την περίπτωση καμένο – μη καμένο) με μία ομάδα ανεξάρτητων μεταβλητών (σε αυτή την περίπτωση την τοπογραφικά διορθωμένη εικόνα LANDSAT TM με τους επτά διαύλους της).

Το μοντέλο παράγει δυαδικό αποτέλεσμα δηλαδή καμένη έκταση και μη καμένη έκταση (Εικόνα 6). Πιο

Επιπλέον, η προεπεξεργασία των εικόνων περιελάμβανε την γεωμετρική τους διόρθωση. Με την γεωμετρική διόρθωση οι δορυφορικές εικόνες αποκτούν γεωμετρία χάρτη με αποτέλεσμα τα αντικείμενα να απεικονίζονται με το πραγματικό γεωμετρικό τους σχήμα. Επίσης, μετά την γεωμετρική διόρθωση, οι εικόνες και οι ψηφιακοί χάρτες μπορούν να χρησιμοποιούνται μαζί στην γεωγραφική ανάλυση εφόσον βρίσκονται στο ίδιο σύστημα αναφοράς.

Μετά την προεπεξεργασία των εικόνων AVHRR υπολογίστηκε ο δείκτης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index/Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης) για κάθε μία από τις δύο εικόνες. Στην



**Εικόνα 5.** Δεδομένα LANDSAT TM (εικόνα μετά την πυρκαγιά). Η λευκή γραμμή αντιστοιχεί στην περίμετρο της πυρκαγιάς όπως αποτυπώθηκε από την Δασική Υπηρεσία.

**Picture 5.** LANDSAT TM data; the image was acquired after fire. The white line indicates the fire perimeter as it was produced by the Forest Service.

συγκεκριμένα όλα τα εικονοστοιχεία (pixels) με τιμή μικρότερη από 0,5 χαρακτηρίστηκαν ως καμένα και τα εικονοστοιχεία με τιμή μεγαλύτερη από 0,5 χαρακτηρίστηκαν ως μη-καμένα. Όπως και στην περίπτωση των εικόνων AVHRR η εκτίμηση της ακρίβειας βασίστηκε στην σύγκριση με την περίμετρο της πυρκαγιάς όπως αυτή χαρτογραφήθηκε από την Δασική Υπηρεσία.

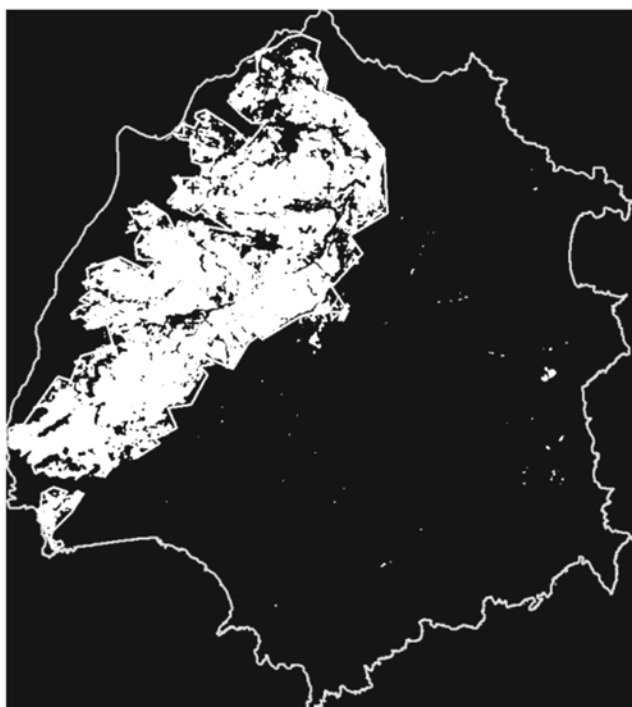
Το αποτέλεσμα της μεθόδου αποδείχθηκε πολύ ακριβές όταν συγκρίθηκε με την περίμετρο της πυρκαγιάς σύμφωνα με την Δασική Υπηρεσία. Πιο συγκεκριμένα η σχετική ακρίβεια που επιτεύχθηκε ήταν της τάξης του 97,4%. Επιπλέον, ο οπτικός έλεγχος έδειξε ότι η τοπογραφική διόρθωση είχε ως αποτέλεσμα τον ακριβή διαχωρισμό των καμένων εκτάσεων από τις σκιαζόμενες εκτάσεις.

#### **Χαρτογράφηση με δορυφορικά δεδομένα IKONOS**

Ο απεικονιστής IKONOS έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

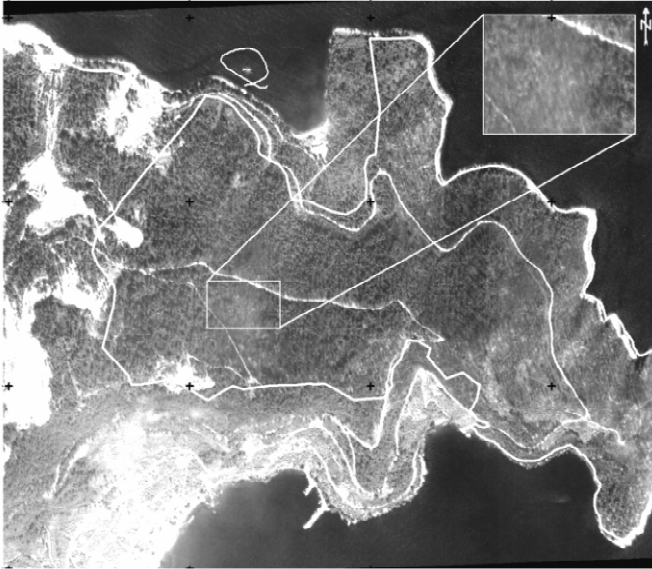
- δυνατότητα κάλυψης κάθε 3 μέρες,
- διακριτική ικανότητα 1 m (Εικόνα 7), δύο εικόνες καλύπτουν το 80% της Θάσου.

Η προεπεξεργασία περιελάμβανε την ατμοσφαιρική και γεωμετρική διόρθωση της δορυφορικής εικόνας. Για την ατμο-



**Εικόνα 6.** Χαρτογράφηση της καμμένης έκτασης (λευκό χρώμα) με την χρήση του δυαδικού εφοδιαστικού μοντέλου παλινδρόμησης.

**Picture 6.** The burned area (white colour) was mapped with the use of the binary logistic model.



**Εικόνα 7.** Δεδομένα IKONOS. Η καμμένη έκταση όπως φαίνεται σε μία εικόνα υψηλής ευκρίνειας. Με λευκό χρώμα η περίμετρος της πυρκαγιάς όπως αποτυπώθηκε από την Δασική Υπηρεσία.

**Picture 7.** IKONOS data. The burned area as it is shown on very high resolution images. The white line indicates the fire perimeter as it was produced by the Forest Service.

υπογραφών της καμμένης έκτασης (πυρκαγιά κωμοστέγης και πυρκαγιά επιφανείας) με τις άλλες κατηγορίες κάλυψης γης,

- την παραγωγή χρωματικών μοντέλων έντασης, απόχρωσης, καθαρότητας (Intensity – Hue – Saturation, IHS),
- την παραγωγή του κανονικοποιημένου δείκτη βλάστησης (NDVI) για τον διαχωρισμό της καμμένης έκτασης από το νερό,
- την επιλογή των διαύλων και παραγών που φαίνεται να διαχωρίζουν καλύτερα την καμμένη έκταση από τις άλλες κατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα επιλέχθηκαν ο διάυλος στο ερυθρό, ο διάυλος στο υπέρυθρο, καθώς και η απόχρωση και ο κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης,
- την επιλογή δειγματοληπτικών περιοχών αντιπροσωπευτικών για την κάθε κατηγορία και την αντιστοίχιση κάθε κατηγορίας σε έναν ακέραιο αριθμό,
- την χρήση της κανονικής ανάλυσης διάκρισης (Canonical Discriminant Analysis, CDA) που περιελάμβανε την παραγωγή γραμμικών εξισώσεων διάκρισης που με την σειρά τους χρησιμοποιήθηκαν στην παραγωγή σκορ διάκρισης. Η CDA μεγιστοποιεί την απόκλιση ανάμεσα στις κατηγορίες και ελαχιστοποιεί την απόκλιση στην ίδια την κατηγορία,
- την χρήση επιβλεπόμενης ταξινόμησης (με την χρήση της μεθόδου της ελάχιστης απόστασης) με την χρήση των σκορ διάκρισης.

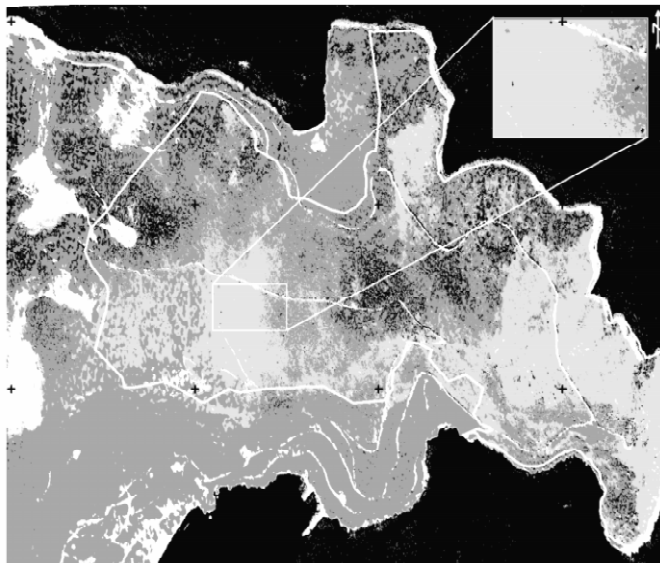
Για την εκτίμηση της ακρίβειας έγινε σύγκριση με την περίμετρο της πυρκαγιάς όπως αυτή χαρτογραφήθηκε από την Δασική Υπηρεσία. Επιπλέον, το 2000 πραγματοποιήθηκε επίσκεψη στην περιοχή μελέτης κατά την οποία με την βοήθεια του Παγκόσμιου Δορυφορικού Συστήματος Εντοπισμού Θέσης (GPS) εντοπίστηκαν

σφαιρική διόρθωση χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Richter (1977) που χρησιμοποιεί το μοντέλο MODTRAN (Berk et al. 2000).

Η καμένη έκταση, το νερό και οι σκιαζόμενες περιοχές είναι τρεις κατηγορίες με παρόμοιο φασματικό προφίλ στην εικόνα IKONOS λόγω του περιορισμένου αριθμού διαύλων (3 στο ορατό και ένας στο εγγύς υπέρυθρο) καθώς και της έλλειψης διαύλου στο μέσο-υπέρυθρο που έχει ο απεικονιστής. Επιπλέον, εξαιτίας της υψηλής διακριτικής ικανότητας των εικόνων IKONOS, παρατηρήθηκε δυσκολία στον διαχωρισμό της πυρκαγιάς επιφανείας από τις σκιαζόμενες εκτάσεις που καλύπτονται από βλάστηση υπορόφου.

Για τον διαχωρισμό των καμένων εκτάσεων από τις άλλες κατηγορίες κάλυψης γης (νερό, αστικές περιοχές, βλάστηση, γυμνές επιφάνειες και σκιαζόμενες εκτάσεις) αναπτύχθηκε μια πολύπλοκη μεθοδολογία πολλών βημάτων που περιελάμβανε:

- την σύγκριση των φασματικών



**Εικόνα 8.** Δεδομένα IKONOS. Χαρτογράφηση της καμμένης έκτασης με την χρήση της κανονικής ανάλυσης διάκρισης. Το ανοιχτό γκρι μέσα στην περίμετρο αντιστοιχεί σε επικόρυφη πυρκαγιά ενώ το σκούρο γκρι αντιστοιχεί σε πυρκαγιά επιφανείας.

**Picture 8.** IKONOS data. Mapping of the burned area with the use of Canonical Discriminant Analysis. Areas of light grey, within the fire perimeter, indicate canopy burn while areas of dark grey indicate surface burn.

τές σκιαζόμενες.

### Συμπεράσματα

Η ακριβής και λεπτομερής χαρτογράφηση της καμμένης έκτασης, του βαθμού καταστροφής της βλάστησης, καθώς και η χαρτογράφηση της υγιούς βλάστησης μέσα στην περίμετρο της πυρκαγιάς αποτελούν σημαντικές πληροφορίες που βοηθούν στην καλύτερη διαχείριση της περιοχής που κάηκε. Οι παραπάνω πληροφορίες χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων για να εκτιμηθούν οι οικονομικές ζημιές και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, να καταγραφούν οι αλλαγές στην χρήση και κάλυψη της γης, και να μοντελοποιηθούν οι ατμοσφαιρικές και κλιματικές επιπτώσεις από την καύση της βιομάζας.

Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες χαμηλής (AVHRR), μέσης-υψηλής (LANDSAT TM) και πολύ υψηλής (IKONOS) διακριτικής ικανότητας στην χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων στη Θάσο.

Στα πλαίσια της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές ανάλυσης εικόνων AVHRR και TM που είχαν σαν αποτέλεσμα τον διαχωρισμό των καμένων εκτάσεων από τις άλλες κατηγορίες κάλυψης γης με μεγάλη ακρίβεια. Επιπλέον, αναπτύχθηκε μεθοδολογία ανάλυσης δορυφορικών δεδομένων IKONOS που είχε επίσης σαν αποτέλεσμα τον ακριβή διαχωρισμό των καμένων εκτάσεων από τις άλλες κατηγορίες κάλυψης γης.

Η χρήση του κάθε τύπου εικόνας έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Πιο συγκεκριμένα:

- αν και ο απεικονιστής AVHRR δεν δίνει την δυνατότητα εντοπισμού των περιοχών υγιούς βλάστησης μέσα στην περίμετρο της πυρκαγιάς είναι ο μοναδικός απεικονιστής με καθημερινή κάλυψη,
- δεδομένα του απεικονιστή AVHRR διανέμονται ελεύθερα στο διαδίκτυο (internet),
- η χρήση των εικόνων LANDSAT TM έχει ως αποτέλεσμα τον ακριβή εντοπισμό αλλά και την παροχή

και φωτογραφήθηκαν σημεία με διαφορετικό βαθμό προσβολής από την πυρκαγιά. Τα σημεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν για να εκτιμηθεί η ικανότητα του απεικονιστή στον διαχωρισμό διαφορετικών επιπέδων προσβολής.

Από την διαδικασία εκτίμησης ακρίβειας με την χρήση του πίνακα σφαλμάτων (Congalton, 1991) φαίνεται ότι η μέθοδος είχε ως αποτέλεσμα τον ακριβή διαχωρισμό των καμένων εκτάσεων από τις άλλες κατηγορίες κάλυψης γης. Πιο συγκεκριμένα η σχετική ακρίβεια που επιτεύχθηκε ήταν της τάξης του 92,5%.

Επιπλέον, η μέθοδος είχε ως αποτέλεσμα τον διαχωρισμό δύο τύπων πυρκαγιάς, της επικόρυφης και της επιφανειακής (Εικόνα 8) όπως αυτό αποδείχθηκε από την σύγκριση με τα δεδομένα πεδίου. Όμως πρέπει να σημειωθεί ότι η σύγχυση που παρατηρήθηκε ανάμεσα στην πυρκαγιά επιφανείας και τις σκιαζόμενες εκτάσεις που καλύπτονται από βλάστηση υπορόφου δεν εξαλείφθηκε πλήρως λόγω του ότι μερικές από τις εκτάσεις της κατηγορίας πυρκαγιά επιφανείας είναι και αυ-

λεπτομερών πληροφοριών σχετικά με την καμένη έκταση,

- η χρήση των εικόνων IKONOS έχει επίσης ως αποτέλεσμα τον ακριβή εντοπισμό αλλά και την παροχή λεπτομερών πληροφοριών σχετικά με την καμένη έκταση,
- ένα επιπλέον πλεονέκτημα των εικόνων πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας (IKONOS) είναι και η ικανότητα διαχωρισμού μεταξύ επικόρυφης και πυρκαγιάς επιφανείας,
- με την χρήση εικόνων πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας εισάγονται καινούργιοι τύποι θορύβου στην εικόνα. Για παράδειγμα, οι σκιές των μεμονομένων υψηλών δέντρων εισάγουν θόρυβο στις εικόνες IKONOS που μπορεί να αποτελέσει πηγή σύγχυσης με την καμένη έκταση.

Με βάση τα παραπάνω και με δεδομένη τη μικρή περιοχή κάλυψης (11x11 km) αλλά και το μεγάλο κόστος αγοράς των δεδομένων IKONOS, οι εικόνες του LANDSAT TM θα ήταν η καλύτερη επιλογή σε επιχειρησιακό επίπεδο για την καταγραφή του συνόλου των πυρκαγιών της χώρας σε ετήσια βάση.

### **The use of low, medium-high and very high resolution imagery in the mapping of burned areas; a comparative study**

**Ioannis Z. Gitas<sup>3</sup>, Khalidoun N. Rishmawi<sup>1</sup>**

#### **Abstract**

The aim of this work was to investigate the potential of using low (AVHRR), medium-high (LANDSAT TM) and very high (IKONOS) spatial resolution data to accurately map the burned areas. In order to fully exploit each sensor's capabilities, sensor specific image processing methods were employed. From the results achieved it can be concluded that each sensor has both advantages and disadvantages. Although the AVHRR sensor was unable to detect such details as patches of non-burned vegetation within the fire perimeter, it was the only sensor of the three that provided daily coverage. LANDSAT TM and IKONOS, however, have been effective in providing more accurate and detailed information about the burned areas under study. A further advantage of the IKONOS sensor was its ability to assort surface and canopy burns.

**Key words:** Burned area mapping, Remote Sensing, NOAA/AVHRR, LANDSAT TM, IKONOS.

#### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Berk, A. et al., 2000, MODTRAN 4 Users Manual, Air Force Research Laboratory, Hanscom MA
- Caetano, O., Mertes, L., and Pereira, J., 1994, Using spectral mixture analysis for fire severity mapping, In: *2nd Int Conf Forest Fire Research*, Coimbra, pp. 667-677.
- Chuvieco, E., 1997, Foreword, In: *A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires* (Ed., E. Chuvieco), Departamento de Geografva, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, pp. 3-5.
- Chuvieco, E., 1989, Multitemporal analysis of Thematic Mapper images. Applications to forest fire mapping and inventory in a Mediterranean environment, In *Proceedings Earthnet pilot Project on LANDSAT Thematic Mapper Applications*, Frascati, pp. 279-285.
- Chuvieco, E., and Congalton, R., 1998, Mapping and inventory of forest fire from digital processing of TM data, *Geocarto International*, 4, 41-53.
- Chuvieco, E., 1999, Remote sensing of large wildfires in the European Mediterranean Basin, Springer-Verlag, New York.
- Congalton, R., 1991, A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data, *Remote sensing of Environment*, 52, 229-241.
- Eva, H., and Lambin, E., 1998, Remote sensing of biomass burning in tropical regions: sampling issues and multisensor approach, *Remote sensing of Environment*, 16, 975-982.

<sup>3</sup> Department of Environmental Management, Mediterranean Agronomic Institute of Chania, P.O. Box 85, Chania, e-mail: I.Z.Gitas.93@cantab.net

- Fraser, R., Li, Z., and Cihlar, J., 2000, Hotspot and NDVI differencing Synergy (HANDS): A new technique for burned area mapping over boreal forests, *Remote sensing of Environment*, 74, 362-376.
- Fraser, R., Hall, R., and Landry, R., 2001, Burned area mapping across Canada's boreal forest zone using SPOT VEGETATION calibrated with LANDSAT TM imagery, In: *3rd International Workshop on Remote Sensing and GIS applications to Forest Fire Management, New Methods and Sensors* (Eds., Chuvieco E., and Martin P.), Paris, pp. 133-137.
- Gitas, I.Z., 1994, Geographical Information Systems and Remote Sensing in forest management, Department of Geography, University of Cambridge, *M.Phil. Thesis*, p.96.
- Gitas, I.Z., 1999, Geographical Information Systems and Remote Sensing in mapping and monitoring fire-altered forest landscapes, Department of Geography, University of Cambridge, *Ph.D. Dissertation*, p.223.
- Isaacson, D., Smith, H., and Alexander, C., 1982, Erosion hazard reduction in a wildfire damaged area, In: *Remote Sensing for Resource Management* (C. Johannsen, and J. Sanders, eds.), Soil Conservation Society of America, Ankeny, pp. 179-190.
- Jakubauskas, M., 1988, Postfire vegetation change detection using LANDSAT MSS and TM data, In: *School of Graduate Studies*, Indiana State University, Terre Haute, Indiana, pp. 99.
- Jakubauskas, M., Lulla, K., and Mausel, P., 1990, Assessment of vegetation change in a fire-altered forest landscape, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 56, 371-377.
- Justice, C., Malingreau, J.-P., and Setzer, A., 1993, Satellite remote sensing of fires: potential and limitation, In: *Fire in the environment: The ecological atmospheric and climatic importance of vegetation fires* (Eds., P. Crutzen, and G. JG.), John Wiley and Sons, New York, pp. 77-88.
- Koutsias, N., Karteris, M., and Chuvieco, E., 1998, The use of intensity-hue-saturation transformation of LANDSAT-5 Thematic Mapper data for burned land mapping, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 19, 3499-3514.
- Koutsias, N., and Karteris, M., 1996, Logistic regression modelling of Thematic Mapper data for burned area mapping, In: *Unpublished Manuscript, Aristotelian University of Thessaloniki, Dept. of Forestry and Natural Environment, Lab. of Forest Management and remote Sensing*.
- Koutsias, N., and Karteris, M., 1998, Logistic regression modelling of multitemporal Thematic Mapper data for burned area mapping, *International Journal of Remote Sensing*, 19, 3499-3514.
- Koutsias, N., and Karteris, M., 2000, Burned area mapping using logistic regression modelling of a single post-fire LANDSAT 5 Thematic Mapper image, *International Journal of Remote Sensing*, 21, 673-687.
- Lombrana, M., 1995, Monitoring of burned forest areas with remote sensing data. A study in North-East Spain using LANDSAT TM and SPOT XS data. Technical note I.95.80, In: *Institute for Remote Sensing Applications*, Joint research Center, Ispra.
- Lopez, G., and Casselles, V., 1991, Mapping burns and natural reforestation using Thematic Mapper data, *Geocarto International*, 6, 31-37.
- Martin, M., Viedma, D., and Chuvieco, E., 1994, High versus low resolution satellite images to estimate burned areas in large forest fires, In: *2nd Int Conf Forest Fire Research*, Coimbra, pp. 653-663.
- Milne, A., 1986, The use of remote sensing in mapping and monitoring vegetational change associated with bushfire events in eastern Australia, *Geocarto International*, 1, 25-35.
- Minnaert, M., 1941, The reciprocity principle in Lunar photometry, *Astrophysical Journal*, 93, 403-410.
- Minnaert, M., 1961, In *Planets and Satellites (Solar System Series)*, (Eds, Kuiper, G. P. and Middlehurst, B. M.), University of Chicago, Chicago.
- Moreno, J. M., and Oechel, W. C., 1994, The Role of fire in Mediterranean-type ecosystems, In: *Ecological studies; v. 107*, Springer-Verlag, New York, pp. xiii, 201.
- Moreno, J. M., and Oechel, W. C., 1995, Global change and Mediterranean-type ecosystems, In: *Ecological studies; v. 117*, Springer-Verlag, New York, pp. vii, 527.
- Moreno, J. M., 1998, Large Fires, Backhuys Publishers, Leiden.
- Navaro, R., Salas, F., Navaro, C., Fernandez, P., and Gonzalez, M., 1997, Evaluacion de danos producidos por incendio y regeneracion posterior de la vegetacion. Aplicacion de imagenes LANDSAT TM a su caracterizacion y seguimiento, Internal Report, Consejeria de Medio Ambiente, Junta de Andalucia,

Sevilla.

- Parnot, J., 1988, Inventaire des feux de brousse au Burkina Faso saison seche 1986-1987, In: *22nd International Symposium on Remote Sensing of the Environment*, ERIM, Ann Arbor, Michigan, Abidjan, Cote d'Ivoire.
- Pereira, J. M., 1992, Burned area mapping with conventional and selective principal component analysis, *Finisterra*, 27, 61-76.
- Pereira, J., and Setzer, A., 1993a, Spectral Characteristics of deforestation fires in NOAA/AVHRR images, *International Journal of Remote Sensing*, 14, 583-597.
- Pereira, J., Chuvieco, E., Beaudion, A., and Desbois, N., 1997, Remote sensing of burned areas, In: *A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires* (E. Chuvieco, ed.), Universidad de Alcala, Alcala de Henares, pp. 127-183.
- Ponzoni, F., Lee, D., and Filho, P., 1986, Assessment of area burned and vegetation recovery at Brazilia National Park, using LANDSAT TM data, in: *IV Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, INPE, Sao Jose Dos Campos, pp. 615-621.
- Richter, R., 1997, ATCOR2 for ERDAS IMAGINE- Atmospheric correction and haze removal, In: *Users Manual, Version 1.6*, Geosystems GmbH, Germany.
- Rishmawi, K.N., and Gitas I.Z., 2001, Burned area mapping on the Mediterranean island of Thasos using low, medium-high and very high spatial resolution satellite data. The Remote Sensing and Photogrammetry Society (RSPS2001 conference): Geomatics Earth Observation and the Information Society, London, UK, 12-14 September 2001.
- Sa, A., Silva, J., Pereira, J., and Vasconcelos, M., 2001, Burned area detection in the Miombo of Northern Mozambique using MODIS and LANDSAT Data, In: *3rd International Workshop on Remote Sensing and GIS applications to Forest Fire Management, New Methods and Sensors* (Eds., Chuvieco E., and Martin P.), Paris, pp. 156-159.
- Siljestrom, P., and Moreno, A., 1995, Monitoring Burned area by principal component analysis of multitemporal TM data, *International Journal of Remote Sensing*, 16, 1577-1587.
- Silva, J., 1996, Comparing the vegetation indices NDVI and VI7 for burned area mapping with LANDSAT 5 TM imagery, Instituto Superior de Agronomia, Universidad Tecnica de Lisboa, Lisbon.
- Tanaka, S., Kimura, H., and Suga, Y., 1983, Preparation of 1:25000 LANDSAT map for assessment of burned areas in Etajima Island, *International Journal of Remote Sensing*, 4, 17-31.
- Tanaka, S., and Sugimura, T., 2001, A new frontier of remote sensing from IKONOS images, *International Journal of Remote Sensing*, 22, 1-5.
- Viedma, O., Melia, J., Segarra, D., and Carcia-Haro, J., 1997, Modelling the rate of ecosystem recovery after fires by using LANDSAT TM data, *Remote sensing of Environment*, 61, 383-398.



## Συμβολή στη διαπίστωση της βιολογικής και βιοτεχνικής συμπεριφοράς της ελάτης στις ολισθήσεις

Κων/νος Γούλας<sup>1</sup>

### Περίληψη

Η βιολογική αντίδραση των ατόμων της ελάτης στις ολισθήσεις είναι συνάρτηση τόσο των βιολογικών ιδιοτήτων της όσο και των εδαφογεωλογικών συνθηκών που επικρατούν στις ολισθησιγενείς επιφάνειες. Αυτή είναι ανάλογη του βαθμού διατάραξης, κυρίως, του ριζικού της συστήματος και εκδηλώνεται με φαινόμενα υποβάθμισης της υγείας μέχρι και της πλήρους ξήρανσης.

Η βιοτεχνική συμπεριφορά και αποτελεσματικότητά της έναντι των ολισθήσεων εξαρτάται από τις βιολογικές ιδιότητες και το στάδιο εξέλιξης της καθώς και την ένταση των πρωτογενών παραγόντων της ολίσθησης. Αυτή εκδηλώνεται με την άμβλυση των συνθηκών πρόκλησης και την προσπάθεια συγκράτησης και σταθεροποίησης του εδάφους.

Με βάση τα προηγούμενα και τη βοήθεια της δενδροχρονολόγησης είναι δυνατή η διαπίστωση, με ικανοποιητική ακρίβεια, της κινητικότητας των γεωμαζών σε μια επιφάνεια.

**Λέξεις κλειδιά:** Ελάτη, ολισθήσεις, βιολογική-βιοτεχνική συμπεριφορά, δενδροχρονολόγηση, θλιψιγενές ξύλο.

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Οι γεωλισθήσεις ή κατολισθήσεις είναι κινήσεις γεωμαζών οι οποίες γίνονται υπό την επίδραση του ίδιου βάρους της γεωμάζας μετά τον διαποτισμό της με νερό (Κωτούλας 2001). Η κίνηση ακολουθεί τη διεύθυνση της μέγιστης κλίσης και τα υλικά των γεωλισθήσεων αποθέτονται, χωρίς διαλογή, σε χαμηλότερες θέσεις με ήπιες κλίσεις.

Μέχρι σήμερα δεν έχει διευκρινισθεί πλήρως σε ποιες περιπτώσεις και μέχρι ποιο σημείο μπορεί το δάσος να ενεργήσει προστατευτικά έναντι των ολισθήσεων. Οι γεωλογικές και πετρογραφικές συνθήκες, οι διεργασίες του νερού, του πάγου και της βαρύτητας, με δύσκολα διευκρινισμένο τρόπο, παίζουν έναν αποφασιστικό ρόλο (Leibundgut 1975). Βαθιά επίπεδα ολίσθησης, νερά προερχόμενα από υψηλότερες θέσεις, απότομα πρανή και λοιπές περιπτώσεις αστάθειας κλιτύων δεν είναι δυνατό να αλλάξουν με την ύπαρξη του δάσους. Ως συνηθέστερη αιτία των ολισθήσεων περιγράφεται κυρίως η μείωση του συντελεστή τριβής της γεωμάζας και η ανομοιόμορφη διαβροχή, λόγω διαφοροποιημένης διαπερατότητας, των γεωστρωμάτων (Kirwald 1958).

Οι πρωτογενείς παράγοντες που επηρεάζουν την ολισθησιγένεση είναι τα κατακρημνίσματα, η ύπαρξη νερού στο γεωπόθεμα, η κλίση των γεωστρωμάτων και η υποσκαφή και διάβρωση των πρανών των ρευμάτων.

Παράλληλα σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και οι ανθρωπογενείς επιδράσεις, που επηρεάζουν αρνητικά την υφιστάμενη ισορροπία των ανωτέρω παραγόντων, ως και η ύπαρξη ή μη βλάστησης (Sanktjonhanser 1964, Kotoulas 1966, Laatsch, 1971).

Οι Στεφανίδης και Γούλας (1999) κατέγραψαν και ταξινομήσαν τα κατολισθητικά φαινόμενα στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου και περιέγραψαν τις βασικές αρχές και τα συστήματα διευθέτησης.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η εξέταση και έρευνα:

- Της μικροτοπιακής διαμόρφωσης των επιφανειών ολίσθησης και της ποιοτικής κατάστασης της δενδρώδους βλάστησης σ' αυτές

<sup>1</sup> Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων, 540 06 Θεσσαλονίκη, Τηλ.: 2310 998896

- της βιοτεχνικής συμπεριφοράς, της βιολογικής αντίδρασης και της αποτελεσματικότητας της ελάτης στις ολισθήσεις και
- της εμφάνισης της δενδρώδους βλάστησης ως διαγνωστικού στοιχείου της κινητικότητας των γεωμαζών.

## 2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 2.1 Γενικά

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στις ολισθησιγενείς επιφάνειες του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου του νομού Τρικάλων (Σχήμα 1). Το δάσος εκτείνεται στις Α, ΝΑ και δυτικές κλιτύς των ορεινών όγκων "Μποντούρα" και "Κόζιακας" της οροσειράς της Πίνδου, σε υπερθαλάσσιο ύψος από 1100 έως 1700 m.

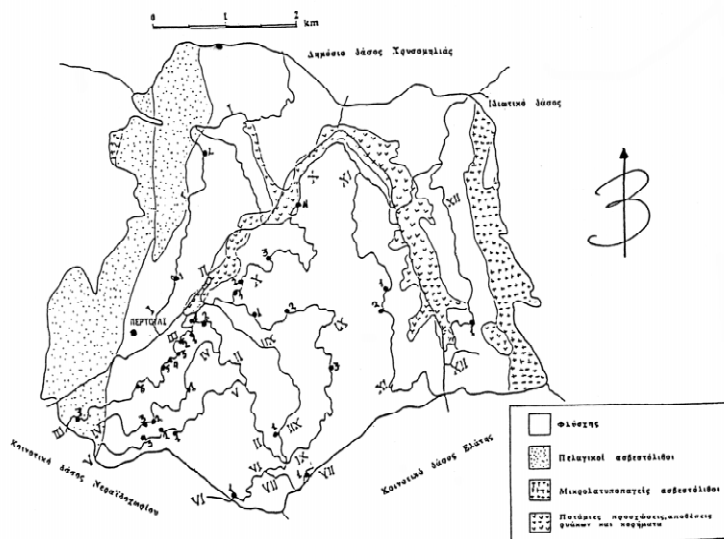
### 2.2 Χειμαρρικό περιβάλλον περιοχής

#### 2.2.1 Κλιματικές συνθήκες

Το κλίμα της περιοχής (Σχήμα 2) χαρακτηρίζεται μεταβατικό μεταξύ Μεσογειακού και Μεσευρωπαϊκού (Μαριολόπουλος 1938) με πολύμβρο - ψυχρό χειμώνα και σχετικά θερόμο, μέτρια ξηρό θέρος.

#### 2.2.2 Γεωλογικές-εδαφικές συνθήκες

Τα συνήθη πετρώματα που συναντώνται στο δάσος Περτουλίου είναι ιζηματογενούς προέλευσης, ασβεστόλιθοι και σχιστολιθικοί ψαμμίτες της σειράς του φλύσχη ως και μικρές νησίδες πυριγενών πετρωμάτων της σειράς των οφειτών. Το μεγαλύτερο μέρος του δάσους και ιδιαίτερα οι κατώτερες θέσεις, καταλαμβάνονται από φλύσχη, ψαμμιτοαργιλικού τύπου, της ζώνης Πίνδου-Ολωνού, που σχηματίστηκε κατά την Ηώκαινη εποχή της Τριτογενούς Περιόδου του Καινοζωϊκού αιώνα, ως μηχανικό ίζημα (Παπαμίχος Ν. κ.α. 1979).



**Σχήμα 1.** Γεωλογικός χάρτης του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου (Πηγή: Ινστιτούτο Γεωλογίας και Ερευνών υεδαφούς. Φύλλα: Καστανέα και Καλαμπάκα) και θέσεις εμφάνισης των ολισθήσεων (Στεφανίδης και Γούλας 1999).

**Figure 1.** Geological map of Pertouli University Forest. (Source: Institute of Geology and Subsoil Research. Sheets: Kastanea and Kalambaka) and locations of landslides appearance (Stefanidis and Goulas 1999).

#### 2.2.3 Ανάγλυφο

Το δάσος εκτείνεται στις δυτικές κλιτύς του όρους «Κόζιακας» (1901 m) και Α-ΝΑ του όρους «Μποντούρα» (2067m) και χαρακτηρίζεται από το έντονο ανάγλυφο.

#### 2.2.4 Δασική βλάστηση

Φυτοκοινωνικά το δάσος Περτουλίου ανήκει στη ζώνη *Fagetalia* υποζώνη *Fagion moesiaca* και τον αυξητικό χότο *Abietum borisii regis*.

Κυριαρχεί η *Abies borisii regis* και σπάνια, σε μικρές ομάδες, εμφανίζεται η *Fagus moesiaca* (Γούλας 1984). Είναι αμιγές δάσος ελάτης, ανομιλικό, πολυόροφο με βαθμό συγκόμωσης 0,5 – 1,0 (1,4) και βαθμό κάλυψης 0,5 – 1,0. Θεωρείται προστατευτικό και υδρογεωνομικό, σε ένα χώ-



Σχήμα 2. Ομβροθερμικό διάγραμμα Μ/Σ Περούλιου (1961-1999)

Figure 2. Rain-thermal chart of Pertouli Meteorological Station (1961-1999)

ρο που χαρακτηρίζεται από έντονο ανάγλυφο, υψηλά μετεωρολογικά καταρρημίσματα και ευπαθές γεωλογικό υπόθεμα.

### 3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στις θέσεις όπου κατά καιρούς έλαβαν χώρα ολίσθησεις εξετάστηκε η μικροτοπιακή διαμόρφωση των επιφανειών τους και σε κάθε μία από αυτές ερευνήθηκε η κατάσταση των ατόμων της ελάτης από άποψη:

- Αποτελεσματικής ή μη αντίδρασης στην κίνηση της γεωμάζας προς τα κατόντη (αγκύρωση και παραμονή στη θέση τους, συνολίσθηση).
- αντίδρασης στις συνέπειες της εκχωμάτωσης και επιχωμάτωσης
- υγείας και ζωτικότητας (κατάταξη υγείας σε καλή-μέτρια-κακή)
- αυξητικής διαφοροποίησης κατά διάμετρο και ύψος (επιλεκτική λήψη τρυπανιδίων ή δίσκων εγκάρσιας διατομής).
- ριζικού συστήματος (βάθος, μήκος, ποσοστό καταστροφής ή αδρανοποίησης) με απ'ευθείας μετρήσεις και εκτιμήσεις.

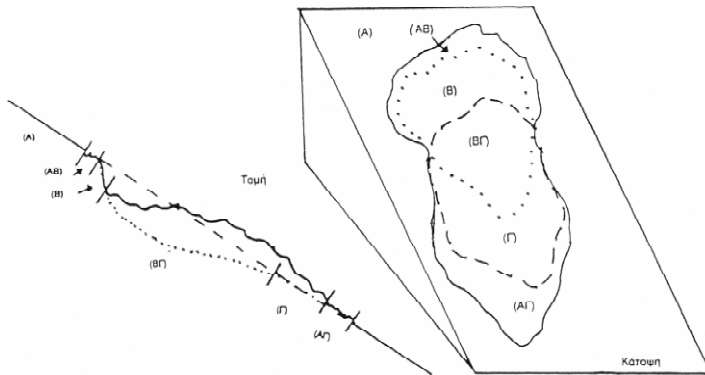
Παράλληλα αξιοποιήθηκαν και στοιχεία από προηγούμενη εργασία σε ότι αφορά τα κατολισθητικά φαινόμενα στο Δάσος Περούλιου (Στεφανίδης και Γούλας 1999).

