

2/2015

ISSN 1105-9478

ΤΟΜΟΣ 24 ΣΕΙΡΑ VI

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ
ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

GEOTECHNICAL
SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE VOL: 24 – ISSUE VI – No 2/2015



Γεωτεχνικά επιστημονικά θέματα

ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΔΟΣΗ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ
ΕΛΛΑΔΑΣ

Τόμος 24
Σειρά VI
Τεύχος 2/2015

ΕΔΡΑ: Θεσσαλονίκη
Βενιζέλου 64. Τ.Κ. 546 31
Τ. 2310 278.817-18 F. 2310 236.308

ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ
ΕΛΛΑΔΑΣ

ΕΚΔΟΤΗΣ
Σπυρίδων Μάμαλης

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΓΕΩΠΟΝΩΝ
Χρ. Καμενίδης, *Γεωπόνος*
Ν. Κατής, *Γεωπόνος*
Γεο. Μαρτζόπουλος, *Γεωπόνος*

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

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

ΗΛ. ΣΕΛΙΔΟΠΟΙΗΣΗ – ΕΚΤΥΠΩΣΗ
Κ. Βλιούρα
C.C. Publish – www.copycity.gr
Κ. Ν. Επισκόπου 7, Θεσσαλονίκη
Τ. 2310 203.566

ISSN 1105-9478

Geotechnical scientific issues

TRIMONTHLY EDITION
OF THE GEOTECHNICAL CHAMBER OF
GREECE

Volume 24
Issue VI
Number 2/2015

Thessaloniki
64 Venizelou str., 546 31
T. 2310 278.817-18 F. 2310 236.308

OWNER
GEOTECHNICAL CHAMBER OF
GREECE

EDITOR
Spyridon Mamalis

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

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

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

TYPE SETTING – PRINTING
Κ. Βλιούρα
C.C. Publish – www.copycity.gr
7, Κ. Ν. Επισκόπου str., Thessaloniki
Τ. 2310 203.566

ISSN 1105-9478

2/2015

ISSN 1105-9478

ΤΟΜΟΣ 24 ΣΕΙΡΑ VI

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

GEOTECHNICAL
SCIENTIFIC ISSUES

GEOTECHNICAL CHAMBER OF GREECE VOL: 24 – ISSUE VI – No 2/2015

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

<i>Ch. Chrysanthopoulos</i> <i>P. Lefakis</i> <i>K. Theodoropoulos</i> <i>E. Eleftheriadou</i>	Plant Samples Database Application Development for Herbarium Electronic Management	4-12
<i>D. Pistikoudis</i> <i>K. Theodoropoulos</i> <i>E. Eleftheriadou</i> <i>A. Gerasimidis</i>	Herbaceous plant diversity of the Forest Botanic Garden of Aristotle University of Thessaloniki (TAU)	13-27
<i>G. Baloutsos</i> <i>At. Bourletsikas</i> <i>K. Kaoukis</i> <i>A. Roussos</i>	Study and investigation of orographic and leeward precipitation of NE and W slopes of Mt. Ossa (Mt. Kissavos)	28-47

REVIEW ARTICLE

<i>P.E. Zoiopoulos</i> <i>P. Natskoulis</i>	Presence of undesirable substances in animal feeds and ways of coping with in the Community Territory	48-58
------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

<i>Χ. Χρυσανθόπουλος Π. Λεφάκης Κ. Θεοδωρόπουλος Ε. Ελευθεριάδου</i>	Ανάπτυξη Εφαρμογής Βάσεων Δεδομένων Φυτικών Δειγμάτων για την Ηλεκτρονική Διαχείριση Ερμπαρίου	4-12
<i>Δ. Πιστικούδης Κ. Θεοδωρόπουλος Ε. Ελευθεριάδου Α. Γερασιμίδης</i>	Φυτοποικιλότητα ποωδών ειδών στο Δασοβοτανικό Κήπο του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΤΑΥ)	13-27
<i>Γ. Μπαλούτσος Αθ. Μπουρλέτσικας Κ. Καούκης Α. Ρούσσο</i>	Μελέτη και διερεύνηση των ορογραφικών και υπήνεμων κατακρημνισμάτων των ΒΑ και Δ πλαγιών του ορεινού όγκου της Όσσας (του Κισσάβου)	28-47

ΑΡΘΡΟ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

<i>Π.Η. Ζωιόπουλος Π. Νασκούλης</i>	Η παρουσία των ανεπιθύμητων ουσιών στις ζωοτροφές και τρόποι αντιμετώπισής τους στην Κοινοτική Επιμερσία	48-58
-----------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------

Ανάπτυξη Εφαρμογής Βάσεων Δεδομένων Φυτικών Δειγμάτων για την Ηλεκτρονική Διαχείριση Ερμπαρίου

Χ. Χρυσανθόπουλος¹, Π. Λεφάκης², Κ. Θεοδωρόπουλος², Ε. Ελευθεριάδου²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα δείγματα των δασικών φυτών, που συλλέγονται για μελέτη, αρχειοθετούνται σε ειδικό χώρο, το Ερμπάριο. Με την πάροδο των χρόνων τα φυτικά δείγματα αυξάνονται σε όγκο με αποτέλεσμα η διαχείρισή τους να γίνεται όλο και πιο δυσχερής. Για την επίλυση του παραπάνω προβλήματος αναπτύχθηκε εφαρμογή βάσεως δεδομένων σε περιβάλλον Microsoft Access και προγραμματισμός στις γλώσσες Visual Basic for Application (VBA) και Structured Query Language (SQL), η οποία δίνει τη δυνατότητα διαχείρισης του Ερμπαρίου με ηλεκτρονικό τρόπο και έχει όλα τα πλεονεκτήματα μιας βάσης δεδομένων. Ειδικότερα, γίνεται καταχώρηση, αναζήτηση, αλλαγή δεδομένων των φυτικών δειγμάτων, που είναι καταχωρημένα στο Ερμπάριο, με αυτόματο τρόπο, με αποτέλεσμα την ακριβή και ταχεία διαχείριση του Ερμπαρίου και συνεπώς τη διευκόλυνση της έρευνας που διεξάγεται στο εργαστήριο Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής.

Λέξεις κλειδιά: Φυτικά Δείγματα, Ερμπάριο, Βάσεις Δεδομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένας βασικός τομέας της δασολογικής έρευνας είναι η ταξινόμηση και μελέτη των δασικών ειδών (Αθανασιάδης 1985), με σκοπό την καλύτερη διαχείριση των δασών και του φυσικού περιβάλλοντος. Τα δείγματα των δασικών φυτών, που συλλέγονται για μελέτη, αρχειοθετούνται σε ειδικό χώρο, το Ερμπάριο. Με την πάροδο των χρόνων τα φυτικά δείγματα, τα οποία αποθηκεύονται στο Ερμπάριο, αυξάνονται σε όγκο με αποτέλεσμα η διαχείρισή τους να γίνεται όλο και πιο δυσχερής.

Στα εργαστήρια Δασικής Πληροφορικής και Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής, έχοντας υπόψη τα παραπάνω, έγινε προσπάθεια ανάπτυξης μιας ολοκληρωμένης εφαρμογής διαχείρισης του Ερμπαρίου στα πλαίσια μεταπτυχιακής διατριβής. Αυτή αφορούσε μία εφαρμογή βάσεων δεδομένων, η οποία θα έδινε τη δυνατότητα διαχείρισης του Ερμπαρίου με ηλεκτρονικό τρόπο και θα είχε όλα τα πλεονεκτήματα μιας βάσης δεδομένων.

Με τον όρο Ερμπάριο ονομάζεται διεθνώς το μουσείο των φυτών και η λέξη Ερμπάριο προέρχεται από τη λατινική λέξη herba η οποία σημαίνει φυτό (Καββάδας 1956). Το Ερμπάριο είναι μια συλλογή από αποξηραμένα, πιεσμένα φυτά, επικολημένα σε φύλλα χαρτιού, συνοδευόμενα από ετικέτες με λεπτομερείς πληροφορίες και αποθηκευμένα σε μεγάλα κιβώτια με ταξινομική ακολουθία (Stace 1989). Τα Ερμπάρια μπορεί να καλύπτουν όλες τις ομάδες των φυτών και όλες τις γεωγραφικές περιοχές ή είναι δυνατό να περιορίζονται

ποικιλοτρόπως ως προς το σύνολο των δεδομένων που περιλαμβάνουν και ο αριθμός των δειγμάτων τους να ποικίλλει από λίγες εκατοντάδες έως αρκετά εκατομμύρια. Μπορεί να ανήκουν σε εθνικές ή τοπικές κυβερνήσεις, σε Πανεπιστήμια, ιδιωτικά Ιδρύματα και ερευνητικούς οργανισμούς, σε επιστημονικές κοινότητες ή ιδιώτες. Επίσης, υπάρχουν διαφορετικοί τύποι Ερμπαρίων, όπως Γενικά (ή Διεθνή), Εθνικά (ή Περιφερειακά), Τοπικά και Ειδικά (Ιστορικά, Διδακτικά κ.ά.) Ερμπάρια (Bridson και Forman 1992). Στον κατάλογο του Index Herbariorum Part I (Holmgren et al. 1990) συμπεριλαμβάνονται περισσότερα από 1700 Ερμπάρια, από τα πιο γνωστά παγκοσμίως. Τα 10 μεγαλύτερα Ερμπάρια στον κόσμο έχουν στη συλλογή τους περισσότερα από τέσσερα εκατομμύρια δείγματα το καθένα, ενώ το μεγαλύτερο (Museum National d' Histoire Naturelle, Paris) περιλαμβάνει 9.500.000 δείγματα (Simpson 2006).

Ένα Ερμπάριο μπορεί να προσφέρει τέσσερις βασικές υπηρεσίες (Stace 1989):

- Προσδιορισμός δειγμάτων.
- Βάση για έρευνα και προετοιμασία χλωρίδων και μονογραφιών.
- Διδασκαλία.
- Διατήρηση αυθεντικών δειγμάτων (voucher specimens).

Η αποθήκευση των δεδομένων, που περιέχονται σε ένα φύλλο Ερμπαρίου, σε ηλεκτρονική ανακτήσιμη μορφή, αποτελεί μια εξαιρετικά πολύτιμη δυναμική εξέλιξη, το τεράστιο όμως ανθρώπινο δυναμικό που

¹ Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Κιλκίς, 61100 Κιλκίς, E-mail: chrysantho@sch.gr

² Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, 54124 Θεσσαλονίκη, E-mail: plefakis@for.auth.gr, ktheodor@for.auth.gr, eelefthe@for.auth.gr

απαιτείται για να συγκεντρώσει μια τέτοια βάση δεδομένων δεν είναι συχνά διαθέσιμο.

Το Ερμπάριο του Εργαστηρίου Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής (TAUF) του Τμήματος Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης ιδρύθηκε το 1978 και συμπεριλήφθηκε στο Index Herbariorum το 2003 (Holmgren και Holmgren 2003). Σήμερα, διαθέτει περίπου 25.000 φυτικά δείγματα, που προέρχονται κυρίως από κατατεθειμένο φυτικό υλικό επιστημονικών δημοσιεύσεων.

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος με τη βοήθεια εξειδικευμένου λογισμικού (SQL, VBA, κ.λπ.) για τη διαχείριση του Ερμπαρίου του Εργαστηρίου Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής (TAUF). Το πληροφοριακό σύστημα θα βοηθήσει στη διευκόλυνση της έγκυρης καταχώρησης και αναζήτησης των δειγμάτων, στην εποπτεία και στον έλεγχο της βάσης δεδομένων, στην αντιμετώπιση λαθών κ.λπ.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Αναπτύχθηκε εφαρμογή βάσεων δεδομένων για την ηλεκτρονική διαχείριση Ερμπαρίου αποξηραμένων φυτικών δειγμάτων.

Ο σχεδιασμός του περιβάλλοντος διεπαφής στηρίχθηκε:

- α. Σε πληροφορίες που αφορούν τα αποξηραμένα φυτικά δείγματα δασικών ειδών που βρίσκονται αποθηκευμένα στο Ερμπάριο του εργαστηρίου Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής του τμήματος Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος και αφορούν κυρίως τη Β. Ελλάδα.

Σε κάθε φυτικό δείγμα αντιστοιχεί ετικέτα η οποία αποτελεί την ταυτότητα του δείγματος και αναγράφει τα κύρια χαρακτηριστικά του, όπως την οικογένεια, το γένος, το είδος, το υποείδος, την περιοχή συλλογής (νομό, επαρχία και τοποθεσία), την ημερομηνία συλλογής, τις γεωγραφικές συντεταγμένες, το υψόμετρο, το βιότοπο της περιοχής συλλογής, τον κωδικό Ερμπαρίου, τον αριθμό Ερμπαρίου, τον αριθμό του δείγματος, το ονοματεπώνυμο του ερευνητή που συνέλεξε το φυτικό δείγμα, το ονοματεπώνυμο του ερευνητή που αναγνώρισε το δείγμα και το ονοματεπώνυμο του ερευνητή που επιβεβαίωσε ή αναθεώρησε την αναγνώριση του δείγματος σε περίπτωση αναθεώρησης.

Ειδικότερα, κατά το σχεδιασμό λήφθηκαν υπόψη: Η δομή (π.χ. ημερομηνία συλλογής, όνομα συλλέκτη, είδος, γένος, βιότοπος κ.α.), η φύση (π.χ. ταξινομικά δεδομένα, γεωγραφικά δεδομένα) και η σχέση των δεδομένων των φυτικών δειγμάτων μεταξύ τους

(π.χ. η σχέση γένους – είδους σε ότι αφορά τα ταξινομικά δεδομένα).