### 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

#### 4.1 Μικροτοπιακή διαμόρφωση των επιφανειών ολίσθησης

Στα συνηθέστερα είδη και μορφές των ολίσθησεων, που λαμβάνουν χώρα στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περούλιου (Στεφανίδης και Γούλας, 1999), από άποψη κινητικότητας του επιφανειακού εδάφους και της γεωμάζας, διαμορφώνονται γενικά οι παρακάτω (Σχήμα 3) χαρακτηριστικές επιφάνειες και ζώνες (μικροτοπία), με σαφώς ή μη καθορισμένα όρια:

- Η επιφάνεια (Α), εκτός των περιμετρικών ορίων της ολίσθησης. Στην επιφάνεια αυτή, παρά τους μικρο-



**Σχήμα 3.** Μικροτοπική διαμόρφωση επιφανειών των ζωνών στις ολίσθησεις

**Figure 3.** Micro-topical shape of zone levels in landslides

μαίνεται από 0,30 - 0,50 (1,00) m.

- **Η επιφάνεια (B), (BΓ).** Είναι αυτή της οποίας η γεωμάζα μετακινήθηκε (ολίσθησε) προς τα κατάντη και έχει εναποτεθεί στην επιφάνεια (BΓ), (Γ). Η έκτασή της στο 48% των περιπτώσεων είναι < 300 m<sup>2</sup>, 38% από 300-600 m<sup>2</sup> και 14% είναι > 1000 m<sup>2</sup>.

- **Η επιφάνεια (B) ή προανές της ολίσθησης.** Είναι το άνω τμήμα της προηγούμενης επιφάνειας (B), (BΓ), που μετακινήθηκε αποκαλύπτοντας λίγο ή πολύ το επίπεδο ολίσθησης. Η έκτασή της κυμαίνεται από 25 - 300 (800) m<sup>2</sup>.

- **Η επιφάνεια (BΓ).** Είναι το κάτω τμήμα της επιφάνειας (B), (BΓ) της οποίας το πρωτογενές γεωυλικό συνήθως μετακινείται και στη συνέχεια η ίδια επιφάνεια επιχωματώνεται από τα υλικά της ανάντη επιφάνειας (B).

- **Η επιφάνεια (BΓ), (Γ).** Είναι αυτή που καλύπτεται από τα υλικά της ολίσθησης δηλαδή της επιφάνειας (B), (BΓ). Η επιφάνειά της, λίγο ή πολύ διαταραγμένη, παρουσιάζει κυματοειδή διαμόρφωση και μικρορωγμές προς όλες τις κατευθύνσεις.

- **Η μεταβατική ζώνη (ΑΓ).** Είναι η ζώνη απόθεσης μικροποσότητων χαλαρών και διάσπαρτων υλικών της ολίσθησης.

Οι ανωτέρω μικροεπιφάνειες, όπως προαναφέρθηκε, δεν έχουν σαφώς καθορισμένα όρια και πολλές φορές απουσιάζουν οι μεταβατικές ζώνες (AB) και (ΑΓ).

#### 4.2 Η βιολογική αντίδραση της ελάτης στις συνέπειες των ολίσθησεων

Αυτή εξαρτάται:

- από το βαθμό διατάραξης του υπόγειου (ριζικού) συστήματος, ήτοι του ποσοστού απενεργοποίησης ή αδρανοποίησής του (εκρίζωση, απόπτωση ριζών, συστροφή, έκκωση, επίκωση) και σπάνια του υπέργειου (απώλεια κλαδιών, πληγώσεις)
- από τις συνθήκες του σταθμού και ιδιαίτερα την κατάσταση υγρασίας του εδάφους και
- από την ηλικία και το στάδιο εξέλιξης της ελάτης.

Γενικά παρατηρείται ότι άτομα ελάτης, μέσης και μεγαλύτερης ηλικίας (χονδρά κορμίδα-κορμοί) που κατά την ολίσθηση μετακινήθηκαν έστω και λίγο χάνουν συνήθως τη ζωτικότητα τους και εντός μιας ή δύο βλαστητικών περιόδων ξηραίνονται. Νεότερα άτομα ελάτης (νεόφυτα - λεπτά κορμίδα), σε αντίστοιχες μικρομετακινήσεις, αντιδρούν ευνοϊκότερα και τις περισσότερες φορές επιβιώνουν και επανακτούν τη ζωτικότητά τους σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Άτομα ελάτης στις παρυφές (όρια των ολίσθησεων), των οποίων ένα μέρος (>50%) του ριζικού τους

κρδασιμούς που δέχεται στα όριά της, δεν παρατηρείται σχεδόν καμιά αισθητή διαφοροποίηση, στο επιφανειακό έδαφος και στην υποκείμενη γεωμάζα.

- **Η μεταβατική ζώνη (AB),** στα περιμετρικά εξωτερικά όρια της ολίσθησης. Στη ζώνη αυτή, πλάτους 0,50 - 5,00 (10,00) m, που υπέστη ισχυρούς κρδασιμούς και ανεπαίσθητη έως μικρή μετακίνηση του επιφανειακού εδάφους ή της γεωμάζας της, παρατηρούνται συνήθως μικρορωγμές κυρίως κατά μήκος και σπάνια εγκάρσια προς το περίγραμμα ή τα όρια της ολίσθησης. Το βάθος των ρωγμών αυτών κυ-

συστήματος παρέμεινε αγκρωσμένο και ενεργό εντός του σταθερού εδάφους, χάνουν προσωρινά τη ζωτικότητα τους και συνήθως σε 3-5 (8) βλαστικές περιόδους επανέρχονται, εφόσον οι συνθήκες του σταθμού παραμένουν ευνοϊκές.

Άτομα ελάτης, στα κατάντη των επιφανειών ολίσθησης, που παραμένουν στη θέση τους επιχωματούμενα, χάνουν τη ζωτικότητά τους, λόγω κακού αερισμού του ριζικού συστήματος και, τις περισσότερες φορές, ξηραίνονται. Σε κορμίδα και κορμούς ελάτης όταν η επιχωμάτωση υπερβεί, γενικά το 1,00-1,50 m ακολουθεί υποβάθμιση της υγείας τους, και στη συνέχεια ξήρανση.

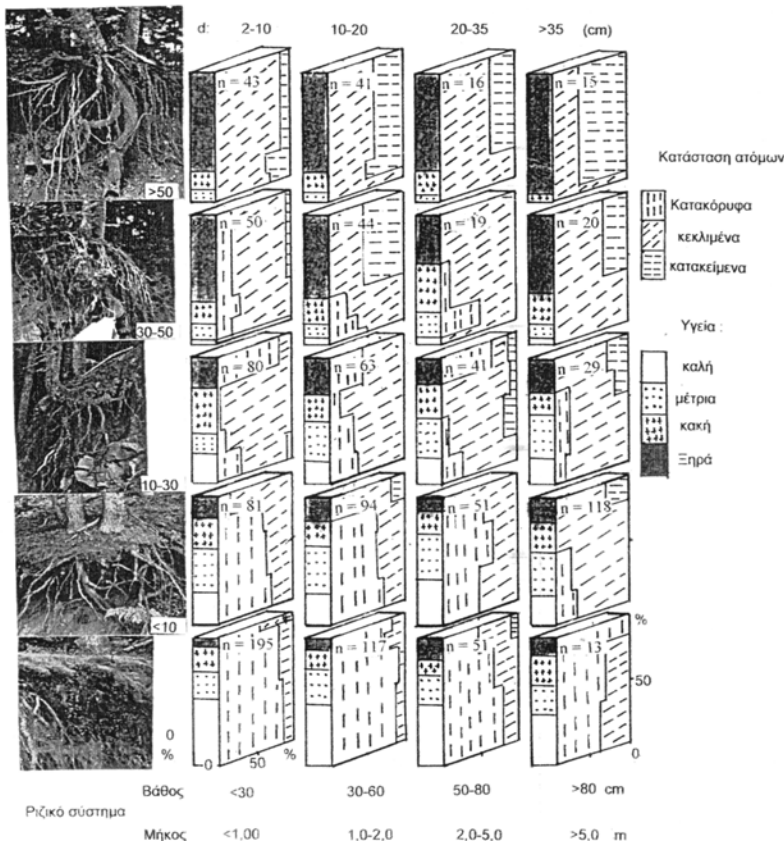
Ειδικότερα για το σύνολο των ολισθήσεων στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περγουλιού:

Στις επιφάνειες Α και Γ, στις οποίες το έδαφος και γενικά το γεωυλικό ελάχιστο επηρεάζεται, δεν παρατηρούνται αισθητές διαφοροποιήσεις στη βιολογική αντίδραση της ελάτης. Οι ελάχιστες πληγώσεις ατόμων, στη βάση των κορμών, από λίθους των γεωυλικών που μετακινούνται, δεν προκαλούν σοβαρές ζημιές.

Στις επιφάνειες της μεταβατικής ζώνης ΑΒ, η εικόνα της βλάστησης παρουσιάζεται έντονα διαφοροποιημένη σε σχέση με την αντίστοιχη της επιφάνειας (Α). Στη μεταβατική αυτή ζώνη εύκολα διακρίνει κανείς μέσα από τις ρωγμές του εδάφους την επιτυχή ή μη αντίδραση των ατόμων της ελάτης στην ολίσθηση και την προσπάθεια συγκράτησης-σταθεροποίησης των γεωμαζών με το ριζικό τους σύστημα. Η αποτελεσματικότητα εξαρτάται από πλήθος παραμέτρων τόσο των πρωτογενών παραγόντων ολίσθησης (γεωυπόθεμα, κλίση, νερό,

βάθος επιπέδου ολίσθησης) όσο και της βλάστησης (στάδιο εξέλιξης, δομή, πυκνότητα, έντονο-άτονο, βαθύ-αβαθές ριζικό σύστημα). Οι συνέπειες των μικρομετακινήσεων και κραδασμών της γεωμάζας εντός της ζώνης (ΑΒ), αποτυπώνονται στην απομένουσα βλάστηση ως αποκλίσεις των δένδρων από την κατακόρυφη θέση, ως ακρωτηριασμός ριζικών τμημάτων (ιδίως στο πρηνές της ολίσθησης) ως υποβάθμιση της υγείας και ζωτικότητας των ατόμων ή τέλος ως ξήρανση.

Στο σχήμα 4 παρατηρείται ότι, αδρανοποίηση (καταστροφή) του ριζικού συστήματος μέχρι του ποσοστού 10%, επιδρά σχετικά έντονα στην υποβάθμιση της υγείας και ζωτικότητας των ατόμων ενώ η θνησιμότητα αυξάνει ελαφρώς. Η απενεργοποίηση όμως του ριζικού συστήματος σε ποσοστό μέχρι 30% μειώνει σημαντικά τον αριθμό των ζωπι-



**Σχήμα 4.** Ποσοστό αδρανοποιηθέντος ριζικού συστήματος και κατάσταση των ατόμων της ελάτης στη ζώνη (ΑΒ).

**Figure 4.** Rate of inactive root system and condition of fir individuals in zone (ΑΒ).

κών ατόμων ενώ η θνησιμότητα παραμένει ακόμα χαμηλή. Αυτή αυξάνει σημαντικά όταν το ποσοστό αδρανοποίησης του ριζικού συστήματος υπερβεί το 30% και πάνω από το 50% είναι πολύ σπάνιο να βρεθούν ζωτικά άτομα.

Στο σύνολο των ατόμων της ζώνης (AB) ένα μικρό ποσοστό, περίπου 8%, λόγω απώλειας μέρους του ριζικού τους συστήματος κατάνεινται και από τα υπόλοιπα το 50% έχουν χάσει λίγο ή πολύ την κατακόρυφη θέση τους

Στην επιφάνεια (B), στο σύνολο των ολισθήσεων (Σχήμα 5), σπάνια (< 1%) απομένουν άτομα αγκυρωμένα να στη θέση τους και από αυτά το 76% είναι διαμέτρου άνω των 15 cm. Από αυτά, λόγω των ζημιών που υφίστανται στο ριζικό τους σύστημα και των ισχυρών κραδασμών, περίπου 30% είναι ξηρά και των υπολοίπων η υγεία είναι μέτρια έως κακή

Στην επιφάνεια (BΓ) (Γ), παρά το γεγονός ότι, στις περισσότερες των περιπτώσεων, δεν επήλθε κατακερματισμός της γεωμάζας, επικρατεί πλήρης ακαταστασία. Σ' αυτήν επικρατούν σε ποσοστό 71% τα ξηρά άτομα, ενώ τα υπόλοιπα είναι κακής και μέτριας υγείας. Από τα αυξανόμενα (ζωντανά) άτομα ποσοστό 86% είναι διαμέτρου 2-10 cm και τα υπόλοιπα κατανέμονται με φθίνουσα σειρά στις υπόλοιπες κλάσεις διαμέτρου (Σχήμα 5: Συνολισθήσαντα άτομα).

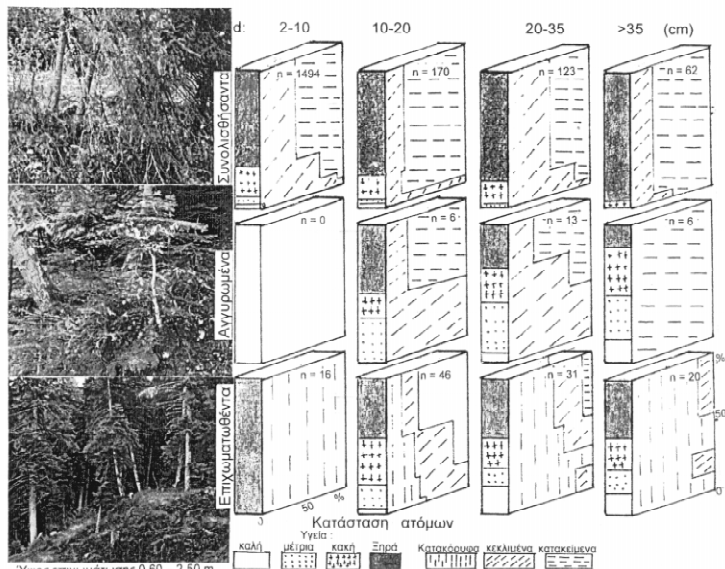
Στην επιφάνεια (Γ), επικρατεί και εκεί ακαταστασία, όπου τα ιστάμενα άτομα της ελάτης, αντιδρώντας στην περαιτέρω μετακίνηση των γεωμαζών, κατακρατούν κλαδιά και εκριζωμένα άτομα των ανωτέρω επιφανειών. Τα άτομα της επιφάνειας αυτής επιχωματώνονται (Σχήμα 5) σε ένα ύψος 0,60 – 2,5m.

Οι συνέπειες αυτής της επιχωμάτωσης, συνίστανται στην αισθητή υποβάθμιση της υγείας τους και τελικά στην ξήρανση (53%) των ατόμων, λόγω των δυσμενών συνθηκών αερισμού του ριζικού τους συστήματος και των σήψεων που παρατηρούνται στον κορμό από πληγώσεις ή άλλα αίτια. Τα περισσότερα άτομα (48%) στην επιφάνεια αυτή παραμένουν κατακόρυφα, 33% κεκλιμένα και τα υπόλοιπα υπό το βάρος και την ώθηση των εκχωμάτων κατάνεινται.

Πέρα όμως από τις εξωτερικά εμφανιζόμενες διαφοροποιήσεις της κατάστασης των ατόμων από άποψη υγείας - ζωτικότητας και κατακόρυφης ή μη θέσης, οι συνέπειες των ολισθήσεων εκφράζονται και ως αντίστοιχες αντιδράσεις στην αυξητική δραστηριότητα των ατόμων κατά διάμετρο και ύψος. Η απότμηση ή αδρανοποίηση μέρους του ριζικού τους συστήματος ή άλλες πρόσθετες ζημιές, όπως είναι προφανές, έχουν ως συνέπεια όχι μόνο την αστάθεια των ατόμων αλλά και

τη μείωση της κατά διάμετρο και ύψος προσαύξησης, η οποία στα μεγάλης ηλικίας άτομα μπορεί να είναι συνεχώς πτωτική μέχρι και της πλήρους ξήρανσης ενώ στα μικρότερης ηλικίας, τις περισσότερες φορές, επανέρχεται στα φυσιολογικά επίπεδα μετά πάροδο πολλών ετών.

Η απόκλιση από την κατακόρυφη θέση και η άμεση αντίδραση των ατόμων για την αποκατάσταση της στατικής τους ισορροπίας εκφράζονται στη μεν καθ' ύψος αύξηση με την διορθωτική, προς την κατακόρυφο, εξέλιξη του επικόρυφου βλαστού (αρνητικός γεωτροπισμός), στη δε κατά διάμετρο προσαύ-



Σχήμα 5. Κατάσταση των ατόμων της ελάτης. Συνολισθήσαντα, Αγκυρωμένα, Επιχωματωθέντα.

Figure 5. Condition of fir individuals. Co-slided, Anchored, Embanked.

ξηση με την έκκεντρη διάταξη των ετησίων δακτυλίων και τη δημιουργία ξύλου με διαφορετική δομή και ιδιότητες (Τσουμής 1983). Είναι το θλιψιγενές ξύλο που σχηματίζεται στην κυρτή (ή κάτω) πλευρά του κορμού.

### 4.3 Βιοτεχνική συμπεριφορά της ελάτης στις ολισθήσεις

Αυτή εκφράζεται με το ρόλο που διαδραματίζει:

- για την άμβλυση των συνθηκών πρόκλησης των ολισθήσεων λόγω της αυξημένης υδατοσυγκράτησης (30-40%) (Κωτούλας 2001), της προστασίας του γεωυποθέματος από τα κατακρημνίσματα, της διαπνοής σημαντικών ποσοτήτων εδαφικού νερού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και της παράτασης της περιόδου τήξης του χιονιού.

Συνέπεια των ανωτέρω είναι η σημαντική υποβάθμιση του παράγοντα «εδαφικό και υπεδάφειο νερό» στο χώρο εξάπλωσης του ριζικού συστήματος, η ελάττωση του κινδύνου άμεσου διαποτισμού των βαθύτερων στρωμάτων και η πρόκληση ολισθήσεων.

- για τη σταθεροποίηση των γεωμαζών, που εξαρτάται από το βάθος του επιπέδου ολίσθησης, την κλίση των γεωστρωμάτων, το έντονο – άτονο, βαθύ – αβαθές ριζικό σύστημα και τη γενικότερη διαμόρφωσή του ως και τη θέση της στο χώρο της ολισθαίνουσας επιφάνειας.

Οι ολισθήσεις στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περγουλίου σε ποσοστό 20% έχουν βάθος < 1,00 m, 60% έχουν βάθος 1,00 – 2,00 m και 20% έχουν βάθος > 2,00 m. Λαμβάνουν δε χώρα σε ποσοστό 13% σε εδάφη με κλίσεις < 30%, ποσοστό 25% σε εδάφη με κλίσεις 30–50% και ποσοστό 52% σε κλίσεις > 50% (Στεφανίδης και Γούλας 1999).

Το ριζικό σύστημα της ελάτης είναι συνήθως άτονο, αρχικά πασσαλώδες, εξελισσόμενο με την ηλικία σε καρδιόσχημο, με βάθος και διαμόρφωση που ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με το σταθμό και τις ιδιαίτερες φυσικές ιδιότητες του εδάφους (Ντάφης, 1986). Από παρατηρήσεις σε εκχωμένα άτομα ελάτης ως και στις μικροεπιφάνειες (ΑΒ) και (Β) διαπιστώνεται ότι το ριζικό σύστημα φθάνει σε βάθος που κυμαίνεται από 0,30 (0,20) έως 1,50 (2,50) m και επεκτείνεται ακτινικά από 0,50 έως > 8,00 m ανάλογα με την ηλικία, την πυκνότητα δομής της συστάδας και τις ιδιαίτερες συνθήκες του σταθμού.

Σε επιφάνειες που τείνουν για ολίσθηση και των οποίων το βάθος του επιπέδου ολίσθησης ή το πάχος της ολισθαίνουσας γεωμάζας είναι < 0,30 m, η ελάτη από νεαρή ηλικία ακόμα (στάδιο πυκνοφύτων) είναι δυνατό να προσφέρει σημαντικές δυνατότητες στήριξης του εδάφους και αναστολής εκδήλωσης ή συνέχισης των φαινομένων ολίσθησης, εφόσον οι κλίσεις του εδάφους δεν υπερβαίνουν το 40 (50)% και το ριζικό σύστημα των δέντρων έχει βάθος > 0,50 m καθώς και ικανοποιητική κατά μήκος διαμόρφωση.

Σε επιφάνειες όπου το επίπεδο ολίσθησης βρίσκεται σε βάθος 0,30 – 0,60 m και το έδαφος καλύπτεται με δέντρα ελάτης μέσης – μεγάλης ηλικίας (στάδιο κορμιδίων - κορμών), με καλά διαμορφωμένο ριζικό σύστημα (βάθος > 0,80 m), η αντίδραση της ελάτης κρίνεται αποτελεσματική σε συνάρτηση πάντοτε με τις ειδικότερες συνθήκες του αναγλύφου και εδαφογεωλογικές.

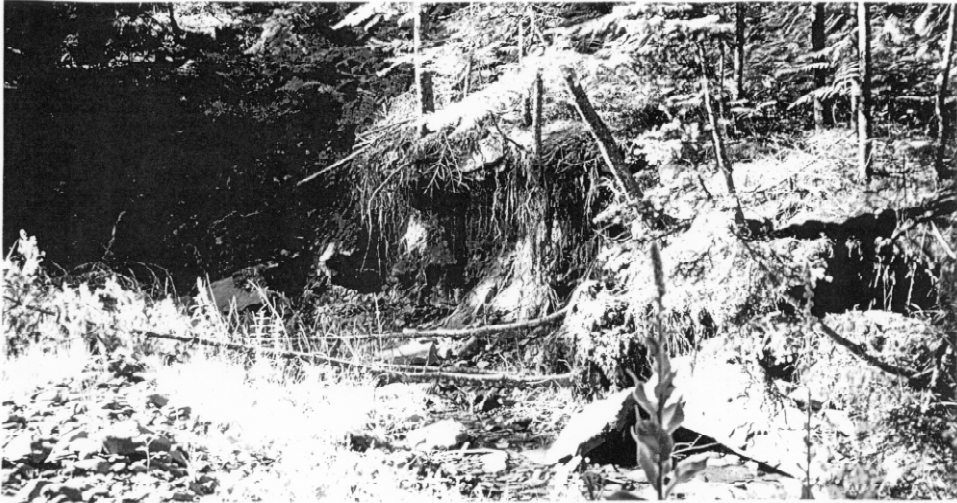
Ικανοποιητικότερη και πλέον αποτελεσματική είναι η αντίδραση των ατόμων που βρίσκονται στα όρια των επιφανειών ολίσθησης όπου μεγάλο μέρος του ριζικού τους συστήματος αγκυρώνεται στις παρυφές του σταθερού εδάφους (Σχήματα 4 και 5).

Στις άλλες περιπτώσεις και μάλιστα όταν το βάθος ολίσθησης υπερβαίνει το 1,00 m, τα δένδρα της ελάτης συνολισθαίνουν με τη γεωμάζα (Σχήμα 5) και πολύ σπάνια παραμένουν στη θέση τους διατηρώντας πολλές φορές ένα μέρος του ριζικού τους συστήματος σε δραστηριότητα.

Καθοριστικό και δυναμικό ρόλο στις προηγούμενες περιπτώσεις διαδραματίζει η διείσδυση πρόσθετων ομβρίων ή πηγαίων υδάτων από άλλες επιφάνειες και ο βαθμός διαποτισμού του γεωυποθέματος.

Σε μικροεπιφάνειες καλυπτόμενες με νεόφυτα - πυκνόφυτα, που ολισθαίνουν με μικρή συνήθως ταχύτητα και σε μικρές αποστάσεις, χωρίς σημαντική διατάραξη – κατακερματισμό του εδάφους, μετά την αποκατάσταση της ηρεμίας και με το πέρασμα του χρόνου, τα νεόφυτα – πυκνόφυτα αγκυρώνονται στα βαθύτερα στρώματα και ανάλογα σταθεροποιούν το έδαφος.

Διαφοροποιημένη εμφανίζεται η συμπεριφορά της ελάτης στα πρηνή των κοιτών των μικρορρευμάτων (Εικόνα 1), όπου αποδεικνύεται σχεδόν ακατάλληλη, αφού δεν παρέχει καμιά προστασία έναντι των υποκαφών.



**Εικόνα 1.** Βιοτεχνική συμπεριφορά της ελάτης στην υποσκαφή του πρσανούς της κοίτης (ρεύμα Βαθύ: Δ.Τ. 201).  
**Picture 1.** Biotechnical behavior of fir in undercut of the bed slope (stream Vathy: F.S. 201).

Γενικά για τις συνθήκες του Δάσους Περτουλίου διαπιστώνεται ότι η ελάτη εκπληρώνει σε ικανοποιητικό βαθμό τις υδρογεωνομικές απαιτήσεις γεγονός που αποδεικνύεται από τον περιορισμένο αριθμό των διάσπαρτων ολισθήσεων εντός του δάσους, των οποίων η συνολική έκταση εντός του δάσους, τα τελευταία 35 χρόνια, ανήλθε σε 2,0Ha περίπου και κατά 80% οφείλονται κυρίως σε ανθρωπογενή αίτια.

#### 4.4 Η κατάσταση της δενδρώδους βλάστησης ως διαγνωστικό στοιχείο της κινητικότητας των γεωμαζών

Όπως προαναφέρθηκε, κατά τις ολισθήσεις, τα άτομα της ελάτης ή παραμένουν στη θέση τους, εφόσον είναι καλά αγκυρωμένα, ή εκριζώνονται και συνολισθαίνουν με τη γεωμάζα προς τα καπάντη. Και στις δυο περιπτώσεις όμως αποκλίνουν από την κατακόρυφη θέση τους μέχρι και την πλήρη κατάκλιση.

Τα κεκλιμένα άτομα που επιβιώνουν συνεχίζουν την καθ' ύψος και διάμετρο αυξητική τους δραστηριότητα. Στην καθ' ύψος αύξηση, ο επικόρυφος, λόγω αρνητικού γεωτροπισμού, κατευθύνεται κατακόρυφα και στην κατά διάμετρο αύξηση, σχηματίζονται διαφοροποιημένα από άποψη δομής και ιδιοτήτων κύτταρα (Τσουμής Γ. 1983), θλιψιγενές ξύλο (Θ.Ξ.), ενώ η διάταξη των ετησίων δακτυλίων είναι έκκεντρη, σε μια προσπάθεια αντίδρασης και εξουδετέρωσης των θλιπτικών τάσεων που δημιουργούνται λόγω απόκλισης από την κατακόρυφη θέση. Το θλιψιγενές ξύλο (Εικόνα 2) καταλαμβάνει την κυρτή (εξωτερική) επιφάνεια του κορμού.

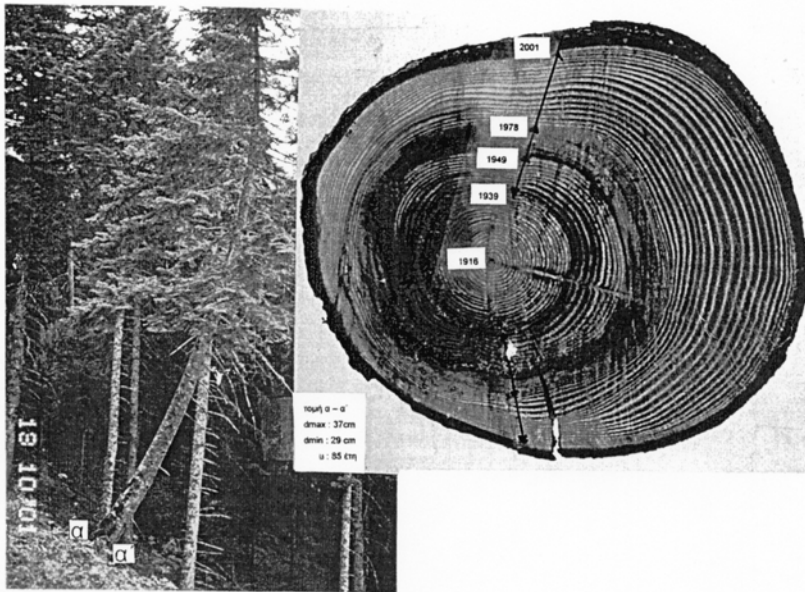
Οι συνηθέστερες μορφολογικές εμφανίσεις των κορμών της ελάτης υπό την επίδραση των ολισθήσεων είναι:

**Η σπαθοειδής μορφή (Εικόνα 2).** Κατά τις ολισθήσεις, κορμίδια (σπάνια κορμοί) ελάτης παίρνουν την ανωτέρω μορφή, που πιθανότατα οφείλεται στη συνεχή αντίδραση (σε όλο το μήκος του κορμού) για την αποκατάσταση της κατακορυφότητάς τους.

Η εξακρίβωση έναρξης σχηματισμού θλιψιγενούς ξύλου και η έκτασή του στο χώρο ενός ετήσιου δακτυλίου, είναι δυνατό να γίνει και μακροσκοπικά, διευκολύνοντας σ' αυτό η υδατοδιαβροχή του. Για την αποφυγή σύγχυσης μεταξύ του θλιψιγενούς ξύλου και του όψιμου φθινοπωρινού (ίδιος χρωματισμός) θεωρείται ότι, όταν το πλάτος του (φαινομένου) όψιμου ξύλου είναι μεγαλύτερο του 30 – 40% του πλάτους του ετήσιου δακτυλίου, τότε υπάρχει και θλιψιγενές ξύλο.

Πολλές φορές παρατηρείται εμφάνιση θλιψιγενούς ξύλου σε διαφορετικούς τομείς της εγκάρσιας διατομής και σε διάφορα χρονικά διαστήματα. Αυτό σημαίνει ότι το άτομο κατά την αρχή αυτών των χρονικών





**Εικόνα 2.** Αποτυπωθέντα γεγονότα σε εγκάρσια διατομή κορμού (Δ.Τ. 103). (1939: Ολίσθηση, 1949-50: Ζημία στο κάμβιο από λίθους - κατασκευή δασοδρόμου, 1978: Δεύτερη ολίσθηση).

**Picture 2.** Events illustrated in a log crosscut (F.S. 103). (1939: Landslide, 1949-50: Damage to cambium from stones-construction of forest road, 1978: second landslide).

διαστημάτων υπέστη αλλαγή της κατεύθυνσης κλίσης, προφανώς λόγω δεύτερης ολίσθησης ή έντονων κραδασμών, οπότε διαφοροποιείται τοπικά η θέση σχηματισμού θλιψιγενούς ξύλου.

- Η πιστολοειδής μορφή της βάσης (πρέμνου) (Εικόνα 3). Αυτή δημιουργείται είτε λόγω ολισθήσεων του επιφανειακού εδάφους ή χιονολισθήσεων, είτε λόγω άλλων εμποδίων από την ανάντη πλευρά και μάλιστα κατά τη νεαρή ηλικία (στάδιο νεοφυτών-πυκνοφυτών). Η σαφής διάκριση των αιτιών είναι δυνατή ύστερα από προσεκτική παρατήρηση της μορφολογίας του εδάφους, της διαμόρφωσης του πρέμνου και της ομαλής ή μη κατά διάμετρο και ύψος αύξησης.

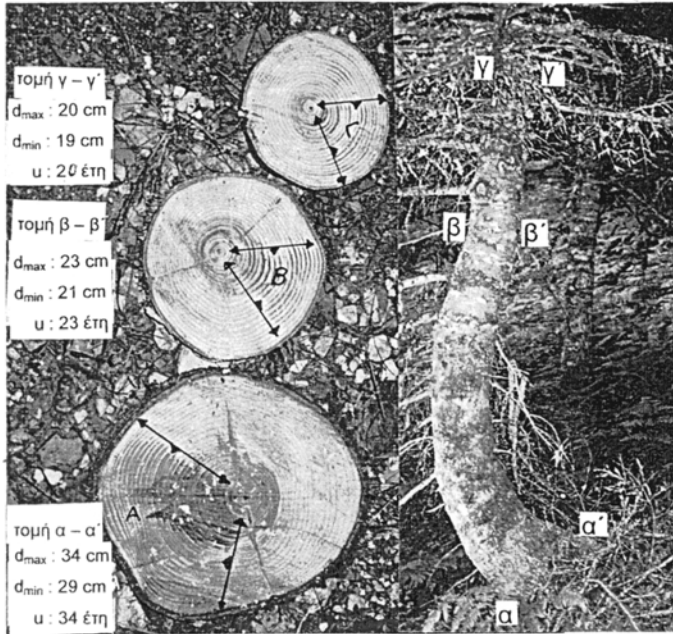
Το θλιψιγενές ξύλο σε εγκάρσια διατομή, έχει μορφή ημισεληνοειδή και συνεχίζεται η εμφάνισή του, σε μικρότερο ποσοστό, πολύ πιο πάνω από την καμπύλη, πολλές φορές δε και σε άλλες θέσεις της εγκάρσιας διατομής (Εικόνα 3 και Σχήμα 6).

Η χρονική διάρκεια επανόδου του επικόρουφου στην κατακόρυφη θέση κυμαίνεται από 1– 2 (3) έτη ανάλογα με την αυξητική δραστηριότητα και τη γωνία κλίσης του ατόμου.

Με βάση τις αυξητικές αυτές διαφοροποιήσεις και την δενδροχρονολόγηση είναι δυνατό να εξακριβωθεί με ικανοποιητική ακρίβεια η κινητικότητα των γεωμαζών κατά το παρελθόν, το έτος ολίσθησης και το στάδιο εξέλιξης του δάσους κατά την ολίσθηση.

Από παρατηρήσεις που διενεργήθηκαν στην ορεογραφική μονάδα “Μπράϊκο” διαπιστώθηκε ότι οι περισσότερες ολισθήσεις είναι μικροεπιφανειακές και έλαβαν χώρα όταν οι συστάδες των επιφανειών αυτών βρισκόνταν στο στάδιο της νεοφυτείας - λεπτών κορμιδίων. Στο στάδιο χονδρών κορμιδίων – κορμών σπάνια παρατηρήθηκαν ολισθήσεις.

Το θέμα αυτό απαιτεί λεπτομερή περαιτέρω εξέταση, η οποία θα δώσει σημαντικές πληροφορίες, από το παρελθόν μέχρι σήμερα, σε ότι αφορά τις φάσεις της διαχρονικής εξέλιξης της λεπτής ισορροπίας δάσους, δομής του δάσους – εδάφους, γεωλογικού υποθέματος – ομβρίων, πηγαίων υδάτων – ανθρωπίνων παρεμβάσεων.



**Εικόνα 3.** Τομείς εμφάνισης θλιψιγενούς ξύλου (Δ.Τ. 403). Έτος ολίσθησης 1973, σε ηλικία 5 ετών  
**Picture 3.** Sectors of appearance of C.W. (F.C. 403). Year of landslide 1973, at the age of five

### 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η βιολογική αντίδραση και βιοτεχνική συμπεριφορά της ελάτης στις ολισθήσεις είναι συνάρτηση των βιολογικών ιδιοτήτων και δυνατοτήτων της, της δομής των συστάδων που συνιστά και του βαθμού διατάραξης του υπέργειου και υπόγειου (ριζικού) συστήματός της.

Ο βαθμός διατάραξης του υπέργειου και υπόγειου συστήματός της εξαρτάται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά της ολίσθησης και τη θέση των ατόμων της στο χώρο της ολίσθησης.

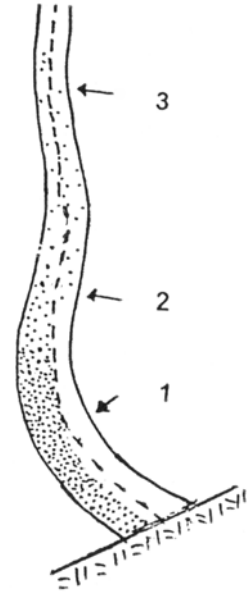
Διακρίθηκαν, με βάση την κινητικότητα των γεωυλικών, επτά μικροεπιφάνειες και ζώνες, που διαμορφώνονται σε μια ολίσθηση, με λίγο ή πολύ διαφοροποιημένη εικόνα της δενδρώδους βλάστησης σ' αυτές.

Στις εξωτερικές επιφάνειες, τις οποίες το γεγονός της ολίσθησης ελάχιστα ή καθόλου δεν επηρέασε, δεν παρατηρήθηκαν αισθητές αντιδράσεις των ατόμων της ελάτης.

Διαφοροποιημένη και με αυξανόμενη ένταση υποβάθμισης, παρατηρείται η κατάσταση της υγείας και ζωτικότητας των ατόμων στις μεταβατικές ζώνες και στη συνέχεια στο κυρίως σώμα της ολίσθησης όπου τα περισσότερα, αν όχι όλα, τα άτομα είναι ξηρά. Άτομα τα οποία κατόρθωσαν να επιβιώσουν (ιδίως νεαρής ηλικίας) χαρακτηρίζονται από τη μέτρια και κακή κατάσταση της υγείας τους.

Σε ό,τι αφορά τη σχέση του ποσοστού αδρανικοποίησης – καταστροφής του ριζικού συστήματος και της κατάστασης της υγείας των ατόμων της ελάτης παρατηρείται ότι, όταν αυτό είναι μικρότερο του 20 (30)%, υποβαθμίζεται μεν σημαντικά η υγεία και ζωτικότητα των ατόμων παραμένει όμως σε χαμηλά επίπεδα η θνησιμότητα. Όταν το ποσοστό υπερβεί το 30 (40)%, αυξάνει σημαντικά και η θνησιμότητα και πάνω από 50% σπάνια βρίσκονται ζωντανά άτομα.

Σε ό,τι αφορά το σταθεροποιητικό ρόλο της ελάτης στις ολισθήσεις αυτός κρίνεται αποτελεσματικός όταν το βάθος ολίσθησης είναι μικρότερο του 0,30 – 0,50 m. Αποτελεσματική επίσης κρίνεται η συμπεριφορά της όταν το βάθος ολίσθησης κυμαίνεται από 0,50 – 0,80 m εφόσον τα άτομα της ελάτης έχουν μεγάλη ηλικία και καλά



**Σχήμα 6.** Εμφάνιση και ένταση σχηματισμού Θ.Ξ. κατά μήκος του κορμού.

1. Ύψος ατόμου κατά την ολίσθηση, 2. Αποκατάσταση κατακορυφότητας, 3. Διορθωτική κίνηση.