- β. Σε πληροφορίες σχετικά με τη φύση των εργασιών που επιτελούνται στο χώρο του Ερμπαρίου (π.χ. καταχώρηση, αναζήτηση δειγμάτων κ.λπ.), οι οποίες είναι απαραίτητες και για τη βέλτιστη διαχείριση των φυτικών δειγμάτων ενός ηλεκτρονικού Ερμπαρίου.

Η εφαρμογή περιλαμβάνει 50 πεδία εκ των οποίων τα 47 είναι πεδία τα οποία είναι απαραίτητα για τη διαχείριση των δεδομένων των φυτικών δειγμάτων του Ερμπαρίου και στα οποία καταχωρούνται και αναζητούνται δεδομένα από το χρήστη, ενώ τα 3 είναι πεδία απαραίτητα για την αυτοματοποίηση της εφαρμογής (ID, LatitudeFunction και LongitudeFunction). Στο σχήμα 1 παρουσιάζονται τα πεδία, ο τύπος των δεδομένων και η περιγραφή τους.

Η ανάπτυξη του λογισμικού στηρίχθηκε στη χρήση υπάρχοντος λογισμικού η οποία προσφέρει τα εξής πλεονεκτήματα:

- α) δυνατότητα χρησιμοποίησης έτοιμων αντικειμένων, χωρίς να χρειάζεται η κατασκευή άλλων,
- β) φιλικό στο χρήστη περιβάλλον εφαρμογής,
- γ) χρησιμοποίηση κοινής για διάφορα προγράμματα γλώσσας προγραμματισμού.

Για τους λόγους αυτούς επιτυγχάνεται καλύτερη διασύνδεση χρήστη και εφαρμογής, εύκολη μεταφορά και ενσωμάτωση αντικειμένων μεταξύ εφαρμογών, που σε συνδυασμό με τον αυτοματισμό αντικειμένων η ανάπτυξη της εφαρμογής πραγματοποιείται εύκολα, γρήγορα και αποτελεσματικά.

Το λογισμικό που επιλέχθηκε είναι η βάση δεδομένων Microsoft Access version 2003 του πακέτου εφαρμογών Microsoft Office με τη στήριξη των VBA (Visual Basic For Application) και SQL (Structured Query Language).

Η Microsoft Access είναι ένα πλήρες σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων το οποίο μας παρέχει όλες τις δυνατότητες ορισμού, χειρισμού και ελέγχου των δεδομένων, που χρειαζόμαστε για τη διαχείριση μεγάλων ποσοτήτων πληροφοριών.

Η Microsoft Access θεωρεί *αντικείμενο (Object)* οτιδήποτε μπορεί να έχει όνομα. Τα βασικά αντικείμενα μιας βάσης δεδομένων της Access είναι οι πίνακες, τα ερωτήματα, οι φόρμες, οι εκθέσεις, οι σελίδες προσπέλασης δεδομένων, οι μακροεντολές και οι λειτουργικές μονάδες.

Σε άλλες εφαρμογές διαχείρισης βάσεων δεδομένων σε προσωπικούς υπολογιστές, είναι πιθανό να συναντήσουμε τον όρο *βάση δεδομένων (database)* μόνο για τα αρχεία στα οποία αποθηκεύουμε δεδομένα. Στην Access, η βάση δεδομένων περιλαμβάνει και όλα τα

Όνομα πεδίου	Τύπος δεδομένων	Περιγραφή
ID	Αυτόματη αρίθμηση	Ο αύξων αριθμός του δείγματος.
NumberSample	Αριθμός	Ο αριθμός του δείγματος.
CollectorSample	Κείμενο	Το όνομα του συλλέκτη του δείγματος.
DateCollection	Ημερομηνία/Ωρα	Η ημερομηνία συλλογής του δείγματος.
DeterminedSample	Ναι/Όχι	Προσδιορισμένο ή απροσδιόριστο δείγμα.
DeterminationSample	Κείμενο	Το όνομα του ερευνητή που προσδιόρισε την ταυτότητα του δείγματος.
DateDetermination	Ημερομηνία/Ωρα	Η ημερομηνία προσδιορισμού του δείγματος.
ConfirmedSample	Ναι/Όχι	Επιβεβαιωμένο ή μη επιβεβαιωμένο δείγμα.
ConfirmationSample	Κείμενο	Το όνομα του ερευνητή που επιβεβαίωσε την ταυτότητα του δείγματος.
DateConfirmation	Ημερομηνία/Ωρα	Η ημερομηνία επιβεβαίωσης της ταυτότητας του δείγματος.
PublishedSample	Ναι/Όχι	Δημοσιευμένο ή αδημοσίευτο δείγμα.
WriterPublication	Κείμενο	Το όνομα του ερευνητή που δημοσίευσε το δείγμα.
TitlePublication	Κείμενο	Ο τίτλος της δημοσίευσης του δείγματος.
DatePublication	Ημερομηνία/Ωρα	Η ημερομηνία δημοσίευσης του δείγματος.
CodeHerbarium	Κείμενο	Ο κωδικός του ερμαρίου στο οποίο βρίσκεται το δείγμα.
NumberHerbarium	Αριθμός	Ο αριθμός του ερμαρίου στο οποίο βρίσκεται το δείγμα.
Athrisma	Κείμενο	Το άθροισμα στο οποίο ανήκει το δείγμα.
Hypoathrisma	Κείμενο	Το υποάθροισμα στο οποίο ανήκει το δείγμα.
Class	Κείμενο	Η κλάση στην οποία ανήκει το δείγμα.
Subclass	Κείμενο	Η υποκλάση στην οποία ανήκει το δείγμα.
Hyperorder	Κείμενο	Η υπερτάξη στην οποία ανήκει το δείγμα.
Order	Κείμενο	Η τάξη στην οποία ανήκει το δείγμα.
Family	Κείμενο	Η οικογένεια στην οποία ανήκει το δείγμα.
Subfamily	Κείμενο	Η υποοικογένεια στην οποία ανήκει το δείγμα.
Genus	Κείμενο	Το γένος στο οποίο ανήκει το δείγμα.
SynonymGenus	Κείμενο	Το συνώνυμο γένος του δείγματος.
Species	Κείμενο	Το είδος στο οποίο ανήκει το δείγμα.
SynonymSpecies	Κείμενο	Τα συνώνυμα είδη του δείγματος.
SubSpecies	Κείμενο	Το υποείδος του δείγματος.
Variety	Κείμενο	Η Ποικιλία του δείγματος.
Forma	Κείμενο	Η μορφή του δείγματος.
Country	Κείμενο	Η χώρα στην οποία συλλέχθηκε το δείγμα.
PhytogeographicalTerritory	Κείμενο	Το φυτογεωγραφικό διαμέρισμα στο οποίο συλλέχθηκε το δείγμα.
Prefecture	Κείμενο	Ο νομός στον οποίο συλλέχθηκε το δείγμα.
Province	Κείμενο	Η επαρχία στην οποία συλλέχθηκε το δείγμα.
Region	Κείμενο	Η περιοχή στην οποία συλλέχθηκε το δείγμα.
Altitude	Αριθμός	Το υψόμετρο στο οποίο συλλέχθηκε το δείγμα.
GeophysicalShaping	Κείμενο	Ο γεωφυσικός σχηματισμός στον οποίο συλλέχθηκε το δείγμα.
Biotope	Κείμενο	Ο βιότοπος στον οποίο συλλέχθηκε το δείγμα.
Rock	Κείμενο	Το πέτρωμα της περιοχής από την οποία συλλέχθηκε το δείγμα.
GeographicalCoordinatesPrec	Ναι/Όχι	Ακριβείς γεωγραφικές συντεταγμένες ή όχι.
LatitudeDegree	Αριθμός	Οι μοίρες του γεωγραφικού πλάτους του σημείου που συλλέχθηκε το δείγμα.
LatitudeFirstMinute	Αριθμός	Τα πρώτα λεπτά του γεωγραφικού πλάτους του σημείου που συλλέχθηκε το δείγμα.
LatitudeSecondMinute	Αριθμός	Τα δεύτερα λεπτά του γεωγραφικού πλάτους του σημείου που συλλέχθηκε το δείγμα.
LongitudeDegree	Αριθμός	Οι μοίρες του γεωγραφικού μήκους του σημείου που συλλέχθηκε το δείγμα.
LongitudeFirstMinute	Αριθμός	Τα πρώτα λεπτά του γεωγραφικού μήκους του σημείου που συλλέχθηκε το δείγμα.
LongitudeSecondMinute	Αριθμός	Τα δεύτερα λεπτά του γεωγραφικού μήκους του σημείου που συλλέχθηκε το δείγμα.
Comments	Υπόμνημα	Σχόλια σχετικά με το δείγμα.
LatitudeFunction	Αριθμός	Η τιμή της συνισταμένης συνάρτησης του γεωγραφικού πλάτους.
LongitudeFunction	Αριθμός	Η τιμή της συνισταμένης συνάρτησης του γεωγραφικού μήκους.

Σχήμα 1. Τα πεδία της βάσης δεδομένων του Ερμαρίου
Figure 1. The database fields of Herbarium

Βασικά αντικείμενα που σχετίζονται με τα αποθηκευμένα δεδομένα, καθώς και τα αντικείμενα που ορίζουμε για την αυτοματοποίηση της χρήσης των δεδομένων μας (Viescas 1999).

Η χρησιμοποίηση της VBA κατά την ανάπτυξη μιας εφαρμογής στο περιβάλλον της Access προσφέρει

σημαντικές δυνατότητες, όπως: τον ξεχωριστό χειρισμό σφαλιμάτων στην εφαρμογή, τον ορισμό νέων συναρτήσεων, το χειρισμό συμβάντων, που μεταβιβάζουν παραμέτρους ή δέχονται τιμές επιστροφής (διαφορετικές από την Cancel, Ακύρωση), τη δημιουργία νέων αντικειμένων (πινάκων, ερωτημάτων, φορμών ή εκθέσεων)

στη βάση δεδομένων από κώδικα εφαρμογής, την αλληλεπίδραση με κάποια άλλη εφαρμογή των Windows μέσω αυτοματισμού ActiveX (ActiveX Automation) ή Δυναμικής Ανταλλαγής Δεδομένων (Dynamic Data Exchange, DDE), το απευθείας κάλεσμα όλων των συναρτήσεων API (Application Programming Interface), Διασύνδεση Προγραμματισμού Εφαρμογών) των Windows, την τοποθέτηση ενός μέρους του κώδικα της εφαρμογής σε μια βιβλιοθήκη, το χειρισμό των δεδομένων ενός συνόλου εγγραφών μία-μία εγγραφή, τη χρησιμοποίηση μερικών από τις ενσωματωμένες λειτουργίες του συστήματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων που χειρίζεται τους προσαρτημένους πίνακες, όπως είναι οι λειτουργίες διακομιστή SQL (SQL Server) ή οι βοηθητικές εργασίες ορισμού δεδομένων και την επίτευξη μέγιστης απόδοσης της εφαρμογής (Viescas 1999, Callahan 2000, Βασιλειάδου κ.α. 2005).

Πίσω από κάθε ερώτημα της Microsoft Access βρίσκεται η γλώσσα δομημένου προγραμματισμού SQL των βάσεων δεδομένων. Έτσι, κατά τον προγραμματισμό με τη γλώσσα SQL είναι αναγκαία η ιεραρχία των εντολών, η επίκληση άλλων υποπρογραμμάτων ή βιβλιοθηκών κ.λπ. (Παπασταύρου κ.α. 1999). Παρά το γεγονός ότι μπορούν να σχεδιαστούν τα περισσότερα ερωτήματα χρησιμοποιώντας το απλό πλέγμα σχεδίασης της Access, η Access αποθηκεύει κάθε ερώτημα που σχεδιάζεται ως εντολή της SQL. Έτσι, χρησιμοποιώντας το πλέγμα σχεδίασης για τη σχεδίαση ενός ερωτήματος περνάει κανείς στην προβολή SQL (SQL view) για να δει πως μεταφράζει η Access το ερώτημα σε εντολές της SQL. Ωστόσο, για τα προχωρημένα είδη ερωτημάτων, που χρησιμοποιούν ως κριτήρια σύγκρισης τα αποτελέσματα κάποιου άλλου ερωτήματος, το οποίο λέγεται δευτερεύον ερώτημα (Subquery), θα πρέπει να γνωρίζει κανείς την SQL για να μπορέσει να ορίσει το υποερώτημα. Επίσης, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί το πλέγμα σχεδίασης για να δημιουργηθούν όλοι οι τύποι ερωτημάτων που είναι διαθέσιμοι στην Access, γι' αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιείται η SQL (Viescas 1999).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα δεδομένα της βάσης δεδομένων διαχειρίζονται από φόρμες. Οι φόρμες εξυπηρετούν μία συγκεκριμένη διαδικασία (καταχώρηση κ.λπ.), είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους και αποτελούν υποσύνολα (υποφόρμες) ενός ευρύτερου συνόλου. Ορισμένες είναι εφοδιασμένες με σύνθετα πλαίσια, τα οποία είναι συνδεδεμένα με υποφόρμες επιλογής και δέχονται δεδομένα από αυτές. Στην περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να καταχωρήσει δεδομένο που δεν υπάρχει στη λίστα, γίνεται με το πλήκτρο «Επιλογή» και έτσι ενεργοποιείται το άνοιγμα της αντίστοιχης υποφόρμας επιλογής δεδομένων.