**Figure 6.** Appearance and formation intensity of C.W. along the log.  
 1. Height of individual, 2. Restoration of verticality, 3. Correction movement.

διαμορφωμένο ριζικό σύστημα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις σημαντικό ρόλο παίζουν και οι ιδιαίτερες συνθήκες της ολίσθησης ως και η θέση των ατόμων της ελάτης στα επιμέρους τοπία.

Σχεδόν αναποτελεσματική όμως κρίνεται η συμπεριφορά της στα πρηνή μικρορρευσμάτων λόγω του άτονου ριζικού της συστήματος και της αδυναμίας της να επιβιώσει σε επιχώσεις και εκχώσεις.

Συμπερασματικά μπορεί να λεχθεί ότι, για τις εδαφογεωλογικές και κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου, οι συστάδες της ελάτης εκπληρούν ικανοποιητικά τους υδρονομικούς σκοπούς, εφόσον ανθρωπογενείς παράγοντες δεν παρεμβαίνουν αλλοιώνοντας το φυσικό ανάγλυφο και την ευπαθή ισορροπία της βλάστησης, του εδάφους και του γεωυποθέματος.

Η αντίδραση των ατόμων της ελάτης (απόκλιση από την κατακόρυφη θέση και σχηματισμός θλιψιγενούς ξύλου) με τη βοήθεια της δενδροχρονο-λόγησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαγνωστικό στοιχείο της διαχρονικής κινητικότητας των γεωμαζών σε μια επιφάνεια.

### Contribution to the Accreditation of the Biological and Biotechnical Behavior of Fir in Landslides

Konstantinos Goulas<sup>1</sup>

#### Abstract

The biological reaction of fir individuals against landslides is in connection with its biological properties as well as with the soil-geological conditions prevailing in the slideborn surfaces at the Pertouli University forest. This depends on the disturbance grade, mainly on its rooting system, and it occurs with phenomena of health degradation until complete drying.

The biotechnical behavior and its effectiveness against landslides depends on the biological properties and its development stage as well as on the intensity of the primary factors of landsliding. This takes place by smoothing out the conditions of cause and the effort of restraining and stabilizing the soil.

Based on the above and by the assistance of dendrochronology it is possible to find out, quite precisely, the mobility of landmasses on a surface.

**Keywords:** Fir, landslides, biological - biotechnical behavior, dendro-chronology, compression wood.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γούλας Κ, 1984. Ανάλυση δομής και δυναμική κατάσταση των φάσεων εξέλιξης σε φυσικό απόθεμα δάσους ελάτης. Επιστ. Επετ. της Σχολής Γεωτεχνικών Επιστημών, Παράρτ. Αριθ. 8, Τόμ. ΚΣΤ.
- Kirwald E, 1958. Heilung von Bodenwunden. Stuttgart.
- Kotoulas D, 1966. Untersuchung uber Erosions - und Rutschungsprobleme im Lehrwald der ETH. Zurich/Thessaloniki
- Κωτούλας Δ, 2001. Υδρονομική. Τόμος Ι. Τα ρέοντα ύδατα. Θεσ/νίκη.
- Laatsch W, 1971. Bodenschutz im Bergwald des bayerischen Alpengebietes. Munchen.
- Leibundgut H, 1975. Wirkungen des Waldes auf die Umwelt des Menschen. Engen Reentsch Verlag. Erleubach - Zurich und Stuttgart.
- Μαριολόπουλος Η, 1938. Το κλίμα της Ελλάδος. Αθήνα.
- Ντάφης, Σ. 1986. Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη. Σελ. 238-240. Θεσ/νίκη.
- Παπαμύχης Ν., Δ. Αλιφραγκής, Δ. Σειλόπουλος 1979. Επίδραση φυσιολογικών και εδαφικών παραγόντων πάνω στην αύξηση της υβριδογενούς ελάτης. Θεσ/νίκη.
- Stanktjohanser L, 1964. Wegbauprobleme im Fylschgebiet. Forstwissen-shaftliche Forschungen. Helt. 19. 1964.
- Στεφανίδης Π. και Κ. Γούλας, 1999. Τα κατολισθητικά φαινόμενα στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου. (καταγραφή, ταξινόμηση, αρχές και συστήματα διευθέτησης). Επιστ. Επετ. του Τμήματος Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος. Τόμος ΛΘ/1.
- Τσουμής Γ, 1983. Δομή - Ιδιότητες και Αξιοποίηση του Ξύλου. Θεσσαλονίκη.

<sup>1</sup> Lab. of Mountainous Water Management and Control, School of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki.

# Αξιολόγηση της διαδικασίας μείωσης των ραδιομετρικών σφαλμάτων λόγω αναγλύφου σε πολυφασματικές δορυφορικές εικόνες

Μαλλίνης Γιώργος<sup>1</sup>, Βάκκας Μιχάλης<sup>1</sup> και Μιχάλης Καρτέρης<sup>1</sup>

## Περίληψη

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι να αξιολογήσει την διαδικασία της μείωσης των σφαλμάτων που προκαλούνται από την επίδραση του ανάγλυφου, στις ραδιομετρικές τιμές των εικονοστοιχείων μιας δορυφορικής εικόνας. Τα σφάλματα αυτά έχουν σημαντική επίδραση στην αξιοπιστία των περαιτέρω επεξεργασιών και εφαρμογών των δορυφορικών εικόνων, σε περιοχές όπου το ανάγλυφο είναι λιγότερο ή περισσότερο έντονο. Για το σκοπό χρησιμοποιήθηκε μια εικόνα του Θεματικού Χαρτογράφου (TM) του LANDSAT-5, ενός τμήματος της Χερσονήσου της Κασσάνδρας, το οποίο παρουσιάζει έντονες εναλλαγές στην τοπογραφία ενώ εφαρμόστηκαν η μέθοδος του συνημίτονου και η C-διόρθωση για τη μείωση των σφαλμάτων.

Από την οπτική και στατιστική αξιολόγηση των εικόνων που προέκυψαν από την εφαρμογή των μεθόδων, διαπιστώθηκε ότι η C-διόρθωση είναι προτιμότερη έναντι της μεθόδου του συνημίτονου. Επίσης εφαρμόστηκε η διαδικασία της επιβλεπόμενης ταξινόμησης για τον έλεγχο των επιδράσεων της τοπογραφικής ομαλοποίησης στη χαρτογράφηση της περιοχής μελέτης, όπου και παρατηρήθηκε ότι η εφαρμογή της C-διόρθωσης βελτίωσε την συνολική ακρίβεια ταξινόμησης σε σχέση με τη μη διορθωμένη εικόνα (77.56% έναντι 72.20% αντίστοιχα), ενώ αντίθετα η εφαρμογή της μεθόδου του συνημίτονου μείωσε τη συνολική ακρίβεια (71.21%).

**Λέξεις κλειδιά:** διόρθωση επίδρασης αναγλύφου, LANDSAT TM, έντονο ανάγλυφο.

## 1.Εισαγωγή

Η εξέλιξη της δορυφορικής τεχνολογίας έδωσε νέα διάσταση στις δυνατότητες των δασολόγων να απογράφουν, παρακολουθούν και διαχειρίζονται τα δασικά οικοσυστήματα. Πολλά ερωτηματικά περιμένουν ωστόσο απαντήσεις από ερευνητικές προσπάθειες καθ' όσον η χρήση των δορυφορικών εικόνων στην δασοπονία επηρεάζεται από παράγοντες όπως ο χρόνος λήψης των δεδομένων, η διακριτική και φασματική τους ικανότητα, το είδος της καταγραφόμενης βλάστησης, η τοπογραφία και οι γενικότερες συνθήκες της κάθε εικόνας κ.α. Η χρησιμοποίηση της δορυφορικής τεχνολογίας σε περιοχές με δάση και δασικές εκτάσεις, προϋποθέτει ένα πλήθος διαδικασιών και προεπεξεργασιών πριν την τελική χρησιμοποίηση των δορυφορικών δεδομένων στην πράξη λόγω των προαναφερθέντων ιδιαιτεροτήτων.

Η επίδραση του ανάγλυφου δημιουργεί πολλά προβλήματα στην αυτοματοποιημένη ανάλυση ψηφιακών δεδομένων τηλεπισκόπησης, ιδιαίτερα κατά την αυτόματη ταξινόμηση της κάλυψης του εδάφους και τον τεμαχισμό (segmentation) της εικόνας (Cinco 1989, Fahsi 1993). Εφαρμογή των τυπικών ρουτινών επεξεργασίας ψηφιακών δορυφορικών δεδομένων χωρίς να ληφθεί υπόψη αυτό το πρόβλημα, οδηγεί σε σφάλματα αναπλήρωσης, στα οποία διαφορετικοί τύποι εδαφοκάλυψης με παρόμοια τοπογραφική θέση ομαδοποιούνται μαζί. Αντίθετα σφάλματα παράληψης συμβαίνουν όταν εικονοστοιχεία από τον ίδιο τύπο εδαφοκάλυψης ταξινομούνται διαφορετικά (Naugle and Lashlee 1992).

Βάσει λοιπόν των προβλημάτων της επιβλεπόμενης ταξινόμησης (supervised classification), σε εποχές για παράδειγμα με χαμηλές γωνίες ήλιου, εικονοστοιχεία (pixels) που αντιστοιχούν σε βόρειες κλιτύες καλυπόμενες από φυλλοβόλα δένδρα, έχουν τιμές αντανάκλασης μικρότερες από την μέση τιμή αντανάκλασης για αυτή την κατηγορία εδαφοκάλυψης και έτσι συχνά ταξινομούνται λανθασμένα ως υγρότοποι ή ακόμα και περιοχές με νερό. Παρόλλαγα ψηφίδες με νότια έκθεση καλυπτόμενες επίσης με φυλλοβόλα έχουν τιμές

<sup>1</sup> Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Θυρίδα 248, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, 514 24, Θεσσαλονίκη.

αντανάκλασης μεγαλύτερες από τη μέση γι αυτή τη κλάση τιμή, και συχνά ταξινομούνται λάθος ως μια μη-δασώδης περιοχή όπως βοσκότοποι και θαμνώνες ή ακόμα και γυμνό έδαφος. Επιπλέον η υπερβολική μεταβλητότητα, η οποία εισάγεται στις τιμές των εικονοστοιχείων μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερη από την απόκλιση των διαφόρων τάξεων (Cinco 1989).

Παράλληλα σύμφωνα και με τους Sader et al., (1989) στις περιπτώσεις ορεινών περιοχών, απαιτείται η κατάλληλη μείωση των επιδράσεων των τοπογραφικών συνθηκών στις ραδιομετρικές τιμές των εικονοστοιχείων πριν την εφαρμογή και χρησιμοποίηση πολυφασματικών μετασχηματισμών όπως οι δείκτες βλάστησης (vegetation indices), στοιχείο ιδιαίτερης σημασίας καθώς οι τελευταίοι συσχετίζονται, με παράγοντες του οικοσυστήματος όπως βιομάζα, δείκτης φυλλικής επιφάνειας και παραγωγικότητα (Wiegand et al. 1991, Baret και Guyot 1991). Επίσης σε ερευνητικές εργασίες που έχουν γίνει για την εφαρμογή της δορυφορικής τηλεπισκόπησης σε περιπτώσεις όπως απογραφή δασικών εκτάσεων (Leprieur 1988) και εκτίμηση των επιδράσεων σε δασικά οικοσυστήματα της ατμοσφαιρικής μόλυνσης (Ekstrand 1996), λήφθηκε υπόψη ο παράγοντας της επίδρασης του αναγλύφου στις τιμές των εικόνων, ενώ τέλος σύμφωνα με τον Κούτσια (2001) η μη απομάκρυνση της επίδρασης του ανάγλυφου μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στη χαρτογράφηση και διάκριση μεταξύ καμένων δασικών εκτάσεων και τοπογραφικά σκιαζόμενων περιοχών (Milne 1986, Chuvieco and Congalton 1988).

## 2. Μεθοδολογία

Για την αξιολόγηση της σπουδαιότητας της μείωσης της επίδρασης του ανάγλυφου στις ραδιομετρικές τιμές των δορυφορικών εικόνων επιλέχθηκε το κεντρικό τμήμα της χερσονήσου της Κασσάνδρας; μια περιοχή με αρκετά τραχύ ανάγλυφο και χωρική ετερογένεια όσον αφορά το είδος και το πρότυπο εμφάνισης των διαφόρων κατηγοριών χρήσης/κάλυψης γης.

Ο κύριος κορμός της Χερσονήσου απαρτίζεται από μια βασική κορυφογραμμή, η οποία στο ύψος του χωριού Ν. Σκιώνη διχάζεται σε 2 μικρότερες. Στα τμήμα αυτό, το οποίο αποτέλεσε και την περιοχή μελέτης, επικρατούν πολλές και απότομες χαρραδρώσεις και μεγάλες εγκάρσιες κλίσεις.

Στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκε μια δορυφορική εικόνα του θεματικού χαρτογράφου TM του LANDSAT 5 (Εικόνα 1), με χρόνο λήψης τον Σεπτέμβριο του 1999 η οποία κάλυπτε την περιοχή μελέτης. Η εικόνα ανήκει στο path 183 και row 32 της τροχιάς του δορυφόρου. Το αξιμώθιο και το ύψος του ήλιου ήταν κατά τη στιγμή της λήψης 142 και 46 βαθμοί, αντίστοιχα ενώ η νεφοκάλυψη ανερχόταν σε 10%. Από την εικόνα αυτή επιλέχθηκε ένα τμήμα της, το οποίο και αντιστοιχεί στην περιοχή μελέτης (Πίνακας I, Εικόνα 1). Επίσης χρησιμοποιήθηκε μια δορυφορική εικόνα IKONOS, με χρόνο λήψης τον Ιούνιο του 2000, η οποία περιλαμβάνει την περιοχή μελέτης.

Η εικόνα IKONOS χρησιμοποιήθηκε για τη γεωμετρική προσαρμογή της εικόνας LANDSAT καθώς και για φωτοερμηνευτικούς σκοπούς. Η ψηφιακή επεξεργασία και η φωτοερμηνεία των δορυφορικών εικόνων, επιτελέσθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό ανάλυσης και επεξεργασίας ERDAS Imagine 8.3.1. Στο πρόγραμμα αυτό έγινε επίσης και η ψηφιοποίηση των διανυσματικών πληροφοριών της μελέτης (χωροσταθμικές γραμμές με ισοδιάσταση 20 μέτρα κ.α.) από χάρτες της ΓΥΣ κλίμακας 1:5.000 για τη δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου εδάφους. Τέλος η στατιστική ανάλυση, η οποία αποτέλεσε και βασικό τμήμα αυτής της μελέτης πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο SPSS version 9.

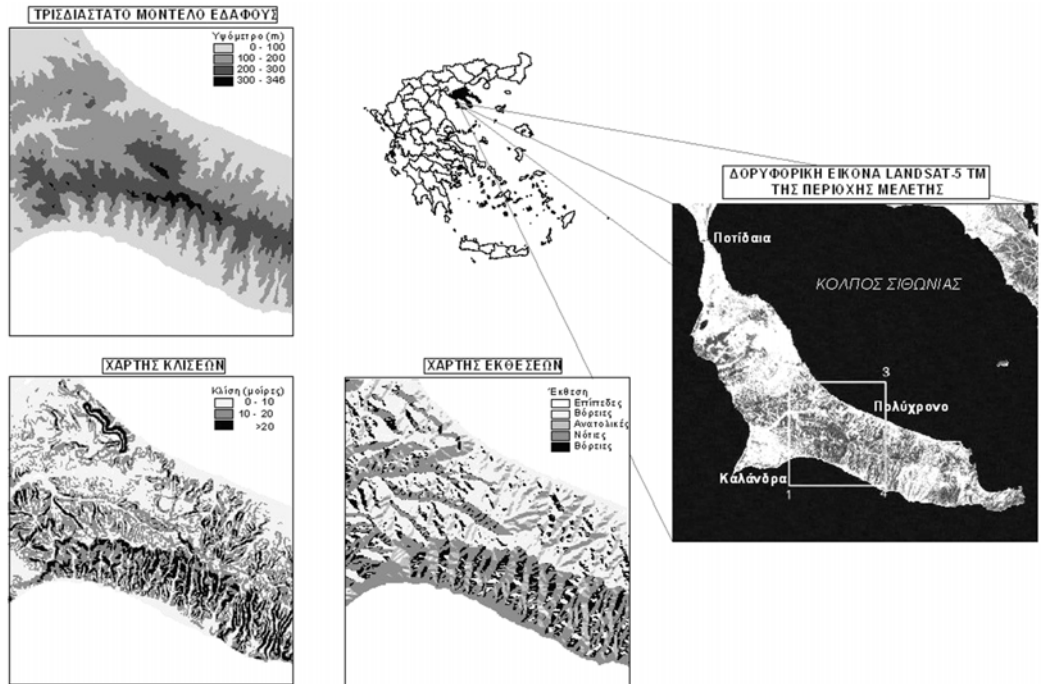
Κατά την προεπεξεργασία της δορυφορικής εικόνας η δορυφορική εικόνα διορθώθηκε ραδιομετρικά και γεωμετρικά.

**Πίνακας I.** Γεωγραφικές συντεταγμένες της περιοχής μελέτης (UTM)

**Table I.** Geographic coordinates of the study area (UTM)

	X(m)	Y(m)
<b>1</b>	708173	4424207
<b>2</b>	707863	4435518
<b>3</b>	718554	4435818
<b>4</b>	718879	4424507

Με τη ραδιομετρική διόρθωση επαναπροσδιορίζονται οι τιμές αντανάκλαστικότητας των εικονοστοιχείων αφαιρώντας το θόρυβο και τις διάφορες τυχόν παραμορφώσεις. Η τιμή που καταγράφεται σε ένα συγκεκριμένο εικονοστοι-



**Εικόνα 1.** Γεωμετρικά διορθωμένη δορυφορική εικόνα LANDSAT-5 TM, τρισδιάστατο μοντέλο εδάφους, καθώς και χάρτες κλίσεων και εκθέσεων της περιοχής μελέτης.

**Figure 1** Geometrically registered Landsat-5 TM image, digital elevation model as well as slope and aspect maps of the study area.

χείο μιας δορυφορικής εικόνας, δεν αντιστοιχεί στην τιμή της πραγματικής ακτινοβολίας που φεύγει από το έδαφος από το συγκεκριμένο στοιχείο, καθώς αυτό το μέγεθος είτε εξασθενεί είτε ενισχύεται εξαιτίας της ατμοσφαιρικής διάχυσης και απορρόφησης ή εξαιτίας του «θορύβου» του συστήματος (Mather 1999). Οι δορυφορικές εικόνες περιέχουν επίσης και διάφορα γεωμετρικά λάθη. Γεωμετρική προσαρμογή είναι η διαδικασία προβολής των δεδομένων σε ένα σύστημα συντεταγμένων το οποίο καθορίζεται βάση κάποιας άλλης εικόνας (Jensen 1986). Στη συγκεκριμένη μελέτη η προβολή που χρησιμοποιήθηκε είναι η Παγκόσμια Εγκάρσια Μεγατορική προβολή (Universal Traverse Mercator projection, UTM), ενώ ακολουθήθηκε η διαδικασία της ορθοαναγωγής για την εγγραφή της εικόνας LANDSAT ως προς την IKONOS.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η απομάκρυνση της επίδρασης του ανάγλυφου, από τις ραδιομετρικές τιμές της εικόνας. Ως επίδραση του ανάγλυφου (topographic effect) ορίζεται η απόκλιση στις ραδιομετρικές τιμές των εικονοστοιχείων, μεταξύ μιας οριζόντιας επιφάνειας και μιας κεκλιμένης, με την ίδια εδαφοκάλυψη. Αυτή η απόκλιση είναι κύρια συνάρτηση της γεωμετρικής διαμόρφωσης (κλίση και προσανατολισμός) του στόχου (π.χ. ενός εικονοστοιχείου) ως προς μια πηγή φωτός (π.χ. τον ήλιο) και τη θέση του καταγραφέα-δέκτη (Fahsi et al. 2000).

Θεμελιώδες μέγεθος κάθε μεθόδου διόρθωσης των τιμών του ανάγλυφου είναι η φωτεινότητα (illumination). Ορίζεται ως το (1) συνημίτονο της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας ( $\cos I$ ), και επομένως αντιπροσωπεύει το ποσό της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας η οποία προσπίπτει σε ένα εικονοστοιχείο (Gu and Gillespie 1998):

$$\cos i = \cos e \cos z + \sin e \sin z \cos (q-j) \quad (1) \text{ όπου}$$

$e$  = η κλίση του εδάφους (slope)

$z$  = η γωνία του ήλιου ως προς το ζενίθ (sun zenith angle)

$q$  = το αζιμούθιο του ήλιου (sun azimuth angle)

$j$  = η έκθεση κάθε εικονοστοιχείου (aspect)

Επιλέχθηκαν να δοκιμασθούν οι εξής δυο μέθοδοι: η διόρθωση του συνημίτονου (2) και μια ημιεμπειρική μέθοδος, η C-διόρθωση (3) (Meyer et al., 1993):

$$L_{normal} = L_{observed} / \cos I \quad (2)$$

$$L_{normal} = L_{observed} (\cos z + c) / (\cos I + c) \quad (3) \text{ όπου}$$

$L_{normal}$  = η ακτινοβολία που παρατηρείται από οριζόντια επιφάνεια

$L_{observed}$  = η ακτινοβολία που παρατηρείται από κεκλιμένη επιφάνεια

Η μέθοδος του συνημίτονου στηρίζεται στο μοντέλο αντανάκλασης του Lambertian. Το μοντέλο αντανάκλασης του Lambertian υποθέτει ότι μια επιφάνεια αντανάκλαση την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ομοιόμορφα (ισότροπη διάχυση) προς όλες τις κατευθύνσεις και ότι συνεπώς εμφανίζεται εξ ίσου λαμπρή από όλες τις εφικτές γωνίες παρατήρησης (Mather 1999). Η ημιεμπειρική μέθοδος στηρίζεται στην θεωρία του Minnaert (Minnaert 1941), σύμφωνα με την οποία η προσπίπτουσα ακτινοβολία δεν αντανάκλαται από μια επιφάνεια ομοιόμορφα, αλλά πρέπει να ληφθεί υπόψη η διαφοροποίηση του ανάγλυφου αλλά και ο τύπος της εδαφοκάλυψης. Βάση της δεύτερης μεθόδου, είναι δυνατόν σύμφωνα με τους Teillet et al. (1982), να περιγραφούν τα αρχικά δεδομένα με τη μορφή:

$$L_{observed} = m \cos(i) + b. \quad (4)$$

Γι αυτό το λόγο εισήγαγε ένα νέο παράγοντα  $c$ , ο οποίος αντιπροσωπεύει τις μεταβλητές  $b, m$  της γραμμής παλινδρόμησης.

Μετά την απομάκρυνση των σφαλμάτων λόγω του ανάγλυφου, ακολούθησε η αξιολόγηση της παραπάνω διαδικασίας. Οι εικόνες αξιολογήθηκαν οπτικά και στατιστικά ενώ πραγματοποιήθηκε και συγκριτική ταξινόμησή τους με τη χρησιμοποίηση του αλγόριθμου της μέγιστης πιθανοφάνειας (algorithm of maximum likelihood classification).

### 3. Αποτελέσματα-Συζήτηση

#### 3.1 Ραδιομετρική διόρθωση

Ο θόρυβος στη συγκεκριμένη δορυφορική λήψη προερχόταν κυρίως από την επίδραση της ατμόσφαιρας, δηλαδή στη διάχυση και απορρόφηση στις οποίες υπόκειται η ανακλώμενη ακτινοβολία.

Σε πρώτη φάση κρίθηκε ικανοποιητική μια γενική διόρθωση των ατμοσφαιρικών επιδράσεων. Παρατηρήθηκε λοιπόν πως σε περιοχές όπως η θάλασσα, όπου γενικά η αντανάκλαση είναι περιορισμένη, υπήρχαν περιοχές στις οποίες τα

**Πίνακας II.** Στατιστικά στοιχεία των διαύλων της δορυφορικής εικόνας πλην του θερμικού (TM6), πριν και μετά τη ραδιομετρική διόρθωση.

**Table II.** Statistical measures of the LANDSAT TM spectral bands apart from the thermal one (TM6), before and after the radiometric correction

ΔΙΑΥΛΟΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ
1	57	68,9	12,9
2	17	25,9	9,9
3	13	24,4	12,3
4	7	36,8	30,7
5	1	39,8	39,8
7	1	17,3	17,3

πολύ μεγάλες τιμές λαμβρότητας. Η διόρθωση στηρίχθηκε στις ελάχιστες ραδιομετρικές τιμές σε κάθε δίαυλο. Από τις τιμές των εικονοστοιχείων σε κάθε δίαυλο αφαιρέθηκε τιμή τέτοια ώστε η κατώτερη μετρούμενη τιμή λαμβρότητας να είναι 1 (Πίνακας II). Αν π.χ. σε ένα δίαυλο η κατώτερη τιμή ήταν 39, τότε από

**Πίνακας III.** Αποτελέσματα από την εκτίμηση των συντελεστών των πολυωνύμων  
**Table III.** Ground Control Points and the respective RMS error.

Είδος πολυώνυμου	Αριθμός σημείων ελέγχου	X RMS σφάλμα(m)	Y RMS σφάλμα(m)	Συνολικό σφάλμα(m)
Ορθο-αναγωγή	54	15,5	14,33	21,11

όλα τα εικονοστοιχεία του διαύλου αφαιρέθηκε η τιμή 38 (Richards 1986).

Τα δεδομένα από τα οποία έχει αφαιρεθεί ο θόρυβος παρουσιάζουν πιο ρεαλιστική απεικόνιση της πραγματικότητας (Mather 1999).

### 3.2 Γεωμετρική προσαρμογή

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η εγγραφή της δορυφορικής εικόνας LANDSAT, ως προς την εικόνα IKONOS, χρησιμοποιώντας το ίδιο προβολικό (UTM) σύστημα. Για το σκοπό αυτό αναγνωρίστηκαν πάνω στις δύο εικόνες 54 κοινά σημεία ελέγχου στο έδαφος (Ground Control Points, GCPs).

Για την γεωμετρική προσαρμογή επιλέχθηκε η μέθοδος της ορθοαναγωγής, η οποία χρησιμοποιεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο εδάφους (DEM) για τη διόρθωση της μετατόπισης του εδάφους. Η διαδικασία της ορθοαναγωγής σχεδόν πάντα μοντελοποιεί το έδαφος καθώς και τη συμπεριφορά του καταγραφέα (θέση και γωνίες στροφής), γεγονός που την καθιστά πολύ πιο ακριβή για εικόνες εκτός ναδίου, εικόνες μεγαλύτερης κλίμακας, καθώς και ορεινές περιοχές.

Εφαρμόζοντας το κριτήριο των ελαχίστων τετραγώνων στις συντεταγμένες x-y των σημείων ελέγχου που προσδιορίστηκαν στις δύο εικόνες, εκτιμήθηκαν οι συντελεστές των πολυωνύμων και επομένως η τελική μήτρα μετασχηματισμού (transformation matrix).

Στον Πίνακα III φαίνονται οι ρίζες των μέσων τετραγωνικών σφαλμάτων που προέκυψαν στη διεύθυνση X,Y (RMS errors) για τα συγκεκριμένα σημεία. Τα λάθη αυτά αντιπροσωπεύουν την απόσταση μεταξύ του εισαγόμενου σημείου ελέγχου και τη μετασχηματισμένη θέση του ίδιου σημείου ελέγχου (ERDAS Field Guide 1997).

Μετά τη δημιουργία της μήτρας μετασχηματισμού εφαρμόστηκε το τελευταίο στάδιο της διόρθωσης, δηλαδή η δημιουργία ενός νέου καρτεσιανού συστήματος συντεταγμένων και η επαναδειγματοληψία των ραδιομετρικών τιμών των εικονοστοιχείων της αρχικής σειράς δεδομένων. Για την επαναδειγματοληψία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της διγραμμικής παρεμβολής (bilinear interpolation). Τέλος από το σύνολο της εικόνας LANDSAT επιλέχθηκε το τμήμα εκείνο το οποίο αντιστοιχεί στην περιοχή μελέτης (Εικόνα 1).

### 3.3 Τοπογραφική ομαλοποίηση

Τα βασικά βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την τοπογραφική ομαλοποίηση είναι:

- Υπολογισμός των τοπογραφικών μεταβλητών.
- Επιλογή των δειγματοληπτικών περιοχών, με παρόμοιο τύπο εδαφοκάλυψης.
- Παλινδρόμηση-συσχέτιση μεταξύ των τιμών λαμπρότητας των περιοχών αυτών και των τοπογραφικών μεταβλητών.
- Ομαλοποίηση των ραδιομετρικών τιμών της εικόνας.
- Εκτίμηση του τελικού αποτελέσματος.

Στην Εικόνα 2 φαίνεται το συνημίτονο της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας όπως προέκυψε από τον τύπο (1), στο οποίο οι ανοιχτόχρωμες περιοχές είναι αυτές που δέχονται μεγαλύτερο ποσοστό άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας.





**Εικόνα 2.** Τιμές φωτεινότητας (illumination) στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.

**Figure 2** Illumination values (cosI) of the study area.

στές συσχέτισης των ψηφιακών τιμών με τις τιμές του υψομέτρου στα δειγματοληπτικά σημεία, αλλά η γενικότερη συσχέτιση ήταν χαμηλότερη, οπότε δεν αξιοποιήθηκε περαιτέρω. Όπως φαίνεται από τον Πίνακα IV, οι δίαυλοι 4 και 5 είναι αυτοί που επηρεάζονται σε σημαντικότερο βαθμό από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, με τους υπόλοιπους δίαυλους να επηρεάζονται λιγότερο, ενώ παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζουν οι Lee και Nakane (1996). Ακολούθως προσδιορίστηκαν οι συντελεστές  $c$  (Πίνακας IV), για κάθε δίαυλο, βάση της σταθεράς και του συντελεστή παλινδρόμησης. Μετά την εξαγωγή των συντελεστών αυτών, δημιουργήθηκε το ανάλογο μοντέλο για κάθε δίαυλο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την ομαλοποίηση της εικόνας με την

**Πίνακας IV.** Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των τιμών λαμπρότητας και της φωτεινότητας (illumination) πριν και μετά την τοπογραφική διόρθωση καθώς και οι υπολογισθείσες τιμές του παράγοντα  $c$ .

**Table IV** Correlation values of the DN values with the cosine of the illumination, before and after the topographic normalization procedure as well as values of the  $c$  factor corresponding to each spectral band.

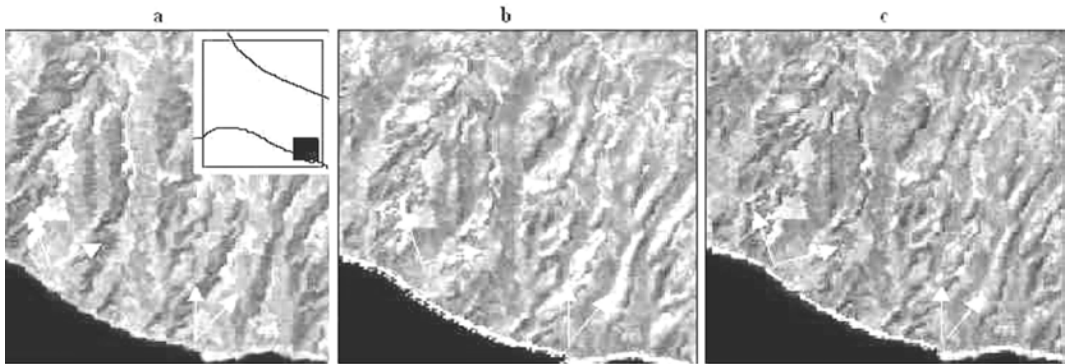
Φασματικός δίαυλος	Παράγοντας C	Συντελεστής συσχέτισης		
		Αρχική εικόνα	Ημιεμπειρική μέθοδος	Μέθοδος συνημίτονου
TM1	0.49	0.422	-0.006	-0,328
TM2	0.57	0.574	0.016	-0,509
TM3	0.81	0.419	-0.009	-0,507
TM4	0.30	0.754	0.026	-0,477
TM5	0.66	0.639	-0.033	-0,644
TM6	14.8	0.573	0.004	-0,980
TM7	1.04	0.400	0.007	-0,579

Βάση των παραπάνω τιμών και σύμφωνα με τον τύπο (2) προέκυψαν οι τοπογραφικά διορθωμένες ραδιομετρικές τιμές της εικόνας LANDSAT TM με την μέθοδο του συνημίτονου.

Η επιλογή των δειγματοληπτικών σημείων στη συνέχεια, για την εφαρμογή της ημιεμπειρικής μεθόδου έγινε σε περιοχές που καλύπτονται από *Pinus halepensis*, καθώς αυτή η κατηγορία είναι η κυρίαρχη στην περιοχή μελέτης. Επίσης, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή, ώστε τα σημεία να βρίσκονται σε περιοχή με τοπογραφική μεταβλητότητα. Τελικά επιλέχθηκαν 198 σημεία, για τα οποία μετρήθηκαν οι τιμές αντανάκλαστικότητας τους για κάθε δίαυλο του θεματικού χαρτογράφου, και οι τιμές φωτεινότητας ( $\cos(i)$ , illumination) τους σύμφωνα με τον τύπο (1). Τα σημεία αυτά επιλέχθηκαν με φωτοερμηνεία της δορυφορικής εικόνας IKONOS.

Ακολούθως πραγματοποιήθηκε η παλινδρόμηση των παραπάνω τιμών, και τα αποτελέσματα της συσχέτισης τους παρουσιάζονται στον Πίνακα IV.

Επίσης προσδιορίστηκαν και οι συντελεστές συσχέτισης των ψηφιακών τιμών με τις τιμές του υψομέτρου στα δειγματοληπτικά σημεία, αλλά η γενικότερη συσχέτιση ήταν χαμηλότερη, οπότε δεν αξιοποιήθηκε περαιτέρω. Όπως φαίνεται από τον Πίνακα IV, οι δίαυλοι 4 και 5 είναι αυτοί που επηρεάζονται σε σημαντικότερο βαθμό από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, με τους υπόλοιπους δίαυλους να επηρεάζονται λιγότερο, ενώ παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζουν οι Lee και Nakane (1996). Ακολούθως προσδιορίστηκαν οι συντελεστές  $c$  (Πίνακας IV), για κάθε δίαυλο, βάση της σταθεράς και του συντελεστή παλινδρόμησης. Μετά την εξαγωγή των συντελεστών αυτών, δημιουργήθηκε το ανάλογο μοντέλο για κάθε δίαυλο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την ομαλοποίηση της εικόνας με την



**Εικόνα 3.** Τμήμα της αρχικής εικόνας(α), της ομαλοποιημένης με τη μέθοδο του συνημίτονου (b), και με την μέθοδο του C-παράγοντα(c). Μπορούν να διακριθούν στα σημεία όπου υποδεικνύουν τα βέλη, οι διαφοροποιήσεις και οι ραδιομετρικές παραμορφώσεις που προκαλεί η μέθοδος του συνημίτονου (b), στην αρχική εικόνα. Αντίθετα στην εικόνα (c) αυτά τα σφάλματα απουσιάζουν εντελώς.

**Figure 3.** Subset of the original Landsat TM image (a), the one normalized with the cosine correction method (b), and with the C-method (c). It can easily be observed at the spots the arrows are pointing to, the artifacts and the overcorrection faults, caused by the cosine method (b). In the other hand in picture c these artifacts are slightly or not all present.

μέθοδο της C-διόρθωσης.

### 3.4 Αξιολόγηση της τοπογραφικής ομαλοποίησης

#### 1. Οπτική αξιολόγηση

Σε πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε οπτική εκτίμηση της τοπογραφικής ομαλοποίησης. Διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή της διόρθωσης του συνημίτονου, προκάλεσε έντονη φασματική διαφοροποίηση των δεδομένων σε ράχες και ανεπαρκή διόρθωση σε περιοχές έντονα σκιαζόμενες (Εικόνα 3). Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι η μέθοδος αυτή θεωρεί ότι η μόνη ακτινοβολία που υπάρχει είναι η άμεση ακτινοβολία που αντανακλάται από τα εικονοστοιχεία. Αυτό προκύπτει και από το μαθηματικό τύπο, όπου όσο μικραίνει ο παράγοντας της φωτεινότητας ( $\cos(i)$ ), δηλαδή η άμεση ακτινοβολία που φτάνει στη περιοχή, τόσο αυξάνει το μέγεθος της υπερδιόρθωσης. Παρόμοια προβλήματα και διαφοροποιήσεις εμφανίζονται και στην εικόνα που ομαλοποιείται με την εμπειρική μέθοδο C, αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό.

#### 2. Στατιστική αξιολόγηση

Στη συνέχεια οι δύο εικόνες που προέκυψαν από την εφαρμογή των μεθόδων, αξιολογήθηκαν στατιστικά. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα IV οι συντελεστές συσχέτισης των ομαλοποιημένων ραδιομετρικών τιμών των δειγματοληπτικών σημείων με τη φωτεινότητα, στην εικόνα που προέκυψε από την εφαρμογή της C-διόρθωσης, πέρα από το γεγονός ότι είναι πολύ μικρότεροι από τους αντίστοιχους για τη μη διορθωμένη εικόνα, τείνουν να πλησιάζουν το μηδέν, καταδεικνύοντας την ύπαρξη μικρής συσχέτισης στην ομαλοποιημένη εικόνα μεταξύ των ραδιομετρικών τιμών και της φωτεινότητας. Αντίθετα, όπως διαπιστώνεται από τον Πίνακα IV, η εφαρμογή της μεθόδου του συνημίτονου, δεν μείωσε ικανοποιητικά τα σφάλματα εξαιτίας του ανάγλυφου στις τιμές των εικονοστοιχείων καθώς η συσχέτιση παρέμεινε υψηλή, ενώ παρατηρήθηκε αλλαγή του πρόσημου της σχέσης (υπερδιόρθωση ή «αρνητική» διόρθωση).