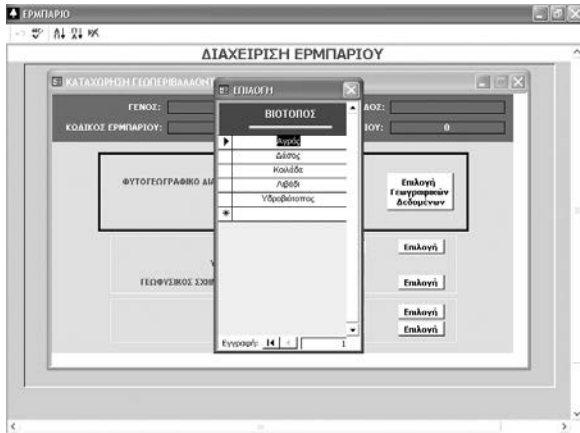
Οι υποφόρμες επιλογής (σχήμα 2) είναι τύπου πίνακα και αποτελούνται, είτε από ένα πεδίο το οποίο είναι ταυτόσημο με το πεδίο του σύνθετου πλαισίου, είτε από ομάδα πεδίων τα οποία είναι ταυτόσημα με ομάδα πεδίων της υποφόρμας με την οποία είναι συνδεδεμένες και τροφοδοτούν με δεδομένα, είτε τη λίστα του σύνθετου πλαισίου, είτε την ομάδα πεδίων επιτυγχάνοντας αυτοματισμό στην καταχώρηση ή αλλαγή δεδομένων. Στις υποφόρμες επιλογής ο χρήστης μπορεί να γράφει ή να διαγράφει δεδομένα. Όπου απαιτείται, οι φόρμες και οι υποφόρμες της εφαρμογής στο πάνω μέρος τους φέρουν τέσσερα πεδία της βάσης δεδομένων, τα οποία είναι απαραίτητα για την ταυτοποίηση του τρέχοντος δείγματος που θα καταχωρηθεί. Τα πεδία ταυτοποίησης ενημερώνονται αυτόματα στην περίπτωση καταχώρησης ή αλλαγής αυτών των δεδομένων από το χρήστη. Οι φόρμες, οι υποφόρμες και τα σύνθετα πλαίσια είναι προκαθορισμένα έτσι ώστε στην περίπτωση που ο χρήστης εισαγάγει σε κάποιο πεδίο μία τιμή (δεδομένο) μη αποδεκτή για το πεδίο αυτό να εμφανίζεται μήνυμα λάθους, ώστε να εξασφαλίζεται η ορθότητα των καταχωρήσεων.

Η βάση δεδομένων συντονίζεται από τη φόρμα διαχείρισης του Εμπορίου (σχήμα 3) από την οποία ενεργοποιούνται οι διαδικασίες της καταχώρησης, εξερεύνησης, αλλαγής δεδομένων, με το άνοιγμα κατάλληλων φορμών, είτε από πλήκτρα, είτε από τη γραμμή μενού.

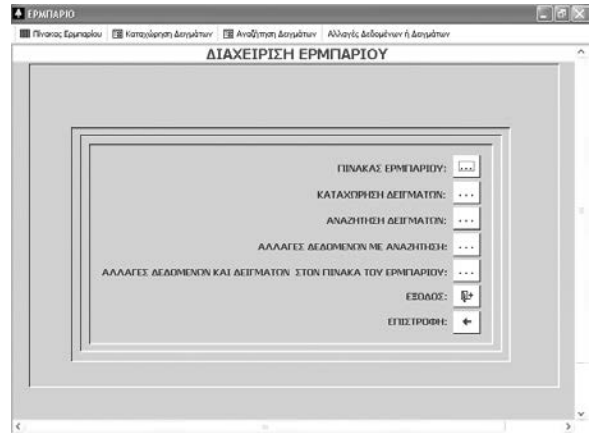
Η διαδικασία εξερεύνησης της βάσης δεδομένων γίνεται στη φόρμα του πίνακα του Εμπορίου, η οποία έχει την εμφάνιση πίνακα (σχήμα 4). Η φόρμα αυτή είναι μόνο για ανάγνωση και παρουσιάζει όλες τις εγγραφές και τα πεδία της βάσης δεδομένων, τα οποία είναι απαραίτητα στο χρήστη για τη διαχείριση του Εμπορίου, και χρησιμεύει μόνο για την εξερεύνηση της βάσης προστατεύοντας τα δεδομένα από απρόσεκτες επεμβάσεις. Οι αλλαγές στα δεδομένα και στα δείγματα είναι δυνατή μόνο μέσα από τη φόρμα του πίνακα του Εμπορίου και μόνο από τον εξουσιοδοτημένο χρήστη.

Η διαδικασία της καταχώρησης συντονίζεται από μία φόρμα καταχώρησης δειγμάτων (σχήμα 5) από την οποία ενεργοποιούνται πέντε υποφόρμες καταχώρησης δεδομένων (γενικών, ταξινομικών, γεωπεριβαλλοντικών, γεωγραφικών συντεταγμένων και σχολίων) ορισμένες από τις οποίες είναι εφοδιασμένες με υποφόρμες επιλογής δεδομένων μορφής πίνακα (κωδικού Εμπορίου, περιοχής, γεωφυσικού σχηματισμού, βιοτόπου, πετρώματος, ταξινομικών δεδομένων, γεωπεριβαλλοντικών δεδομένων και γεωγραφικών συντεταγμένων).

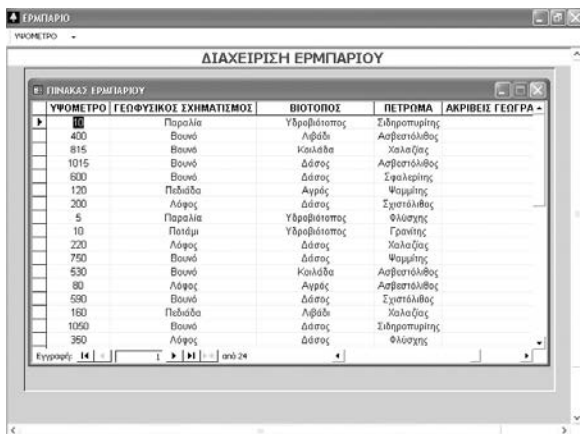
Η φόρμα της καταχώρησης δειγμάτων φέρει οκτώ κουμπιά απαραίτητα για την καταχώρηση δειγμάτων.



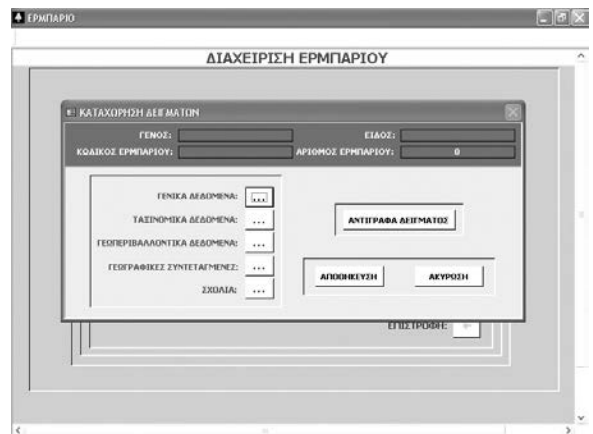
Σχήμα 2. Οι υποφόρμες επιλογής
Figure 2. The selection subforms



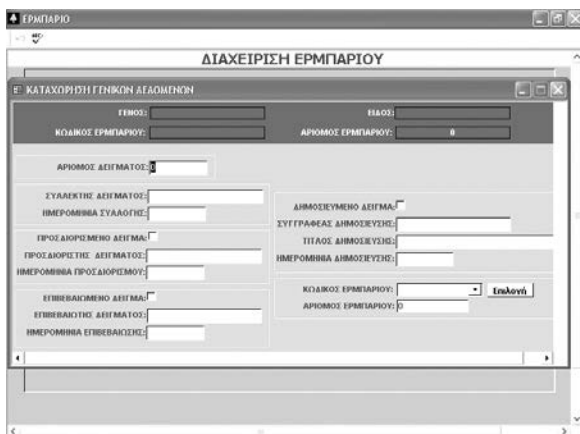
Σχήμα 3. Φόρμα διαχείρισης του Ερμπαρίου
Figure 3. Herbarium management form



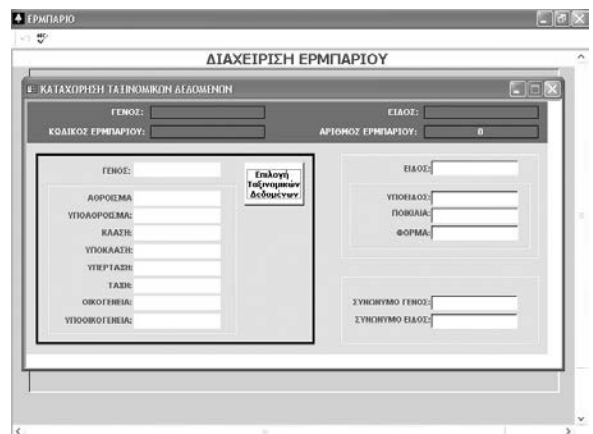
Σχήμα 4. Εξερεύνηση της βάσης δεδομένων
Figure 4. Browsing the database



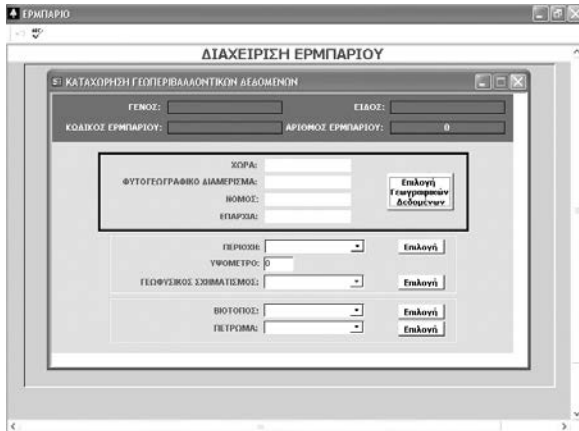
Σχήμα 5. Φόρμα καταχώρησης δειγμάτων
Figure 5. Sample Registration Form



Σχήμα 6. Υποφόρμα καταχώρησης γενικών δεδομένων
Figure 6. General Data Registration Subform



Σχήμα 7. Υποφόρμα καταχώρησης ταξινομικών δεδομένων
Figure 7. Taxonomic Data Entry Subform

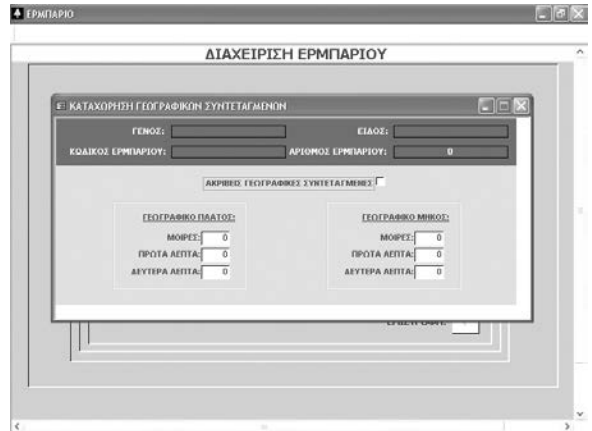


Σχήμα 8. Υποφόρμα καταχώρησης γεωπεριβαλλοντικών δεδομένων
Figure 8. Geoenvironmental Data Entry Subform

Στα αριστερά της φόρμας βρίσκονται τοποθετημένα τα πέντε από τα οκτώ κουμπιά εναλλαγής. Καθένα απ' αυτά τα κουμπιά ενεργοποιεί μία από τις πέντε υποφόρμες καταχώρησης δεδομένων. Στα δεξιά της φόρμας εμφανίζονται τρία κουμπιά εναλλαγής, το κουμπί αναπαραγωγής αντιγράφων, αποθήκευσης και ακύρωσης. Το κουμπί αποθήκευσης επιλέγεται στην περίπτωση που ο χρήστης έχει ολοκληρώσει την καταχώρηση του τρέχοντος δείγματος και την πιθανή αναπαραγωγή αντιγράφων του.

Η υποφόρμα καταχώρησης γενικών δεδομένων (σχήμα 6) περιλαμβάνει πεδία που σχετίζονται με δεδομένα γενικού περιεχομένου (π.χ. Αριθμός δείγματος, Όνομα συλλέκτη, Αριθμός Ερμπαρίου, Ημερομηνία δημοσίευσης του δείγματος κ.λπ.).

Η υποφόρμα καταχώρησης ταξινομικών δεδομένων (σχήμα 7) περιλαμβάνει πεδία που σχετίζονται με



Σχήμα 9. Υποφόρμα καταχώρησης γεωγραφικών συντεταγμένων
Figure 9. Geographical Coordinates Entry Subform

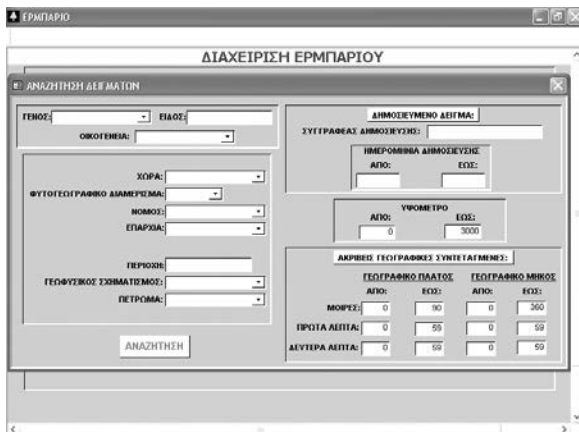
ταξινομικά δεδομένα (οικογένεια, γένος, είδος κ.λπ.).

Η υποφόρμα καταχώρησης γεωπεριβαλλοντικών δεδομένων (σχήμα 8) περιλαμβάνει πεδία που σχετίζονται με γεωγραφικά και περιβαλλοντικά δεδομένα (νομός, επαρχία, βιότοπος, πέτρωμα κ.λπ.).

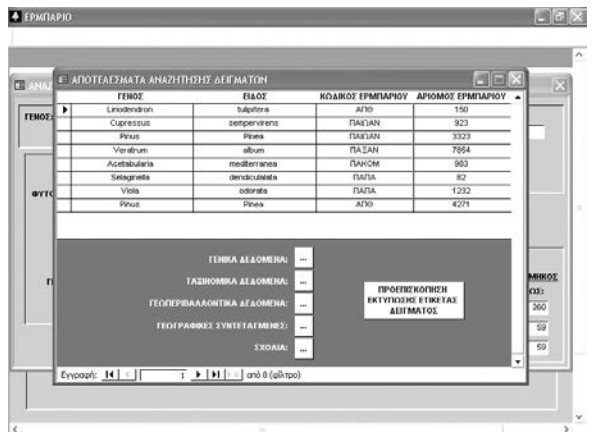
Η υποφόρμα καταχώρησης γεωγραφικών συντεταγμένων (σχήμα 9) περιλαμβάνει πεδία που σχετίζονται με δεδομένα γεωγραφικών συντεταγμένων (γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος κ.λπ.).

Η διαδικασία της αναζήτησης συντονίζεται (σχήμα 10) από τη φόρμα αναζήτησης δειγμάτων από την οποία ενεργοποιείται το άνοιγμα της φόρμας των αποτελεσμάτων της αναζήτησης.

Από τη φόρμα αποτελεσμάτων αναζήτησης (σχήμα 11), η οποία εμφανίζει συνοπτικά τα δείγματα που πληρούν τα κριτήρια της αναζήτησης, ενεργοποιούνται με τη σειρά τους οι πέντε υποφόρμες αποτελεσμάτων



Σχήμα 10. Φόρμα αναζήτησης δειγμάτων
Figure 10. Samples Search Form



Σχήμα 11. Φόρμα αποτελεσμάτων αναζήτησης
Figure 11. Search Results form

Οικογένεια:	Magnoliaceae		
Γένος - Είδος:	Liniodendron tulipifera	Ζώνιας Παναγιώτη	Υποείδος:
Νομός:	Σερρών	Επαρχία:	Περιοχή: Παραλία λιμνών
Ακριβείς Γεωγραφικές Συντεταγμένες:	<input checked="" type="checkbox"/>		
Γεωγραφικό Πλάτος:	40° 22' 56"		
Γεωγραφικό Μήκος:	23° 45' 50"		
Υψόμετρο:	10 μέτρα		
Βιότοπος:	Υδροβιότοπος		
Ημερομηνία Συλλογής:	5/1/2003		
Κωδικός - Αριθμός Ερμπαρίου:	ΑΠΘ	150	
Συλλέκτης Δείγματος:	Νικολόπουλος Παναγιώτης		
Επιβλεπων Δείγματος:	Θεόδωρου Ιωάννης		

Σχήμα 12. Η ετικέτα ενός δείγματος
Figure 12. The label of a sample

αναζήτησης, από πέντε αντίστοιχα κουμπιά, οι οποίες εμφανίζουν τα δεδομένα του δείγματος (γενικά, ταξινομικά, γεωπεριβαλλοντικά, γεωγραφικά και σχόλια).

Η φόρμα των αποτελεσμάτων της αναζήτησης δειγμάτων και οι πέντε υποφόρμες των αποτελεσμάτων είναι μόνο για ανάγνωση. Ο χρήστης μπορεί απλώς να ενημερωθεί σχετικά με τα δεδομένα του δείγματος το οποίο επέλεξε, από εκείνα που πληρούν τους όρους της αναζήτησης, και να εκτυπώσει μία ετικέτα με αυτά (σχήμα 12).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εφαρμογή δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της ηλεκτρονικής διαχείρισης του Ερμπαρίου του εργαστηρίου Δασικής Βοτανικής - Γεωβοτανικής, του Τμήματος Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, του Α.Π.Θ. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και για τις ανάγκες οποιουδήποτε Ερμπαρίου, πιθανώς με μερικές τροποποιήσεις. Πληροφορίες σχετικά με τους όρους και τις προϋποθέσεις χρήσης της συγκεκριμένης εφαρμογής δίνονται από τους συγγραφείς.

Με την ηλεκτρονική διαχείριση των δειγμάτων του Ερμπαρίου θα διευκολύνεται σε μεγάλο βαθμό η έρευνα που διεξάγεται στο εργαστήριο, τόσο από πλευράς χρόνου όσο και αποτελεσματικότητας.

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής επιλέχθηκε υπάρχον λογισμικό, όπως είναι η βάση δεδομένων Microsoft Access του πακέτου εφαρμογών Microsoft Office, ενώ ο προγραμματισμός έγινε στις γλώσσες VBA και SQL.

Το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων της Microsoft Access χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία και διαμόρφωση αντικειμένων (πινάκων, φορμών, ερωτημάτων και εκθέσεων). Η γλώσσα προγραμματισμού VBA για τον ορισμό συναρτήσεων, χειρισμό σφαλμάτων και συμβάντων και η γλώσσα προγραμματισμού SQL για τον κώδικα της αναζήτησης, καθώς είναι ταχύτατη και συνεργάζεται με όλα τα προγράμματα.

Οι βασικές λειτουργίες που η εφαρμογή προσφέρει στο χρήστη είναι οι εξής:

1. Καταχώρηση των φυτικών δειγμάτων με ακρίβεια και ταχύτητα. Η διαδικασία της καταχώρησης συντονίζεται από τη φόρμα ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ από την οποία ενεργοποιείται το άνοιγμα πέντε υποφορμών καταχώρησης δεδομένων από πέντε αντίστοιχα κουμπιά. Οι υποφόρμες επιλογής δεδομένων είναι συνδεδεμένες με διάφορες υποφόρμες καταχώρησης δεδομένων με κατάλληλα κουμπιά επιλογής, η ενεργοποίηση των οποίων οδηγεί στο άνοιγμα των αντίστοιχων υποφορμών επιλογής. Οι πέντε υποφόρμες περιλαμβάνουν συνολικά 44 πεδία, τα οποία δέχονται δεδομένα διαφορετικού τύπου και τα οποία είναι απαραίτητα για τη διαχείριση των φυτικών δειγμάτων του Ερμπαρίου. Ανάλογα με το είδος των δεδομένων, τα πεδία μπορεί να είναι τύπου Πλαισίου Κειμένου (Text Box), Πλαισίου Ελέγχου (Check Box), Σύνθετου Πλαισίου (Combo Box).
2. Αυτόματη αναπαραγωγή αντιγράφων και άμεση καταχώρησή τους στη βάση δεδομένων. Η διαδικασία αυτή διευκολύνει το χρήστη στην περίπτωση που εκείνος επιθυμεί να αποφύγει την επανάληψη της διαδικασίας καταχώρησης, ιδιαίτερα σε ορισμένες περιπτώσεις κατά τις οποίες δύο ή περισσότερα φυτικά δείγματα διαφέρουν κατά ένα ή μερικά πεδία.
3. Άμεση και ευρεία αναζήτηση συντονίζεται από τη φόρμα ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ και περιλαμβάνει ακόμη τη φόρμα ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ, η οποία περιλαμβάνει συνοπτικά τα δείγματα που πληρούν τα κριτήρια της αναζήτησης, και από άλλες πέντε φόρμες, οι οποίες παρουσιάζουν αναλυτικά τα πεδία του κάθε δείγματος που περιλαμβάνεται στη φόρμα με τα αποτελέσματα της αναζήτησης. Τα πεδία των φορμών που παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της αναζήτησης είναι «κλειδωμένα», ώστε ο χρήστης να μην έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τα δεδομένα τους, αλλά απλώς να τα διαβάσει. Με τον τρόπο αυτό προστατεύεται η ακεραιότητα της βάσης. Ο χρήστης, δίνοντας τιμές στα πεδία αναζήτησης της φόρμας αναζήτησης, μπορεί άμεσα να πληροφορηθεί για τα δείγματα που πληρούν τα κριτήρια της αναζήτησης, και για όλα τα δεδομένα των στοιχείων περιγραφής καθενός από τα δείγματα αυτά. Το πλεονέκτημα της γρήγορης αναζήτησης επιτυγχάνεται μέσω της ανάπτυξης της εφαρμογής με χρήση προγραμματισμού που συνδυάζει κατάλληλα τη χρήση των γλωσσών προγραμματισμού VBA και SQL. Οι χρήστες θα μπορούν πλέον, με τη χρήση της εφαρμογής κάθε στιγμή όταν τους είναι απαραίτητο, να πληροφορούνται σχετικά με τα δείγματα και τα

δεδομένα των στοιχείων περιγραφής τους τα οποία είναι αποθηκευμένα στο Ερμπάριο, διευκολύνοντας έτσι όχι μόνο την αρχειοθέτηση στο Ερμπάριο, αλλά και την άμεση παροχή πληροφοριών σε ερευνητές άλλων Ερμπαρίων τη στιγμή που εκείνοι τις αναζητούν.

4. Εκτύπωση της ετικέτας του φυτικού δείγματος. Η ετικέτα αναγράφει τα δεδομένα των στοιχείων περιγραφής κάθε δείγματος που αναζητήθηκε και έτσι διευκολύνονται σε μεγάλο βαθμό οι εργασίες αρχειοθέτησης των καρτελών των δειγμάτων στο Ερμπάριο του εργαστηρίου.
5. Άμεση εποπτεία και έλεγχο της βάσης δεδομένων με τη χρήση της φόρμας τύπου πίνακα, ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΡΜΠΑΡΙΟΥ, η οποία παρουσιάζει σε μορφή πίνακα τα πεδία του Ερμπαρίου. Ο χρήστης με τη χρησιμοποίηση της οριζόντιας και της κατακόρυφης μπάρας της φόρμας μπορεί να πλοηγείται στη βάση. Η φόρμα αυτή έχει κατάλληλα ρυθμιστεί, ώστε να μην επιδέχεται αλλαγές δεδομένων από το χρήστη.
6. Αλλαγή δεδομένων με δύο τρόπους:
 - α) μέσω της διαδικασίας της αλλαγής δεδομένων με αναζήτηση.
Με τη διαδικασία της αλλαγής δεδομένων με αναζήτηση, ο χρήστης επιλέγοντας τα κριτήρια αναζήτησης που επιθυμεί, εντοπίζει το δείγμα

στο οποίο επιθυμεί να επιφέρει αλλαγές. Ο τρόπος αυτός είναι χρήσιμος όταν είναι γνωστά τα δεδομένα μερικών πεδίων του δείγματος, αλλά όχι ο αύξων αριθμός του στην βάση δεδομένων.

- β) μέσω της διαδικασίας της αλλαγής δεδομένων και δειγμάτων στον πίνακα της εφαρμογής.

Με τη διαδικασία της αλλαγής των δεδομένων και δειγμάτων στον πίνακα της εφαρμογής ο χρήστης έχει τη δυνατότητα, μέσω της οριζόντιας και της κατακόρυφης μπάρας της φόρμας, να πλοηγείται στη βάση και να αλλάζει τα δεδομένα όπως εκείνος επιθυμεί. Ο τρόπος αυτός είναι χρήσιμος όταν δεν είναι γνωστά τα δεδομένα μερικών πεδίων του δείγματος, αλλά ο αύξων αριθμός του στην βάση δεδομένων, δηλαδή η θέση του σε σχέση με τα άλλα δείγματα της βάσης δεδομένων. Μέσω της δυνατότητας αλλαγών στα δείγματα και στα δεδομένα τους μπορεί να διατηρείται η βάση συνεχώς ενημερωμένη, προσαρμοζόμενη κάθε φορά στις απαιτήσεις του Ερμπαρίου του εργαστηρίου της Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής.

7. Αντιμετώπιση λαθών. Η εφαρμογή έχει εφοδιαστεί με κατάλληλο κώδικα ελέγχου λαθών κατά την εισαγωγή δεδομένων στα διάφορα πεδία.

Plant Samples Database Application Development for Herbarium Electronic Management

Ch. Chrysanthopoulos¹, P. Lefakis², K. Theodoropoulos², E. Eleftheriadou²

ABSTRACT

The specimens of forest plants are collected for study and archived in a special place, the Herbarium. Over the years the plant specimens are growing in volume and as a result their management is becoming more and more difficult. To solve this problem, a database application environment has been developed using Microsoft Access, the Visual Basic for Application (VBA) programming language and the Structured Query Language (SQL). These tools enable efficient Herbarium management electronically and have all the advantages of a database. Specifically, data entry, search and data changes of plant samples, which are registered in the Herbarium, can be performed automatically, resulting in accurate and rapid management of the Herbarium. Thus, the research conducted in the laboratory of Forest Botany-Geobotany is facilitated and improved.