Επίσης για την εξακριβωση της αποτελεσματικότητας της τοπογραφικής ομαλοποίησης, επιλέχθηκαν τέσσερις περιοχές, οι οποίες αντιστοιχούν σε αγροτικές εκτάσεις χωρίς βλάστηση, με τη βοήθεια της δορυφορικής εικόνας IKONOS, και στις οποίες υπολογίστηκε ο λόγος της διακύμανσης των ραδιομετρικών τους τιμών, για όλους τους διαύλους του θεματικού χαρτογράφου, πριν και μετά τη διόρθωση. Σε περίπτωση που αυτός ο λόγος είναι μικρότερος της μονάδας, τότε η διόρθωση κρίνεται πετυχημένη καθώς υποδηλώνει μείωση της μεταβλητότητας που οφείλεται στη φωτεινότητα και στην επίδραση του ανάγλυφου. Όπως παρατηρείται και από τον

**Πίνακας V.** Επίδραση της τοπογραφικής ομαλοποίησης στις ραδιομετρικές τιμές της εικόνας, με την εμπειρική (γκρι κελιά) και την μέθοδο του συνημίτονου (λευκά κελιά).

**Table V.** Effects of the topographic normalization procedure in the radiometric values of the satellite image with the empirical method (grey cells) and the cosine method (white cells).

Επιφάνεια A/A	Λόγος της διακύμανσης των τιμών λαμπρότητας μετά και πριν την τοπογραφική ομαλοποίηση													
	TM1		TM2		TM3		TM4		TM5		TM6		TM7	
1	0,16	1,64	0,21	1,77	0,28	1,68	0,06	1,48	0,34	1,96	0,95	6,11	0,50	1,80
2	0,10	3,30	0,16	3,50	0,16	3,21	0,12	5,81	0,36	3,59	0,93	8,14	0,37	3,36
3	0,18	2,45	0,23	2,49	0,32	2,56	0,12	2,52	0,17	2,65	1,00	9,17	0,32	2,79
4	0,19	1,87	0,23	1,85	0,33	1,84	0,08	1,63	0,32	1,65	0,86	36,4	0,44	1,71

Πίνακα V, ο λόγος αυτός για την εικόνα που προέκυψε με την εφαρμογή της C-διόρθωσης, κυμαίνεται κάτω του 0.5 για όλους τους διαύλους, πλην του θερμοκού, στο οποίο και πάλι όμως δεν υπερβαίνει τη μονάδα. Από τον ίδιο πίνακα διαπιστώνεται ότι η εφαρμογή της μεθόδου του συνημίτονου αύξησε την μεταβλητότητα στις ραδιομετρικές τιμές των δειγματοληπτικών περιοχών, με συνέπεια ο λόγος της διακύμανσης των ραδιομετρικών τιμών μετά και πριν τη διόρθωση να ξεπεράσει τη μονάδα.

### 3. Ταξινόμηση των δορυφορικών εικόνων

Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την απομάκρυνση των ραδιομετρικών σφαλμάτων λόγω αναγλύφου, επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της επιβλεπόμενης ταξινόμησης και του αλγόριθμου της μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood), (Εικόνα 4).

Για την επιβλεπόμενη ταξινόμηση, επιλέγηκαν τέσσερις φασματικές κατηγορίες, βάση των αναγκών της συγκεκριμένης ερευνητικής εργασίας. Οι κατηγορίες αυτές, καθώς και ο αριθμός των πολυγώνων και των ψηφίδων παρουσιάζονται στον Πίνακα VI. Για την επιλογή, ελέγχθηκε φωτοερμηνευτικά η δορυφορική εικόνα IKONOS, ενώ και η ψηφιοποίηση των πολυγώνων έγινε έχοντας ως υπόβαθρο την ίδια εικόνα.

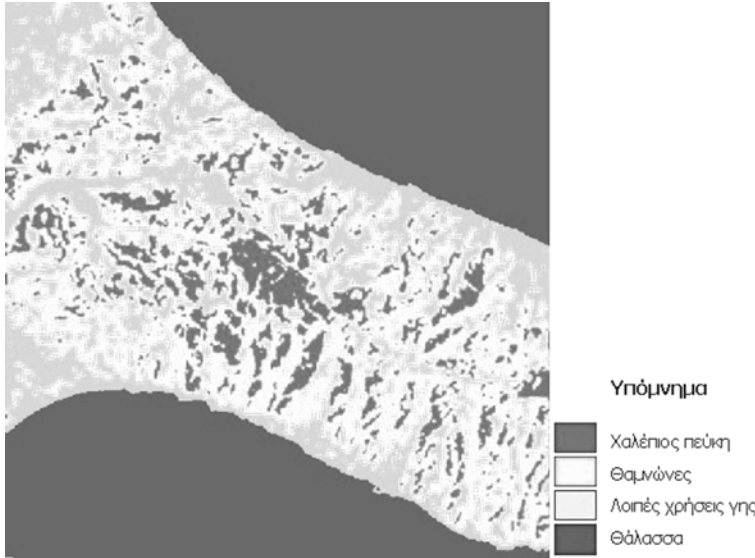
Η αξιοπιστία των στατιστικών εκτιμήσεων που γίνονται βάση των φασματικών υπογραφών και χρησιμοποιούνται στην ταξινόμηση, επηρεάζεται από δύο παράγοντες: το μέγεθος και την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος. Το μέγεθος του δείγματος, εξαρτάται από τον αριθμό των μεταβλητών (φασματικοί διάυλοι) και τον αριθμό των στατιστικών ιδιοτήτων (Mather 1999). Ως ελάχιστο πρακτικό μέγεθος δείγματος, προτείνεται από τους Swain και Davis (1978), ένας αριθμός ψηφίδων 10N, όπου N οι άξονες του φασματικού χώρου, όπου θα λάβει χώρα η ταξινόμηση. Επίσης ένα επιπλέον στοιχείο που πρέπει να προσεχθεί όσον αφορά το μέγεθος και την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος είναι η χωρική αυτοσυσχέτιση του δείγματος (Mather, 1999) όπου είναι προτιμότερο να γίνεται επιλογή τυχαίων μεμονωμένων ψηφίδων αντί συνεχόμενων ενοτήτων (Gong et al. 1992, Wilson 1992), ή να αυξάνει ο αριθμός των επιφανειών, μειώνοντας έτσι τη χωρική αυτοσυσχέτιση και αυξάνοντας την ακρίβεια της ταξινόμησης (Dobbertin and Biging 1996). Όπως διαπιστώνεται από τον Πίνακα VI, η επιλογή των περιοχών εκπαίδευσης πληρεί τα παραπάνω κριτήρια.

**Πίνακας VI.** Περιοχές εκπαίδευσης των ταξινομητών.

**Table VI.** Training areas for the classifier algorithms.

Κατηγορία	Αριθμός πολυγώνων	Αριθμός Ψηφίδων
Δάσος [1]	16	633
Θαμινώνες[2]	16	471
Λοιπά [3]	10	768
Θάλασσα [4]	2	1160

Πριν εφαρμοστεί η διαδικασία της ταξινόμησης, πραγματοποιήθηκε η στατιστική αξιολόγηση των



**Εικόνα 4.** Η ταξινομημένη δορυφορική εικόνα LANDSAT της περιοχής μελέτης.  
**Figure 4.** The classified LANDSAT TM image of the study area.

φασματικών υπογραφών στις τρεις εικόνες, με τη χρήση δεικτών μέτρησης της μαθηματικής διακριτότητας των τάξεων, η οποία μπορεί να διαχειριστεί πολυδιάστατες σειρές δεδομένων και να λάβει υπόψη της πολλούς συνδυασμούς καναλιών, ανάλογα με την επιλογή του χρήστη (Richards 1986).

Χρησιμοποιήθηκαν οι δείκτες της Μετασχηματισμένης Απόκλισης (Transformed Divergence, T.D.) και Jeffries-Matusitsa (J-M), τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στους Πίνακες VII, VIII και IX. Και οι δυο δείκτες έχουν κατώτερο όριο το 0 και ανώτερο ο μεν T.D. το 2000 και ο J-M το 1414; Εάν η τιμή

που λαμβάνει ο δείκτης για ένα ζεύγος κατηγοριών ταξινόμησης είναι ίσος με το ανώτερο όριο τότε μπορεί να λεχθεί ότι οι φασματικές υπογραφές των δύο κατηγοριών είναι εντελώς διακριτές στους υπό μελέτη διαύλους.

**Πίνακας VII.** Τιμές των δεικτών διακριτότητας Transformed Divergence και J-M, στην αρχική εικόνα. (διάλυσι 1 2 3 4 5 6 7)

**Table VII.** Jeffries-Matusitsa and Trasformed Divergence statistical separability indices for the original image (TM 1 2 3 4 5 6 7)

	Transformed Divergence					Jeffries-Matusitsa			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1		1910	2000	2000	1		1209	1414	1414
2	1910		1929	2000	2	1209		1329	1414
3	2000	1929		2000	3	1414	1329		1414
4	2000	2000	2000		4	1414	1414	1414	

**Πίνακας VIII.** Τιμές των δεικτών διακριτότητας Transformed Divergence και J-M, στην τοπογραφικά ομαλοποιημένη εικόνα με την ημιεμπειρική μέθοδο. (διάλυσι 1 2 3 4 5 6 7)

**Table VIII.** Jeffries-Matusitsa and Trasformed Divergence statistical separability indices for the c-normalized image

	Transformed Divergence					Jeffries-Matusitsa			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1		1890	2000	2000	1		1258	1414	1414
2	1890		1970	2000	2	1258		1353	1414
3	2000	1970		2000	3	1414	1353		1414
4	2000	2000	2000		4	1414	1414	1414	

**Πίνακας ΙΧ.** Τιμές των δεικτών διακριτότητας Transformed Divergence και J-M, στην τοπογραφικά ομαλοποιημένη εικόνα με τη μέθοδο του συνημίτονου. (διάλυσι 1 2 3 4 5 6 7)

**Table IX.** Jeffries-Matusita and Transformed Divergence statistical separability indices for image corrected with the cosine method.

Transformed Divergence					Jeffries-Matusita				
	1	2	3	4		1	2	3	4
1		1648	2000	2000	1		1093	1409	1414
2	1648		1967	2000	2	1093		1347	1414
3	2000	1967		2000	3	1409	1347		1414
4	2000	2000	2000		4	1414	1414	1414	

Παρατηρώντας τις τιμές των δύο δεικτών, προκύπτει ότι η εικόνα που προέκυψε από την εφαρμογή της C-διόρθωσης, υπερτερεί σαφέστατα έναντι των υπόλοιπων καθώς και για τους δύο δείκτες επιτυγχάνονται οι μέγιστες τιμές, ενώ αντίθετα οι μικρότερες τιμές εμφανίζονται στην εικόνα που προέκυψε από την εφαρμογή της μεθόδου του συνημίτονου.

Η εκτίμηση της ακρίβειας της ταξινόμησης, βασίστηκε σε 205, τυχαία επιλεγμένα σημεία, ενώ για τον προσδιορισμό της τάξης στην οποία ανήκουν, χρησιμοποιήθηκε η δορυφορική εικόνα IKONOS. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας (μήτρα σφαλμάτων) παρουσιάζονται στους Πίνακες X και XI με τη μορφή που προτείνει ο Congalton (1991).

Η ακρίβεια του κατασκευαστή (producer's accuracy), εκτιμάται διαιρώντας τον αριθμό των σωστά ταξινομημένων εικονοστοιχείων σε μια τάξη, με το συνολικό αριθμό, των ψηφίδων αναφοράς (στήλη Σ) ενώ αν τα σωστά ταξινομημένα εικονοστοιχεία σε μια τάξη, διααιρεθούν με τον συνολικό αριθμό των ψηφίδων που ταξινομήθηκαν σε αυτή τη τάξη (γραμμή Σ), προκύπτει η ακρίβεια του χρήστη (user's accuracy).

Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των ταξινόμησεων επίσης χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής Kappa (Cohen 1960), ο οποίος είναι ένα μέτρο της ολικής συμφωνίας της μήτρας. Σε αντίθεση με την συνολική ακρίβεια (ο λόγος του αθροίσματος των διαγώνιων τιμών προς τον συνολικό αριθμό των ψηφίδων στη μήτρα) ο συντελεστής Kappa, λαμβάνει υπόψη του και τα υπόλοιπα μη διαγώνια στοιχεία της μήτρας (Rosenfield and Fitzpatrick 1986).

Η μαθηματική έκφραση που δίνει μια απλή εξήγηση του συντελεστή Kappa είναι:

**Πίνακας X.** Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης για την αρχική εικόνα.

**Table X.** Error matrix of the original Landsat TM image, classified with the maximum likelihood method.

		Σημεία αναφοράς				Σ	Ακρίβεια χρήστη (%)
		Δάσος	Θαμνώνες	Λοιπά	Θάλασσα		
Ταξινομημένα σημεία	Δάσος	27	8	1	0	36	75.00
	Θαμνώνες	32	33	9	0	74	44.59
	Λοιπά	3	2	37	2	44	84.09
	Θάλασσα	0	0	0	51	51	100.00
Σ		62	43	47	53	205	
Ακρίβεια κατασκευαστή (%)		43.55	76.74	78.72	96.23		

**Πίνακας XI.** Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης για την τοπογραφικά ομαλοποιημένη εικόνα, με την εμπειρική (γκρι κελιά) και την μέθοδο του συνημίτονου (λευκά κελιά).

**Table XI.** Error matrix of the topographic corrected Landsat TM image with the empirical method (grey cells) and the cosine method (white cells), classified with the maximum likelihood method.

		Σημεία αναφοράς								Σ		Ακρίβεια χρήστη (%)	
		Δάσος		Θαμνώνες		Λοιπά		Θάλασσα					
Ταξινόμημα ένα σημεία	Δάσος	34	26	7	9	1	1	0	0	42	36	80.95	72.22
	Θαμνώνες	24	29	35	31	8	9	0	0	67	69	52.24	44.93
	Λοιπά	4	7	1	3	38	37	1	1	44	48	86.36	77.08
	Θάλασσα	0	0	0	0	0	0	52	52	52	52	100.00	100.00
<b>Σ</b>		62	62	43	43	47	47	53	53	205	205		
Ακρίβεια κατασκευαστή (%)		54.84	41.94	81.40	72.09	80.85	78.72	98.11	98.11				

$$K = \frac{p_o - p_e}{1 - p_e} \quad (5) \text{ όπου}$$

$p_o$  = ακρίβεια της παρατηρούμενης συμφωνίας

$p_e$  = εκτίμηση της τυχαίας συμφωνίας

Επιπρόσθετα ένας επιπλέον έλεγχος μπορεί να πραγματοποιηθεί για το αν οι ταξινομήσεις διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Ο έλεγχος σημαντικότητας μεταξύ δύο ανεξάρτητων συντελεστών περιγράφεται από τον Cohen (1960):

$$Z = \left| K_1 - K_2 \right| / \sqrt{\text{var}K_1 - \text{var}K_2} \quad (6)$$

Τα αποτελέσματα του ελέγχου παρουσιάζονται με τη μήτρα σημαντικότητας (Πίνακας XI), όπου τα διαγώνια στοιχεία του, δείχνουν αν η αντίστοιχη ταξινόμηση είναι σημαντική και τα μη διαγώνια συγκρίνουν δύο διαφορετικές ταξινομήσεις. Από τους πίνακες της κανονικής κατανομής η τιμή Z για το οποίο οι τιμές των συντελεστών Kappa που προκύπτουν από τις δύο ταξινομήσεις είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% είναι 1.96 (Vieira and Mather 2000).

Παρατηρώντας τον Πίνακα XII διαπιστώνεται ότι η εφαρμογή της C-διόρθωσης βελτίωσε κατά 0,06 τον συντελεστή Kappa σε σχέση με την αρχική εικόνα, δηλαδή αποφεύχθηκε ένα επιπλέον 6% των λαθών που θα δημιουργούσε μια εντελώς τυχαία ταξινόμηση. Οι τιμές της συνολικής ακρίβειας επιβεβαιώνουν την χρησιμότητα της C-διόρθωσης, καθώς αυξήθηκε και η συνολική ακρίβεια της ταξινόμησης (77.56%) έναντι της αρχικής (72.20%). Επίσης όπως φαίνεται και στους Πίνακες X και XI η τοπογραφικά ομαλοποιημένη εικόνα με τη μέθοδο της C-διόρθωσης, στις επιμέρους ακρίβειες (χρήστη και κατασκευαστή) έδωσε για όλες τις τάξεις πολύ καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με την αρχική εικόνα.

Αντίθετα η εικόνα που προέκυψε από την εφαρμογή της διόρθωσης του συνημίτονου, παρουσίασε χαμηλότερη συνολική ακρίβεια ταξινόμησης (71,21%), ενώ και οι επιμέρους ακρίβειες ήταν συγκριτικά χαμηλότερες των προηγούμενων δύο ταξινομήσεων. Παρομοίως και ο συντελεστής Kappa είχε μικρότερη τιμή (0,619) από τους αντίστοιχους της αρχικής και της εικόνας που εφαρμόστηκε η C-διόρθωση.

Τέλος τα αποτελέσματα του ελέγχου σημαντικότητας (Πίνακας XII), δείχνουν πως όλες οι ταξινομήσεις ήταν στατιστικά σημαντικές (διαγώνια στοιχεία). Συγκρίνοντας τις επιμέρους ταξινομήσεις, υψηλή τιμή (1.47), αν και όχι στατιστικά σημαντική, διαπιστώνεται για την εικόνα που εφαρμόστηκε η C-διόρθωση σε σχέση με την αρχική εικόνα.

**Table XII** Significance matrix for the two classification procedures.**Πίνακας XII.** Μήτρα σημαντικότητας των τριών ταξινομήσεων.

	Αρχική	C-διόρθωση	Συνημίτονου
Συντελεστής Kappa	0,633	0,702	0,619
Διακύμανση (Var)	0,0016	0,0015	0,0016
Αρχική εικόνα	15,71		
Ημι-εμπειρική	1,23	17,76	
Συνημίτονου	0,23	1,47	15,41
Συνολική ακρίβεια ταξινόμησης	72,20	77,56	71,21

#### 4. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία δυο διαφορετικές μέθοδοι απομάκρυνσης των ραδιομετρικών λόγω της επίδρασης του αναγλύφου πραγματοποιήθηκαν στη δορυφορική εικόνα LANDSAT. Η ημιεμπειρική μέθοδος της C-διόρθωσης ήταν επιτυχημένη και αναγκαία, εξαιτίας του έντονου ανάγλυφου της περιοχής μελέτης. Η διόρθωση αυτή μείωσε την επίδραση της σκιάς λόγω του αναγλύφου στις ραδιομετρικές τιμές των εικονοστοιχείων και όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα της ταξινόμησης συνέβαλλε, στη ρεαλιστικότερη και ακριβέστερη χαρτογράφηση της περιοχής μελέτης βάση των κατηγοριών που είχαν επιλεγεί. Η ημιεμπειρική μέθοδος της C-διόρθωσης είναι προτιμότερη από τη διόρθωση του συνημίτονου καθώς η τελευταία στηρίζεται στο μοντέλο αντανάκλασης του Lambertian το οποίο σπάνια ισχύει στην πραγματικότητα καθώς οι εναλλαγές του ανάγλυφου αλλά και της εδαφοκάλυψης του, παίζουν σημαντικό ρόλο. Πράγματι η διόρθωση του συνημίτονου μείωσε την ακρίβεια ταξινόμησης και αύξησε την διακύμανση των ψηφιακών τιμών μέσα σε μια κατηγορία εδαφοκάλυψης. Κρίνεται λοιπόν επιβεβλημένο πριν από την χρησιμοποίηση δορυφορικών εικόνων σε περιοχές με λιγότερο ή περισσότερο τραχύ ανάγλυφο, να προηγείται η διαδικασία της απομάκρυνσης των σφαλμάτων από την επίδραση του αναγλύφου ενώ δεν συνίσταται η χρησιμοποίηση της μεθόδου του συνημίτονου.

#### Evaluation of the procedure of reducing the errors caused by the relief in the radiometric values of multispectral satellite images

George Mallinis<sup>1</sup>, Michael Vakkas<sup>1</sup> and Michael Karteris<sup>1</sup>

The scope of this study is to evaluate the reduction errors caused by the influence of the relief, in the radiometric values of a satellite image topographic normalization or topographic correction to the radiometric values of a satellite image, due to. These errors have a significant impact in the validity of any further processes and applications of satellite images acquired over a more or less rugged terrain. For this purpose a LANDSAT-5 Thematic Mapper image was used, covering a portion of the Kassandra Peninsula, which exhibits an abrupt relief while two methods were applied; the cosine correction and the C-correction.

After a visual inspection and a statistical evaluation of the corrected images it was found that the C-correction method performs better than the cosine correction. Also a supervised classification approach was applied in order to assess the effects of the topographic normalization procedure in the mapping of the area where it is observed that the implementation of the C-correction, improved the overall classification accuracy comparing with the original image (77.56% against 72.20% respectively), while in the other hand the cosine correction reduced it (71.21%).

**Key words:** topographic effect correction, LANDSAT TM, abrupt relief.

<sup>1</sup> Aristotle University of Thessaloniki, Dept of Forestry and Natural Environment, Lab of Forest Management and Remote Sensing, Box 248, 541 24 Thessaloniki, Greece

**Βιβλιογραφία**

- Baret, F., and G. Guyot, 1991. Potentials and Limits of Vegetation Indices for LAI and APAR Assessment. *Remote Sensing of Environment*. 35: 161-173.
- Chuvieco, E., and R.G. Congalton, 1988. Mapping and Inventory of Forest Fires from Digital Processing of TM Data. *Geocarto International*. 4(1): 41-53.
- Civco, D.L., 1989. Topographic normalization of LANDSAT Thematic Mapper digital imagery. *Special Issue on Image Processing: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 55(9): 1303-1309.
- Cohen, J., 1960. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*. 20(1): 37-40.
- Congalton, C.G., 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*. 37: 35-46.
- Dobbertin, M., and G.S. Biging, 1996. A simulation study of the effect of scene autocorrelation, training sample size and sampling method on classification accuracy. *Canadian Journal of Remote Sensing*. 22(4): 360-367.
- Ekstrand, S., 1996. Landsat TM-based forest damage assessment: correction for topographic effects, *Photogrammetry Engineering and Remote Sensing*. 62(2): 151-161.
- Erdas Inc., 1997. *Erdas Field Guide*, Fourth Edition, printed in United States of America, Erdas Inc. Atlanta JA, 656 pp.
- Fahsi, A., 1993. Modelling topographic effects on digital remotely sensed data. *Ph.d. dissertation*, Department of Forest Resources, University of Idaho, Moscow, Idaho, 122 p
- Fahsi, A., Tsegaye, T., Tadesse, W., and T. Coleman, 2000. Incorporation of digital elevation models with Landsat-TM data to improve land cover classification accuracy, *Forest Ecology and Management*. 128: 57-64.
- Gong, P., Marceau, D.J., and P.J. Howarth, 1992. "A comparison of spatial feature extraction algorithms for land-use classification with SPOT HRV data", *Remote Sensing of Environment*. 40: 137-151.
- Gu, D., and A. Gillespie, 1998. Topographic normalization of LANDSAT TM images of forest based on subpixel sun-canopy-sensor geometry. *Remote Sensing of the Environment*. 64: 166-175.
- Jensen, J.R., 1986. *Introductory digital image processing - A Remote Sensing Perspective*. Prentice-Hall, 379 pp.
- Κούτσιας, Ν., 2001. Η Δορυφορική Τηλεπισκόπηση και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών στη Φασματική Αξιολόγηση και Χαρτογράφηση των Καμένων Εκτάσεων στα Μεσογειακά Οικοσυστήματα. Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης.
- Lee, N.J., and K. Nakane, 1996. Forest vegetation classification and biomass estimation based on LANDSAT TM in a mountainous region of west Japan.-In: Gholz, H.L., Nakane, K. and Shimoda, H. (eds) *The use of Remote Sensing in the Modeling of Forest Productivity*. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands, pp. 159-171.
- Leprieur, C.E., Durand, J.M., and J.L. Peyron, 1988. Influence of topography on forest reflectance using Landsat Thematic Mapper and Digital Terrain Data. *Photogrammetry Engineering and Remote Sensing*. 54(4): 491-496.
- Mather, P., 1999. *Computer Processing of Remotely Rensing Images-An introduction*. John Wiley and Sons, New York, 292 pp.
- Meyer, P., Itten, I.K., Kellenberger, T., Sandmeirer, S., and R. Sandmeirer, 1993. Radiometric corrections of topographically induced effects on LANDSAT TM data in an alpine environment. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 48(4): 17-28.
- Milne, A.K., 1986. The Use of Remote Sensing in Mapping and Monitoring Vegetational Change Associated with Bushfire Events in Eastern Australia. *Geocarto International*. 2(1): 25-32.
- Minnaert, N., 1941. The Reciprocity Principle in Lunar Photometry. *Astrophysical Journal*. 93:403-410.
- Naugle, B.I., and J.D. Lashlee, 1992. Alleviating topographic influence on land cover classifications for mobility and combat modeling. *Photogrammetry Engineering and Remote Sensing*. 58(8): 1217-1221.



- Richards, J., 1986. Remote sensing digital image analysis, An introduction. Springer-Verlag, Berlin, 281 pp.
- Rosenfield, G., and K. Fitzpatrick-Lins, 1986. A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 52(2): 223-227.
- Sader, S.A., Waide, R.B., Lawrence, W.T., and A.T. Joyce, 1989. Tropical forest biomass and successional age class relationships to a vegetation index derived from LANDSAT TM data. *Remote Sensing of Environment*. 28(4): 143-156.
- Swain, P.H., and S.M. Davis, (Editors). 1978. *Remote Sensing: The Quantitative Approach*. McGraw-Hill, Inc., New York, 396 pp.
- Teillet, P.M., Guindon, B., and D.G. Goodenough, 1982. On the Slope - Aspect Correction of Multispectral Scanner Data. *Canadian Journal of Remote Sensing*. 8: 84-106.
- Vieira, C., and P. Mather, 2000. Visualization of Measures of Classifier Reliability and Error in Remote Sensing. In: *Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences, ACCURACY 2000*, July 2000, G.B.M., Heuvelink and M.J.P.M., Lemmens (eds), Amsterdam: Delft University Press. pp. 701-708.
- Wiegand, C.L., Richardson, A.J., Escobar, D.E., and A.H. Gerbeman, 1991. Vegetation Indices in Crop Assessments. *Remote Sensing of Environment*. 35: 105-119.
- Wilson, J.D., 1992. A comparison of procedures for classifying remotely-sensed data using simulated data sets incorporating autocorrelations between spectral responses. *Int. J. Remote Sensing*. 13: 2701-2725.

## Διαχρονική εξέλιξη της έκδοσης των αδειών θήρας στη Μακεδονία και Θράκη κατά το διάστημα 1975 - 2000

Ε.Π.Τσαχαλίδης<sup>1</sup>

### Περίληψη

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε με σκοπό να μελετηθεί η διαχρονική μεταβολή του αριθμού των αδειών θήρας των κυνηγών, τα τελευταία 25 χρόνια στην Ελλάδα, και τα αποτελέσματα αυτά να συνηκτιμηθούν στη χάραξη της θηρευτικής πολιτικής.

Με βάση την ανάλυση των στοιχείων διαπιστώνεται μεταβολή στην προτίμηση των κυνηγών, σχετικά με την κατηγορία των αδειών θήρας στις Γεωγραφικές Περιφέρειες Μακεδονίας και Θράκης. Κατά τα έτη 1975, 1985 και 2000 στις Γεωγραφικές Περιφέρειες Μακεδονίας και Θράκης είχαν εκδοθεί συνολικά 48.975, 76.637 και 56.400 άδειες θήρας, αντίστοιχα.

Ειδικότερα, από το 1975 έως το 1985 ο συνολικός αριθμός αδειών θήρας αυξάνεται με μέσο ετήσιο ποσοστό αύξησης 4,11%, ενώ από το 1985 έως το 1999 ο αριθμός αυτός μειώνεται με μέσο ετήσιο ποσοστό μείωσης 1,76%. Το 2000 διαφαίνεται τάση αύξησης του αριθμού των αδειών. Οι κυνηγοί της Μακεδονίας και Θράκης προτιμούν έως το 1992 να εκδίδουν Τοπικές άδειες θήρας, ενώ μετά το 1992 προτιμούν να εκδίδουν Περιφερειακές άδειες θήρας.

Οι παραπάνω διαχρονικές μεταβολές οφείλονται κυρίως στις μεγάλες κοινωνικο-οικονομικές και περιβαλλοντικές αλλαγές, που έχουν συμβεί τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα και έχουν επηρεάσει και την θηρευτική συμπεριφορά (προτιμήσεις) των κυνηγών.

**Λέξεις κλειδιά:** κυνηγοί, κυνηγετική δραστηριότητα, άδειες θήρας, θηρευτική πολιτική.

### Εισαγωγή

Η θήρα στην Ελλάδα είναι μία αρχέγονη παραδοσιακή δραστηριότητα, που συνεχίζει να ασκείται έως και σήμερα από 250.000 άτομα όλων των κοινωνικών τάξεων. Σε προϊστορικές εποχές, κάλυπτε βασικές ζωτικές ανάγκες του ανθρώπου (τροφή, ένδυση, εργαλεία, μεταφορές), ενώ στην Αρχαιότητα συνδυάστηκε με την αγωγή και εξάσκηση των νέων (εκπαίδευση, άθληση). Στις μέρες μας το κυνήγι δεν αποτελεί βιοποριστικό μέσο, όπως παλαιότερα, αλλά μία δραστηριότητα ικανοποίησης ψυχικών αναγκών (υπαίθρια αναψυχή).

Η δραστηριότητα αυτή σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία ασκείται ελεύθερα, με την προϋπόθεση ότι ο κυνηγός είναι εφοδιασμένος από τη Δασική υπηρεσία με τη σχετική άδεια θήρας. Συγκεκριμένη νομοθεσία και άγραφοι (ηθικοί) κυνηγετικοί κανόνες ρυθμίζουν τα θέματα που έχουν σχέση με την άσκηση της κυνηγετικής δραστηριότητας, ώστε να εξασφαλίζεται η αειφορική εκμετάλλευση της Πανίδας.

Η θήρα σύμφωνα με το Δασικό Κώδικα, άρθρο 252 του Ν.86/69 και των σχετικών τροποποιήσεων αυτού, χαρακτηρίζεται ως άθλημα, με την έννοια ότι ο κυνηγός ασκείται επί κινητού στόχου και εφαρμόζει πιστά όσα ορίζει η κυνηγετική νομοθεσία.

Για την προστασία του θηράματος ο Δασικός Κώδικας επιβάλλει αρκετούς και σημαντικούς περιορισμούς. Η δραστηριότητα αυτή επιτρέπεται κάτω από περιοριστικούς κανόνες που έχουν σχέση με το χρόνο, το χώρο και τον αριθμό των θηρευομένων θηραμάτων.

Γενικά, η θήρα δεν επιτρέπεται, σε προστατευόμενες περιοχές, (εθνικούς δρυμούς, υγρότοπους, καταφύγια άγριας ζωής κ.ά), καθώς και στις υπόλοιπες περιοχές εκτός κυνηγετικής περιόδου (1 Μαρτίου - 19 Αυγούστου). Επίσης, ο αριθμός των θηρευομένων και η διάρκεια θήρας αυτών εξαρτάται από το είδος του

<sup>1</sup> Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Πανταζίδου 193, 682 00 Νέα Ορεσιτιάδα  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας, Τμήμα Δασοπονίας, Εργαστήριο Άγριας Πανίδας και Οικολογίας, 66 100 Δράμα, E-mail: etsaxal@teikav.edu.gr

θηράματος. Με βάση τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό, ότι υπάρχει επαρκές νομικό πλαίσιο για την προστασία των θηραμάτων και ότι ο κυνηγός δεν μπορεί να κυνηγήσει όπου θέλει, όποτε θέλει και όσα θηράματα θέλει.

Η κατά χώρο θηρευτική δραστηριότητα καθορίζεται με βάση την κατηγορία (είδος) της άδειας θήρας που κατέχει ο κυνηγός. Για την απόκτηση αυτής, ο κυνηγός καταβάλλει χρηματικό ποσό κατά την έκδοση, το οποίο κλιμακώνεται ανάλογα με τις κατηγορίες της άδειας θήρας. Έχουν καθιερωθεί τρεις (3) κατηγορίες αδειών θήρας. Η *Τοπική*, που δίδει τη δυνατότητα στον κάτοχο να κυνηγήσει μέσα στα όρια του Νομού του, η *Περιφερειακή*, που δίδει τη δυνατότητα στον κάτοχο να κυνηγήσει μέσα στα όρια της κυνηγετικής περιφέρειάς του και η *Γενική* που ισχύει για όλη την Ελλάδα.

Η κατά χρόνο θηρευτική δραστηριότητα, ο αριθμός και το είδος των θηρεύσιμων ειδών καθορίζονται με Υπουργικές αποφάσεις, που εκδίδονται κατά κύριο λόγο με βάση βιολογικές παραμέτρους, καθώς και τη συμπεριφορά των θηραμάτων. Επίσης, λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες ορισμένων Νομών της χώρας.

Στην Ευρώπη αλλά και στην Ελλάδα, κατά τα τελευταία χρόνια, έχουν συμβεί σημαντικές κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές αλλαγές, που έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στις αποφάσεις και στη συμπεριφορά των πολιτών. Οι αλλαγές αυτές επηρέασαν κατά ένα σημαντικό ποσοστό και τη συμπεριφορά των κυνηγών στο κατά πόσο θα συνεχίσουν να ασκούν την θηρευτική δραστηριότητα ή εφόσον συνεχίσουν τη κατηγορία άδεια θήρας θα προτιμήσουν (Pinet 1995).

Έως σήμερα στη χώρα μας δεν έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες, που να αναφέρονται διαχρονικά στον αριθμό των αδειών θήρας και στις προτιμήσεις των κυνηγών ως προς την κατηγορία της άδειας θήρας. Μελέτες σχετικές με τη θήρα στην Ελλάδα, έχουν πραγματοποιηθεί ελάχιστα (Τρακόλης 1984, Αραμπατζής και Ανάγνος 2000, Alexiou et al. 2001, Θωμαΐδης κ.ά. 1999, Thomaidis et al. 2001). Οι παραπάνω συγγραφείς ασχολήθηκαν κυρίως με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, τις επιθυμίες των κυνηγών και την κυνηγετική κάρπωση σε διάφορους Νομούς της χώρας. Παρόμοιες μελέτες, αλλά περισσότερο εξειδικευμένες συνηθίζονται στο εξωτερικό και τα αποτελέσματά τους συμβάλλουν στο σχεδιασμό σωστής θηρευτικής πολιτικής (Bevins et al. 1968, Garrett 1970, Isacovic 1970, Nagy and Lajos 1973).

Η παρούσα εργασία μελετά την εξέλιξη της πορείας έκδοσης των αδειών θήρας και τις προτιμήσεις των κυνηγών και δεν αναφέρεται στα αίτια τα οποία οδηγούν σε αυτή τη συμπεριφορά, που αποτελεί αντικείμενο άλλης εργασίας. Ειδικότερα η εργασία αυτή μελετά: α) την κατανομή των αδειών θήρας κατά Νομό στη Γεωγραφική Περιφέρεια Μακεδονίας - Θράκης, β) τη διαχρονική μεταβολή των αδειών αυτών, που έχουν εκδοθεί από τις περιφερειακές δασικές υπηρεσίες, από το 1975 έως και το 2000, τόσο συνολικά, όσο και κατά κατηγορία άδειας θήρας.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να μελετήσει διαχρονικά και συνολικά, τόσο σε επίπεδο Περιφέρειας, όσο και σε επίπεδο Νομών, την εξέλιξη της πορείας των αδειών θήρας, καθώς και τις προτιμήσεις των κυνηγών ως προς την κατηγορία έκδοσης άδειας θήρας. Επιπλέον τα συμπεράσματα της μελέτης να συνεκτιμηθούν από τις αρμόδιες υπηρεσίες και φορείς ( Διεύθυνση θήρας, Κυνηγετικοί Σύλλογοι, Κυνηγετικές Ομοσπονδίες κ.ά) και να χαραχθεί η κατάλληλη θηρευτική πολιτική.

### **Υλικά – Μέθοδοι**

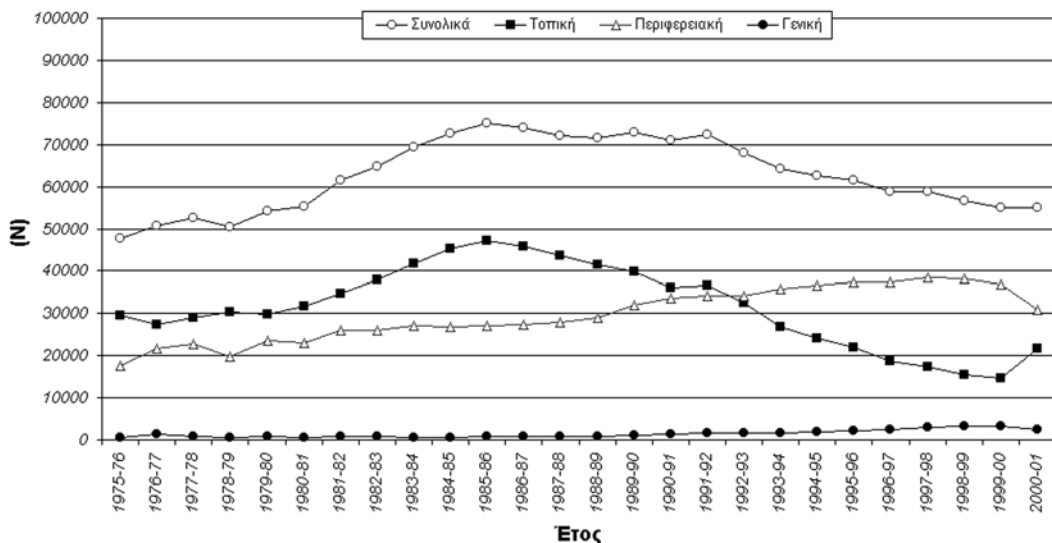
Η συλλογή των στοιχείων έγινε κατόπιν αλληλογραφίας με τις αρμόδιες κατά Νομό Δασικές υπηρεσίες (Δασαρχεία), που κρατούν Μητρώο κυνηγών σχετικά με τις άδειες θήρας που εκδίδονται κάθε έτος. Η συλλογή των στοιχείων αφορά το διάστημα 1975 - 2000.