Keywords: Specimens, Herbarium, Databases

¹ Environmental Education Center Kilkis, GR - 61100 Kilkis, Greece; E-mail: chrysantho@sch.gr, 61100

² School of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, GR - 54124 Thessaloniki, Greece; E-mail: plefakis@for.auth.gr, ktheodor@for.auth.gr, eelefthe@for.auth.gr.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αθανασιάδης Ν. 1985. Δασική Βοτανική – Συστηματική Σπερματοφύτων. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Βασιλειάδου Σ., Λεφάκης Π. και Παπασταύρου Α. 2005. Δημιουργία Πρότυπης Εφαρμογής Βάσης Δεδομένων Δασικών Ειδών με τη Χρήση Visual C++. Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Δράμα, Τόμος Ι: 391-398.
- Bridson D. και Forgan L. 1992. The Herbarium handbook. Revised Edition. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Callahan E. 2000. Εισαγωγή στη Visual Basic for Applications της Microsoft Access 2000. Κλειδάριθμος, Αθήνα.
- Holmgren P., Holmgren N. και Barnett L. 1990. Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World. Regnum Vegetabile, vol. 120. New York Botanical Garden, New York.
- Holmgren P. και Holmgren N. 2003. Additions to Index Herbariorum (Herbaria), Edition 8-Fifteenth Series. Taxon 52(4): 905-913.
- Καββάδας Δ. 1956. Εικονογραφημένο βοτανικόν - φυτολογικόν λεξικόν, τόμος Γ. Αθήνα.
- Παπασταύρου Α., Λεφάκης Π., Ανδρεοπούλου Ζ. και Ηλιάδης Α. 1999. Δασική Πληροφορική, Τεύχος Α'. Εκδόσεις Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Simpson M.G. 2006. Plant Systematics. Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Stace C.A. 1989. Plant taxonomy and biosystematics. 2nd edition. Edward Arnold, Hodder and Stoughton, London.
- Viescas J. 1999. Ο οδηγός της Microsoft για τη Microsoft Access 2000. Κλειδάριθμος, Αθήνα.

Φυτοποικιλότητα ποωδών ειδών στο Δασοβοτανικό Κήπο του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (TAU)

Δ. Πιστικούδης, Κ. Θεοδωρόπουλος, Ε. Ελευθεριάδου, Α. Γερασμίδης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η ανάδειξη της χλωριδικής ποικιλότητας (ή φυτοποικιλότητας) του Δασοβοτανικού Κήπου του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (TAU) σε επίπεδο ποωδών φυτικών taxa, καθώς και των ιδιοτήτων και διαφόρων χρήσεών τους. Το σύνολο της ποώδους χλωρίδας ανέρχεται σε 204 taxa, από τα οποία τα 49 βρέθηκαν για πρώτη φορά, ενώ 56 taxa που αποτελούν ευρήματα παλαιότερων ερευνών δεν επιβεβαιώθηκαν κατά την παρούσα έρευνα, σε αντίθεση με 99 taxa που ήταν κοινά στην παρούσα και σε παλαιότερες έρευνες. Τα 204 taxa κατανέμονται σε 43 οικογένειες, 149 γένη, 183 είδη και 21 υποείδη, με εμφανή υπεροχή των Δικοτυλήδων και πολυπληθέστερες, ιεραρχικά, τις οικογένειες των Asteraceae, Fabaceae και Poaceae. Η ανάλυση του βιοφάσματος ανέδειξε ως επικρατέστερα τα θερόφυτα, γεγονός που προσδίδει έναν ξηροθερμικό χαρακτήρα στη φυσιογνωμία της περιοχής έρευνας. Επίσης, η χωρολογική ανάλυση ανέδειξε κυρίως ευρύτοπα taxa, αλλά και αξιόλογη συμμετοχή ξενικών taxa, η οποία τονίζει τον ανθρωπογενή χαρακτήρα της περιοχής έρευνας. Από το σύνολο των taxa, τα περισσότερα, που φαίνεται να έχουν ορισμένες ιδιότητες-χρήσεις, ανήκουν στις οικογένειες των Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae, Poaceae και Ranunculaceae και είναι κυρίως φαρμακευτικά και βοσκόμιστα.

Λέξεις κλειδιά: Φυτοποικιλότητα, Χλωρίδα, Αρωματικά φυτά, Φαρμακευτικά φυτά, Εδώδιμα φυτά, Κτηνοτροφικά φυτά, Δασοβοτανικός κήπος

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή της Μεσογείου, καλύπτοντας μόλις το 1,6% της επιφάνειας της γης, φιλοξενεί περίπου 30.000 φυτικά taxa, αριθμός που αναλογεί σε ποσοστό 10% επί του συνόλου της παγκόσμιας χλωρίδας. Από τα μεσογειακά taxa, περίπου τα 13.000 (43%) είναι ενδημικά (Mittermeier et al. 2004). Σύμφωνα με τον Guccione (2000), η μεγάλη βιοποικιλότητα και ο ενδημισμός της Μεσογειακής περιοχής οφείλονται στη γεωγραφική της θέση, τη γεωλογική της ιστορία και τη γεωμορφολογία, καθώς και την ποικιλομορφία που παρουσιάζει το κλίμα.

Στον ελλαδικό χώρο συναντάται μια από τις πλουσιότερες χλωρίδες στην Ευρώπη, με την εμφάνιση 6.600 αυτοχθόνων φυτικών taxa και πιο συγκεκριμένα 5752 ειδών και 1893 υποειδών (Dimopoulos et al. 2013). Επιπρόσθετα, οι Dimopoulos et al. (2013) αναφέρουν ότι η ελληνική χλωρίδα περιλαμβάνει 1462 ενδημικά taxa, αριθμός που αντιστοιχεί στο 22,2% του συνόλου των ελληνικών taxa. Η μεγάλη φυτοποικιλότητα στην Ελλάδα είναι αποτέλεσμα τόσο παλαιογεωγραφικών και οικολογικών παραγόντων όσο και ιστορικών, με την έννοια της μακροαίωσης σχέσης του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον (<http://www.biodiversity.gr/flora.php>).

Βοτανικός Κήπος είναι, σύμφωνα με τη Διεθνή Ένωση Βοτανικών Κήπων (BGCI - Botanic Gardens Conservation International), ένα ζωντανό μουσείο, το οποίο διατηρεί, ex situ (εκτός τόπου), επιστημονικά

τεκμηριωμένες συλλογές φυτών, με σκοπό αφενός τη διατήρηση και επιστημονική έρευνα της χλωριδικής ποικιλότητας και αφετέρου την περιβαλλοντική πληροφόρηση, ευαισθητοποίηση, εκπαίδευση και αναψυχή των πολιτών. Στα χαρακτηριστικά των Βοτανικών Κήπων εντάσσεται η δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών, σπερμάτων ή άλλου υλικού (με άλλους Βοτανικούς Κήπους ή οργανισμούς), με όρους που προκύπτουν από διεθνείς συμφωνίες, εθνικούς νόμους και εμπορικούς κανονισμούς, καθώς και η δυνατότητα υποστήριξης ερευνητικών προγραμμάτων (<http://www.bgci.org/>). Σήμερα, σύμφωνα με τη BGCI, υπάρχουν πάνω από 3000 Βοτανικοί Κήποι, σε 148 χώρες απ' όλον τον κόσμο, οι οποίοι διατηρούν περισσότερα από 4 εκατομμύρια ζώντα φυτικά taxa (περίπου το 1/3 της παγκόσμιας χλωρίδας). Ειδικότερα, στην Ευρώπη αριθμούνται 621 Βοτανικοί Κήποι, ενώ στην Ελλάδα έχουν ιδρυθεί 11 Βοτανικοί Κήποι (<http://www.bgci.org/>). Η BGCI περιλαμβάνει περισσότερους από 700 Βοτανικούς Κήπους, σε 118 χώρες απ' όλον τον κόσμο. Ένας από τους πρώτους Βοτανικούς Κήπους στον ευρωπαϊκό χώρο ιδρύθηκε στην Αθήνα τον 4ο π.Χ. αιώνα, από το μαθητή του Αριστοτέλη Θεόφραστο τον Ερέσιο, ο οποίος θεωρείται ο θεμελιωτής της Βοτανικής Επιστήμης (Thanos 2005).

Ο Δασοβοτανικός Κήπος του ΑΠΘ (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης) (TAU) ιδρύθηκε και λειτουργεί έχοντας ως κύριο σκοπό την εκπαίδευση των φοιτητών του Τμήματος Δασολογίας και Φυσιολογίας



Εικόνα 1. Ο Δασοβοτανικός Κήπος του ΑΠΘ (TAU) (Google Earth 2012)
Figure 1. Forest Botanic Garden of AUTH (TAU) (Google Earth 2012)

Περιβάλλοντος. Συγχρόνως, προσφέρεται η δυνατότητα οργανωμένης επίσκεψης και εκπαίδευσης σε μαθητές και σπουδαστές όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης.

Για το Δασοβοτανικό Κήπο του ΑΠΘ (TAU) και για φυτικό υλικό που προήλθε από αυτόν, έχουν δημοσιευτεί οι εργασίες: Τσουμής (1974), Τσιριπίδης και Παπαδόπουλος (1994), Γιαννακοπούλου (2002), Eleftheriadou et al. (2004), Theodoropoulos et al. (2004), “ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΚΗΠΟΙ, Ένας μικρός οδηγός” 2006, Κορκοσιδού (2007), Πιστικούδης (2009), Μπαρμπούτης και Βασιλείου (2009), Theodoropoulos et al. (2012), Ganopoulos et al. (2013), Πιστικούδης (2014). Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια πραγματοποιήθηκαν ανακοινώσεις για τον Κήπο και τις, σχετικά με αυτόν, δραστηριότητες, στις ετήσιες συναντήσεις του Ελληνικού Δικτύου Βοτανικών Κήπων (Θεσσαλονίκη 2012, Καρπενήσι 2013).

Οι περισσότερες από τις παραπάνω εργασίες αναφέρονται στα ξυλώδη taxa του Κήπου και την ex situ διατήρησή τους, για τα οποία υπάρχει συνεχής δραστηριότητα, αφού ο σκοπός του Κήπου ως Arboretum (Δενδρώνας) είναι η ex situ διατήρηση κυρίως ελληνικών δένδρων και θάμνων. Στην αυτοφυή (ή ημιαυτοφυή) ποώδη χλωρίδα του Κήπου αναφέρονται οι δημοσιεύσεις των Τσιριπίδης και Παπαδόπουλος (1994), Eleftheriadou et al. (2004) και Πιστικούδης (2014).

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η ανάδειξη της χλωριδικής ποικιλότητας που εμφανίζεται, στο επίπεδο των ποωδών φυτών, στο Δασοβοτανικό Κήπο του ΑΠΘ (TAU), καθώς και των ιδιοτήτων και χρήσεών τους από διάφορες απόψεις (αρωματικά, φαρμακευτικά, δηλητηριώδη, βαφικά, μελισσοτροφικά κ.λπ. φυτά).

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Περιοχή έρευνας

Ο Δασοβοτανικός Κήπος του ΑΠΘ (TAU) βρίσκεται στην ανατολική Θεσσαλονίκη, στην περιοχή του συνοικισμού Φοίνικα (Ηλία Χατζάκου 59, πρώην Ν. Μουσχουντή 59 – συντεταγμένες: Β 40°34', Α 22°58'). Απέχει περίπου 1 km από την ακτογραμμή, ενώ το μέσο υψόμετρο της έκτασής του είναι 15 m.

Καταλαμβάνει επίπεδη έκταση 62 στρεμμάτων (Εικόνα 1), που αποκτήθηκε το 1964 με ενέργειες του αείμνηστου καθηγητή Ιωάννη Παπαϊωάννου. Από τα πρώτα στάδια της ίδρυσής του, το έτος 1966, φυτεύτηκαν περιφερειακά του Κήπου δύο σειρές κυπαρίσσια σε στενό φυτευτικό σύνδεσμο, ώστε να σχηματίζουν αντιανεμικό φράγμα για προστασία των φυτών. Η φύτευση εντός του Κήπου ξεκίνησε το φθινόπωρο του 1970 βασιζόμενη σε αρχιτεκτονικό σχέδιο (Τσουμής 1974).

Σήμερα, στον Κήπο αναπτύσσονται ξυλώδη είδη (δένδρα και θάμνοι) της ελληνικής χλωρίδας, καθώς και μερικά ξενικά είδη που παρουσιάζουν ενδιαφέρον από αναδασοτική και αισθητική άποψη. Συνολικά, αντιπροσωπεύονται 121 ξυλώδη είδη και υποείδη που ανήκουν σε 75 γένη. Από το σύνολο των ξυλωδών taxa, 24 είναι Γυμνόσπερμα και 97 Αγγειόσπερμα. Κάθε taxon αντιπροσωπεύεται από ένα ή περισσότερα άτομα, με το συνολικό αριθμό ατόμων να φτάνει περίπου τα 460 (Theodoropoulos et al. 2012).

Γεωλογικά, η περιοχή έρευνας ανήκει στην ζώνη της Παιονίας και ειδικότερα στην υποζώνη της Ανατολικής Παιονίας (Μουντράκης 1985), ενώ σύμφωνα με το γεωλογικό χάρτη της Ελλάδος (Ι.Γ.Μ.Ε. 1978) εντάσσεται στις κατηγορίες των ολοκαινικών αδιαίρετων αποθέσεων και της ψαμμιτομαργαίτης σειράς.