Τα στοιχεία κωδικοποιήθηκαν και στη συνέχεια καταχωρήθηκαν σε Ηλεκτρονικό Υπολογιστή. Επεξεργάστηκαν με πρόγραμμα Microsoft Excel Ver. 2000. Αναλύθηκαν με περιγραφική Στατιστική και με βάση τα αποτελέσματα συντάχθηκαν ο σχετικός πίνακας και τα διαγράμματα.

Το έτος 1985 ελήφθη ως έτος ενδιάμεσης αναφοράς και σύγκρισης μεταξύ των άλλων ετών, διότι με βάση την ανάλυση των συγκεντρωθέντων και επεξεργασθέντων στοιχείων, διαπιστώθηκε ότι είναι καθοριστικό έτος μεταβολών. Το έτος αυτό καταγράφεται, σε όλους τους Νομούς και των δύο (2) Γεωγραφικών Περιφερειών, ο μέγιστος αριθμός αδειών θήρας και στη συνέχεια αρχίζει η πτωτική πορεία τους.

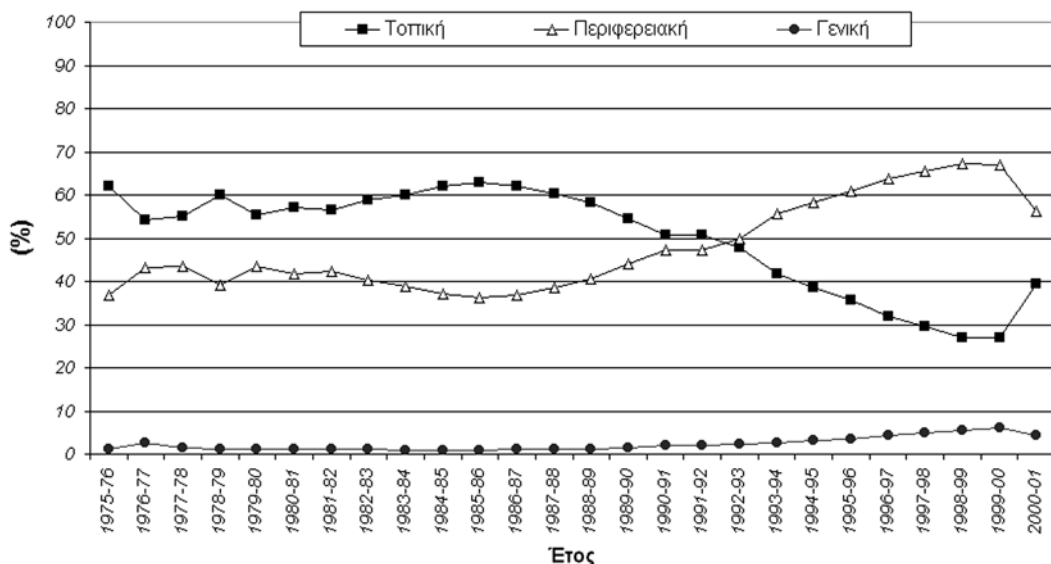
### **Αποτελέσματα**

Από την ανάλυση των στοιχείων διαπιστώνονται τα παρακάτω:



Σχήμα 1. Διαχρονική μεταβολή του αριθμού των αδειών θήρας κατά κατηγορία στη Μακεδονία και Θράκη, από το 1975 έως το 2000.

Κατά το χρονικό διάστημα 1975 - 1985 ο συνολικός αριθμός αδειών θήρας (Τοπικές, Περιφερειακές και Γενικές) και στις δύο (2) Γεωγραφικές Περιφέρειες, Μακεδονίας και Θράκης, ακολουθεί σταθερή ανοδική πορεία, ενώ από το 1985 έως το 2000 ακολουθεί πτωτική πορεία (Σχήμα 1). Το 1975 είχαν εκδοθεί 48.975, το 1985 ο αριθμός αυξήθηκε σε 76.637 και το 2000 μειώθηκε σε 56.400 ( Πίνακας Ι ). Με βάση τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα, μεταξύ των ετών 1975 και 1985 διαπιστώνεται μέση αύξηση του συνολικού αριθμού των



Σχήμα 2. Ποσοστιαία διαχρονική μεταβολή μεταξύ των κατηγοριών άδειας θήρας στη Μακεδονία και Θράκη, από το 1975 έως το 2000.

Πίνακας Ι. Συγκριτική εμφάνιση των κατηγοριών άδειας θήρας ως προς τον αριθμό και την αναλογία, μεταξύ των νομών της Μακεδονίας και Θράκης κατά τα έτη 1975, 1985 και 2000.

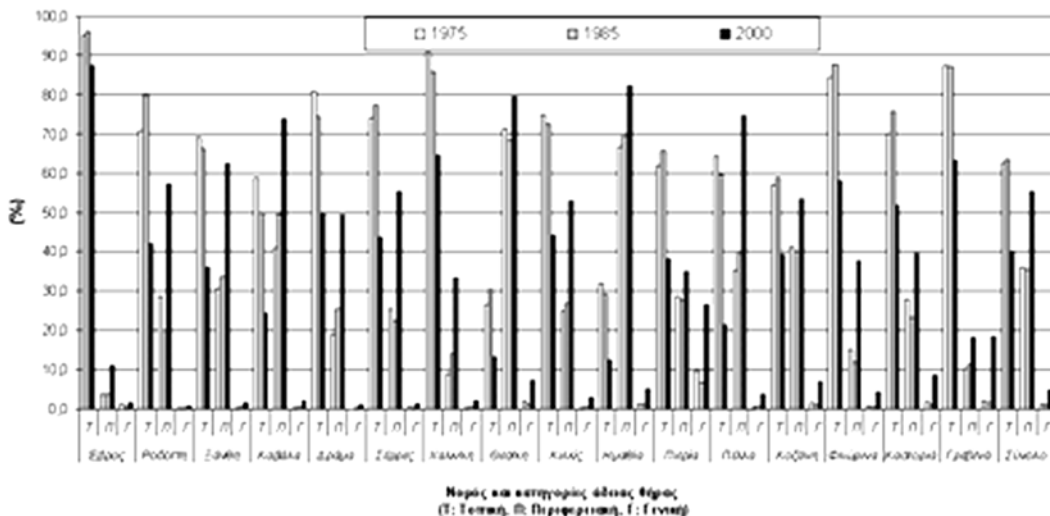
Νομός	Είδος αδειας	Έτος			Αριθμητική διαφορά		μεταβολή (%)		Αναλογία μεταξύ των κατηγοριών αδειας θήρας, (%)		
		1975	1985	2000	75-85	85-00	75-85	85-00	1975	1985	2000
1	2	3	4	5	6=4-3	7=5-4	8=6/3*100	9=7/4*100	10*	11*	12*
Έβρος	Τ	3805	7374	5146	3569	-2228	93,8	-30,2	95,1	96,2	87,4
	Π	145	275	653	130	378	89,7	137,5	3,6	3,6	11,1
	Γ	52	20	87	-32	67	-61,5	335,0	1,3	0,3	1,5
	Σύνολο	4002	7669	5886	3667	-1783	91,6	-23,2			
Ροδόπη	Τ	1352	3062	1839	1710	-1223	126,5	-39,9	70,8	79,6	41,9
	Π	551	776	2508	225	1732	40,8	223,2	28,9	20,2	57,2
	Γ	6	10	38	4	28	66,7	280,0	0,3	0,3	0,9
	Σύνολο	1909	3848	4385	1939	537	101,6	14,0			
Ξάνθη	Τ	1275	2291	943	1016	-1348	79,7	-58,8	69,1	66,1	36,2
	Π	567	1159	1624	592	465	104,4	40,1	30,7	33,4	62,3
	Γ	3	15	38	12	23	400,0	153,3	0,2	0,4	1,5
	Σύνολο	1845	3465	2605	1620	-860	87,8	-24,8			
Καβάλα	Τ	1982	2615	953	633	-1662	31,9	-63,6	58,9	49,8	24,1
	Π	1377	2611	2914	1234	303	89,6	11,6	40,9	49,7	73,8
	Γ	6	26	80	20	54	333,3	207,7	0,2	0,5	2,0
	Σύνολο	3365	5252	3947	1887	-1305	56,1	-24,8			
Δράμα	Τ	2120	3081	1584	961	-1497	45,3	-48,6	80,8	74,5	49,7
	Π	500	1049	1569	549	520	109,8	49,6	19,1	25,4	49,2
	Γ	3	7	33	4	26	133,3	371,4	0,1	0,2	1,0
	Σύνολο	2623	4137	3186	1514	-951	57,7	-23,0			
Σέρορες	Τ	3243	5399	2045	2156	-3354	66,5	-62,1	74,1	77,3	43,5
	Π	1105	1563	2602	458	1039	41,4	66,5	25,3	22,4	55,3
	Γ	26	23	59	-3	36	-11,5	156,5	0,6	0,3	1,3
	Σύνολο	4374	6985	4706	2611	-2279	59,7	-32,6			
Χαλκι/κη	Τ	3106	3810	2306	704	-1504	22,7	-39,5	90,9	85,6	64,6
	Π	303	619	1184	316	565	104,3	91,3	8,9	13,9	33,2
	Γ	9	20	78	11	58	122,2	290,0	0,3	0,4	2,2
	Σύνολο	3418	4449	3568	1031	-881	30,2	-19,8			
Θεσ/κη	Τ	2560	4445	1401	1885	-3044	73,6	-68,5	26,7	30,4	13,1
	Π	6837	9989	8484	3152	-1505	46,1	-15,1	71,2	68,3	79,4
	Γ	206	195	802	-11	607	-5,3	311,3	2,1	1,3	7,5
	Σύνολο	9603	14629	10687	5026	-3942	52,3	-26,9			
Κιλκίς	Τ	1812	2554	1076	742	-1478	40,9	-57,9	74,9	72,6	44,2
	Π	602	947	1287	345	340	57,3	35,9	24,9	26,9	52,9

	Γ	4	15	72	11	57	275,0	380,0	0,2	0,4	3,0
	<b>Σύνολο</b>	<b>2418</b>	<b>3516</b>	<b>2435</b>	<b>1098</b>	<b>-1081</b>	45,4	-30,7			
Ημαθία	<b>Τ</b>	<b>928</b>	<b>1144</b>	<b>322</b>	<b>216</b>	<b>-822</b>	<b>23,3</b>	<b>-71,9</b>	<b>31,8</b>	<b>29,3</b>	<b>12,4</b>
	<b>Π</b>	<b>1949</b>	<b>2706</b>	<b>2136</b>	<b>757</b>	<b>-570</b>	<b>38,8</b>	<b>-21,1</b>	<b>66,8</b>	<b>69,4</b>	<b>82,4</b>
	Γ	39	49	133	10	84	25,6	171,4	1,3	1,3	5,1
	<b>Σύνολο</b>	<b>2916</b>	<b>3899</b>	<b>2591</b>	<b>983</b>	<b>-1308</b>	33,7	-33,5			
Περίοια	<b>Τ</b>	<b>1047</b>	<b>1903</b>	<b>653</b>	<b>856</b>	<b>-1250</b>	<b>81,8</b>	<b>-65,7</b>	<b>61,6</b>	<b>65,7</b>	<b>38,3</b>
	<b>Π</b>	<b>487</b>	<b>799</b>	<b>596</b>	<b>312</b>	<b>-203</b>	<b>64,1</b>	<b>-25,4</b>	<b>28,7</b>	<b>27,6</b>	<b>35,0</b>
	Γ	165	194	455	29	261	17,6	134,5	9,7	6,7	26,7
	<b>Σύνολο</b>	<b>1699</b>	<b>2896</b>	<b>1704</b>	<b>1197</b>	<b>-1192</b>	70,5	-41,2			
Πέλλα	<b>Τ</b>	<b>2197</b>	<b>3008</b>	<b>733</b>	<b>811</b>	<b>-2275</b>	<b>36,9</b>	<b>-75,6</b>	<b>64,3</b>	<b>59,7</b>	<b>21,5</b>
	<b>Π</b>	<b>1209</b>	<b>1993</b>	<b>2551</b>	<b>784</b>	<b>558</b>	<b>64,8</b>	<b>28,0</b>	<b>35,4</b>	<b>39,5</b>	<b>74,8</b>
	Γ	9	41	128	32	87	355,6	212,2	0,3	0,8	3,8
	<b>Σύνολο</b>	<b>3415</b>	<b>5042</b>	<b>3412</b>	<b>1627</b>	<b>-1630</b>	47,6	-32,3			
Κοζάνη	<b>Τ</b>	<b>1653</b>	<b>2488</b>	<b>1371</b>	<b>835</b>	<b>-1117</b>	<b>50,5</b>	<b>-44,9</b>	<b>57,1</b>	<b>58,7</b>	<b>39,3</b>
	<b>Π</b>	<b>1195</b>	<b>1702</b>	<b>1868</b>	<b>507</b>	<b>166</b>	<b>42,4</b>	<b>9,8</b>	<b>41,3</b>	<b>40,2</b>	<b>53,6</b>
	Γ	48	47	248	-1	201	-2,1	427,7	1,7	1,1	7,1
	<b>Σύνολο</b>	<b>2896</b>	<b>4237</b>	<b>3487</b>	<b>1341</b>	<b>-750</b>	46,3	-17,7			
Φλώρινα	<b>Τ</b>	<b>1245</b>	<b>2018</b>	<b>660</b>	<b>773</b>	<b>-1358</b>	<b>62,1</b>	<b>-67,3</b>	<b>84,3</b>	<b>87,6</b>	<b>58,0</b>
	<b>Π</b>	<b>221</b>	<b>274</b>	<b>430</b>	<b>53</b>	<b>156</b>	<b>24,0</b>	<b>56,9</b>	<b>15,0</b>	<b>11,9</b>	<b>37,8</b>
	Γ	10	11	48	1	37	10,0	336,4	0,7	0,5	4,2
	<b>Σύνολο</b>	<b>1476</b>	<b>2303</b>	<b>1138</b>	<b>827</b>	<b>-1165</b>	56,0	-50,6			
Καστοριά	<b>Τ</b>	<b>1227</b>	<b>1975</b>	<b>711</b>	<b>748</b>	<b>-1264</b>	<b>61,0</b>	<b>-64,0</b>	<b>70,0</b>	<b>75,7</b>	<b>51,7</b>
	<b>Π</b>	<b>492</b>	<b>607</b>	<b>543</b>	<b>115</b>	<b>-64</b>	<b>23,4</b>	<b>-10,5</b>	<b>28,1</b>	<b>23,3</b>	<b>39,5</b>
	Γ	33	27	121	-6	94	-18,2	348,1	1,9	1,0	8,8
	<b>Σύνολο</b>	<b>1752</b>	<b>2609</b>	<b>1375</b>	<b>857</b>	<b>-1234</b>	48,9	-47,3			
Γρεβενά	<b>Τ</b>	<b>1100</b>	<b>1481</b>	<b>814</b>	<b>381</b>	<b>-667</b>	<b>34,6</b>	<b>-45,0</b>	<b>87,4</b>	<b>87,1</b>	<b>63,2</b>
	<b>Π</b>	<b>131</b>	<b>194</b>	<b>236</b>	<b>63</b>	<b>42</b>	<b>48,1</b>	<b>21,6</b>	<b>10,4</b>	<b>11,4</b>	<b>18,3</b>
	Γ	27	26	238	-1	212	-3,7	815,4	2,1	1,5	18,5
	<b>Σύνολο</b>	<b>1258</b>	<b>1701</b>	<b>1288</b>	<b>443</b>	<b>-413</b>	35,2	-24,3			
ΜΑΚΕ- ΔΟΝΙΑ και ΘΡΑΚΗ	<b>Τ</b>	<b>30658</b>	<b>48648</b>	<b>22557</b>	<b>17990</b>	<b>-26091</b>	<b>58,7</b>	<b>-53,6</b>	<b>62,6</b>	<b>63,5</b>	<b>40,0</b>
	<b>Π</b>	<b>17671</b>	<b>27263</b>	<b>31185</b>	<b>9592</b>	<b>3922</b>	<b>54,3</b>	<b>14,4</b>	<b>36,1</b>	<b>35,6</b>	<b>55,3</b>
	Γ	646	726	2658	80	1932	12,4	266,1	1,3	0,9	4,7
	<b>Σύνολο</b>	<b>48975</b>	<b>76637</b>	<b>56400</b>	<b>27662</b>	<b>-20237</b>	56,5	-26,4			

\* Είναι το αποτέλεσμα του συνολικού αριθμού των αδειών προς τον αριθμό της Τ ή Γ ή Π άδειας χ 100 για κάθε έτος.

αδειών θήρας της τάξης του 56,5%, και μέση ετήσια αύξηση 4,11%, ενώ μεταξύ των ετών 1986 και 2000 διαπιστώνεται μία μέση μείωση της τάξης του 26,4% και μέση ετήσια μείωση 1,76%.

Από το 1975 έως το 1985, σε επίπεδο Νομών, το ελάχιστο ποσοστό αύξησης στο διάστημα αυτό, παρουσιάζει ο Νομός Χαλκιδικής (30,2%) και το μέγιστο ο Νομός Ροδόπης (101,6%), ενώ το ελάχιστο ποσοστό μείωσης



Σχήμα 3. Συγκριτική εμφάνιση των αδειών θήρας κατά κατηγορία και νομό στη Μακεδονία και Θράκη, κατά τα έτη 1975, 1985 και 2000.

μεταξύ των ετών 1985 και 2000, παρουσιάζει ο Νομός Κοζάνης (17,7%) και το μέγιστο ο Νομός Φλώρινας (50,6%) και ακολουθεί ο Νομός Καστοριάς (47,3%) (Πίνακας Ι).

Όσον αφορά την πορεία έκδοσης των αδειών θήρας ανά κατηγορία, διαπιστώνεται ότι από το 1975 έως και το 1985 οι Τοπικές και οι Περιφερειακές άδειες θήρας ακολουθούν συνεχή ανοδική πορεία (Σχήμα 1), με μέσα ποσοστά αύξησης 58,7% και 54,3% αντίστοιχα (Πίνακας Ι), ενώ από το 1985 έως και το 2000 διαπιστώνεται μεγάλη μεταβολή στην προτίμηση των κυνηγών. Ειδικότερα, οι μεν Τοπικές άδειες θήρας ακολουθούν πτωτική πορεία, με μέσο ποσοστό μείωσης 53,6%, οι δε Περιφερειακές άδειες θήρας συνέχισαν και ξεπέρασαν το 1992 τις Τοπικές άδειες, με ποσοστό αύξησης 14,4%. (Πίνακας Ι και Σχήμα 1). Το 1992 ο αριθμός των Τοπικών αδειών γίνεται περίπου ίδιος με τον αριθμό των Περιφερειακών αδειών θήρας και στη συνέχεια αντιστρέφεται και υπερτερεί ο αριθμός των Γενικών (Πίνακας Ι και Σχήμα 1). Μεταξύ των ετών 1985 και 2000 παρατηρείται μεγάλη αύξηση και στις Γενικές άδειες, που φθάνει σε μέσο ποσοστό 266,1 % (Πίνακας Ι).

Κατά τα έτη 1975 και 1985 τα ποσοστά τόσο των Τοπικών (62,6% και 63,5% αντίστοιχα), όσο και των Περιφερειακών (36,1% και 35,6% αντίστοιχα) ήταν περίπου ίδια. Αντίθετα το 2000 η αναλογία αυτή μειώνεται για τις Τοπικές άδειες θήρας 40%, ενώ παράλληλα αυξάνεται για τις Περιφερειακές άδειες θήρας 55,3% Η αναλογία των Γενικών αδειών θήρας είναι αυξητική από το 1975 έως και το 1999. (Πίνακας Ι).

Όσον αφορά την αναλογία μεταξύ των κατηγοριών αδειών θήρας, σε επίπεδο Νομού, τη μεγαλύτερη αναλογία Τοπικών αδειών εμφανίζουν κατά το 1975 οι Νομοί Έβρου (95,1%), Χαλκιδικής (90,9%), Γρεβενών (87,4%), Φλώρινας (84,3%), και Δράμας (80,8%), ενώ το 1985 και 2000 οι ίδιοι Νομοί διατηρούν την πρωτοπορία αλλά με μειωμένα τα ποσοστά αυτά (Πίνακας Ι και Σχήμα 3).

Όσον αφορά τον αριθμό των Περιφερειακών αδειών θήρας, κατά το 1975, τη μεγαλύτερη αναλογία εμφανίζει ο Νομός Θεσσαλονίκης (71,2%) και κατά το 1985 και 2000 ο Νομός Ημαθίας (69,4% και 82,4% αντίστοιχα). Στις Γενικές άδειες θήρας, κατά τα έτη 1975, 1985 και 2000, τη μεγαλύτερη αναλογία παρουσιάζει ο Νομός Πιερίας (9,7%, 6,7% και 26,7% αντίστοιχα) (Πίνακας Ι και Σχήμα 3).

**Συζήτηση – Συμπεράσματα**

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης των στοιχείων της παραπάνω έρευνας διαπιστώνεται ότι, στο διάστημα των τελευταίων 25 ετών, παρατηρείται μία μεταβολή στις προτιμήσεις των κυνηγών των Περιφερειών Μακεδονίας και Θράκης.

Ειδικότερα, από το 1975 έως το 1985 η προτίμηση των κυνηγών στις κατηγορίες αδειών θήρας είναι σταθερή. Αυτό διαπιστώνεται από το ρυθμό έκδοσης αδειών θήρας, που είναι ανοδικός, όπως ανοδικός είναι και ο ρυθμός έκδοσης των Τοπικών και Περιφερειακών αδειών θήρας, με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τη μεγαλύτερη αναλογία των Τοπικών έναντι των Περιφερειακών αδειών θήρας. Τα στοιχεία αυτά δείχνουν ότι, κατά το διάστημα αυτό οι απαιτήσεις των κυνηγών στις παραπάνω Περιφέρειες ικανοποιούνται σε σημαντικό βαθμό, διότι οι κυνηγοί στο σύνολό τους, συνεχίζουν να ασκούν τη θρησκευτική δραστηριότητα τους και προτιμούν να κυνηγούν κοντά στον τόπο κατοικίας τους. Γεγονός που σημαίνει ότι οι κυνηγοί ή είναι ικανοποιημένοι και δεν χρειάζεται να μετακινήθουν σε άλλες περιοχές, προκειμένου να ασκήσουν τη θρησκευτική τους δραστηριότητα ή δεν είναι διατεθειμένοι να δαπανήσουν παραπάνω χρήματα είτε για την επέκταση της άδειας θήρας τους, είτε για την μετακίνησή τους.

Αντίθετα, από το 1985 έως το 2000 διαπιστώνεται μία σημαντική μεταβολή στην προτίμηση των κυνηγών, ως προς την κατηγορία των αδειών θήρας. Τα τελευταία 15 χρόνια παρατηρείται μία συνεχής μείωση του αριθμού των αδειών θήρας, καθώς και μεταβολή στην προτίμηση της κατηγορίας άδειας θήρας, δηλαδή ένας μεγάλος αριθμός κυνηγών προτίμησε να εκδώσει, αντί της Τοπικής άδειας θήρας, Περιφερειακή ή Γενική άδεια. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στην προσδοκία των κυνηγών αυτών για καλλίτερα αποτελέσματα σε άλλα κυνηγοτόπια, εκτός Νομού.

Όσον αφορά την μείωση του συνολικού αριθμού των αδειών, στην παραπάνω χρονική περίοδο, είναι δυνατόν να αποδοθεί σε πολλούς και διάφορους λόγους κυριότεροι από τους οποίους είναι: η συστηματική αντικυνηγετική προπαγάνδα, η καταστροφή των βιοτόπων, η δυνατότητα εναλλακτικής ψυχαγωγίας, η υπογεννητικότητα, το υψηλό κόστος ζωής, η περιβαλλοντική κρίση και συνείδηση, η κακή κατάσταση των θηραματικών μας πραγμάτων, κ.ά.

### **Change in issue of hunting licenses in the areas of Macedonia and Thrace during the period 1975 – 2000**

**E.P.Tsachalidis<sup>1</sup>**

#### **Abstract**

This paper deals with the study of changes in hunting licenses in Greece for the last 25 years, so that the Game Policy in the country can be improved.

The collected data for the Regions of Macedonia and Thrace has shown a change through time in the preference of hunters, as far as the rate of hunting licenses category is concerned. During the years 1975, 1985 and 2000 in the above regions there was granted a total of 48.975, 76.637 and 56.400 hunting licenses respectively.

In particular in the period 1975–1985 the total number of hunting licenses increased constantly with an annual average percentage of 4,11%, while in the period 1985–1999 the total number of hunting licenses reduced with an annual average percentage of 1,76%. Only in the year 2000 there was a positive reversal.

From 1985 to 2000 the number of local hunting licenses was reduced, while from 1975 to 2000 the regional hunting licenses were increased.

The above changes concerning the hunting licenses through time reflect the serious socioeconomic and environmental changes in Greece during the last years which they have probably influenced the preferences of hunters.

**Key Words :** Hunters, hunting activity, game policy, hunting license.

---

<sup>1</sup> *Democritus University of Thrace, Department of Forestry and Environmental Management and Natural Resources, GR-68200, Orestiada, Greece.  
Technological Education Institute of Kavala, Department of Forestry, Laboratory of Wildlife and Ecology, GR - 66100, Drama, Greece. E-mail: etsaxal@teikav.edu.gr*



**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Alexiou, B., E.Chatzinikos and G. Arabatzis. 2001. Research of the opinions of Hunters in connection with the Organization and Management of Hunting, as well as the growth of Quarry sources in the region of the 4<sup>th</sup> Hunting Federation in Greece. Proc of XXVth International Congress of I.U.G.B. September 3-7, 2001. Lemesos- Cyprus.
- Αραμπατζής, Γ. και Ν. Ανάγνος. 2000. Διερεύνηση των απόψεων των κυνηγών, σχετικά με την οργάνωση και διαχείριση του κυνηγιού, καθώς και την ανάπτυξη των θηραματικών πόρων Πρακτικά 14<sup>ου</sup> Πανελληνίου Στατιστικού Συνεδρίου. Σκιάθου, 2001.
- Bevins, I. M., R. S. Bond, T. J. Corcoran, K. D. McIntosh and R. J. McNeil.1968. Characteristics of Hunters and Fishermen in six Northeastern States. Agricultural Experiment Station, University of Vermont, Burlington, October 1968. Bulletin 656. P.p 1-76.
- Garrett, R. J. 1970. Characteristics of Nevada Hunters. Agricultural Experiment Station. University of Nevada,Reno. No 27. P.p 1-66.
- Isacovic, I. 1970. Game Management in Yugoslavia. Journal Wildl. Management Vol. 34 (4) : 800 – 812.
- Nagy, J. G.and B.Lajos. 1973. Game Management, Administration and Harvest in Hungary. Wildlife Society Bul. Vol. 1 (3) : 121 -.127.
- Pinet, J. K.1995. The hunter in Europe. In Handbook of hunting in Europe. Federation des Association de Chasseurs de l' U.E. 13 pp.
- Τρακόλης, Δ. 1984. Έρευνα με ερωτηματολόγιο για το κυνήγι στην περιοχή του Δασορχείου Ιωαννίνων. Δασική Έρευνα Τόμος V Νο1: 5 – 39.
- Θωμαΐδης, Χ., Γ. Λογοθέτης, Γ. Χριστοφορίδου και Θ. Καραμπατσάκης.1999. Οι μεταβλητές της κυνηγετικής κάρωσης ως δείκτες θηραματικής αφθονίας για τα θηραματικά είδη: Λαγός, Πέροδικα, Ορτύκι και Μπεκάτσα. Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας. Αλεξανδρούπολη, 6-8 Απριλίου 1998.
- Thomaidis,C., G. Logothetis, T.Karabatzakis and G.Christoforidou.2001. Harvest data for Turtle Dove (*Streptopelia turtur*) and Quail (*Coturnix coturnix*) during the Hunting seasons 1994-1998 in Greece. Proc. Symp. On the Status Management and Conservation of the species Alectoriw, Frankolin, Thrush, Quail and Turtle Dove in the Mediterranean Region. Lemesos 3-9 September. Lemesos, Cyprus.

## Μέθοδοι και διαδικασίες ελέγχου δασικών σπόρων

Ε. Κωνσταντινίδου<sup>1</sup>, Ι. Τάκος<sup>2</sup>, Θ. Μέρου<sup>2</sup>

### Περίληψη

Στη χώρα μας οι σπορές στην ύπαιθρο γίνονται χωρίς να έχει προηγηθεί ο απαραίτητος εργαστηριακός έλεγχος των σπόρων. Ο έλεγχος αυτός όμως αναμφισβήτητα αποτελεί μια σημαντική εργασία που πρέπει να διεξάγεται με αυστηρά κριτήρια και σύμφωνα με τις διεθνώς καθιερωμένες προδιαγραφές, γιατί μόνον έτσι διασφαλίζεται η ποιότητα και η ποσότητα των παραγομένων φυτών. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι διεθνώς καθιερωμένες μέθοδοι και διαδικασίες των εργαστηριακών ελέγχων των σπόρων που αφορούν: (α) στη λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος για τις αναλύσεις, (β) στον υπολογισμό της καθαρότητας των σπόρων, (γ) στην εκτίμηση του βάρους των σπόρων, (δ) στον προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας των σπόρων και (ε) στον προσδιορισμό της φυτρωτικότητας των σπόρων. Για όλους τους παραπάνω ελέγχους αναφέρονται τα υλικά που απαιτούνται, η διαδικασία διεξαγωγής των, καθώς και ο τρόπος έκφρασης των αποτελεσμάτων.

**Λέξεις κλειδιά:** Βάρος σπόρων, δειγματοληψία σπόρων, καθαρότητα σπόρων, υγρασία σπόρων, φυτρωτικότητα σπόρων.

### 1. Εισαγωγή

Συχνά οι ζημιές που παρατηρούνται στα σπορόφυτα οφείλονται στην κακή ποιότητα των σπόρων (Edwards 1987). Η ποιότητα των σπόρων ενδιαφέρει αυτούς που παράγουν ή συλλέγουν σπόρους, τους εμπόρους, τους φυτωριόχους, τους αρμόδιους δημόσιους ή ιδιωτικούς φορείς που είναι εξουσιοδοτημένοι να εκδίδουν πιστοποιητικά ποιότητας σπόρων. Για τη διασφάλιση της ποιότητας των σπόρων έχει καθιερωθεί ο έλεγχός τους με τυποποιημένες διαδικασίες και μεθόδους, διεθνώς αναγνωρισμένες, που διασφαλίζουν την ποιότητά τους και εφαρμόζονται σε πολλές χώρες της Ευρώπης (ISTA 1999) και των ΗΠΑ (AOSA 1985). Η όλη διαδικασία του ελέγχου είναι πολύπλοκη και απαιτεί μεγάλη εμπειρία και πλούσιο εργαστηριακό εξοπλισμό. Οι έλεγχοι αρχίζουν με την ορθή δειγματοληψία και στη συνέχεια υπολογίζεται η καθαρότητα των σπόρων, το βάρος, η περιεχόμενη υγρασία και τέλος προσδιορίζεται η βιωσιμότητα (φυτρωτικότητα) των σπόρων.

Στην παρούσα εργασία περιγράφονται οι μέθοδοι και οι διαδικασίες που είναι απαραίτητες για τη διεξαγωγή των ελέγχων, όπως αυτοί ισχύουν διεθνώς.

### 2. Δειγματοληψία (Sampling)

Το πρώτο βήμα στον έλεγχο των σπόρων είναι η λήψη ενός ομοιόμορφου δείγματος που να αντιπροσωπεύει μία ποσότητα (παρτίδα) σπόρων (Bould 1986, Hartmann *et al.* 1997). Η ποσότητα (Lot) σπόρων μπορεί να είναι μικρή και να είναι τοποθετημένη σε ένα δοχείο ή να είναι μεγάλη και να βρίσκεται σε περισσότερα δοχεία ή σάκους. Προηγείται η λήψη πρωτογενών δειγμάτων (*primary samples*) από διάφορα μέρη ή/και διαφορετικά δοχεία/σάκους. Τα πρωτογενή δείγματα αναμιγνύονται για να δημιουργηθεί ένα σύνθετο δείγμα (*Composite sample*) και από αυτό λαμβάνεται το αντιπροσωπευτικό δείγμα. Μέρος του αντιπροσωπευτικού δείγματος παραδίδεται στο σταθμό ελέγχου και αποτελεί το παραδοτέο δείγμα (*Submitted sample*). Το δείγμα αυτό στη συνέχεια χωρίζεται σε μικρότερες ποσότητες (μερίδες) για να δημιουργηθεί το δείγμα εργασίας (*Working sample*) στο οποίο γίνεται ο έλεγχος.

### Ποσότητα σπόρων παρτίδας και δείγματος εργασίας

Το μέγιστο βάρος μιας παρτίδας σπόρων για τους σκοπούς του διεθνούς εμπορίου για τα περισσότερα είδη

<sup>1</sup> Δ/ση Δασών Ν. Δράμας, Αγ. Κωνσταντίνου 1, 661 00 Δράμα, (elizcons@hotmail.com) Τηλ. 25210 57844

<sup>2</sup> Τμήμα Δασοπονίας Δράμας ΤΕΙ Καβάλας, 661 00 Δράμα

**Πίνακας Ι.** Βάρος παρτίδας και δείγματος εργασίας σπόρων για ανάλυση καθαρότητας και φυτρωτικότητα (Απόσπασμα προδιαγραφών ISTA 1999).

**Table I.** Seed lot and seed working sample weights for purity determination and germination test (Part of prescription ISTA 1999).

Είδος	Μέγιστο βάρος της παρτίδας	Ελάχιστο βάρος δείγματος	
		Παραδοτέο δείγμα (g)	Δείγμα εργασίας για ανάλυση(g)
	Kg		
<i>Abies cephalonica</i> Louon	1000	360	180
<i>Acacia</i> spp.	1000	70	35
<i>Acer campestre</i> L.	1000	400	200
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	500	600	300
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	5000	500 σπόροι	500 σπόροι

δένδρων και θάμνων έχει καθοριστεί σε βάρος χιλίων (1000) kg (Πίνακας Ι). Εάν η ποσότητα των σπόρων υπερβαίνει το συγκεκριμένο μέγιστο θα πρέπει να χωρίζεται σε παρτίδες όχι μεγαλύτερες από το μέγιστο και κάθε μέρος θα παίρνει ξεχωριστή ταυτότητα παρτίδας. Η παρτίδα των σπόρων πρέπει να είναι ομοιογενής, όσο αυτό είναι εφικτό, και δεν θα πρέπει κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας να δείχνει στοιχειά ετερογένειας στο μέγεθος των σπόρων, το χρώμα ή την ποσότητα και τον τύπο των προσμιζέων ανάμεσα στα δοχεία ή ανάμεσα σε διαφορετικά μέρη του κάθε δοχείου (Bould 1975). Η ποσότητα των σπόρων που απαιτείται για το δείγμα εργασίας ποικίλλει ανάλογα με το είδος και καθορίζεται στους κανονισμούς ελέγχου σπόρων (ISTA 1999).

#### Ένταση δειγματοληψίας

Για ποσότητες σπόρων μέχρι 50 kg, απαιτούνται τουλάχιστον τρία (3) πρωτογενή δείγματα. Ανάμεσα στα 51 και 500 kg, χρειάζονται τουλάχιστον πέντε (5) πρωτογενή δείγματα. Για περισσότερα από 500 kg και μέχρι 3000 kg θα πρέπει να λαμβάνεται ένα (1) πρωτογενές δείγμα για κάθε 300 kg με ελάχιστο τα πέντε (5) δείγματα. Εάν το βάρος υπερβαίνει τα 3001 kg, θα πρέπει να ληφθεί ένα (1) πρωτογενές δείγμα για κάθε 500 kg με ελάχιστο τα δέκα (10) δείγματα.

#### Μέθοδος δειγματοληψίας

Δείγματα σπόρων που ρέουν ελεύθερα λαμβάνονται με μία από τις ακόλουθες μεθόδους: (α) με τη μέθοδο της ράβδου ή (β) με τη μέθοδο Nobbe (Bould 1975, ISTA 1999). Όταν υπάρχει έλλειψη μηχανικών δειγματοληπτικών συσκευών, ή στην περίπτωση που οι σπόροι δεν ρέουν ελεύθερα, η δειγματοληψία διενεργείται χειρωνακικά. Με τη μέθοδο αυτή τα δάχτυλα και ο αντίχειρας εισέρχονται στο απαιτούμενο βάθος στο δοχείο μαζί και κρατούνται ίσια. Τα δάχτυλα κρατούνται σφιστά γύρω από μια ποσότητα σπόρων και το χέρι αποσύρεται. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται σε πολλές θέσεις του δοχείου.

Ιδιαίτερα προβλήματα κατά τη δειγματοληψία παρουσιάζονται στους δασικούς σπόρους, επειδή πολλές παρτίδες περιέχουν υψηλά ποσοστά άδειων σπόρων. Σε μερικά κωνοφόρα, όπως π.χ. στην ελάτη (*Abies*), οι άδειοι σπόροι συχνά περιέχουν ξυλώδη ιστό με συνέπεια η πυκνότητά τους να είναι παραπλήσια με αυτή των βιώσιμων σπόρων, δυσκολεύοντας την κατάταξή τους κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των σπόρων (Edwards 1987). Ακόμη και όταν αναμιχθούν παρτίδες σπόρων για να γίνουν ομοιογενείς, η εμπειρία έχει δείξει ότι ο υψηλός αριθμός άδειων σπόρων δυσκολεύει τη λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων. Η επίδραση υψηλού ποσοστού άδειων σπόρων μπορεί να είναι διπλή: (α) η ποιότητα του δείγματος (με οποιονδήποτε τρόπο και αν μετριέται) μπορεί να μην αντιπροσωπεύει την παρτίδα των σπόρων ως σύνολο ή (β) πιθανόν να υπάρχει τόση διακύμανση ανάμεσα στις επαναλήψεις της δοκιμής που τα αποτελέσματα να είναι άχρηστα. Οι λήπτες των δειγμάτων θα πρέπει να γνωρίζουν ότι, όταν χρησιμοποιούνται δοχεία κατά την επεξεργασία των σπόρων, οι άδειοι σπόροι έχουν την τάση να παραμένουν στο επάνω μέρος (Edwards 1987). Οι τεχνικές με τις ακτίνες X επιτρέπουν την αναγνώριση των άδειων σπόρων, όπως επίσης και άλλων χαρακτηριστικών (Simaket *et al.* 1986, Simak 1991).