Το έδαφος του Κήπου προέρχεται από αλλουβιακές αποθέσεις, είναι ανώριμο γενετικά και έντονα διαταραγμένο, λόγω των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων που έλαβαν χώρα στην περιοχή. Η δομή του εδάφους διαφέρει έντονα κατά θέσεις και κατά βάθος, ενώ η υφή είναι πηλώδης, γεγονός που υποδεικνύει ότι τα εδάφη του Κήπου μπορούν να χαρακτηριστούν ως μέτρια. Όσον αφορά τη σύσταση του εδάφους, αυτό είναι φτωχό σε οργανική ουσία, πλούσιο σε ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο και περιέχει μέτριες ποσότητες ολικού αζώτου. Τέλος, η χημική αντίδραση του εδάφους (pH) είναι ουδέτερη έως μέτρια αλκαλική (Τσιριπίδης και Παπαδόπουλος 1994).

Από την επεξεργασία των δεδομένων του πλησιέστερου μετεωρολογικού σταθμού [Μ. Σ. Μίκρας, Β 40° 31', Α 22° 57', υψόμετρο 4,8 m, περίοδος 52 ετών (1960-2012)], προκύπτει ότι το κλίμα της περιοχής ανήκει στην κατηγορία των μεσόθερμων ή θερμών εύκρατων κλιμάτων, με ξηρή περίοδο το θέρος, το οποίο χαρακτηρίζεται ως «πολύ θερμό» (κλιματικός τύπος: Csa κατά Köppen), ενώ η ξηροθερμική περίοδος διαρκεί περίπου 4 μήνες (από τα μέσα Μαΐου έως και τα μέσα Σεπτεμβρίου).

Ως προς το βιοκλίμα, η περιοχή έρευνας εντάσσεται στην κατηγορία του έντονου μεσο-μεσογειακού βιοκλίματος, με την ξηροθερμική περίοδο να διαρκεί από 75 έως 100 ημέρες ενώ, παράλληλα, υπάγεται στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο με ψυχρό χειμώνα (Μαυρομμάτης 1980).

Όσον αφορά τη βλάστηση, η περιοχή έρευνας, σύμφωνα με το φυτοκοινωνιολογικό χάρτη της Ελλάδος (Ντάφης 1972), εντάσσεται στην παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*) και ειδικότερα στην υποζώνη *Ostryo – Carpinion*, ενώ σύμφωνα με τους Bohn et al. (2000, 2004) εντάσσεται στα μεσογειακά σκληρόφυλλα δάση και θαμνώνες (Μεσο-Μεσογειακός τύπος).

2.2. Μέθοδος έρευνας

Για τη συλλογή των φυτικών δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν επανειλημμένες επισκέψεις, από το Μάρτιο του 2012 έως το Νοέμβριο του 2013, σε όλη την έκταση που καλύπτει ο Δασοβοτανικός Κήπος του ΑΠΘ. Συλλέχθηκαν περίπου 800 φυτικά δείγματα, τα οποία αφού αποξηράνθηκαν και απεντομώθηκαν, ταξινομήθηκαν και προσδιορίστηκαν, κατατέθηκαν στο Ερμπάριο του Εργαστηρίου Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής του Α.Π.Θ. (TAUF). Επιπλέον, ελέγχθηκε και όλο το υλικό των Τσιριπίδη και Παπαδόπουλου (1994), το οποίο διατηρείται στο Ερμπάριο του Εργαστηρίου Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής.

Για τον προσδιορισμό των φυτικών δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν, κυρίως, η *Flora Hellenica* (Strid και Tan 1997, 2002) και η *Flora Europaea* (Tutin et al. 1968-1980, 1993) και βοηθητικά, το *Flowers of Greece* (Lafranchis και Sfikas 2009). Για την ονοματολογία των taxa και την ένταξή τους σε βιομορφές χρησιμοποιήθηκε η εργασία των Dimopoulos et al. (2013), η οποία είναι βασισμένη στο σύστημα του Raunkiaer (1934), με τις προσθήκες των Ellenberg και Mueller-Dombois (1967). Για τη χωρολογική προέλευση των taxa χρησιμοποιήθηκε η χωρολογική διαίρεση που προτείνουν οι Dimopoulos et al. (2013).

Στο χλωριδικό κατάλογο, η παράθεση των

taxa γίνεται αλφαβητικά κατά οικογένειες, γένη, είδη και υποείδη, μέσα στις μεγάλες ομάδες των Dicotyledones (Δικοτυλήδονα) και Monocotyledones (Μονοκοτυλήδονα). Τα taxa τα οποία συλλέχθηκαν από τον πρώτο συγγραφέα παρατίθενται με έντονη γραφή, ενώ τα taxa που έχουν συλλεχθεί μόνο από προηγούμενους ερευνητές παρατίθενται με απλή γραφή. Τα taxa που αναφέρονται για πρώτη φορά στην περιοχή παρατίθενται με αστερίσκο (*) πριν από το όνομα. Μετά το όνομα του αναδόχου κάθε είδους, ακολουθούν η βιομορφή και η χωρολογία και, στη συνέχεια, αναγράφεται ο αριθμός του δείγματος.

Στα δείγματα, που συλλέχθηκαν από τον Πιστιζούδη, δίνεται ο κωδικός PD και ο αύξων αριθμός του δείγματος. Η αντιστοιχία της ημερομηνίας συλλογής και του αριθμού δείγματος έχει ως εξής: 20/3/12: PD 1-6, 21/3/12: PD 7-20, 27/3/12: PD 21-30, 4/4/12: PD 31-32, 20/4/12: PD 33-37, 25/4/12: PD 38-52, 26/4/12: PD 53-81, 27/4/12: PD 82-89, 3/5/12: PD 90-91, 8/5/12: PD 92-93, 14/5/12: PD 94-106, 16/5/12: PD 107-141, 5/6/12: PD 142-145, 13/6/12: PD 146-150, 15/6/12: PD 151-159, 21/8/12: PD 160-166, 16/10/12: PD 167-172, 21/3/13: PD 173-175, 10/4/13: PD 176-182, 16/4/13: PD 183-198, 24/4/13: PD 199-213, 24/7/13: PD 214-215, 4/9/13: PD 216, 27/9/13: PD 217-223, 24/11/13: PD 224-225.

Στα δείγματα των Τσιριπίδη και Παπαδόπουλου (1994), δίνεται ο κωδικός T & P ακολουθούμενος, μέσα σε παρένθεση, από την ημερομηνία συλλογής ή τη λέξη «φρυτοληψία» για τα δείγματα που προέρχονται από φυτοκοινωνιολογική δειγματοληψία. Στις λίγες περιπτώσεις που δεν υπάρχει κανένα από τα παραπάνω στοιχεία, η αναφορά είναι μόνο ως T & P. Τα παραπάνω ισχύουν και για την εργασία των Eleftheriadou et al. (2004), όπου δίνεται ο κωδικός E, TH, R.

Τέλος, οι επιπλέον συντμήσεις που καταγράφονται στο χλωριδικό κατάλογο είναι:

TAUF = Herbarium του Εργαστηρίου Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής,

B = Herbarium του Βοτανικού Κήπου και Βοτανικού Μουσείου του Βερολίνου,

obs. = Παρατηρήθηκε στο πεδίο έρευνας, δεν συλλέχθηκε.

Για τον καθορισμό των ιδιοτήτων και χρήσεων των ποωδών taxa χρησιμοποιήθηκαν οι δημοσιεύσεις των Trouard Riolle (1964), Margaris et al. (1982), Altmann (1991), Bajaj (1994, 1995), Σκρουμπής (1998), Σαρλής (1998), Παπούλιας (1999), Ανθοπούλου (2001), Wyk και Wink (2004), Hadjikyriakou (2007), Nelson et al. (2007), Τσιτίνης (2012). Ο κατάλογος που αφορά τα βοσκόσιμα είδη συντάχθηκε με τη βοήθεια των Ζωή Παρίση, Ελένη Αβραάμ, Απόστολου Κυριαζόπουλου.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Χλωριδικός κατάλογος

SPERMATOPHYTES

ANGIOSPERMAE

Dicotyledones (Δικοτυλήδονα)

Amaranthaceae

Amaranthus blitoides S. Watson – T, [N-Am.] – PD 224, T & P (6-10/7/92, 22-24/7/92).

**Amaranthus muricatus* Gillies ex Moq. in A. DC. – H, [S-Am] – PD 153.

Amaranthus retroflexus L. – T, [N-Am.] – T & P (6-10/7/92, ως *A. cruentus* L.).

Apiaceae (Umbelliferae)

Ammi majus L. – T, MS – T & P (13-15/5/92, 6-10/7/92).

Bupleurum odontites L. – T, ME – T & P (6-10/7/92).

**Daucus carota* L. subsp. *carota* – H, Pt – PD 152.

Echinophora tenuifolia L. subsp. *sibthorpiana* (Guss.) Holmboe – H, MS – PD 219, T & P (22-24/7/92).

**Malabaila aurea* (Sm.) Boiss. – H, EM – PD 89, PD 97.

Scandix pecten-veneris L. – T, EA – PD 73, PD 128, T & P (13-15/5/92).

Torilis nodosa (L.) Gaertn. – T, EA – PD 98, PD 141, PD 207, T & P (13-15/5/92).

Asteraceae (Compositae)

Anacyclus clavatus (Desf.) Pers. – T, Me – PD 49, T & P (13-15/5/92, 6-10/7/92, 1/5/95).

Asteriscus aquaticus (L.) Less. – T, ME – PD 150, T & P (13/5/92, 6/7/92).

Calendula arvensis L. – T, ME – PD 7, PD 10, PD 24, PD 81, T & P (13-15/5/92, 22/2/95, 1/5/95, 29/5/95).

Carduus nutans subsp. *leiophyllus* (Petrović) Stoj. & Stef. – H, ES – PD 158, PD 213, T & P (13-15/5/92, 7/5/95).

Carduus pycnocephalus L. – H, ME – PD 39, T & P (13-15/5/92, 1/5/95, 29/5/95).

Carthamus lanatus L. subsp. *lanatus* – T, Me – T & P (22/7/92).

Centaurea diffusa Lam. – T, EA – T & P (6-10/7/92, 29/5/95, 3/8/95).

Centaurea melitensis L. – T, Me – T & P (13/5/92, 6/7/92, 29/5/95).

Chondrilla juncea L. – H, ME – PD 200, T & P (3/8/95).

Cichorium intybus L. – H, EA – PD 105, PD 142, T & P (6/7/92, 18/12/94, 3/8/95).

Cirsium vulgare (Savi) Ten. – H, ME – T & P (13/5/92, 6/7/92).

Crepis sancta (L.) Bornm. – T, EA – PD 15, PD 21, PD 35, PD 36, PD 74, PD 75, T & P (13-15/5/92, 26/2/95, 10/3/95, 1/5/95).

Crepis setosa Haller f. – T, EA – T & P (Φυτοληψία).

Erigeron bonariensis L. – H, [neotrop.] – T & P (13/5/92, 18/12/94, 29/5/95, 3/8/95).

**Erigeron canadensis* L. – HT, [N-Am.] – PD 217.

Filago pyramidata L. – T, Me – PD 109, T & P (6/7/92, 1/5/95, 11/5/95, 29/5/95).

Geropogon hybridus (L.) Sch. Bip. – T, Me – PD 100, PD 190, T & P (15/5/95).

Glebionis coronaria (L.) Spach – T, Me – T & P (9/5/95).

Hedypnois rhagadioloides (L.) F.W. Schmidt subsp. *rhagadioloides* – T, Me – PD 92A, PD 126, T & P (Φυτοληψία).

Helminthotheca echioides (L.) Holub – T, Me – PD 166, PD 216, T & P (22/7/92, 18/12/94, 29/5/95, 3/8/95).

Hypochaeris cretensis (L.) Bory & Chaub. in Bory – H, Me – PD 138, PD 167, T & P (13/5/95, 29/5/95).

Lactuca saligna L. – TH, Pt – T & P (3/8/95, 22/7/92).

Lactuca serriola L. – HT, Pt – T & P (Φυτοληψία).

Matricaria chamomilla L. – T, Co – PD 49A, T & P (13/5/92, 1/5/95, 29/5/95).

Notobasis syriaca (L.) Cass. – T, Me – T & P (Φυτοληψία).

Onopordum acanthium L. – H, Pt – T & P (29/5/95).

Onopordum illyricum L. subsp. *cardunculus* (Boiss.) Arènes – H, Me – T & P (7/5/95, ως *O. illyricum* L. subsp. *illyricum*).

Pallenis spinosa (L.) Cass. subsp. *spinosa* – HT, Me – T & P (26/5/95).

Picris rhagadioloides (L.) Desf. – T, Pt – T & P [6/7/92].

Podospermum laciniatum (L.) DC. in Lam. & DC. – T, Pt – T & P (1/5/95).

Senecio vulgaris L. – T, Pt – PD 8, T & P (22/2/95).

Silybum marianum (L.) Gaertn. – T, Me – T & P (13/5/92, 18/12/94).

Sonchus asper (L.) Hill subsp. *asper* – T, Pt – PD 83A, PD 99, PD 157, T & P (13-15/5/92).

Sonchus oleraceus L. – T, ME – PD 54, PD 83, PD 84, T & P (13-15/5/92, 6-10/7/92, 18/12/94, 1/5/95, 7/5/95, 29/5/95, 3/8/95).

Symphotrichum squamatum (Spreng.) G.L. Nesom – CH, [neotrop.] – T & P (6/7/92, 18/12/94).