### 3. Ανάλυση καθαρότητας (Purity determination)

**Πίνακας ΙΙ.** Αριθμός δεκαδικών ψηφίων κατά τη ζύγιση του δείγματος εργασίας**Table II.** Number of digits of the decimal place by measuring the weight of the working sample

Βάρος δείγματος εργασίας (g)	Αριθμός δεκαδικών ψηφίων
Λιγότερο από 1	4
1 ως 9,999	3
10 ως 99,99	2
100 ως 999,9	1
1000 ή περισσότερα	0

Στόχος του ελέγχου καθαρότητας είναι ο προσδιορισμός του ποσοστού των «καθαρών σπόρων» που υπάρχουν σε ένα δείγμα. Οι καθαροί σπόροι πρέπει να είναι διαχωρισμένοι από υλικά, όπως τεμάχια χώματος, πέτρες, φυτικά υπολείμματα καθώς και από σπόρους άλλων ειδών. Εξετάζονται τουλάχιστον 2.500 σπόροι με ένα ελάχιστο 0,5 g για πολύ μικρούς σπόρους και ένα μέγιστο 1000 g για πολύ μεγάλους σπόρους (βλ. Felfoldi 1987, ISTA 1999). Η ανάλυση καθαρότητας διενεργείται σε δείγμα εργασίας που λαμβάνεται από το παραδοτέο δείγμα. Το τελευταίο αναδεύεται και το δείγμα εργασίας λαμβάνεται με διαχωρισμό του παραδοτέου σε δύο ίσα μέρη πολλές φορές με τη χρήση μίας εκ των παρακάτω μεθόδων: (α) με μηχανικό διαχωριστή εδάφους ή με κωνικό (Boener) διαχωριστή ή με φυγόκεντρο διαχωριστή (β) με τη μέθοδο του τυχαίου κυπέλλου και (γ) με τη μέθοδο του κουταλιού (Edwards 1987).

#### Ζύγιση, υπολογισμός και έκφραση της καθαρότητας

Το βάρος του δείγματος εργασίας ζυγίζεται σε τόσα δεκαδικά ψηφία όσα ορίζονται στον Πίνακα ΙΙ και στη συνέχεια διακρίνεται σε καθαρούς σπόρους, σπόρους άλλων ειδών και αδρανή υλικά (Joost van der Burg 1991, Machanicsek, 1991). Μετά την ταξινόμηση κάθε κλάσμα ζυγίζεται χωριστά και το συνολικό ποσοστό όλων των συστατικών πρέπει να είναι 100. Συστατικά με ποσοστό μικρότερο του 0,5 % πρέπει να αναφέρονται ως «ίχνη». Το άθροισμα των βαρών των συστατικών θα πρέπει να συγκρίνεται με το αρχικό βάρος ως έλεγχος για την απώλεια υλικού, ή άλλου σφάλματος. Εάν η απώλεια βάρους είναι 1% ή περισσότερο του αρχικού βάρους του δείγματος εργασίας, θα πρέπει να λαμβάνεται νέο δείγμα και να επαναλαμβάνεται ο διαχωρισμός. Εάν κάποιοι σπόροι του δείγματος εργασίας φέρουν ακόμη πτερούγια (π.χ. στα γένη *Abies*, *Larix*, *Pseudotsuga*, *Pinus*, *Picea*, *Cedrus*), πρέπει να ζυγίζονται ξεχωριστά από τους σπόρους που δεν φέρουν τέτοιου είδους δομές. Αυτά τα δύο βάρη συνδυάζονται για να δώσουν το συνολικό βάρος των «καθαρών σπόρων». Ωστόσο, το βάρος αυτών των σπόρων που φέρουν τέτοιου είδους δομές εκφράζεται ως ποσοστό του συνολικού «καθαρού σπόρου» και αναφέρεται ξεχωριστά. Τα ποσοστά των προσμιξεων, όπως πτερούγια που είναι προσκολλημένα στους σπόρους δεν προσδιορίζονται.

#### **4. Προσδιορισμός βάρους (Weight determination)**

Σε αυτόν τον έλεγχο προσδιορίζεται το βάρος των χιλίων (1000) σπόρων του δείγματος και πραγματοποιείται συνήθως μαζί με τον έλεγχο καθαρότητας (Bonner 1972, Edwards 1987, ISTA 1999). Μετρούνται είτε όλοι οι καθαροί είτε μέρος αυτών σε επαναλήψεις. Στη δεύτερη περίπτωση, αφού είναι γνωστό το βάρος των καθαρών σπόρων, υπολογίζεται εύκολα το βάρος των 1000 σπόρων.

#### Υπολογισμός και έκφραση των αποτελεσμάτων

Η διακύμανση ( $s^2$ ), η τυπική απόκλιση ( $s$ ) και ο συντελεστής διακύμανσης ( $cv$ ) υπολογίζονται ως ακολούθως:

Διακύμανση =  $[n(\sum x^2) - (\sum x)^2] / n(n-1)$ , όπου  $x$  = βάρος της κάθε επανάληψης σε γραμμάρια,  $n$  = ο αριθμός των επαναλήψεων και  $\sum$  = άθροισμα

$s = (\text{διακύμανση})^{1/2}$

$cv = s/x \times 100$ , όπου  $x$  το μέσο βάρος 100 σπόρων

Εάν το  $cv$  υπερβαίνει το 4, θα πρέπει να μετρηθούν άλλες 8 επαναλήψεις και το  $s$  να μετρηθεί για τις 16

επαναλήψεις. Κάθε επανάληψη που αποκλίνει από το μέσο χ περισσότερο από δύο φορές την τυπική απόκλιση, απορρίπτεται. Το μέσο βάρος 100 σπόρων από οχτώ ή περισσότερες επαναλήψεις πολλαπλασιάζεται με 10 (π.χ. 10 X μέσο x) για τον προσδιορισμό του μέσου βάρους 1000 σπόρων. Το αποτέλεσμα πρέπει να εκφραστεί με τον ίδιο αριθμό δεκαδικών ψηφίων όπως στην ανάλυση καθαρότητας .

### 5. Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε υγρασία (Moisture content)

Τα δείγματα που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της υγρασίας ζυγίζονται σε γραμμάρια με τρία δεκαδικά ψηφία. Ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι: (α) Φούρνος υψηλής θερμοκρασίας μαζί με δοχεία ξήρασης και ξηραντήρα, (β) Αναλυτικός ζυγός με δυνατότητα ταχείας ζύγισης στο τρίτο δεκαδικό του γραμμαρίου (γ) Μύλος άλεσης και (δ) Μεταλλικό κόσκινο με οπή διαμέτρου 4,0 mm.

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε υγρασία διεξάγεται σε δύο ανεξάρτητα δείγματα βάρους 4 ως 5 γραμμαρίων. Το παραδοτέο δείγμα αναδεύεται προσεκτικά πριν τη λήψη των δειγμάτων εργασίας. Τα δείγματα δεν πρέπει να εκτίθενται στον περιβάλλοντα αέρα για περισσότερο από 30 δευτερόλεπτα. Μεγάλοι σπόροι (π.χ. σπόροι *Quercus*) πριν την ξήρανση πρέπει να τεμαχίζονται ή να αλέθονται (λεπτομέρειες βλ. ISTA 1999).

#### Διαδικασία

Ζυγίζεται το άδειο δοχείο μαζί με το κάλυμμά του. Στη συνέχεια τοποθετείται το δείγμα ομοιόμορφα κατανεμημένο στο δοχείο και αυτό μαζί με το περιεχόμενό του και το κάλυμμα ζυγίζεται εκ νέου. Αμέσως μετά τοποθετείται το δοχείο με το περιεχόμενό του και με το κάλυμμα κάτω από το δοχείο σε θερμοκρασία 105° C μέσα σε φούρνο και ξηραίνεται για 17 ± 1 ώρες. Η περίοδος ξήρασης αρχίζει τη χρονική στιγμή που στο φούρνο επιτυγχάνεται η επιθυμητή θερμοκρασία (105° C). Με τα πέρας του επιθυμητού χρόνου ξήρασης το δοχείο καλύπτεται με το κάλυμμά του και σε ξηραντήρα για να κρυώσει. Στη συνέχεια το δοχείο με το κάλυμμα και το περιεχόμενο ζυγίζονται εκ νέου.

#### Υπολογισμός και έκφραση των αποτελεσμάτων

Η περιεκτικότητα σε υγρασία ως ποσοστό του βάρους υπολογίζεται στο ένα δεκαδικό ψηφίο με τη βοήθεια του ακόλουθου τύπου:

$$(m_2 - m_3) \frac{100}{m_2 - m_1}, \text{ όπου}$$

$m_1$  = βάρος του δοχείου και του καλύμματός του σε γραμμάρια

$m_2$  = βάρος του δοχείου, του καλύμματος και του περιεχομένου πριν από την ξήρανση

$m_3$  = βάρος του δοχείου, του καλύμματος και του περιεχομένου μετά την ξήρανση

Η διαφορά  $m_2 - m_1$  είναι το βάρος του δείγματος πριν από την ξήρανση, δηλαδή το νωπό του βάρος. Η περιεκτικότητα των σπόρων σε υγρασία εκφράζεται πάντα με βάση το νωπό βάρος. Ο μέσος όρος των δύο προσδιορισμών λαμβάνεται ως η ποσοστιαία περιεκτικότητα σε υγρασία του δείγματος, με την προϋπόθεση ότι η διαφορά μεταξύ των δύο προσδιορισμών δεν ξεπερνά το 0,3-2,5 %, η οποία εξαρτάται από το μέγεθος του δείγματος και το αρχικό ποσοστό υγρασίας. Η δοκιμή πρέπει να επαναληφθεί μία ακόμη φορά εάν η διαφορά υπερβαίνει τα παραπάνω όρια. Το ποσοστό υγρασίας στρογγυλοποιείται στο πλησιέστερο 0,1 %.

Για ταχύτερο προσδιορισμό της υγρασίας των σπόρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ηλεκτρόμετρο, συσκευή που διατίθεται σε διάφορους τύπους (Hartmann *et al* 1997, ISTA 1999).

### 6. Έλεγχος φυτρωτικότητας (Germination test)

Ο έλεγχος αυτός αποτελεί τον κοινά αποδεκτό έλεγχο φυτρωτικότητας που καθορίζει το % ποσοστό των κανονικών αριφυτών που παράγονται από «καθαρούς» σπόρους. Σε πολλά είδη πριν γίνει ο έλεγχος της φυτρωτικότητας απαιτούνται ειδικοί προφυτρωτικοί χειρισμοί (ISTA 1999). Στη συνέχεια οι σπόροι τοποθετούνται πάνω ή μέσα σε υπόστρωμα και διατηρούνται σε ευνοϊκό επίπεδο υγρασίας και σε άριστες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτός. Οι συνθήκες αυτές πρέπει να είναι σύμφωνες με τα πρότυπα που καθορίζονται στους επίσημους κανονισμούς ελέγχου (AOSA 1985, ISTA 1999) και περιλαμβάνουν τον τύπο ελέγχου, το

**Πίνακας III.** Απόσπασμα προδιαγραφών ελέγχου φυρωτικότητας σπόρων (ISTA 1999)  
**Table III.** Part of germination prescriptions for testing forest seeds (ISTA (1999))

Είδος	Προδιαγραφές για:				Συμπληρωματικές οδηγίες και υποδείξεις για τη διακοπή του ληθάργου
	Υπόστρωμα	Θερμοκρασία °C	Πρώτη μέτρηση (ημέρες)	Τελευταία μέτρηση (ημέρες)	
<i>Abies cephalonica</i>	Πάνω σε χαρτί	20-30	7	28	α) Χωρίς στρωμάτωση και β) Στρωμάτωση 21 ημέρες στους 3-5°C (διπλός έλεγχος)
<i>Carpinus betulus</i>	Άμμος	(20)	(14)	(42)	1. Χρήση τετραζόλιου 2. Σε υγρό υπόστρωμα 1 μήνα σε 20°C και μετά 4 μήνες σε 3-5°C.
<i>Sorbus</i> spp.	(Άμμος)	(20-30)	(7)	(28)	1. Χρήση τετραζόλιου 2. Στρωμάτωση για 4 μήνες στους 3-5°C.

είδος του υποστρώματος, τη θερμοκρασία, τη χρονική διάρκεια ελέγχου (πρώτη και τελευταία μέτρηση) και συμπληρωματικές οδηγίες καθώς και υποδείξεις για τη διακοπή του ληθάργου (Πίνακας III). Τις απαραίτητες συνθήκες για τη φύτευση (θερμοκρασία, φως, υγρασία και οξυγόνο) εξασφαλίζουν διαφορετικοί τύποι φυρωτηρίων που έχουν σχεδιαστεί γι' αυτόν το σκοπό: (α) Φυρωτήρια ανοιχτής επιφάνειας, (β) Θάλαμος φύτευσης, (γ) Φυρωτήριο δωματίου (ISTA 1997).

#### Κατάλληλα υποστρώματα ελέγχου φυρωτικότητας Χαρτί

Το χαρτί (διηθητικό ή στυπόχαρτο) πρέπει να είναι απαλλαγμένο από μύκητες και βακτήρια και να μην περιέχει τοξικές ουσίες. Οι ίνες του να αποτελούνται από 100 % χημικώς λευκασμένο ξύλο ή βαμβάκι και να είναι λευκό ή χρωματισμένο με μη τοξική βαφή και η υφή του να μην επιτρέπει την ανάπτυξη των ριζών μέσα σ' αυτό. Το σπουδαιότερο μειονέκτημα του χαρτιού είναι η τάση του να διευκολύνει τη ραγδαία μετάδοση των μυκήτων. Αν και αυτό μπορεί να αποφευχθεί με την τοποθέτηση των σπόρων κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην εφάπτονται μεταξύ τους, σε περιπτώσεις που οι σπόροι είναι νεκροί ή προσβεβλημένοι από μύκητες, πρέπει να απομακρύνονται κατά τη διάρκεια του πειράματος, και το χαρτί να ανανεώνεται.

#### Άμμος

Η άμμος χρησιμοποιείται συνήθως στον έλεγχο μεγάλων σπόρων (*Quercus*, *Aesculus* και *Castanea*), ή σε εκείνα τα είδη που απαιτούν μακροχρόνια φύτευση (π.χ. *Carpinus*, *Fraxinus* και *Rosa*), καθώς επιβραδύνει την ανάπτυξη παθογόνων οργανισμών, παρέχοντας επαρκή υγρασία και αερισμό στους σπόρους. Η άμμος πρέπει να αποστειρώνεται, εκτός και αν είναι γνωστό ότι είναι απαλλαγμένη από τοξικές ουσίες, παθογόνους οργανισμούς και ξένους σπόρους. Οι κόκκοι της άμμου πρέπει να έχουν διάμετρο 0,05 mm έως 0,8 mm. Το pH να είναι ουδέτερο μέχρι ελαφρώς όξινο (pH 6,0-7,0). Στην άμμο προστίθεται νερό ώστε αυτή να βρισκείται στο 50-60 % της υδατοϊκανότητάς της. Το κύριο μειονέκτημα της άμμου είναι ότι σ' αυτή συνυφαινούνται οι ρίζες κατά τον έλεγχο της φυρωτικότητας και οι πρώτες εκτιμήσεις μπορεί να μετακινήσουν άλλους σπόρους προκαλώντας τους βλάβες. Η άμμος μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, αφού προηγηθεί αποστείρωση.

#### Έδαφος

Έδαφος πρέπει να χρησιμοποιείται όταν άλλα υποστρώματα έχουν δείξει συμπτώματα φυτοτοξικότητας κατά το φύτευμα των σπόρων. Το έδαφος πρέπει να είναι καλής ποιότητας, όπως το πηλώδες έδαφος κήπου. Στο έδαφος πρέπει να προστίθεται άμμος εάν αυτό έχει την τάση να σχηματίζει σβώλους. Θα πρέπει να

προστίθεται τόσο νερό ώστε η μάλα χρώματος που σχηματίζεται με την παλάμη να σπάξει εύκολα όταν πιέζεται ανάμεσα στα δύο δάχτυλα. Μετά την ύγρανση πρέπει να απομακρύνονται οι κόκκοι που είναι μεγαλύτεροι του 1 mm με τη χρησιμοποίηση ενός κόσκινου. Αποστείρωση του εδάφους, για την καταστροφή των παθογόνων οργανισμών, μπορεί να μην γίνει, επειδή η μικροπανίδα του εδάφους μπορεί να αναχαιτίσει την ανάπτυξη μυκήτων που προέρχονται από σπόρια, τα οποία μπορεί να είναι θανατηφόρα σε ελέγχους σπόρων σε χαρτί.

#### *Άλλα υποστρώματα*

Ένα υλικό που χρησιμοποιείται ευρέως είναι το «Kimpak». Πρόκειται για ένα ελαφρύ, ελαστικό προϊόν κτυπαρίνης σε πολλαπλά στρώματα, που συγκρατεί το νερό και το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δοκιμή ακόμη και μεγάλων σπόρων, όπως είδη *Quercus*, για τα οποία συνιστάται η άμμος. Επίσης, χρησιμοποιούνται συχνά και άλλα υλικά, όπως ελαφρόπετρα, περλίτης και βερμικουλίτης. Επίσης, είναι δυνατοί και συνδυασμοί υποστρωμάτων, όπως για παράδειγμα Kimpak κάτω από κανονικό χαρτί το οποίο εξασφαλίζει ομοιόμορφη παροχή νερού στο χαρτί.

#### Νερό

Το νερό που χρησιμοποιείται στους ελέγχους φυτρωτικότητας πρέπει να είναι απαλλαγμένο από ξένες ουσίες και να έχει περίπου ουδέτερη αντίδραση. Εκτός και εάν είναι πολύ «σκληρό», δηλαδή έχει υψηλή περιεκτικότητα σε μεταλλικά άλατα, όπως ασβέστιο και μαγνήσιο, τότε προτιμάται η χρησιμοποίηση αποσταγμένου νερού. Το απιονισμένο νερό μπορεί να δώσει περισσότερα ομοιόμορφα αποτελέσματα από το νερό βρύσης και δεν απαιτεί ειδικό αερισμό.

#### Αριθμός σπόρων - Τοποθέτηση

Για την πραγματοποίηση ενός αξιόπιστου αποτελέσματος πρέπει να χρησιμοποιούνται τουλάχιστον 400 καθαροί σπόροι που λαμβάνονται τυχαία και χωρίζονται σε επαναλήψεις των 100, 50 ή 25 σπόρων. Η μέτρηση των σπόρων γίνεται πάντοτε με το χέρι. Οι σπόροι τοποθετούνται ομοιόμορφα μέσα στο υγρό υπόστρωμα και αρκετά μακριά ο ένας από τον άλλο. Σε χαρτί οι σπόροι τοποθετούνται στην επιφάνειά του ή ενδιάμεσα σε χαρτιά. Σε άμμο οι σπόροι τοποθετούνται συνήθως ομοιόμορφα πάνω σ' αυτή και στη συνέχεια επικαλύπτονται με άμμο πάχους 10-20 mm. Αυτό συνιστάται για πολλά πλατύφυλλα αλλά και για ορισμένα κωνοφόρα. (Edwards 1987). Σε άλλα είδη οι σπόροι πιέζονται μέσα στην άμμο, μένοντας όμως στην επιφάνειά της (ISTA 1999).

#### Συνθήκες του πειράματος της φύτευσης των σπόρων

##### *Θερμοκρασία*

Ανάλογα με το είδος χρησιμοποιείται σταθερή ή εναλλασσόμενη θερμοκρασία (ISTA 1999). Στις εναλλασσόμενες θερμοκρασίες η χαμηλότερη πρέπει να χρησιμοποιείται επί 16 ώρες και η υψηλότερη θερμοκρασία επί 8 ώρες την ημέρα.

##### *Φως*

Η ένταση του φωτός πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 750 και 1250 lux. Οι σπόροι πρέπει να φωτίζονται για τουλάχιστον 8 ώρες το 24ωρο. Όταν οι σπόροι φυτρώνουν κάτω από εναλλασσόμενη θερμοκρασία πρέπει να φωτίζονται κατά τη διάρκεια της υψηλότερης θερμοκρασίας (ISTA 1999).

##### *Υγρασία και αερισμός*

Το υπόστρωμα πρέπει να περιέχει επαρκή ποσότητα υγρασίας, αλλά δεν πρέπει αυτή να είναι υπερβολική, ή να παρεμποδίζει τον αερισμό. Εκτός από την περίπτωση που συνιστάται υψηλό ποσοστό υγρασίας, το υπόστρωμα δεν θα πρέπει να είναι τόσο υγρό, ώστε να σχηματίζεται μεμβράνη νερού γύρω από τους σπόρους. Η αρχική ποσότητα νερού που προστίθεται στο υπόστρωμα εξαρτάται από τη φύση και τις διαστάσεις του. Η προσθήκη νερού σε δεύτερη φάση θα πρέπει να αποφεύγεται. Η ανάγκη για προσθήκη νερού μπορεί να μειωθεί εάν γύρω από τους σπόρους διατηρείται κορεσμένη ή σχεδόν κορεσμένη σε υγρασία ατμόσφαιρα. Η σχετική υγρασία μπορεί να αυξηθεί με αυτόματο υγραντήρα, με τη διατήρηση ενός ανοιχτού δοχείου με νερό στο φυτρωτήριο ή με την κάλυψη των σπόρων και της άμμου με πλαστικά ή γυάλινα διαφανή δοχεία (Petri dishes).

### Η διάρκεια της δοκιμής φυτρωτικότητας

Ο έλεγχος φυτρωτικότητας συνήθως διαρκεί έως τέσσερις εβδομάδες. Σε μερικά είδη που φυτρώνουν αργά μπορεί να συνεχιστεί για τρεις μήνες. Η ακριβής διάρκεια του ελέγχου καθορίζεται στις προδιαγραφές του ISTA για τα σπουδαιότερα είδη. Σε περίπτωση που διαπιστωθεί ότι μερικοί σπόροι αρχίζουν να φυτρώνουν κατά το τέλος της συνιστώμενης περιόδου, τότε ο έλεγχος μπορεί να παραταθεί για 7 ακόμη ημέρες. Ο έλεγχος της φυτρωτικότητας μπορεί να ολοκληρωθεί πριν από το συνιστώμενο χρόνο εάν δεν υπάρχει φύτευση για 7 ημέρες. Ο χρόνος της πρώτης μέτρησης είναι ενδεικτικός, σε κάθε όμως περίπτωση πρέπει να επιτρέπεται ακριβή αξιολόγηση των αρτίφυτρων, διαφορετικά παραλείπεται. Οι ενδιάμεσες μετρήσεις μπορεί να γίνουν με απομάκρυνση των επαρκώς ανεπτυγμένων αρτίφυτρων, αλλά τέτοιες μετρήσεις θα πρέπει να ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο τραυματισμού των υπό ανάπτυξη αρτίφυτρων. Ωστόσο, τα αρτίφυτρα θα πρέπει να μετριούνται και να απομακρύνονται συχνότερα όταν εμφανίζονται προσβολές από μύκητες και βακτήρια. Οι εμφανώς νεκροί ή σε αποσύνθεση σπόροι, που μπορεί να αποτελούν εστία μόλυνσης για τα υγιή αρτίφυτρα, πρέπει να απομακρύνονται σε κάθε μέτρηση και να καταγράφεται ο αριθμός τους.

### Αξιολόγηση αρτίφυτρων

Σύμφωνα με τους Hartmann *et al.* (1997) και ISTA (1999) στο τέλος του ελέγχου φυτρωτικότητας οι σπόροι διακρίνονται: (α) σε κανονικά αρτίφυτρα, (β) σε μη κανονικά αρτίφυτρα (γ) σε νωπούς σπόρους (δ) σε ληθαργούντες σπόρους και (ε) σε νεκρούς, άδειους ή σάπιους σπόρους.

**Κανονικά αρτίφυτρα:** Έχουν τις βασικές δομές (ρίζα και βλαστό) καλά αναπτυγμένες, τα κριτήρια όμως για ένα «κανονικό» αρτίφυτρο ποικίλουν ανάλογα με το είδος (Hartmann *et al.* 1997) = Βιβλιογραφία)

**Μη κανονικά αρτίφυτρα:** Είναι ατελή σε μία ή περισσότερες βασικές δομές και δεν μπορούν να ταξινομηθούν ως κανονικά φυτάρια. Ως μη κανονικά κατατάσσονται τα αρτίφυτρα με τις ακόλουθες ατέλειες:

(α) Αρτίφυτρα με βλάβη (damaged).

(β) Αρτίφυτρα παραμορφωμένα (deformed).

(γ) Αρτίφυτρα σε αποσύνθεση (decayed).

Μη κανονικά αρτίφυτρα δημιουργούνται από την ηλικία των σπόρων, από ακατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης των σπόρων, από μηχανική βλάβη, από έντομα ή άλλους παθογόνους οργανισμούς, από υπερδοσολογία μυκητοκτόνων, από παγετό, από έλλειψη αλάτων, από τοξικές ουσίες (Hartmann *et al.* 1997).

**Νωποί (fresh) σπόροι:** Σπόροι που έχουν εμποτιστεί με νερό και εμφανίζονται σταθεροί και ικανοί για φύτευση, όμως δεν έχουν αρχίσει να φυτρώνουν μέχρι το τέλος της προκαθορισμένης χρονικής περιόδου και κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες του πειράματος.

**Σπόροι σε λήθαργο:** α) Σπόροι που δεν απορρόφησαν νερό και είναι «σκληροί» β) Σπόροι σφυαχτοί (συμπαγείς) που απορρόφησαν νερό, διογκώθηκαν, δεν έχουν μούχλα, αλλά δεν φυτρώνουν λόγω ληθάργου στο έμβryo.

**Νεκροί σπόροι:** Σπόροι που δεν είναι ούτε σκληροί, ούτε νωποί και δεν έχουν παράγει φυτάρια μέχρι το τέλος του πειράματος.

**Άδειοι σπόροι:** Σπόροι οι οποίοι είναι εντελώς άδειοι ή περιέχουν κάποιον υπολειμματικό ιστό που δεν είναι ούτε ενδοσπέρμιο, ούτε έμβryo.

**Σπόροι προσβεβλημένοι από έντομα:** Σπόροι που περιέχουν λάρβες εντόμων ή σκόνη σκωροφαγωμένου ξύλου, ή έχουν άλλες ενδείξεις εντομολογικής προσβολής η οποία εμφανώς επηρεάζει την ικανότητα των σπόρων να φυτρώσουν.

Στο τέλος του ελέγχου φυτρωτικότητας, το ποσοστό των νωπών σπόρων που δεν έχουν φυτρώσει προσδιορίζεται με κατά μήκος τομή του σπόρου και την εξέταση του περιεχομένου. Εκείνοι οι σπόροι που έχουν παραμείνει σταθεροί και είναι εμφανώς ζωντανοί προσμετρώνται ως φρέσκοι σπόροι που δεν έχουν φυτρώσει (fresh ungerminated seeds). Στους ληθαργούντες σπόρους προσδιορίζεται η ζωτικότητα τους με τη μέθοδο του τετραζολίου (Moore 1985, Enescu 1991, ISTA 1999).

### Έμφραση των αποτελεσμάτων – Επανάληψη ελέγχου

Ο μέσος όρος των τεσσάρων επαναλήψεων των 100, 50, ή 25 σπόρων υπολογίζεται στον πλησιέστερο αμέραιο αριθμό και αναφέρεται ως ποσοστό φυτρωτικότητας. Δεύτερος έλεγχος πρέπει να διεξάγεται με την



Ίδια ή άλλη μέθοδος, όταν: (α) το εύρος των τιμών για τις επαναλήψεις υπερβαίνει τις τιμές που δίνονται σε ειδικούς πίνακες του ISTA (1999) ή όταν κάθε δύο από τις επαναλήψεις των 100 σπόρων διαφέρουν σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10% (Hartmann *et al.* 1997) (β) υπάρχουν ενδείξεις ότι το αποτέλεσμα μπορεί να μην είναι αξιόπιστο, γιατί υπάρχουν λανθασμένες συνθήκες ελέγχου, σφάλματα στην αξιολόγηση των αρτιφύτρων ή ανακρίβεια στην καταμέτρηση και καταγραφή των αποτελεσμάτων και (γ) υπάρχει η υποψία πως το αποτέλεσμα δεν είναι αξιόπιστο εξαιτίας ληθάργου, φυτοτοξικότητας ή εμφάνιση μυκήτων ή άλλων παθογόνων οργανισμών.

#### Αναφορά των αποτελεσμάτων

Η πλήρης αναφορά ενός ελέγχου φυτρωτικότητας περιλαμβάνει το ποσοστό (α) των κανονικών αρτιφύτρων (β) των μη κανονικών αρτιφύτρων (γ) των νωπών σπόρων που δεν έχουν φυτρώσει (δ) των ληθαργούτων σπόρων και (ε) των νεκρών σπόρων. Επίσης, αναφέρεται η χρονική διάρκεια του ελέγχου. Για το ποσοστό των μη φυτρωμένων σπόρων που όμως είναι ζωτικοί (viable) και προσδιορίζεται στο τέλος του ελέγχου, αναφέρεται το ποσοστό τους και η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε. Τέλος, εάν προσδιοριστούν οι άδαιοι σπόροι, οι κούφιοι και οι σάπιοι αναφέρονται τα ποσοστά τους και η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό τους.

#### **7. Συζήτηση - Συμπεράσματα**

Ο αριθμός των σπόρων που ελέγχεται στα εργαστήρια των σταθμών ελέγχου, συγκρινόμενος με τον αριθμό σπόρων της παρτίδας που αντιπροσωπεύει, είναι πάρα πολύ μικρός. Έτσι, οι έλεγχοι πρέπει να διεξάγονται με τη δέουσα προσοχή και με πολύ μεγάλη ακρίβεια, ώστε να δείχνουν με αξιοπιστία την ποιότητα του σπόρου που αντιπροσωπεύουν (Bould 1975, Bould 1976, Bould 1977, Bould 1978). Αυτό ισχύει για όλους τους ελέγχους που αφορούν στην καθαρότητα, στο βάρος, στην υγρασία, στη φυτρωτικότητα των σπόρων ή ακόμη και άλλα είδη προσδιορισμών που δεν αναφέρθηκαν στην παρούσα εργασία (π.χ. ανάλυση με ακτίνες X, υγεία σπόρων, ευρωστία φυταρίων, μόλυνση από επιβλαβείς σπόρους ζιζανίων, γενετική καθαρότητα κ.λπ.). Το δείγμα που παραδίδεται σε ένα σταθμό ελέγχου είναι πάντοτε μεγαλύτερο από το δείγμα εργασίας στο οποίο διενεργούνται οι δοκιμές για δύο λόγους: (α) Το εργαστήριο πρέπει να διατηρήσει μέρος του παραδοτέου δείγματος για 1 έτος, ώστε να έχει τη δυνατότητα να επαναλάβει τον έλεγχο, αν αυτό για οποιονδήποτε λόγο απαιτηθεί και (β) Παρέχει υλικό για μία δεύτερη δοκιμή στην περίπτωση που η πρώτη δοκιμή απορριφθεί. Οι σπόροι εξάλλου από τη φύση τους, ως ζωντανό οργανισμό, δεν έχουν πάντα προβλεψίμη συμπεριφορά, όπως συμβαίνει με τα αδρανή υλικά. Το τελευταίο αποτελεί έναν επιπρόσθετο λόγο που ισχυροποιεί τη γενικότερη δυσκολία που παρουσιάζουν οι έλεγχοι των σπόρων και γι' αυτό όσοι απασχολούνται σε σταθμούς ελέγχου σπόρων πρέπει να διαθέτουν πλούσιες γνώσεις στο αντικείμενο καθώς και μεγάλη εμπειρία.

Προβλήματα σχετικά με τη δειγματοληψία, την καθαρότητα, την υγρασία, το βάρος των σπόρων καθώς και άλλα που σχετίζονται με προφυτρωτικούς χειρισμούς, με το είδος του υποστρώματος που πρέπει να χρησιμοποιηθεί στον έλεγχο φύτευσης καθώς και τις ακριβείς συνθήκες διεξαγωγής του φυτρώματος (άριστη θερμοκρασία, φως κ.λπ.), την πρώτη και την τελευταία μέτρηση, επιλύονται με την πιστή εφαρμογή των προτύπων διεξαγωγής ελέγχου που συντάχθηκαν από επίσημους διεθνείς οργανισμούς (AOSA 1985, ISTA 1993, 1999). Με την εφαρμογή των ενιαίων αυτών μεθόδων εξασφαλίζονται αξιόπιστα και συγκρίσιμα αποτελέσματα.

Καθώς σήμερα οι δασικοί σπόροι διακινούνται (εισάγονται και εξάγονται) μεταξύ των χωρών είναι ανάγκη να υποβάλλονται σε αυστηρούς ποιοτικούς ελέγχους με μεθόδους δοκιμασμένες και εγκεκριμένες από τους αναφερθέντες επίσημους διεθνείς οργανισμούς (AOSA και ISTA). Στη χώρα μας η διακίνηση του δασικού υλικού σποράς, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό, γίνεται χωρίς να προηγείται έλεγχος, άρα χωρίς πιστοποίηση. Η μεν δασική υπηρεσία χρησιμοποιεί το υλικό σποράς για δικές της ανάγκες (αναδασώσεις), οπότε φαίνεται ότι δεν είναι υποχρεωμένη να κάνει πιστοποίηση, οι δε ιδιώτες διακινούν σπόρους με ανεξέλεγκτο τρόπο, με ότι αυτό συνεπάγεται. Σίγουρο πάντως πρέπει να θεωρείται ότι σύντομα και στη χώρα μας, στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η διακίνηση του δασικού υλικού σποράς θα γίνεται μετά τον απαραίτητο έλεγχο και την έκδοση πιστοποιητικού από εξουσιοδοτημένους φορείς (δημόσιους ή ιδιωτικούς). Από αυτό και μόνο λοιπόν προκύπτει η ανάγκη για την έγκαιρη αντιμετώπιση του θέματος. Ο πλέον αρμόδιος

φορέας, η Κεντρική Δασική Υπηρεσία του Υπουργείου Γεωργίας, θα πρέπει να αναλάβει πρωτοβουλία και να συστήσει επιτροπή η οποία θα μελετήσει το θέμα και θα προτείνει λύσεις. Με δεδομένο ότι η πιστοποίηση δεν θα μπορεί να παρακαμφθεί, πρέπει να διερευνηθεί η δυνατότητα δημιουργίας σταθμών ελέγχου από την ίδια ή ανάθεση των ελέγχων και της πιστοποίησης σε εξειδικευμένα εργαστήρια που διαθέτουν τον απαραίτητο εξοπλισμό καθώς και την εμπειρία για ελέγχους και πιστοποίηση σπόρων. Τέτοια εργαστήρια μπορούν να αναζητηθούν σε ερευνητικά Ινστιτούτα του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. στα Α.Ε.Ι. και Τ.Ε.Ι. ακόμη όμως και σε ιδιωτικούς φορείς. Τα εργαστήρια αυτά πρέπει να είναι πιστοποιημένα από τον ISTA ή να διαθέτουν τον κατάλληλο εξοπλισμό και εμπειρία ώστε να μπορέσουν να πιστοποιηθούν από τον ISTA.

### Methods and procedures for testing forest seeds

E. Konstantinidou<sup>1</sup>, I. Takos<sup>2</sup>, Th. Merou<sup>2</sup>

#### Summary

In our country the field seeding is done without the precedence of the necessary laboratory tests. However these tests are indisputably a work of great importance in order to ensure the quality and quantity of the produced seedlings. The tests must be done with strict criteria and following the current international regulations. In this paper methods and procedures for forest seed testing are presented concerning: (a) sampling, (b) purity, (c) germination, (d) moisture content and (e) seed weight. Aim of this paper is to support the necessary regulations and to establish rules of seed testing so that the certification of seeds is ensured. For all the above-mentioned tests the required materials and the process are referred as well as the way of the result presentation.

**Key words:** Germination, moisture content, rules for seed testing, purity, sampling, weight.

#### Βιβλιογραφία

- AOSA (Association of Official Seed Analysis), 1985. Rules for testing seeds. *Journal of Seed Technology* 6:1-118.
- Bonner, F.T., 1972. Measurement of moist content in seeds of some North American hardwoods. *Proceedings of the International Seed Testing Association* 37:975-983.
- Bould, A., 1975. The distribution of the heterogeneity value. *Seed Science and Technology* 3:439-449.
- Bould, A., 1976. The measurement of uniformity in seed lots. *Journal of the National Institute of Agriculture Botany* 14:12-18.
- Bould, A. 1977. Interpretation of the results of tests on samples for the number of contaminants presents. *Journal of the National Institute of Agriculture Botany* 14:227-283.
- Bould, A., 1978. The efficiency of several methods of reducing the composite sample to submitted sample size. *Seed Science and Technology* 6:471-479.
- Bould A., 1986. *ISTA Handbook on Seed Sampling*. Published by the International Seed Testing Association, Zürich, p 61.
- Edwards, D. G. W., 1987. Methods and procedures for testing tree seeds in Canada. *Forestry Technical Report* 36. Canadian Forestry Service, p. 31.
- Enescu, W. 1991. The tetrazolium test of viability. In: Gordon A. G., P. Gosling and B. P. Wang (eds.) *Tree and Shrub Seed Handbook*. Published by the International Seed Testing Association, Zürich, pp. 1-19 (9).
- Felfoldi, E.M. 1987. *Handbook of pure seed definitions*. Published by the International Seed Testing Association, Zürich, p 56.
- Joost van de Burg W., 1991. Pure seed definitions and Drawings,. In: Gordon A. G., P. Gosling and B. P.

<sup>1</sup> Forestry Service Drama, Agiou Konstantinou 1, 661 00 Drama, Greece (elizcons@hotmail.com) Tel.: +30 5210 57844

<sup>2</sup> Institute of Technological Education Kavala, Department of Forestry, 661 00 Drama, Greece

- Wang (eds.) *Tree and Shrub Seed Handbook*. Published by The International Seed Testing Association, Zürich, pp. 1-24 (4).
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies Jr., and R. L. Geneve, 1997. *Plant Propagation. Principles and practices*. Sixth edition. Prentice-Hall International, Inc. p. 770.
- ISTA (International Seed Testing Association), 1993. *International Rules for Seed Testing*. Seed Sci. & Technol., Volume 21, 1-289 (Supplement).
- ISTA Equipment Committee (Chairperson: Ms. Grethe Tare), 1997. *Survey of Equipment and Supplies for Seed Testing*. Published by the International Seed Testing Association, Zurich.
- ISTA (International Seed Testing Association) 1999. *International Rules for Seed Testing Rules 1999*. Seed Science & Technology, Volume 27, (Supplement), p. 333.
- Machaniczek, I., 1991. The purity analysis. In: Gordon A. G., P. Gosling and B. P. Wang (Des) *Tree and Shrub Seed Handbook*. Published by The International Seed Testing Association, Zürich. pp. 1-4 (3).
- Moore, R. P., 1985. *Handbook on Tetrazolium Testing*. Published by the International Seed Testing Association, Zürich, p. 99.
- Simak, M., U. Bergsten and G. Henriksson, 1986. Evaluation of ungerminated seed at the end of germination test by radiography. 21<sup>st</sup> ISTA Congress, Brisbane, July 10-19. Preprint, 37:7, 1-17.
- Simak, M., 1991. Testing of forest tree and shrub seeds by X-radiography. In: Gordon A. G., P. Gosling and B. P. Wang (eds.) *Tree and Shrub Seed Handbook*. Published by The International Seed Testing Association, Zürich, pp. 1-28(14).

# Η Τέως Υλήεσσα\* Γη, το Δαρβινικό Σύστημα Αγοράς και η Εποχή του Mymother-Myself

Αθανάσιος Σ. Χριστοδούλου<sup>1</sup>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η σημερινή κατάσταση του περιβάλλοντος θα μπορούσε να παραλληλισθεί με το τρίτο μέρος της «Αμοργού» του ποιητή μας Νίκου Γκάτσου, όπου ο ορίζοντας σκοτεινιάζει και γεμίζει εικόνες βαριές από τη γνώση ενός αποτελέσματος που προβάλλει απειλητικό. Η λύση στο πρόβλημα αυτό μπορεί να έλθει μόνο μέσα από την αλλαγή, όπως όμως την οραματίζεται ο Ντάνιελ Μπελ, μέσα δηλαδή από την αλλαγή της ίδιας της συνείδησής μας. Σε τούτο ιδιαίτερη συνεισφορά μπορεί να έχει η επίδραση της τέχνης, αφού αυτή δεν είναι τίποτα άλλο παρά μια διαδικασία μέσω της οποίας διερευνούμε το εσωτερικό και το εξωτερικό μας περιβάλλον και μαθαίνουμε να ζούμε με αυτά. Στην παρούσα εργασία αφού προσδιοριστούν τα «δακτυλικά αποτυπώματα» της εποχής μας και γίνει μια ανάλυση του σημερινού «δαρβινικού συστήματος» της αγοράς αλλά και του φαινομένου της παγκοσμιοποίησης, καταγράφονται συγκεκριμένες προτάσεις που θα μπορούσαν εφόσον εφαρμοστούν, να βοηθήσουν στην προστασία αλλά και τη βελτίωση του περιβάλλοντος.

**Λέξεις κλειδιά:** αλλαγή συνείδησης, τέχνη, δαρβινικό σύστημα αγοράς, προστασία περιβάλλοντος

## ΓΙΑΤΙ ΤΟ ΘΕΜΑ ΑΥΤΟ; ΓΙΑΤΙ ΑΠΟ ΑΥΤΗ ΤΗΝ ΟΠΤΙΚΗ ΓΩΝΙΑ;

Στο έργο του « τα Δημόσια και τα Ιδιωτικά», ο Οδυσσεάς Ελύτης αναφέρει:

ένα είδος παραμορφωτικής αρθρίτιδας, που έχει δημιουργηθεί εξ αιτίας μιας μακράς και συνεχούς τακτικής, συνηθίζεται να εκλαμβάνεται σαν η μόνη φυσιολογική διέξοδος.

Συνήθως λοιπόν συμβαίνει κάτι ανάλογο σε συναντήσεις με θέμα το περιβάλλον. Συνηθίζουμε δηλ. με ένα είδος μαζοχιστικής, θα έλεγα, διάθεσης να επαναλαμβάνουμε με ακριβή αριθμητικά νούμερα, ιστογράμματα κλπ. τα συμπτώματα και μόνο του μεγάλου ασθενούς - του πλανήτη Γη. Λες και ικανοποιούμαστε πλήρως με το να αναφωνούμε κάτι ανάλογο με το «μανθρασπέντα-μανθρασπέντα», δηλ τη μαγική, μυστηριώδη και παντοδύναμη εκείνη λέξη, που πρόσφερε, στην Ανατολή, το πνεύμα του καλού για να υποτάξει τις δυνάμεις του κακού και του σκότους (Υφαντής).

Δεν υπάρχει βέβαια αμφιβολία ότι η σημερινή κατάσταση του περιβάλλοντος θα μπορούσε να παραλληλισθεί με το τρίτο μέρος της «Αμοργού» του ποιητή μας Νίκου Γκάτσου, όπου ο ορίζοντας σκοτεινιάζει και γεμίζει εικόνες βαριές από τη γνώση ενός αποτελέσματος που προβάλλει απειλητικό. Και ίσως μπορούμε να δανειστούμε τους στίχους του Ελύτη για να προσδιορίσουμε τους ουσιαστικά υπεύθυνους της κατάστασης αυτής (Άξιον Εστί) :

...Σελδζούχοι ροπαλοφόροι καραδοκούν.  
Χαγάνοι ορνεοκέφαλοι βυσοδομούν.  
Σκυλοκοίτες και νεκρόσιτοι κι ερεβομανείς  
κοπροκρατούν το μέλλον...

Είναι όμως επίσης σίγουρο ότι οι περισσότεροι άνθρωποι, αναφερόμενοι στον πλανήτη γη, ποιητικά ή και πρακτικά, αλλάζοντας το αντικείμενο αναφοράς γνωστού ερωτικού σονέτου του Πάμπλο Νερούδα, θα αναφωνούν κάπου βαθιά στη ψυχή τους, τον παρακάτω στίχο:

\* υλήεις-υλήεσσα-υλήεν = δασώδης, δρυμώδης, σύδενδρος (Σταματάκος, 1990)

<sup>1</sup> Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος - ΑΠΘ

Τις χάρες σου λατρεύω, το πέτρινό σου δέρμα....

Και αφού δεν επαναπαυόμαστε σε μυστηριώδεις και παντοδύναμες μαγικές λέξεις, δεν βλέπουμε ως διέξοδο και λύση στο πρόβλημα, παρά μόνο την **αλλαγή**, όπως όμως την οραματίζεται ο Ντάνιελ Μπέλ (κατά Σμωλ, 1983), μέσα δηλαδή από την **αλλαγή της ίδιας της συνείδησής μας**. Εξάλλου η θέση αυτή έρχεται και σε πλήρη συμφωνία με τη θέση του Παγκόσμιου Ταμείου για τη Φύση (WWF- Ελλάς, 2001), ότι δηλαδή το περιβάλλον, πρωτίστως, το καταστρέφουν οι αντιλήψεις μας.

### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η ανάλυση του θέματος προσεγγίζεται με καθαρά ερευνητική και γενικότερη φιλοσοφική διάθεση, από την πλευρά της αξίας της τέχνης, αλλά, στο μέτρο του δυνατού, και από θρησκευτική σκοπιά. Και τούτο γιατί ο γράφων 1. φοβάται τον άνθρωπο του ενός βιβλίου (timeo hominem unius libri) όπως και την «ενιαία και μονοδιάστατη σκέψη», 2. γνωρίζει καλά ότι επιστήμη και θρησκεία δε βασιλεύουν στην ίδια επικράτεια και 3. ούτε η Φιλοσοφία ούτε η Επιστήμη ούτε η Τέχνη είναι «πλήρεις», αν δεν αρδεύονται η μία από τις άλλες. Πολύ περισσότερο που - όσο κι αν διαφέρουν τα μέσα τους και οι τρόποι τους - έχουν κοινούς τελικούς στόχους: την αποκρυπτογράφηση, την ερμηνεία, την κατάκτηση του κοσμικού και βιοτικού φαινομένου - που οδηγούν, όσο γίνεται, στην απελευθέρωση, την τελείωση του ανθρώπου - δηλαδή, στην ουσιαστική, τη βαθύτερη «ευδαιμονία» του (Πλωρίτης, 1989).

Το τρίπτυχο που καθοδηγεί την επιστήμη είναι:

- ότι επιζητεί να κατανοήσει και να ερμηνεύσει τον κόσμο,
  - η επιστήμη μαθαίνει και
  - η κινητήρια δύναμή της είναι η αμφιβολία,
- ενώ η θρησκεία
- προσπαθεί να δώσει νόημα στη ζωή,
  - διδάσκει και
  - θεμέλιό της έχει την πίστη.

Η επιστήμη ενδιαφέρεται για πράγματα ορατά και αντιληπτά. Δεν ενδιαφέρεται να ερμηνεύσει αυτό που βρίσκεται «πέραν» του ουρανού. Εξάλλου αν υπάρχει Θεός, υπάρχει ένας μόνο Θεός, και στη σχέση μαζί του, εκείνο που έχει λιγότερη σημασία είναι το όνομα που του έχουμε δώσει. Παρά ταύτα όμως η τελευταία, με διεθνείς συνέπειες, περιπέτεια με τους «δίδυμους» πύργους της Αμερικής απέδειξε ότι οι άνθρωποι διατηρούν για λόγους προσωπικούς ή ευρύτερου κοινωνικού συμφέροντος, το δικαίωμα να πιστεύουν ότι στο όνομα του δικού τους Θεού μπορούν να διαπραττούν οποιοδήποτε έγκλημα. Κατ' αυτόν λοιπόν τον τρόπο διαψεύδεται η θέση του Νίτσε ότι

αν δεν υπήρχε Θεός όλα θα επιτρέπονταν

και αποδεικνύεται ότι στο όνομα του Θεού, όλα έχουν επιτραπεί και όλα έχουν δικαιολογηθεί. Γι' αυτό ο γνωστός πορτογάλλος Νομπελίστας συγγραφέας Jose Saramago (2001) πιστεύει ότι «οι θρησκείες, όλες χωρίς εξαίρεση, ποτέ δεν συνέβαλαν στο πλησίασμα και την κατανόηση ανάμεσα στους ανθρώπους αλλά, αντίθετα, ήταν και εξακολουθούν να είναι αιτία για αλληλοσκοτωμούς, για τερατώδεις σωματικές και ψυχικές βαναυσότητες, ένα από τα πιο σκοτεινά κεφάλαια της θλιβερής ανθρώπινης ιστορίας». Και όλα αυτά παρά το γεγονός ότι ο άνθρωπος, μάλλον, από φόβο για το θάνατο, μια μέρα ανακάλυψε το Θεό και με την ιστορική του διαδρομή απέδειξε και συγχρόνως επεδίωξε αυτό που υποστηρίζει ο Ο. Ελύτης, δηλ. ότι

αν δεν στηρίζεις το ένα πόδι  
έξω από τη γη

ποτέ σου δεν θα μπορέσεις  
να σταθείς πάνω της.

Μια επισήμανση που νομίζουμε ότι, για τα κακώς κείμενα, οδηγεί τα βέλη όχι στον απλό άνθρωπο αλλά στους κρατούντες της γης και εν προκειμένω στους θρησκευτικούς ηγέτες που πολλές φορές φανατίζουν τον πιστό και τον αποπροσανατολίζουν. Παρά ταύτα αξιοσημείωτο γεγονός αποτελεί η πρόσφατη συνάντηση, στην Ασίζη της Ιταλίας, των εκπροσώπων των 12 μεγαλύτερων θρησκειών του κόσμου. Στο σημείο όμως αυτό νομίζουμε ότι δεν πρέπει να μας διαφύγει της προσοχής η παρατήρηση του F. Collins (Διευθυντή του Εθνικού Ινστιτούτου Ερευνών Ανθρώπινου Γενώματος) ότι «αποδίδουμε κάποιου είδους θρησκευτική σημασία στο DNA» ή στα συμπεράσματα μελετών που έχουν γίνει σε διδύμους και έχουν δείξει (όχι με μεγάλη αξιοπιστία, αλλά έδειξαν παρόλα αυτά) ότι τα γονίδια διαμορφώνουν ακόμα και τη γνώμη κάποιου για το αν π.χ. θα είναι υπέρ ή κατά της φυλάκισης. Αλήθεια μέχρι ποίου βαθμού είναι ελεύθερος ο άνθρωπος;

Από την άλλη πλευρά, η τέχνη και η επιστήμη αποτελούν και οι δύο μέσα εξερεύνησης, όμως, οι προθέσεις, οι μέθοδοι και το είδος της πραγματικότητας που εξερευνούν, είναι πολύ διαφορετικές :

- στόχος της τέχνης είναι να μας κάνει ικανούς να ζήσουμε στον κόσμο. Το βασικότερο εργαλείο της τέχνης είναι το ανεπανάληπτο της εμπειρίας, γι' αυτό και πιστεύεται ότι τίποτα δεν είναι πιο βασισμένο στην αλήθεια όσο η τέχνη, σε μας όμως απομένει να την ανακαλύψουμε (Ζαραμπούκα),
- από την άλλη μεριά στόχος της επιστήμης είναι να μας κάνει ικανούς να κυριαρχήσουμε πάνω στον κόσμο.

Στην επιστήμη αυτό που μετράει είναι το τελειωμένο προϊόν, η θεωρία, η υπόθεση, η αντικειμενικοποιημένη γνώση. Όλα αυτά τα πετυχαίνουμε με διάφορους τρόπους και με εργαλείο το επαναλαμβανόμενο πείραμα. Ενώ η τέχνη είναι βασικά μια **διαδικασία** μέσω της οποίας διερευνούμε το εσωτερικό και το εξωτερικό περιβάλλον και μαθαίνουμε να ζούμε με αυτά - αυτό επιδιώκει και ο Μπετόβεν, και ο Μιχαήλ Άγγελος και ο αφοσιωμένος κηπουρός και το παιδί με τις σχηματικές του ζωγραφιές, μα και οι «ανεπίσημοι νομοθέτες του κόσμου», όπως αποκαλεί τους ποιητές ο Άγγλος λογοτέχνης P. Shelley. Με άλλα λόγια η τέχνη είναι κάτι περισσότερο από την παραγωγή όμορφων, ή ακόμα, εκφραστικών αντικειμένων που φτιάχνονται με σκοπό να τα θαυμάζουν οι άλλοι (Σμωλ, 1983).

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστό -όπως τουλάχιστον η επιστήμη αντιμετωπίζει σήμερα το θέμα- ότι σε 5 δισεκατομμύρια χρόνια περίπου, ο Ήλιος, αφού θα έχει καταναλώσει και το άλλο μισό υδρογόνο που διαθέτει σήμερα, θα γίνει τελικά ένας μαύρος νάνος, ένα αστρικό πώμα, δίχως φως. Πριν όμως φθάσει στην πωματική του κατάσταση, θα έχει ανεβάσει τη θερμοκρασία του πλανήτη μας σε αρκετές χιλιάδες βαθμούς, με αποτέλεσμα η ζωή να εξαφανιστεί και η Γη να εξατμιστεί (Reeves *et al.*, 1997).

Σύμφωνα λοιπόν με τη θεωρία αυτή ο άνθρωπος, δε θα μπορέσει να μείνει στη Γη περισσότερο από 4 δισεκ. χρόνια ακόμα.

Ως συνέπεια των παραπάνω, έρχεται το ακόλουθο διττό ερώτημα, υπό μορφή προθέτου σχήματος:

- Τι θα μπορέσει να κάνει ο άνθρωπος τώρα και στο μέλλον για να επιβιώσει μετά τα 4 δισεκ. χρόνια και
- Ακολουθώντας τη σημερινή τακτική του, όσον αφορά την προστασία του πλανήτη μας, θα μπορέσει να επιβιώσει πάνω σ' αυτόν για 4 ακόμα δισεκ. χρόνια;

Ως προς το πρώτο ερώτημα, αν λάβουμε υπόψη μας τη φράση του πατέρα του σοβιετικού διαστήματος - Κονσταντίν Τσιολκόφσκι- «η Γη είναι το λίκνο μας, αλλά κανένα πλάσμα δε μένει αιώνια στο λίκνο του», τότε μπορούμε βάσιμα να υποθέσουμε ότι ο άνθρωπος μελλοντικά θα δραπετεύσει σε άλλους πλανήτες. Και τούτο βέβαια διότι δεν αποκλείεται τα επόμενα διαστημόπλοια να φτάσουν μια μέρα σε ταχύτητες κοντινές προς εκείνες του φωτός.

Υποθέτοντας λοιπόν ότι η κοσμική εξέλιξη οδήγησε στο σχηματισμό και άλλων πλανητών, άλλων μορφών

ζωής και άλλων διανοιών, τότε η δραπέτευση αυτή του ανθρώπου του πλανήτη μας, πιθανά να τον οδηγήσει σε άλλες επιφάνειες πράσινες και γόνιμες...

Ως προς το δεύτερο ερώτημα, τι θα συμβεί δηλαδή στη Γη τα επόμενα 4 δισεκ. χρόνια, προκύπτει επίσης το ερώτημα: είμαστε σε θέση να συμβιώσουμε με την ίδια τη δύναμή μας, όπως τουλάχιστον αυτή καταγράφεται σήμερα στην ανατολή της νέας χιλιετίας; Αν βέβαια δώσουμε την απάντηση όχι, τότε δε χρειάζεται πανικός. Το βέβαιο είναι ότι η εξέλιξη θα συνεχιστεί και χωρίς το ανθρώπινο είδος...

Πιθανότατα κάτι ανάλογο να εννοούσε και ο ποιητής Γιώργος Σαραντάρης (1999) όταν έγραφε:

Οι ορίζοντες ρεμβάζουνε στα πέρατα της γης  
όταν οι άνθρωποι αποκοιμήθηκαν  
ή πέθαναν.

Τα ανθρώπινα όμως όντα έχουν αποδείξει ότι είναι ιδιαίτερα ευφυή -διέσπασαν το άτομο, εξερευνούν το ηλιακό, και όχι μόνο, σύστημα, χαρτογράφησαν το ανθρώπινο γονιδίωμα, δημιουργούν το μεγάλο κύμα της τεχνολογικής ανανέωσης που βασίζεται στη διασταύρωση των έξι επαναστάσεων - μικροηλεκτρονική, υπολογιστές, νέες τηλεπικοινωνίες, νέα υλικά, ρομποτική, βιοτεχνολογία (Ανδρουλάκης, 2001).

Και αφού το σύστημα του συναγερμού έχει ενεργοποιηθεί, πρέπει και το ανθρώπινο γένος να ενεργοποιηθεί, όπως ακριβώς, με το πρώτο πλήγμα κινητοποιείται ολόκληρο το ανθρώπινο σώμα.

#### **ΔΑΡΒΙΝΙΣΜΟΣ**

Κατά τον Άγγλο Φυσιδίφη και Βιολόγο Κάρολο Δαρβίνο (1809-1882), τα ζωντανά όντα που υπάρχουν πάνω στη Γη προήλθαν από μια ή ελάχιστες αρχικές μορφές με αδιάκοπη μεταβολή, που διέπεται από τη φυσική επιλογή. Η επιλογή αυτή γίνεται στη διάρκεια του αγώνα για την ύπαρξη, όταν κάθε ζωντανός οργανισμός αναπτύσσει ιδιότητες κατάλληλες για την προσαρμογή του προς το περιβάλλον και για να υπερισχύσει στην πάλη του με τα άλλα όντα.

#### **ΤΑ ΔΑΚΤΥΛΙΚΑ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΜΑΣ**

Πολλοί υποστηρίζουν ότι βρισκόμαστε σε ένα κομβικό σημείο, σε μια μάλλον ολισθηρή καμπί της ιστορίας του ανθρώπινου γένους, σε μια εποχή όπου λέξεις «κλειδιά» για τη επιβίωσή μας αιωρούνται αποκομμένες από κάθε νοηματοδότηση της ζωής. Χωρίς να μας διαφεύγει επίσης της προσοχής ότι ζούμε σε μια εποχή που θα τη χαρακτηρίζαμε - σύμφωνα με τα επιτεύγματα των γενετιστών - ως την εποχή του

#### **My mother myself**

και με ένα τρόπο προσωπικό και συνάμα συμβολικό, θα λέγαμε (σε πρώτο επίπεδο σύμφωνα με το κύκλο του Αναξίμανδρου Πραξιμάδου - Μιλήσιος, 610-547) ότι:

#### **Ο κόσμος**



Ο κόσμος ένα τέλος α-τελειώτο  
με την ά- ν-αρχη αρχή του

#### **Ο άνθρωπος**



Ο άνθρωπος μια πορεία  
μ' αρχή και τέλος που συμπύκνουν

#### **My mother myself**

Ο αγώνας της νέας χιλιετίας  
 η «τελεία» να καταργηθεί  
 και ο άνθρωπος κόσμος να γενεί....(ΚΛΩΝΟΠΟΙΗΣΗ)

Μετά την κοσμική, τη χημική και τη βιολογική φάση έχουμε ήδη μπει στη τέταρτη φάση όπου ετοιμάζουμε μια νέα μορφή ζωής: ένα πλανητικό μακροοργανισμό, που περικλείει τον έμβιο κόσμο και τις ανθρώπινες παραγωγές, ένα μακροοργανισμό ο οποίος επίσης εξελίσσεται και εμείς αποτελούμε τα κύτταρά του. Έχει το δικό του νευρικό σύστημα, του οποίου το έμβρυο είναι το INTERNET, και ένα μεταβολισμό, ο οποίος ανακυκλώνει υλικά. Φαίνεται δε πως η ανακύκλωση αυτή είναι «εκ των ων ουκ άνευ», αφού παραδειγματιζόμαστε, ή πρέπει να παραδειγματιζόμαστε, από τη φύση που προχωράει σε μια γιγαντιαία ανακύκλωση ατόμων, ο αριθμός των οποίων παραμένει σταθερός μετά τη Μεγάλη Έκρηξη (Big Bang) και που χάρη σ' αυτή την ανακύκλωση, το ζωικό βασίλειο μπορεί να ανανεώνεται.

Όσον αφορά το INTERNET, το σίγουρο είναι ότι δημιουργείται μία νέα γενιά επιχειρήσεων - οι εταιρείες του διαδικτύου - όπου κυριαρχεί το νέο επιχειρηματικό μοντέλο, δηλ. λιγότερα επιχειρηματικά κεφάλαια, περισσότερες ιδέες και ευέλικτα στελέχη (Μπασκόζος κ.α., 2001). Υποστηρίζεται λοιπόν ότι όσοι επιχειρηματίες προσπαθούν να δουν τη νέα οικονομία από το πρίσμα της παλιάς, είναι σίγουρο ότι θα αποτύχουν. Ενώ, αναφορικά με την ανάπτυξη του δικτύου στην Ελλάδα, εκτιμάται ότι η υφιστάμενη διεύθυνση, που υπολογίζεται σήμερα σε 10%, θα αυξηθεί και θα φθάσει τελικά στο 30-40%, αλλά δεν πρόκειται ποτέ να φθάσει το 70% των σκανδιναβικών, π.χ., χωρών. Αναλογίζεται όμως κανείς, το γεγονός αυτό δεν θα πρέπει να πιστωθεί στα θετικά και όχι στα αρνητικά του λαού μας μια που, κατά τη γνώμη μας, δεν σημαίνει τίποτα άλλο παρά μόνο ότι ο Έλληνας πιστεύει ακόμη στην ανθρώπινη επαφή και όχι στην επαφή μέσω κάποιου μηχανήματος (Τζωρτζάκης, 2001). Με άλλα λόγια ο φόβος πως ο άνθρωπος θα περιπέσει σε αδράνεια αν όλες οι κοινωνικές σχέσεις γίνονται μέσα από το INTERNET (Ανδριανέσης, 2001) φαίνεται ότι δεν ισχύει, τουλάχιστον μέχρι σήμερα, για την ελληνική πραγματικότητα.

Ο παγκόσμιος λοιπόν αυτός μακροοργανισμός δημιουργεί αλληλοεξαρτώμενα συστήματα, συνδέει τους ανθρώπους με ταχύτητες σε επίπεδο nanosec (γι' αυτό και ο γνωστός οικονομολόγος Jeremy Rifkin υποστηρίζει ότι βρισκόμαστε στην εποχή του nanosec ) και ανατρέπει τις μέχρι σήμερα γνωστές διαδικασίες των ανταλλαγών μας.

Η πιο όμως ζοφερή άποψη υποστηρίζει ότι ο σημερινός άνθρωπος είναι ανίκανος να συμβιώσει με τους ομοίους του και τη βιόσφαιρα. Οι υποστηρικτές της θεωρίας αυτής συνοψίζουν το κοσμικό δράμα σε τρεις φάσεις:

- η φύση γεννά την πολυσύνθεση,
- η πολυσύνθεση γεννά την αποτελεσματικότητα και
- η αποτελεσματικότητα μπορεί να καταστρέψει την πολυσύνθεση. Και τούτο γιατί ο άνθρωπος του εικοστού αιώνα ανακάλυψε τον πυρηνικό υπερεξοπλισμό και κατέστρεψε το περιβάλλον.

Σημάδια λοιπόν των καιρών μας και της δράσης αλλά και της αδράνειάς μας το σύνδρομο του Κόλπου, το σύνδρομο των Βαλκανίων, η τρύπα του όζοντος, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η όξινη βροχή, η άγνωστη μάλλον ακόμα επίδραση του απεμπλουτισμένου ουρανίου σε φυτά, ζώα και άνθρωπο, η καταστροφή στο οικοσύστημα των νησιών Γκαλαπάγκος, η καταστροφή των δασών, οι μεταλλαγμένοι (διαγονιδιακοί) οργανισμοί.

-Χαρακτηριστικό παράδειγμα των συνεπειών της καταστροφής των δασών αποτελεί η δημιουργία των πολλαπλών προβλημάτων που ακολούθησαν τον καταστρεπτικό σεισμό των 7,6 Ρίχτερ στο Σαν Σαλβαντόρ της Κεντρικής Αμερικής, το Γενάρη του 2001. Προβλήματα που είχαν σχέση με την μετακίνηση μεγάλων ποσοτήτων λάσπης προς τα κατόντη λόγω της προηγηθείσης απομάκρυνσης της βλάστησης από τις πλαγιές των λόφων, στη βάση των οποίων υπήρχαν σπίτια τα οποία και εξαφανίστηκαν κάτω από τη λάσπη, μαζί βέβαια με πολλές ανθρώπινες υπάρξεις (TIME, 4/2001).

-Παραπέρα είναι γνωστές οι συνέπειες της πετρελαιοκηλίδας στο ευρύτερο οικοσύστημα των νησιών Γκαλαπάγκος, στις 16/1/2001. Νησιά γνωστά , αφενός μεν διότι αποτελούν τον αποκλειστικό τόπο διαμονής μερικών από τα πιο σπάνια πουλιά και θαλάσσια θηλαστικά και αφετέρου, γνωστά από το γεγονός ότι είδη της



περιοχής αυτής ενέπνευσαν το Κάρολο Δαρβίνο, το 1859, στο επιστημονικό του έργο «η προέλευση των ειδών» (Fernandez, 2001).

-Όσον αφορά το φαινόμενο του θερμοκηπίου φαίνεται ότι τα πρώτα επακόλουθα αυτού ξεπερνούν και τις πιο απαισιόδοξες προβλέψεις των επιστημόνων (Μητράλιας, 2001), όπως τουλάχιστον αυτές καταγράφονται από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για τις Κλιματικές Αλλαγές (Intergovernmental Panel on Climatic Change - IPCC). Ένα συμπέρασμα που υπογράφεται όχι μόνο από τις 100 χώρες που ίδρυσαν την επιτροπή αυτή αλλά και από τους 2.000 συμμετέχοντες επιστήμονες αλλά και από τα Ηνωμένα Έθνη που στηρίζουν και καλύπτουν τις δραστηριότητες της. Σε σχέση όμως με το φαινόμενο αυτό του θερμοκηπίου αξίζει να αναφερθεί και η πρόσφατη πολιτικά και περιβαλλοντικά ελλειποβαρής απόφαση (Απριλίου 2001) του σημερινού προέδρου των ΗΠΑ: «όσον αφορά το CO<sub>2</sub> ...δεν πρόκειται να κάνουμε απολύτως τίποτα το οποίο θα βλάψει την οικονομία μας. Διότι προτεραιότητά μου αποτελούν οι άνθρωποι που ζουν στην Αμερική» (Graff, 2001). Μια απόφαση λοιπόν που ουσιαστικά τορπιλίζει το πρωτόκολλο του 1997 του Κ्यοτο και ανάγκασε το γνωστό περιοδικό TIME να θέσει ως τίτλο το «μολυσμένος αέρας πάνω από το Κ्यοτο - bad air over K्यοτο», ενώ παράλληλα η απόφαση αυτή χαρακτηρίστηκε «σαν η περισσότερο αντιπεριβαλλοντική απόφαση Αμερικανού προέδρου στη σύγχρονη ιστορία». Φαίνεται λοιπόν πως ο Αμερικανός πρόεδρος δεν επιθυμεί να λάβει υπόψη του την επισήμανση του γνωστού καθηγητή Πολ Κρουτζεν (Νομπέλ Χημείας 1995): «αν τα μοντέλα πρόβλεψης επαληθευτούν, τότε στο άμεσο μέλλον θα δούμε το κλίμα στον πλανήτη μας να θερμαίνεται τόσο όσο δεν το έχουμε δει τα τελευταία 400.000 χρόνια».

-Παρόμοια όμως προβλήματα προκύπτουν και από την τακτική που εφαρμόζεται για την καθιέρωση της λεγόμενης «νέας τάξης πραγμάτων». Γι' αυτό και ο Αμερικανός δημοσιογράφος Ρόμπερτ Τάκερ έγραψε «οι αμερικανοί άλλαξαν τη φόρμουλα του πολέμου, εισάγοντας τη μαζική χρήση προηγμένων όπλων και την ταχύτερη δυνατή αποχώρηση των στρατιωτών μας. Αυτό όμως δεν είναι ειρήνη, αλλά αναρχία. Αντί τάξης, φέρνει καταστροφή». Μιας λοιπόν τακτικής της οποίας τα αποτελέσματα, ιδιαίτερα εμείς ως Βαλκάνιοι, υφιστάμεθα σήμερα, και τα οποία, παρακολουθώντας το πλήρες χρονολόγιο του πλανήτη μας, μας δίνουν το δικαίωμα να αναφωνήσουμε ότι

η τέως υλήεσσα γη  
μετατρέπεται σε  
νυν γη γεμάτη ιλύ...

μια εικόνα δηλ. που αν μπορούσαμε να την προβάλλουμε στο παρελθόν, πριν από 100 ή και 50 χρόνια, θα κρινόταν σαν μια καθαρά σουρεαλιστική εικόνα, δηλ. σύμφωνα με τον ορισμό του μετρ του είδους Σαλβατόρ Νταλί για το τι είναι σουρεαλισμός, θα κρινόταν σαν «απεικόνιση μιας ονειροφωτογραφίας». Μα να όμως που δεν είναι όνειρο αλλά ωμή πραγματικότητα. Θυμίζοντάς μας παράλληλα την ανάλογη περίπτωση του πυρηνικού βομβαρδισμού της Χιροσίμα και του Ναγκασάκι αλλά και την υπόθεση Shimoda που ακολούθησε 18 χρόνια μετά στη δικαστική οθόνη και της οποίας το νόημα ήταν ότι η αποτροπή μιας νέας Χιροσίμα με πολλαπλά καταστρεπτικά αποτελέσματα συνιστά προϋπόθεση της επιβίωσης του πλανήτη γη και φυσικά του ανθρώπου (Κουτσούκης, 1998). Στα πλαίσια δε των πολλών εναλλακτικών ερμηνειών που έχουν δοθεί για τα αίτια των περιβαλλοντικών προβλημάτων είναι και η ακραία τοιαύτη του ιστορικού Lynn White, Jr (κατά Tom Tietenberg, 1997) ο οποίος τονίζει ότι, κατά την Παλαιά Διαθήκη 1) ο Θεός έπλασε τον άνθρωπο σύμφωνα με την εικόνα Του και 2) δόθηκε η εξουσία στον άνθρωπο να κυριαρχεί πάνω στις άλλες μορφές ζωής. Και οι δύο αυτές λοιπόν ιδιότητες κάνουν τον άνθρωπο κυρίαρχη δύναμη πάνω στη γη. Γι' αυτό η λύση που προτείνει ο White είναι: «η ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας δεν πρόκειται να μας βγάλει από τη σημερινή κρίση μέχρις ότου βρούμε μια νέα θρησκεία ή αναθεωρήσουμε την παλιά».

Παραπέρα η εκπαίδευση και τα σχολεία μας, έτσι όπως λειτουργούν στις σημερινές κοινωνίες μας, δημιουργούν τέτοιες αντιληπτικές στάσεις, που μας κάνουν να βλέπουμε τη φύση σαν ένα απλό αντικείμενο προς εκμετάλλευση, τα υλικά αγαθά σαν το παν, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο παράγονται, και τη γνώση σαν κάτι αφηρημένο που υπάρχει έξω από εμάς (Σμωλ, 1983).

Αλλά και η αλλοτρίωση των επιστημόνων δίνει το δικό της στίγμα στις μέρες μας. Μια αλλοτρίωση που αποτελεί γεγονός εξαιρετικής σημασίας για την εξουδετέρωση αυτών των ίδιων των επιστημόνων ως πολιτι-

στικών συνειδήσεων (Γραμματικάκης, 1996). Η αλλοτρίωση δε αυτή, στις μέρες μας, και στο χώρο που υπηρετούμε, επιτυγχάνεται με πέντε κυρίως τρόπους: 1. με την ύπαρξη σε ερευνητικά εργαστήρια και Πανεπιστήμια ενός οξυτάτου ανταγωνισμού. Η παραγωγή papers (επιστημονικών δημοσιεύσεων) προέχει της αναζήτησης κάποιας ουσιαστικής αλήθειας, 2. με την καθυπόταξη των εκπαιδευτικών και των ερευνητικών διαδικασιών στη λογική και μόνο του κέρδους των επιχειρήσεων, 3. με την προσφυγή σε εορτασμούς επετείων, εξελίξεις κλπ όπου, συνήθως, ο μοναδικός μας στόχος είναι να τροφοδοτήσουμε το ακροατήριο με «υπαινιμούς ανωτερότητας», να ικανοποιήσουμε συμπλέγματα «επιρμένου επαρχιώτη», ή να δημιουργήσουμε «ψυχολογική λεοντή μιας βασανιστικής ανασφάλειας» που για διάφορους λόγους μπορεί να μας περιβάλλει, οδηγώντας έτσι, πολλές φορές, στο αντιιδεολογικό, αντιεπιστημονικό και ανήθικο και «οι έσχατοι έσονται πρώτοι», 4. με τον προσανατολισμό των ενεργειών μας σε μια «αυτοερωτική ικανοποίηση και προσωπολαγνεία», λησιμονώντας αυτά που υμνούσαν στην αρχαία ελληνική λυρική ποίηση (7<sup>ος</sup> -5<sup>ος</sup> αιώνας π.Χ.) δηλ. η πόλη, οι Θεοί, οι δόξες τους, οι παλιοί γενάρχηδες, εξ αιτίας των οποίων ο νικητής στους αγώνες είχε νικήσει και συνεπώς την αξία τους υμνούσε η νίκη τους (Πίνδαρος, 518-438 π.Χ.) και 5. με την εξομίωση ΑΕΙ και ΤΕΙ και την επιδίωξη

οι φοιτητές και φοιτήτριες, οι σπουδαστές και σπουδάστριες  
να παίρνουν γνώσεις με χρησιμική και μόνο αξία,

χωρίς δηλαδή να εξασκούνται στη κριτική σκέψη και σε σφαιρική πρόσληψη της πραγματικότητας. Ξεχνώντας δηλαδή ότι η Ανώτερη Επαγγελματική Εκπαίδευση παρέχει γνώσεις εφηρμοσμένου χαρακτήρα, χωρίς επιστημονική εμβάθυνση. Αν δε η ανώτατη εκπαίδευση προσαρμοστεί τελικά προς την κατεύθυνση αυτή, τούτο θα έχει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στην ίδια την Ανώτατη Εκπαίδευση. Πιο συγκεκριμένα θα περιορίσει την ευρύτητα και τη χρονική ανθεκτικότητα των πανεπιστημιακών σπουδών, γεγονός που θα προβεί σε βάρος τόσο των εκπαιδευμένων όσο και των επιχειρήσεων, καθώς τα πρακτικά επαγγελματικά εφόδια απαξιώνονται γρήγορα (Βλάχου, 2000). Με άλλα δηλαδή λόγια

επιδίδεται μια εξειδίκευση της παιδείας και της έρευνας,  
έτσι ώστε να αποκλείεται η θέαση του όλου (Γραμματικάκης, 1996)

ή να αδυνατεί να διακρίνει κάποιος

που κείται το καίριο,

όπως τούτο το διατυπώνει ο πολυεπίπεδος και κρυπτικός, παγκόσμιος και διαχρονικός Ο. Ελύτης (Τα Δημόσια και τα Ιδιωτικά). Κάτω λοιπόν από τέτοιες συνθήκες αναρωτιέται κανείς αν πράγματι μπορεί να επαληθευτεί η Θεόγνεια φιλοσοφία ότι δηλ. «ούτε ο άνθρωπος ούτε άλλο ον είναι καλό (ανώτερο), αν δεν είναι επίλεκτοι οι γεννήτορές του» (Θέογνης, 560-500 π.Χ.). Εν προκειμένω βέβαια επίλεκτοι πνευματικά. Μια εξάλλου άποψη που νομίζουμε ότι βρίσκεται σε πλήρη αρμονία με την ανέκαθεν, αλλά κυρίως σήμερα, κύρια επιδίωξη του κάθε είδους γενετιστών. Αλλά και πριν από μισό και πλέον αιώνα ο ίδιος ο Μαχάτιμα Γκάντι (1869-1948) αναφερόμενος στα επτά θανάσιμα αμαρτήματα

πλουτισμός χωρίς εργασία  
ψυχαγωγία χωρίς ευσυνειδησία και μέτρο  
γνώση χωρίς χαρακτήρα  
επιχειρηματική συνδιαλλαγή χωρίς ηθική  
επιστήμη χωρίς ανθρωπιά  
πίστη χωρίς θυσία και  
πολιτική χωρίς αρχές

ουσιαστικά ακτινογραφούσε και τα μελλούμενα...