**Taraxacum officinale* group – PD 78.

Tragopogon dubius Scop. – T, EA – T & P (6-10/7/92, 13/5/95, 29/5/95).

Urospermum picroides (L.) F. W. Schmidt – T, Me – PD 53, PD 82, PD 106A, PD 134, PD 160, T & P (20/5/92, 29/5/95).

Boraginaceae

Buglossoides arvensis (L.) I. M. Johnst. subsp. *arvensis* – T, Me – PD 12, PD 191, T & P (20/4/92, 6-10/7/92).

Buglossoides glandulosa (Velen.) R. Fern. – T, Bk – E, TH, R (B, TAUF, 10/4/03).

Echium italicum L. – H, MS – PD 147, T & P (30/5/92, 6-10/7/92).

Heliotropium europaeum L. – T, ME – PD 162, T & P

(6-10/7/92, ως *H. dolosum* De Not.).

Myosotis ramosissima Rochel in Shult. – T, EA – PD 188, PD 209, T & P (13-15/5/92, ως *M. stricta* Roem. & Schult.).

Brassicaceae (Cruciferae)

**Alyssum alyssoides* (L.) L. – T, Eu – PD 121, PD 206.
Calepina irregularis (Asso) Thell. – T, MS – T & P (13-15/5/92, 10/4/93).

Capsella bursa-pastoris (L.) Medik. – TH, Co – PD 16, T & P (6-10/7/92).

Clypeola jonthlaspi L. – T, MS – PD 2, PD 28, T & P (20/4/92).

Diplotaxis tenuifolia (L.) DC. – H, EA – PD 50A, T & P (6-10/7/92).

Draba praecox Steven – T, EA – PD 175, T & P (28/3/1993).

Lepidium draba L. – GH, Co – PD 55, PD 88, T & P (20/4/92, 6-10/7/92).

Microthlaspi perfoliatum (L.) F.K. Mey. – T, Pt – PD 13, T & P (13-15/5/92).

Phyllolepidum cyclocarpum (Boiss.) Cecchi – C, BA – T & P (20/4/92, 6-10/7/92).

Rapistrum rugosum (L.) All. – T, EA – PD 52, PD 93, T & P (6-10/7/92, 23-24/7/92)

**Sinapis arvensis* L. – T, ES – PD 179.

Sisymbrium irio L. – T, EA – PD 51, PD 115, PD 178, PD 197, T & P (13-15/5/92).

Sisymbrium orientale L. – T, EA/[Co] – PD 50, PD 193, T & P (13-15/5/92, ως *S. loeselli* L.).

Campanulaceae

Legousia speculum-veneris (L.) Chaix – T, ME – PD 204, T & P (13-15/5/92).

Caryophyllaceae

**Arenaria leptoclados* (Reinchr.) Guss. – T, EA – PD 79, PD 116, PD 198, PD 208.

Cerastium glomeratum Thuill. – T, Co – PD 192, T & P (13-15/5/92).

**Herniaria hirsuta* L. – TH, Pt – PD 125.

Silene vulgaris (Moench) Garcke – HC, Co – PD 111, PD 203, T & P (13-15/5/92).

Stellaria apetala Ucria – T, EA – PD 72, T & P (6-10/7/92).

Stellaria media (L.) Vill. – TH, Co – PD 25, T & P (6-10/7/92).

Chenopodiaceae

Beta vulgaris L. subsp. *maritima* (L.) Arcang. – HT, EA – T & P (30/5/92, 6-10/7/92).

Chenopodium album L. – T, Co – PD 217, T & P (6-10/7/92).

Dysphania botrys (L.) Mosyakin & Clemants – T, EA – T & P (6-10/7/92).

Suaeda altissima (L.) Pall. – T, EA – T & P (10/4/93).

Convolvulaceae

Convolvulus arvensis L. – HG, Co – PD 95, T & P (15/5/92, 6-10/7/92).

Convolvulus betonicifolius Miller – H, MS – PD 95A, T & P (22-24/7/92).

**Convolvulus pentapetaloides* L. – TH, Me – PD 201.

Cuscuta campestris Yunck. – T, [N-Am.] – T & P (10/11/93).

Crassulaceae

**Sedum caespitosum* (Cav.) DC. – T, Me – PD 195.

Dipsacaceae

Scabiosa atropurpurea L. – H, Me – PD 102, PD 124, PD 168, T & P (13-15/5/92, ως *Knautia ambigua* Boiss. & Orph.).

Euphorbiaceae

**Euphorbia falcata* L. – T, EA – PD 135, PD 144.

**Euphorbia helioscopia* L. – T, Co – PD 5, PD 20, PD 77.

**Euphorbia prostrata* Aiton – T, [neotrop.] – PD 170.

Fabaceae (Leguminosae)

Astragalus hamosus L. – T, MS – PD 46, PD 61, T & P (13-15/5/92).

**Hippocrepis unisiliquosa* L. – T, Me – PD 69.

Lathyrus annuus L. – T, MS – T & P (13-15/5/92).

Lathyrus aphaca L. – T, MS – PD 114, T & P (20/4/92).

**Lathyrus cicera* L. – T, MS – PD 186, PD 202.

Lotus pedunculatus Cav. – H, ME – T & P [6-10/7/92, ως *L. collinus* (Boiss.) Heldr.].

**Medicago arabica* (L.) Huds. – T, EA – PD 71, PD 212.
Medicago lupulina L. – T, Ct – T & P (13-15/5/92, 6-10/7/92).

Medicago minima (L.) Bartal. – C, Pt – PD 211, T & P (13-15/5/92).

Medicago orbicularis (L.) Bartal. – T, MS – PD 42, T & P (13-15/5/92).

Melilotus albus Medik. – TH, EA – PD 132, T & P (6-10/7/92).

Melilotus indicus (L.) All. – T, EA – PD 137, T & P [13-15/5/92, ως *M. officinalis* (L.) Lam.]

Securigera cretica (L.) Lassen – T, Me – T & P (6-10/7/92, 10/11/93).

Scorpiurus muricatus L. – T, Me – PD 90, PD 133, T & P (13-15/5/92).

Trifolium campestre Schreber in Sturm – T, EA – PD 44, T & P (13-15/5/92).

**Trifolium fragiferum* L. – H, EA – PD 32A, PD 44A.

Trifolium hirtum All. – T, Me – T & P (13-15/5/92).

Trifolium ochroleucon Huds. – H, ME – PD 106, PD 120, T & P (13-15/5/92).

Trifolium pratense L. – H, EA – T & P (13-15/5/92).

Trifolium repens L. – H, Pt – PD 32, PD 200, T & P (6-10/7/92).

**Trifolium scabrum* L. – T, EA – PD 199.

Trifolium squamosum L. – T, ME – T & P (6-10/7/92, 13-15/5/92).

Trifolium resupinatum L. – TH, ME – T & P (6-10/7/92).

Vicia angustifolia L. – T, Pt – PD 31, PD 47, PD 47A, PD 185, T & P (13-15/5/92).

Vicia faba L. – cultivated – PD 112, T & P (20/4/92).

**Vicia grandiflora* Scop. – T, ME – PD 117.

Vicia villosa Roth subsp. *eriocarpa* (Hausskn.) P. W. Ball – T, EM – PD 210, T & P (13-15/5/92, ως *V. cracca* L.).

Fumariaceae

**Fumaria densiflora* DC. – T, ME – PD 181A.

Fumaria kralikii Jord. – T, Me – PD 181, T & P (20/04/92, ως *F. parviflora* Lam.).

Fumaria officinalis L. subsp. *officinalis* – T, Pt – PD 4, PD 181, PD 189, T & P (20/04/92).

Hypecoum imberbe Sm. in Sibth. & Sm. – T, Me – PD 9, T & P (10/4/93).

Geraniaceae

Erodium botrys (Cav.) Bertol. – T, Me – T & P (20/4/92).

Erodium ciconium (L.) L' Her. in Aiton – TH, EA – PD 57, T & P (22-24/7/92).

Erodium cicutarium (L.) L' Her. in Aiton – T, Ct – PD 30, T & P (10/4/93).

**Erodium malacoides* (L.) L' Her. in Aiton – TH, MS – PD 56.

**Geranium dissectum* L. – T, EA – PD 194.

Geranium molle L. – T, Pt – T & P (20/4/92, ως *G. rotundifolium* L.).

**Geranium pusillum* Burm. f. – T, EA – PD 11, PD 60, PD 85.

**Geranium robertianum* L. – T, Ct/Co – PD 177.

Hypericaceae

Hypericum triquetrifolium Turra – G, MS – PD 159, T & P (13-15/5/92, 6-10/7/92).

Lamiaceae

Ajuga chamaepitys (L.) Shreb. – TH, EA – PD 92, T & P (13-15/5/92, 6-10/7/92).

Ballota nigra L. subsp. *meridionalis* (Bég.) Bég. – H, EA – PD 155, T & P (6-10/7/92).

**Lamium amplexicaule* L. – T, Pt – PD 174.

Lamium purpureum L. – T, EA – PD 173, T & P (13-15/5/92).

Marrubium vulgare L. – H, EA – T & P (13-15/5/92).

Mentha longifolia (L.) Huds. – H, Pt – T & P.

**Salvia viridis* L. – T, Me – PD 96.

Stachys germanica L. subsp. *germanica* – H, ME – PD 107, PD 145, T & P (13-15/5/92, 6-10/7/92, 22-24/7/92, ως *S. cretica* L.).

Malvaceae

Malva sylvestris L. – TH, EA – PD 48, PD 180, PD 215, T & P (13-15/5/92, ως *M. nicaeensis* All.).

Malvella sherardiana (L.) Jaub. & Spach – H, MS – T & P (13-15/5/92, 6-10/7/92, ως *Malva pusilla* Sm.).

Orobanchaceae

Phelipanche ramosa (L.) Pomel – T, Pt – PD 41, PD 41A, PD 184, T & P.

Oxalidaceae

Oxalis corniculata L. – H, Pt/[Co] – PD 196, T & P (6-10/7/92).

Papaveraceae

Papaver rhoeas L. – T, Pt – PD 38, PD 91, T & P (20/4/92).

Plantaginaceae

**Plantago altissima* L. – H, Eu – PD 118.

Plantago coronopus L. – TH, MA – T & P (6-10/7/92).

Plantago lagopus L. – T, Me – PD 37, PD 67, PD 113, T & P (13-15/5/92).

Plantago lanceolata L. – H, Co – PD 34, PD 87, T & P (20/4/92).

Polygonaceae

Persicaria lapathifolia (L.) Gray – T, Ct – T & P (6-10/7/92, 22-24/7/92).

Polygonum arenarium Waldst. & Kit. – T, EA – T & P (6-10/7/92, 10/11/93).

Polygonum aviculare L. – T, Ct/[Co] – PD 172, T & P (6-10/7/92, ως *P. patulum* M. Bieb.).

Rumex pulcher L. subsp. *pulcher* – H, MS – PD 119, PD 167A, T & P (13-15/5/92, ως *Rumex* sp.).

Portulacaceae

**Portulaca oleracea* L. s.str. – T, Co – PD 161.

Primulaceae

Anagallis arvensis L. – TH, Co – PD 40, PD 90A, PD 205, T & P (13-15/5/92, ως *A. foemina* Miller.).

Ranunculaceae

Adonis flammae Jacq. – T, EA – T & P (13-15/5/92).

Consolida ajacis (L.) Schur – T, Me – PD 151, T & P (6-10/7/92).

**Ficaria vernalis* (L.) Schur (as *F. ficarioides* (Chaub. & Bory) Halácsy – G, Me – PD 18).

Helleborus odorus Waldst. & Kit. subsp. *cyclophyllus* (A. Braun) Maire & Petitm. – G, Bk – T & P (13-15/5/92).

Nigella arvensis L. – T, EA – PD 108, T & P (6-10/7/92).

**Ranunculus chius* DC. – T, MS – PD 182, PD 183.

Resedaceae

**Reseda alba* L. – TH, ME – PD 103.

Reseda lutea L. – TH, Pt – PD 127, T & P (13-15/5/92).

Rosaceae

**Aphanes arvensis* L. – T, EA – PD 58, PD 136.

Rubiaceae

Galium aparine L. – T, EA – PD 26, PD 76, T & P (13-15/5/92, 6-10/7/92).

Sherardia arvensis L. – T, EA – PD 6, PD 23, PD 70, T & P (13-15/5/92).

Scrophulariaceae

Verbascum longifolium Ten. – H, BI – T & P (6-10/7/92).

Verbascum sinuatum L. – H, MS – PD 149, T & P (6-10/7/92).

Solanaceae

Solanum decipiens Opiz – T, EA – T & P (22-24/7/92).

Solanum elaeagnifolium Cav. – HC, [S-Am.] – PD 94, PD 163, PD 214, T & P (22-24/7/92, ως *S. sodomeum* L.).

Urticaceae

Parietaria officinalis L. – H, EA – PD 176, T & P (6-10/7/92).

Urtica pilulifera L. – T, MS – PD 146, T & P (6-10/7/92).

Valerianaceae

**Valerianella coronata* (L.) DC. in Lam. & DC. – T, EA – PD 187.

Verbenaceae

Verbena officinalis L. – H, Ct – T & P (22-24/7/92).

Veronicaceae

Kickxia elatine (L.) Dumort. – T, EA – T & P (6-10/7/92, 22-24/7/92).

Veronica arvensis L. – T, EA – PD 59, T & P (20/4/92).