Η ανάγκη λοιπόν της ενατένησης της παιδείας από άλλη θέση και οπτική γωνία επιβεβαιώνεται αν θυμηθούμε την απάντηση που έδωσε ο Αϊνστάιν όταν ρωτήθηκε για το ποιος τον επηρέασε περισσότερο στις επιστημονικές ανακαλύψεις του. Ο Ντοστογιέφσκι, ήταν η απάντησή του. Γι' αυτό και ο γνωστός σε όλους μας Φυσικός, αλλά και Φιλόσοφος-Στοχαστής, καθηγητής κ. Γ. Γραμματικάκης αναρωτιέται: ποιο είναι το νόημα της επιστημονικής σκέψης, ως συνιστώσας πολιτισμού, σε μία κοινωνία που εμφανίζει βαθύτατη κρίση και περίπου άπνοια των ποιητικών αξιών;

Απομένει λοιπόν το ερώτημα: θα μπορέσουμε να συμβιώσουμε με τον πλανητικό αυτόν μακροοργανισμό ή θα γίνουμε παράσιτα και θα καταστρέψουμε τον οικοδεσπότη που μας φιλοξενεί, ο οποίος τότε θα μας οδηγούσε σε βαθύτατες οικονομικές, οικολογικές και κοινωνικές κρίσεις;

Επιβάλλεται συνεπώς ο άνθρωπος να βρει την αρμονία ανάμεσα στη Γη και την Τεχνολογία, ανάμεσα στην Οικονομία και την Οικολογία.

Και αν δεν μπορούμε να είμαστε αισιόδοξοι για κάτι τέτοιο, παρά τη διεύρυνση των ευκαιριών μόρφωσης και τις αλληπάλληλες τεχνολογικές επιτυχίες, τότε αξίζει να επανέλθουμε στα ποσοστά αναφαριθμησιμότητας άλλων σκοτεινών εποχών.

Όμως ο άνθρωπος δεν είναι αυτός που κάνει τις τελικές επιλογές; Διότι τι είναι τελικά η αγορά αν δεν είναι και αυτή ένα δαρβινικό σύστημα που επιλέγει, απορρίπτει και διευρύνει ορισμένα είδη ανακαλύψεων;

### Ο ΔΑΡΒΙΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΓΟΡΩΝ

Παλιότερα, βάσει της δαρβινικής ρήσης περί της «επιβίωσης του ισχυρότερου», όλοι πίστευαν ότι οι νόμοι της αγοράς επιτρέπουν μόνο στους «δυνατότερους να επιβιώνουν». Οι επικριτές δε της καθιέρωσης αυτής του Δαρβινισμού και στην οικονομία, θεωρούσαν την ιδιωτικοποίηση μια πράξη που μειώνει το ρόλο του κράτους και μας γυρίζει πίσω σε μια κατάσταση όπου ο ισχυρότερος οικονομικά επικρατεί του ασθενέστερου (Τσακλάγκανος).

Ο κανόνας όμως αυτός ανατράπηκε, όταν, την προηγούμενη δεκαετία, κυριάρχησε το «small is beautiful» και οι μικρές επιχειρήσεις κυριάρχησαν σε μεγάλο βαθμό. Βέβαια και η θέση αυτή από πολλούς αμφισβητήθηκε αφού τόνιζαν ότι «το μικρό μπορεί να είναι όμορφο αλλά υπάρχουν λίγα παραδείγματα μικρών επιχειρήσεων που πέτυχαν τους στόχους τους».

Τώρα όμως φαίνεται ότι «ο πιο γρήγορος επιβιώνει». Το ζήτημα δηλαδή δεν είναι πόσο μικρή ή μεγάλη επιχείρηση είσαι, αλλά το πόσο γρήγορα ανταποκρίνεσαι στις νέες ανάγκες της κατανάλωσης και της αγοράς. Εδώ λοιπόν ακριβώς στηρίζεται και η ρήση πως στη σημερινή νέα αγορά αυτό που κυριαρχεί δεν είναι ότι το μεγάλο ψάρι τρώει το μικρό αλλά πως το γρηγορότερο ψάρι καταπίνει το αργοπορημένο όμοιο του.

Από την άλλη όμως πλευρά η πληροφορική έθεσε νέα δεδομένα και έκανε τα πράγματα ίσως πιο πολύπλοκα. Η ταχύτητα και η ποσότητα των πληροφοριών που παρέχονται γίνονται συνεχώς μεγαλύτερες, με αποτέλεσμα να προκύπτουν σε δεδομένα προβλήματα δισεκατομμύρια λύσεις, για τα οποία παλιότερα θα υπήρχαν μόνο μερικές λύσεις.

Έτσι οι επιστήμονες αποφάσισαν να δοκιμάσουν και πάλι την παλιά καλή δαρβινική θεωρία της εξέλιξης της φύσης, όπως αυτή παρουσιάστηκε παραπάνω «πετώντι οφθαλμό».

Οι επιχειρήσεις βρίσκονται σήμερα όλο και περισσότερο στο στόχαστρο των διαφόρων επιστημόνων, οι οποίοι προσπαθούν να επιλύσουν διάφορα προβλήματά τους μέσω μιας δυναμικής νέας τεχνικής. Οι βιολόγοι το αποκαλούν εξέλιξη, ενώ οι επιστήμονες της πληροφορικής του έδωσαν το νέο όνομα: Γενετικός Προγραμματισμός (ΓΠ) και Γενετικοί Αλγόριθμοι (ΓΑ) (Μπασκόζος, 2000). Ως γνωστό αλγόριθμος είναι ένα συστηματικό σύνολο κανόνων που χρησιμοποιείται για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος (Makridakis et al, 1983).

Οι ΓΑ προσπαθούν να βρουν τον καλύτερο συνδυασμό αριθμών για τη λύση ενός προβλήματος. Π.χ. είναι γνωστό το πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή, όπου για 10 πόλεις που πρέπει αυτός να επισκεφτεί, υπάρχουν 10! λύσεις, δηλ. 3.628.800 λύσεις, ενώ για 20 πόλεις, αντίστοιχα οι λύσεις ανέρχονται σε 20!, δηλ. σε 2,4 δισεκατομμύρια λύσεις. Και η σκέψη ήταν γιατί να μη προχωρήσουμε ένα βήμα μπροστά και, βάσει των ΓΑ, να υπολογίσουμε την καλύτερη τεχνική επίλυσή τους; Αυτός λοιπόν είναι ακριβώς ο σκοπός του ΓΠ.

Οι ΓΑ δεν βοηθούν απλά στην επίλυση προβλημάτων απαλλάσσοντας τον άνθρωπο από σιβάδες χαρτιού. Κυρίως βοηθούν τους επιστήμονες να δημιουργήσουν νέα προϊόντα. Έτσι, για παράδειγμα, στο Μάντισον των

ΗΠΑ κατασκευάστηκε μια μηχανή ντίζελ, σχεδιασμένη βάσει των ΓΑ, που συνδυάζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στα καύσιμα και σημαντική μείωση στην εκπομπή των ρύπων. Και όλα αυτά σε διάστημα λίγων εβδομάδων. Συγχρόνως οι αυτοκινητοβιομηχανίες προσανατολίζονται στη χρήση ελαφρών μετάλλων (π.χ. αλουμινίου) που μειώνουν το συνολικό βάρος του οχήματος και συνεπώς την κατανάλωση καυσίμων.

Σήμερα λοιπόν ο ΓΠ, ανοίγει νέες προοπτικές στη βιομηχανία, και φυσικά όχι μόνο, καθώς επιτρέπει την παραγωγή νέων προϊόντων, σε λίγους μόνο μήνες.

Έτσι οι ΓΑ αποτελούν ένα σημαντικό σύμμαχο του ανθρώπου, που μέσω της δαρβινικής ρήσης «περί επιβίωσης του ισχυρότερου», «μυρίζονται» την καλύτερη λύση, σε σύντομο χρονικό διάστημα, μέσω μιας εξίσου βραχείας ακολουθίας. Και φυσικά στην ανεύρεση της καλύτερης λύσης δεν υπεισερχονται μόνο θέματα με καθαρή οικονομική διάσταση αλλά και θέματα που άπτονται της περιβαλλοντικής προστασίας.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ακούγονται και αντίθετες απόψεις όσον αφορά τον δαρβινισμό της αγοράς αλλά και παραπέρα τον άγριο και θεσμοθετημένο, σε κάποια τουλάχιστον σημεία της γης, κοινωνικό δαρβινισμό, π.χ., της εργασιακής νομοθεσίας και του ασφαλιστικού (Μαθιόπουλος, 2001). Έναν οικονομικό δαρβινισμό που δεν υπακούει σε κανένα ηθικό φραγμό και που τοποθετεί τον άνθρωπο ως αξία στο περιθώριο.

Σίγουρα βρισκόμαστε στην εποχή της παγκοσμιοποίησης, δηλ. σε μια εντεινόμενη διαδικασία αλληλεξάρτησης και ενοποίησης των χρηματοπιστωτικών αγορών και του εμπορίου και σε μια ραγδαία συσχέτιση της πορείας των εθνικών οικονομιών. Σε μια εποχή όπου από τη μια μεριά περισσότερο ωφελημένοι εμφανίζονται οι επενδυτικές τράπεζες και οι χρηματιστηριακοί οίκοι και από την άλλη περισσότερο ζημιωμένοι ο τελικός καταναλωτής αλλά και ο πλανήτης γη με το περιβάλλον του. Και τούτο γιατί η σχέση μεταξύ κερδοσκοπικών και πραγματικών χρήσεων στη προσφορά και στη ζήτηση ενός αγαθού είναι 10 προς 1, με αποτέλεσμα η στρέβλωση των τιμών να είναι αναπόφευκτη - οπότε και όταν ακόμα βρουν ένα «πραγματικό» επίπεδο ισορροπίας, θα έχουν μεσολαβήσει μεγάλα διαστήματα με ακραίες και αδικαιολόγητες διακυμάνσεις. Για παράδειγμα, αν δει κανείς την περίπτωση του πετρελαίου τότε θα διαπιστώσει ότι οι ημερήσιες αγοραπωλησίες για πραγματική κατανάλωση δεν ξεπερνούν τα 40 εκατ. βαρέλια. Εν τούτοις όμως κάθε μέρα 300 εκατ. βαρέλια πετρελαίου «αλλάζουν» χέρια, με ότι τούτο συνεπάγεται σε κέρδη των μεσαζόντων, προμήθειες κ.λ.π. (Μαθιόπουλος, 2001).

Στα πλαίσια αυτά οποιοδήποτε οικονομικό γεγονός με παγκόσμια εμβέλεια συνιστά μια πολύπλοκη διαδικασία με απρόβλεπτες πολλές φορές συνέπειες για εκείνους που εμπλέκονται άμεσα ή έμμεσα. Πρόσφατο παράδειγμα αποτελεί η ένταξη της Κίνας, δηλ. περίπου του 25% του ανθρώπινου δυναμικού της γης, στον Παγκόσμιο Οργανισμό Εμπορίου, ως 142<sup>ο</sup> μέλος. Η ένταξη αυτή εκτιμάται ότι θα έχει θετικές αλλά και αρνητικές συνέπειες τόσο για την ίδια τη Κίνα όσο και για τον υπόλοιπο κόσμο:

**Πλεονεκτήματα για τη Κίνα:** επιτάχυνση των εξαγωγών ιδίως σε προϊόντα εντάσεως κεφαλαίου (ενδύματα, παπούτσια), νέες ξένες επενδύσεις στην κινέζικη επικράτεια και συνεπώς μείωση της ανεργίας.

**Πλεονεκτήματα για τον υπόλοιπο κόσμο:** θα δοθεί η ευκαιρία να γίνουν νέα εργοστάσια στην Κίνα και λόγω της ύπαρξης εκεί φθηνού και εξειδικευμένου προσωπικού, σύγχρονων υποδομών αλλά και λόγω της επίδρασης των λεγόμενων «οικονομικών κλίμακας» θα παραχθούν φθηνότερα προϊόντα.

**Μειονεκτήματα για τη Κίνα:** πιθανή περαιτέρω ανάπτυξη του ανατολικού τμήματος της χώρας θα μεγαλώσει το χάσμα με την ενδοχώρα και θα οδηγήσει σε συγκρούσεις και αναταραχές. Παράλληλα θα μεγαλώσει ο κίνδυνος χρεοκοπίας μικρών επιχειρήσεων με κρατικό προστατευτισμό, θα αυξηθεί η ανεργία και θα οδηγήσει σε περιπέτειες το κινέζικο αλλά και το παγκόσμιο τραπεζικό σύστημα.

Από την άλλη πλευρά, σε επίπεδο Ευρώπης, ήλθε η πρόσφατη οικονομική και νομισματική ένωση και η κυκλοφορία του ευρώ στις 12 από τις 15 χώρες της ΕΕ. Ένα γεγονός που χαιρέτιστηκε με εξαιρετικό ενδιαφέρον από άμεσα αλλά και έμμεσα ενδιαφερόμενους. Αυτή τούτη όμως η ενοποίηση δεν παύει να κρύβει παγίδες και να προαπαιτεί συνεχή και διαρκή προσπάθεια διότι «ουκ επ' ευρώ μόνον ζήσεται ο ευρωπαίος». Τούτο δε έχει ιδιαίτερη σημασία για την Ελλάδα καθότι κρίθηκε ότι η δραχμή ήταν πράγματι, λόγω συγκυριών (Β' και Γ' ΚΠΣ, έργα για την Ολυμπιάδα του 2004), υπερτιμημένη σε σχέση με τις πραγματικές της δυνατότητες όταν συνδέθηκε με το ευρώ (Κεράνης, 2002). Έτσι λόγω των ελλειμμάτων τόσο στο εμπορικό ισοζύγιο όσο και το ισοζύγιο τρεχουσών συναλλαγών και λόγω της δυσκαμψίας τιμών και μισθών προς τα κάτω, θα ακολουθήσουν ημέρες δύσκολες για πολλούς μη ανταγωνιστικούς κλάδους της οικονομίας οι οποίοι είναι εκτεθειμένοι στον διεθνή ανταγωνισμό.

Το τελικό λοιπόν ερώτημα είναι ποιος θα ωφεληθεί από την παγκόσμια αυτή αγορά και σε τι βαθμό; Μήπως οι ανισότητες μεταξύ Βορρά και Νότου, ή μεταξύ πλούσιων και φτωχών μέσα στην ίδια χώρα, διευρυνθούν ακόμα περισσότερο; Μήπως «σκοντάψαμε» πάνω στους «δίδυμους» της Αμερικής διότι ακριβώς «σκοντάψαμε» σε θέματα ρατσισμού, παγκόσμιας δικαιοσύνης, άνισης κατανομής του πλούτου, έλλειψης παγκόσμιου πολιτικού οράματος; Μήπως, εν τέλει, παγκοσμιοποίηση της αγοράς σημαίνει και παγκοσμιοποίηση της τρομοκρατίας; Μήπως παγκοσμιοποίηση σημαίνει απάνθρωπη συμπεριφορά και έλλειψη συναίσθηματος, αφού π.χ. ο νομπελίστας νεοφιλελεύθερος (λιγότερο κράτος είναι πάντοτε το νεοφιλελεύθερο σύνθημα, ακόμα και στους τομείς όπου και μια κενύσιανη αντίληψη θα θεωρούσε αρμοδιότητα του Δημοσίου) οικονομολόγος Μίλτον Φρίντμαν για το θέμα της επιδότησης των αεροπορικών εταιρειών, μετά το χτύπημα της 11<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου, αναφέρει «Κίνδυνος να χρεοκοπήσουν οι εταιρείες; Και τι πειράζει; Η ιδιωτική επιχείρηση λειτουργεί με το σύστημα των κερδών και των ζημιών. Οι ζημιές είναι σχεδόν σημαντικές όσο και τα κέρδη...» (Αναστασιάδης, 2001). Αδιαφορώντας δηλ. για το αν σε βραχυχρόνια ή μακροχρόνια βάση χιλιάδες άνθρωποι θα παραμείνουν άνεργοι. Δεν απομένει λοιπόν παρά μια συνεχής επαγρύπνηση με διεθνείς συναντήσεις των εμπλεκόμενων μερών αλλά και έλεγχος αυτών από τους άμεσα ενδιαφερόμενους- τους λαούς και τις οργανώσεις που τους αντιπροσωπεύουν.

Στα πλαίσια αυτά, σήμερα, οι διεθνείς συναντήσεις κάθε επιπέδου βρίσκονται στον κολοφώνα τους.

Πριν κάμποσα χρόνια, πολλοί υπεραμύνονταν τέτοιων συναντήσεων, ιδιαίτερα δε όταν ήταν ουσιαστική και η συμμετοχή των «δυνατών της γης». Και τούτο γιατί ήταν κοινή σχεδόν πεποίθηση ότι κάτι τέτοιο αποτελούσε «πανάκεια» για την επίλυση οποιουδήποτε οικονομικού, περιβαλλοντικού κλπ προβλήματος. Συγχρόνως δε η παρουσία, καθώς έλεγαν κάποιον εκατοντάδων διαδηλωτών, δεν ήταν τίποτα άλλο παρά η σφραγίδα μιας στείρας και συγκεκριμένης αντίδρασης.

Σήμερα όμως τα πράγματα έχουν διαφορετική εντελώς τοποθέτηση. Για πολλές διεθνείς συναντήσεις μιλάμε ότι πίσω τους κρύβεται «πράσινο ξέπλυμα χρήματος», όπως π.χ. έγινε με τη συνάντηση του Ρίο Ντε Τζανέιρο το 1992. Παράλληλα όμως οι διαδηλωτές που παρευρίσκονται στις συναντήσεις αυτές 1. ανέρχονται σε χιλιάδες, 2. έχουν παγκόσμια προέλευση και 3. αντιμετωπίζονται από οργανώσεις, μέσα μαζικής ενημέρωσης κλπ. από μια καθαρά θετική σκοπιά. Έτσι είναι γνωστός ο αντίκτυπος που είχαν τα γεγονότα που έλαβαν χώρα στη σύνοδο του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου στο Σιάτλ αλλά και πιο πρόσφατα στην Ουάσινγκτον κατά την συνάντηση εκπροσώπων του ΔΝΤ και της Παγκόσμιας Τράπεζας. Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει όμως να γίνει και στο Οικονομικό Φόρουμ του Νταβός, το Γενάρη του 2001, αλλά και στο αντίστοιχο Παγκόσμιο Κοινωνικό Φόρουμ του Πόρτο Αλέγκρε στη Βραζιλία. Έτσι λοιπόν ένα μόλις χρόνο μετά το Νταβός του 2000 (Μπιλ Κλίντον, Τόνι Μπλερ, Μαντλίν Ολμπράιτ κλπ), ο γενικός του διευθυντής, Claude Smadja, δήλωνε ότι «η νέα οικονομία δεν ήτανε αυτό που πιστεύαμε και η παγκοσμιοποίηση δεν είναι αυτό που θα έπρεπε να είναι». Στο Νταβός δε του 2001 έλαμψαν με την απουσία τους -πρώτη φορά - όλοι οι ηγέτες των βιομηχανικών χωρών. Από την άλλη πλευρά το φόρουμ του Πόρτο Αλέγκρε, δεν ήταν μόνο μια μαζική, πλανητική εκδήλωση διαμαρτυρίας -περίπου 10.000 σύνεδροι από 120 χώρες - στο κυρίαρχο μοντέλο της παγκοσμιοποίησης, αλλά και μια πλανητική εναλλακτική πρόταση η οποία δεν είναι αντίθετη και πολέμια στην παγκοσμιοποίηση αλλά στη συγκεκριμένη και υπό εφαρμογή «νεοφιλελεύθερη παγκοσμιοποίηση» (Μητραλιάς, 2001).

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

1. Πριν από μισό και πλέον αιώνα, ο Άγγελος Σικελιανός, με πνεύμα ελπίδας και αισιοδοξίας, είχε γράψει:

Μα αν είναι η μέρα βροχερή  
σέρνει πιο πλούσιο φως  
Μα κι ο σεισμός  
βαθύτερη τη χτίση θεμελιώνει...

Επίσης ο Πίνδαρος στο 478 ή 475 π.Χ. γράφει στους Ισθμίωνικους

...όμως και πάλι,

μετά το χειμώνα του ζόφου,  
χρώματα όλη η γη  
ξανανθίζει...

2. Κατά τον Οδυσσέα Ελύτη (1998)

στα ερείπια συχνάζουν οι μέλισσες μα και οι παλιές ιδέες.

3. Έχει διαπιστωθεί ότι οι νέοι άνθρωποι διαβάζουν τουλάχιστον «τα διπλά» απ' ό τι διάβαζαν οι γονείς τους.

4. Η ευαισθητοποίηση των νέων γύρω από τα περιβαλλοντικά προβλήματα προχωράει στα σχολεία μας με γοργούς ρυθμούς. Τούτο θα μπορούσε ενδεικτικά να σχολιαστεί και μέσα από την παρατήρηση μικρής μαθήτριας της πέμπτης τάξης Δημοτικού η οποία έγραψε (Χαρολαμπίδου, 2001):

η κτίση είναι όμορφη αλλά και εύθραυστη όπως ένα ωραίο βάζο.

5. Η αγωνία της νέας γενιάς μας θα μπορούσε να αποτυπωθεί και μέσα από τους παρακάτω στίχους:

Ποιος θα αντιταχτεί σ' αυτό το σάπισμα.

Ποιος θα πολεμήσει και θα παραμείνει ελεύθερος.

ΚΟΙΤΑ πόσο πεθασμένη είναι η σκέψη.

Ματωμένη η χαρά.

Τι αναζητά μέσα σ' αυτούς τους μύκητες.

Δε θέλω να γίνω σαν αυτούς.

Δεν ανήκω σ' αυτήν τη κάστα (Αντωνιάδου, 2002).

6. Η φαντασία είναι κάτι πολύ περισσότερο από το φανταστικό. Αγκαλιάζει όλη την ύπαρξη του ανθρώπου. Γιατί δεν κινητοποιεί μόνο τα συναισθήματα ή το θαυμασμό αλλά μας κάνει να συμμετέχουμε, μέσα από τα σύμβολα που προσφέρει ένα έργο της φαντασίας, σε μια μελλοντική κοινωνία που βρίσκεται πέρα από το άγγιγμά μας (Jean Duvignaud-The Sociology of Art, κατά Κρίστοφερ Σμωλ).

Ο άνθρωπος λοιπόν έχοντας το φοβερό πλεονέκτημα να ζει πάνω σε ένα φανταστικό πλανήτη-τη γη, επιβάλλεται να θέσει σε λειτουργία τη φαντασία του έτσι ώστε να δημιουργήσει προϋποθέσεις μιας μελλοντικής κοινωνίας που βρίσκεται πέρα από το άγγιγμά του. Προς τούτο και με στόχο να πάψουμε επί τέλους να ζούμε τη μελαγχολία του τέλους του αιώνα που μας άφησε, απαιτείται:

1. ο μετασχηματισμός του σημερινού εκπαιδευτικού μηχανισμού που εξυπηρετεί σχεδόν αποκλειστικά τις ανάγκες των ηγετικών στρωμάτων,
2. η επίδραση της τέχνης από ασθενική που είναι προς την κοινωνία να γίνει ουσιαστική και αμφίδρομη, ενώ συγχρόνως θα πρέπει να οδηγεί σε μια εσωτερική χαρτογράφηση και όχι σε μια ανούσια και χωρίς συνέχεια καταγραφή της εξωτερικής τοπιογραφίας, δηλ. στην καταγραφή και μόνο ενός συνόλου όμορφων ή ακόμα και εκφραστικών αντικειμένων, όπως τείνει να γίνει σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο,
3. να ασκείται συνεχής και έντονη κοινωνική πίεση προς τους λήπτες των αποφάσεων για να δράσουν αποτελεσματικά, και τούτο όχι μόνο σε τοπικό ή εθνικό επίπεδο αλλά ιδιαίτερα σε διεθνές επίπεδο,
4. μια δια βίου μάθηση, όσον αφορά τα περιβαλλοντικά προβλήματα και όχι μια δια βίου εκπαίδευση μέσω προγραμμάτων ανεργίας ...,
5. να γίνει συνείδηση όλων μας ότι  
γνωρίζουμε τον Θεό καλλιεργώντας μια σχέση  
και όχι κατανοώντας μια έννοια (Γιανναράς, 1999),
6. ένας γενικότερος σεισμός, που όπως όμως ειπώθηκε παραπάνω, προϋποθέτει την αλλαγή της ίδιας της συνείδησής μας, έτσι ώστε η «δημιουργική καταστροφή» των γερασμένων δομών, μαζί με τη χρησιμοποίηση νεότερων επιστημών, να παίξουν σημαντικό και πρωταρχικό ρόλο στη λεγόμενη νέα οικονομία των έξι αναφερθέντων επαναστάσεων. Εξάλλου όπως τονίζει και ο Βάλτερ Σούμπαρτ (1993)

σε όσο σκοτεινότερες αβύσσους έχει προχωρήσει η ψυχή, σε τόσο φωτεινότερες κορυφές μπορεί μετά να υψωθεί.

Από την άλλη πλευρά, η προστασία του περιβάλλοντος θα εξασφαλιστεί:

α) με το να πάψουν επιτέλους οι πολιτικοί ακκισμοί (νάζια) που πάντα αποτελούν ακίδα στη σωτηρία του περιβάλλοντος και

β) με την όλο και μεγαλύτερη διεύρυνση εκείνων των επιχειρήσεων, οι οποίες από οικολογική ευαισθησία αλλά και για να κερδίσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στις αγορές, εν όψει νέων υψηλότερων περιβαλλοντικών στάνταρ, θα σπεύδουν να υιοθετήσουν καθαρότερα καύσιμα, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, νέες καθαρές τεχνολογίες και νέα προϊόντα εφαρμόζοντας τον Γενετικό Προγραμματισμό και τους Γενετικούς Αλγόριθμους. Μ' αυτό δε φαίνεται να συμφωνεί και ο καθηγητής της Οικονομικής του Πανεπιστημίου του Παρισιού Rene Passet (1987) ο οποίος τονίζει ότι «μπορούμε να ελπίζουμε ότι η οικονομία θα ανακαλύψει οργανωτικές αρχές που θα συμβιβάζουν τους κανόνες μιας αποτελεσματικής διαχείρισης με τους μηχανισμούς μέσω των οποίων η βιόσφαιρα εξασφαλίζει την αναπαραγωγή της».

Όλα τα παραπάνω ας αποτελούν λοιπόν τη «Συλλογική μας Αμοργό». Γιατί όμως την Αμοργό μας; Διότι Αμοργός είναι ο γνωστός τίτλος ποιήματος του ποιητή μας Ν. Γκάτσου - που όμως δε σήμαινε το νησί Αμοργός, αλλά, προερχόμενο από το ρήμα αμέργω (κόβω, δρέπω), σηματοδοτούσε πνευματική κατάσταση, το καταστάλαγμα εμπειριών ολάκερης ζωής. Και πέρα από κάθε αμφιβολία δεν μας χρειάζονται περισσότερες εμπειρίες σχετικά με τον πλανήτη γη για να τον προστατεύσουμε επιτέλους και να τον βελτιώσουμε ως τόπο κατοικίας μας. Παράλληλα όμως δεν πρέπει να μας διαφεύγουν από το μυαλό μας οι παρακάτω στίχοι της φυλής των Αζτέκων (Ινδιάνικα Ποιήματα):

Τραγούδια και φεγγάρια να 'χουμε για στολίδι  
ευτυχισμένοι ας είμαστε μ' αυτή την ομορφιά  
σε λίγο ταξιδεύουμε για των νεκρών το τόπο  
όλα μας, είναι **δανεισμένα** και δένδρα και πουλιά.

Ή το τετράστιχο του Κωστή Παλαμά

Πλημμύρα, όλα εδώ κάτω θα τα πεις.  
Το στόμα σου κ' εμείς το καρτεράμε.  
Από τη θάλασσα ήλθαμε, στη θάλασσα θα πάμε.  
Είναι ο νόμος της ζωής.

Κι αν ακόμα όμως υποθεθεί ότι όλα αυτά δεν είναι τίποτα άλλο παρά κόκκοι ελπίδας ριγμένοι στην άμμο των άνομων συμφερόντων ή των συμφερόντων των ολίγων, δεν πρέπει να ξεχνάμε τη ρήση του Οδυσσέα Ελύτη (1998), ότι δηλαδή

η απόσταση μεταξύ του τίποτα και του ελάχιστου είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από εκείνη μεταξύ του ελάχιστου και του πολύ.

Η **αρχή** όμως μέσω της, σε παγκόσμιο επίπεδο, μαχητικής διεκδίκησης απέναντι στις δυνάμεις και τους μηχανισμούς που στόχο τους έχουν το κέρδος και μόνο, μέσω της δυναμικής παρουσίας νέων επιστημόνων, μέσω της υγιούς λειτουργίας του δαρβινικού συστήματος αγοράς, αλλά και μέσω της επίδρασης της τέχνης, έχει σίγουρα γίνει.

**The former Forest-covered Earth, the Darwin System of the Market and the Era of Mymother – Myself****Athanasios Christodoulou<sup>1</sup>****SUMMARY**

There is no doubt that the current condition of the environment could be paralleled with the 3<sup>rd</sup> part of the poem “Amorgos” by our poet Nikos Gatsos, in which the horizon is getting dark and is filled with heavy images from the knowledge of a coming result which appears threatening. The solution to the problem may only come through the change, however as this is visualized by Daniel Bell, in other words through the change of our conscious itself. To this effect, art may have a special contribution, since the art is nothing else than a simple process via which we are able to investigate our interior and exterior environment and learn to live with them. In the present paper, after the “finger tips” of our era are set out followed by an analysis of the current “Darwin system” of the market and the phenomenon of globalization, specific suggestions are made, which in case of their application could help out in the direction of the protection as well as the improvement of the environment.

**Key words:** conscious change, art, darwin system of the market, protection of the environment

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Αναστασιάδης, Τ. 2001. Ο Milton Friedman Ξεσπαθώνει κατά των Κεϋνσιανών. Οικονομικός Ταχυδρόμος 46/2001, σελ.63-64.
- Αντωνιάδου, Σ. 2002. Όταν Πέφτουν τα Φύλλα. (Ανέκδοτα Ποιήματα).
- Ανδριανέσης, Π. 2001. The Ne(x)t Generation. Οικονομικός Ταχυδρόμος, 8/2001, σελ. 21-28.
- Ανδρουλάκης, Μ. 2001. Το Μυστικό μιας Φιλελεύθερης Αριστεράς. Οικονομικός Ταχυδρόμος, 3/2001, σελ. 38-39.
- Βλάχου, Α. 2000. Τα ΑΕΙ ή η Αγορά Καθορίζουν την Αξία του Πτυχίου; Οικονομικός Ταχυδρόμος, 49/2001, σελ. 46-48.
- Γιανναράς, Χ.1999. Εορτολογικά Παλινωδούμενα. Εκδ. Ακρίτας, σελ 191.
- Γκάτσος, Ν. Αμοργός. Εκδ. «Ίκαρος».
- Γραμματικάκης, Γ. 1996. Κοσμογραφήματα. Εκδ. «Πόλις». Σελ. 287.
- Ελύτης, Ο. 1998. Εκ του πλησίον.
- Ελύτης, Ο. Τα Δημόσια και τα Ιδιωτικά. Εκδ. «Ίκαρος».
- Ελύτης, Ο. Το Άξιον Εστί. Εκδ. «Ίκαρος».
- Ζαραμπούκα, Σ. Ομήρου Οδύσσεια. Εκδ. «Κέδρος».
- Θέογνης. (560-500 π.Χ). Θέογνης (τόμος Ι). Εκδ. «Επικαιρότητα», σελ. 133.
- Ινδιάνικα Ποιήματα. «Μάνα Γη». Απόδοση στίχων: Χ. Κατσιμάχας.
- Graff, J. 2001. Bad Air Over Kyoto. «TIME» 14/2001, pp 18-20.
- Κεράνης, Ν. Α. 2002. Η παρακαταθήκη της Αργεντινής. Οικονομικός Ταχυδρόμος, 2/2002, σελ. 44).
- Κουτσούκης, Μ. 1998. Η υπόθεση SHIMODA. Ο Πυρηνικός Όλεθρος της Χιροσίμα και του Ναγκασάκι Μέσα από μια Δικαστική Απόφαση. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Παντείου Πανεπιστημίου. Σελ. 119.
- Μαθιόπουλος, Χ. 2001. Η Άνοδος και η Πτώση της Αμερικής. Οικονομικός Ταχυδρόμος, 2/2001, σελ. 21.
- Μαθιόπουλος, Χ. 2001. Το Γιοτ των Επενδυτών που Είναι; Οικονομικός Ταχυδρόμος, 4/2001, σελ. 18.
- Makridakis, S., S.C. Wheelwright, V.E.McGee. 1983. Forecasting Methods and Applications.
- Μητραλιάς, Γ. 2001. Η Άλλη Παγκοσμιοποίηση. Οικονομικός Ταχυδρόμος, 5/2001,σελ. 48-49.
- Μητραλιάς, Γ. 2001. Ο Πυρετός της γης. Οικονομικός Ταχυδρόμος, 9/2001,σελ. 42-43.
- Μπασκόζος, Γ. Π. 2000. Ο Δαρβινισμός των Αγορών. Οικονομικός Ταχυδρόμος, 48/2000, σελ. 79-82.
- Μπασκόζος, Γ., Π. Ανδριανέσης. 2001. Θα Αντέξουν οι dot com Εταιρείες; Οικονομικός Ταχυδρόμος, 4/

<sup>1</sup> *Assistan Professor, School of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki*



2001, σελ. 21-26.

- Νερούδα, Π. Εκατό Ερωτικά Σονέτα. Μετάφραση: Η. Ματθαίου. Εκδ. «Γνώση».
- Passet, R. 1987. Οικονομία και Περιβάλλον. (Μία Βιοοικονομική Προσέγγιση). Επιμέλεια - Θεώρηση: Γ.Θ. Χ΄Κωνσταντίνου. Εκδ. «Παρατηρητής». Σελ. 406.
- Πίνδαρος. (518-438 π.Χ.). Ισθμιόνικοι. Εκδ. «Επικαιρότητα», σελ. 103.
- Πλωρίτης, Μ. 1989. Της Σκηνης και της Τέχνης. Εκδ. «Καστανιώτη». Σελ. 292.
- Reeves, H., J. De Rosnay, Y. Coppens, D. Simonnet. 1997. Η Ποιο Όμορφη Ιστορία του Κόσμου. Μετάφραση: Β. Λάππα. Εκδ. «Νέα Σύνορα». Σελ. 243.
- Rifkin, J. 1996. Το Τέλος της Εργασίας. Μετάφραση: Γιούρι Κοβαλένκο. Εκδ. «Νέα Σύνορα». Σελ. 555.
- Saramago, J. 2001. Όχι ο Θεός αλλά ο «Παράγων Θεός». Περιοδικό «Πολυμήχανο», Δεκ. 2001, σελ. 6-7.
- Σαραντάρης, Γ. Σαν Πνοή του Αέρα. Εκδ. «Ερμής», 1999.
- Σμωλ, Κ. 1983. Μουσική - Κοινωνία - Εκπαίδευση. Μετάφραση: Μ. Γρηγορίου. Εκδ. «Νεφέλη». Σελ. 325
- Σούμπαρτ, Β. 1993. Θρησκεία και Έρως. Μετάφραση: Μ.Ζ. Κοπιδάκης - Αικ. Σκλήρη. Εκδ. «Ολκός». Σελ. 251.
- Σταματάκος, Ι. 1990. Λεξικόν της Αρχαίας Ελληνικής Γλώσσης. Βιβλιοπρομηθευτική. Αθήνα.
- Τζωρτζάκης, Π. 2001. Το Internet θα περάσει κρίση. Οικονομικός Ταχυδρόμος, 2/2001, σελ. 28-31.
- Tietenberg, T. 1997. Οικονομική του Περιβάλλοντος και των Φυσικών Πόρων. Μετάφραση Π. Γρεβενίτης. Gutenberg, Αθήνα. Σελ. 446.
- «TIME». 2001. «World Watch» and «Death in the Valley of Hammocks». Issue 4/2001, pp 13,16.
- Τσακλάγκανος, Α. 19... Θέματα Οικονομικής των Επιχειρήσεων ΙΙ. Εκδ. «Αφοι Κυριακίδη ΑΕ». Σελ. 610.
- Υφαντής, Γ. Μανθρασπέντα. Εκδ. «Κέδρος».
- Fernandez, S.M. 2001. Oiling of the Species. «TIME» 5/2001, pp 42-43.
- Fletcher, R. A. 1984. Kostas Palamas. A Great Modern Greek Poet. «The Kostas Palamas institute».
- WWF- Ελλάς. 2001. Δάση για Πάντα. Ενημερωτικό δελτίο αριθ.10, 2001.
- Χαρολάμπιδου, Ε. 2001. Η Κτίση Είναι Όμορφη αλλά και Εύθραυστη όπως ένα Ωραίο Βάζο. Περ. «Η Μαθητική του Κολλεγίου», Α.Φ.32/2001.