Veronica persica Poir. in Lam. & Poir. – T, [W-As.] – PD 3, PD 33A, T & P (6-10/7/92).

Veronica triloba (Opiz) Wiesb. – T, ME – PD 27, T & P (10/4/93).

Violaceae

Viola kitaibeliana Shult. in Roem. & Schult. – T, ME – T & P (20/4/92).

Zygophyllaceae

Tribulus terrestris L. – T, Co – PD 22, PD 164, T & P (22-24/7/92).

Monocotyledones (Μονοκοτυλήδονα)

Alliaceae

**Allium atroviolaceum* Boiss. – G, EA – PD 143.

Asparagaceae

Asparagus acutifolius L. – C, Me – PD 165, T & P (6-10/7/92).

Hyacinthaceae

Muscari neglectum Guss. ex Ten. – G, EA – PD 1, PD

19, PD 33, PD 171, T & P (3/92).

Ornithogalum divergens Boreau – G, ME – PD 17, PD 29, T & P (5/4/92, 10/4/93).

**Ornithogalum pyrenaicum* L. subsp. *sphaerocarpum* (A. Kern.) Hegi – G, EA – PD 104.

Iridaceae

Gladiolus italicus Mill. – G, MS – T & P (5/4/92).

Orchidaceae

Ophrys ferrum-equinum Desf. subsp. *gottifrediana* (Renz) E. Nelson – G, ● – T & P [20/3/93 – Το διατηρημένο στο ερμπάριο (TAUF) δείγμα δεν είναι σε προσδιορίσιμη κατάσταση και ως εκ τούτου δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί η ταυτοποίηση].

Poaceae

**Aegilops biuncialis* Vis. – T, MS – PD 101.

**Aira elegantissima* Schur – T, MS – obs.

**Avena sterilis* L. subsp. *sterilis* – T, MS – PD 63, PD 129.

**Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng – H, ST – PD 169, PD 222.

**Brachypodium distachyon* (L.) Beauv. – T, MS – PD 93A.

**Bromus madritensis* L. – T, MS – PD 45.

Bromus rigidus Roth. – T, ST – PD 62, PD 140, T & P (13-15/5/92).

Bromus tectorum L. – T, Pt – T & P (13-15/5/92).

**Catapodium rigidum* (L.) C. E. Hubb. in Dony – T, Me – PD 64.

Cynodon dactylon (L.) Pers. – G, Co – PD 123, T & P (6-10/7/92).

**Dactylis glomerata* L. – H, Pt – PD 110.

Eragrostis minor Host – T, Co – T & P (22-24/7/92, 10/11/93).

Hordeum murinum L. subsp. *leporinum* (Link) Arcangeli – T, Me – PD 43, PD 86, T & P (6-10/7/92).

Lolium rigidum Gaudin subsp. *rigidum* – T, ST – PD 130, T & P.

Phalaris minor Retz. – T, ST – T & P (13-15/5/92).

**Piptatherum milliaceum* (L.) Cosson – CH, Me – PD 139, PD 221, PD 225.

**Poa annua* L. – T, Co – PD 14, PD 65.

**Poa bulbosa* L. – H, Pt – PD 80.

**Rostraria cristata* (L.) Tzvelev – T, Co – PD 66.

Setaria viridis (L.) P. Beauv. – T, Co – PD 156, T & P (6-10/7/92, 10/11/93).

Sorghum halepense (L.) Pers. – G, [Co] – PD 14, PD 148, PD 154, T & P (6-10/7/92).

Tragus racemosus (L.) All. – T, Co – T & P (6-10/7/92).

**Vulpia bromoides* (L.) Gray – T, Pt – PD 68.

Πίνακας I. Αναλυτικά στοιχεία της ποώδους χλωρίδας του Δασοβοτανικού Κήπου ΑΠΘ (TAU).
Table I. Detailed data on the herbaceous flora of the Forest Botanic Garden of AUTH (TAU).

Συστηματική Μονάδα	Οικογένειες	Γένη	Είδη	Υποείδη	Ταξα (Είδη+Υποείδη)	Ποσοστό (%)
Δικοτυλήδονα	37	123	158	16	174	85,3
Μονοκοτυλήδονα	6	26	25	5	30	14,7
Σύνολο	43	149	183	21	204	100,0

Πίνακας II. Βιοφάσμα της ποώδους χλωρίδας του Δασοβοτανικού Κήπου ΑΠΘ (TAU).
Table II. The life-form spectrum of the herbaceous flora of the Forest Botanic Garden of AUTH (TAU).

Βιομορφές	Αριθμός taxa	Ποσοστό %
Χαμαίφυτα (C)	4	2,0
Ημικρυπτόφυτα (H)	45	22,3
Γεώφυτα (Κρυπτόφυτα) (G)	13	6,4
Θερόφυτα (T)	140	69,3
Σύνολο	202	100,0

3.2. Χλωριδική ανάλυση

Η ποώδης χλωρίδα της περιοχής έρευνας περιλαμβάνει 204 taxa (183 είδη και 21 υποείδη) (Πίνακας I). Τη μεγαλύτερη συμμετοχή παρουσιάζουν τα Δικοτυλήδονα με ποσοστό 85,3% (174 taxa). Τα 204 taxa κατανέμονται σε 43 οικογένειες, εκ των οποίων οι 6 ανήκουν στα Μονοκοτυλήδονα, και σε 149 γένη, εκ των οποίων τα 123 περιλαμβάνονται στα Δικοτυλήδονα. Από το σύνολο των taxa, 49 taxa βρέθηκαν μόνο στην παρούσα έρευνα, 56 taxa δεν επιβεβαιώθηκαν και αποτελούν ευρήματα μόνο παλαιότερων ερευνών, ενώ τα υπόλοιπα 99 taxa αποτελούν μέρος τόσο της παρούσας έρευνας, όσο και παλαιότερων χλωριδικών ερευνών.

Από τη χλωριδική ανάλυση διαπιστώθηκε ότι οι πλουσιότερες, σε αριθμό taxa, οικογένειες είναι αυτές των Asteraceae με 38 taxa, των Fabaceae με 27 taxa, των Poaceae με 23 taxa και ακολουθούν οι οικογένειες των Brassicaceae με 13 taxa και των Geraniaceae και Lamiaceae, με 8 taxa έκαστη. Οι προαναφερθείσες οικογένειες, εκτός των Geraniaceae, ανήκουν στις πλουσιότερες σε αριθμό taxa της ελληνικής χλωρίδας και ειδικότερα, οι οικογένειες των Asteraceae, Fabaceae και Poaceae αποτελούν τις τρεις πολυπληθέστερες (Dimopoulos et al. 2013), γεγονός το οποίο παρατηρείται και στην παρούσα χλωριδική έρευνα.

3.3. Ανάλυση Βιομορφών – Βιοφάσμα

Από την ανάλυση του βιοφάσματος* (Πίνακας II) προέκυψε ότι τα θερόφυτα (δηλ. κυρίως μονοετή φυτά που επιβιώνουν τη δυσμενή γι' αυτά περίοδο με τη μορφή σπερμάτων στο έδαφος) συνιστούν την κυρίαρχη βιομορφή με 140 taxa και ποσοστό 69,3% αντανακλώντας

τον ξηροθερμικό χαρακτήρα της περιοχής έρευνας. Ακολουθούν τα ημικρυπτόφυτα με ποσοστό 22,3% (45 taxa), ενώ τα γεώφυτα και τα χαμαίφυτα συμμετέχουν με 6,4% (13 taxa) και 2,0% (4 taxa), αντίστοιχα.

3.4. Χωρολογική ανάλυση

Στον Πίνακα III* παρατίθεται το χωρολογικό φάσμα της χλωρίδας της περιοχής έρευνας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στις περιπτώσεις διπλόχρωων γεωστοιχείων (π.χ. Ct/[Co]) έχει ληφθεί ως η επικρατέστερη η πρώτη χωρολογική κατηγορία.

Από την ανάλυση του χωρολογικού φάσματος της περιοχής έρευνας (Πίνακας III), προέκυψε ότι επικρατούν τα Ευρέως Εξάπλωμένα taxa (107 taxa), αντιπροσωπεύοντας το 53% της συνολικής ποώδους χλωρίδας, με κυρίαρχες χωρολογικές κατηγορίες τα Ευρωπαϊκά-ΝΔ Ασιατικά (23,8%), τα Παλαιοεύνκρατα (12,3%) και τα Κοσμοπολιτικά (9,9%). Η χωρολογική ομάδα των Μεσογειακών taxa εκπροσωπείται από αξιόλογο αριθμό taxa (80 taxa-39,6%), με επικρατέστερη κατηγορία τα Μεσογειακά (16,3%), ενώ ακολουθούν τα Μεσογειακά-ΝΔ Ασιατικά (11,9%) και τα Μεσογειακά-Ευρωπαϊκά (9,9%). Επιπλέον, βρέθηκαν 10 Ξενικά taxa (4,9%) και μόνο 1 Ελληνικό ενδημικό (0,5%), ενώ οι υπόλοιπες χωρολογικές κατηγορίες αντιπροσωπεύουν, επίσης, χαμηλά ποσοστά στη συνολική ποώδη χλωρίδα.

3.5. Ιδιότητες και δυνατότητες χρήσης των taxa του χλωριδικού καταλόγου

Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνονται taxa του χλωριδικού καταλόγου, τα οποία με βάση τη βιβλιογραφία

* Σημειώνεται ότι τα taxa *Vicia faba* (καλλιιεργούμενο) και *Taraxacum officinale* group δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση του βιοφάσματος και του χωρολογικού φάσματος.

Πίνακας III. Χωρολογικό φάσμα της ποώδους χλωρίδας του Δασοβοτανικού Κήπου ΑΠΘ (TAU).
Table III. The chorological spectrum of the herbaceous flora of the Forest Botanic Garden of AUTH (TAU).

A/A	Χωρολογικές Ομάδες/Κατηγορίες	Αναλυτικά		Συγκεντρωτικά	
		Αριθμός taxa	Ποσοστό %	Αριθμός taxa	Ποσοστό %
1.	Ευρέως Εξαπλωμένα taxa			107	53,0
	Ευρωπαϊκά (Eu)	2	1,0		
	Ευρωπαϊκά-ΝΔ Ασιατικά (EA)	48	23,8		
	Ευρω-Σιβηρικά (ES)	2	1,0		
	Παλαιούζγρατα (Pt)	25	12,3		
	Περί-εύγρατα (Ct)	6	3,0		
	Υποτροπικά-Τροπικά (ST)	4	2,0		
	Κοσμοπολιτικά (Co)	20	9,9		
2.	Μεσογειακά taxa			80	39,6
	Ανατολικομεσογειακά (EM)	2	1,0		
	Μεσογειακά (Me)	33	16,3		
	Μεσογειακά-Ατλαντικά (MA)	1	0,5		
	Μεσογειακά-Ευρωπαϊκά (ME)	20	9,9		
	Μεσογειακά-ΝΔ Ασιατικά (MS)	24	11,9		
3.	Βαλκανικά taxa			4	2,0
	Βαλκανικά (Bk)	2	1,0		
	Βαλκανικά-Ιταλικά (BI)	1	0,5		
	Βαλκανικά-Ανατολικά (BA)	1	0,5		
4.	Ελληνικά ενδημικά taxa			1	0,5
	Ελληνικά ενδημικά (●)	1	0,5		
5.	Ξενικά taxa			10	4,9
	Βόρεια Αμερικανικά (N-Am)	4	2,0		
	Νότια Αμερικανικά (S-Am)	2	1,0		
	Δυτικά Ασιατικά (W-As)	1	0,5		
	Νεοτροπικά (neotrop)	3	1,4		
	Σύνολο	202	100,0	202	100,0

βρέθηκε να έχουν κάποιες ιδιαιτερότητες αναφορικά με τις ιδιότητες και τις χρήσεις τους (Πίνακας IV). Η παράθεσή τους έγινε κατά οικογένειες και αλφαβητικά.

Από τα συνολικά 204 taxa του χλωριδικού καταλόγου, τα 109 φαίνεται να έχουν κάποιες ιδιότητες ή δυνατότητες χρήσης (Πίνακας IV) και μάλιστα αρκετά από αυτά έχουν περισσότερες από μία. Αναλυτικότερα, βρέθηκαν 9 αρωματικά, 72 φαρμακευτικά, 20 δηλητηριώδη-τοξικά, 12 μελισσοτροφικά, 22 εδώδιμα, 50 βουσκόμενα και 2 βαφικά taxa. Ως προς την αντιπροσώπευση των οικογενειών στην κάθε ιδιότητα-χρήση, παρατηρήθηκε ότι η οικογένεια των Lamiales περιλαμβάνει

τα περισσότερα αρωματικά taxa και αρκετά σημαντικό αριθμό φαρμακευτικών και εδώδιμων taxa. Επιπλέον, ως προς την κατηγορία των φαρμακευτικών taxa, αρκετά σημαντική παρουσιάζεται η οικογένεια των Asteraceae, η οποία έχει και τα περισσότερα εδώδιμα taxa, ενώ η οικογένεια των Ranunculaceae περιλαμβάνει το μεγαλύτερο αριθμό δηλητηριωδών-τοξικών taxa. Τέλος, όσον αφορά τα βουσκόμενα taxa, μεγαλύτερη σημαντικότητα παρουσιάζουν οι οικογένειες των Fabaceae (23 taxa) και Poaceae (12 taxa).

Πίνακας IV: Ιδιότητες και χρήσεις των taxa του χλωριδικού καταλόγου [A: Αρωματικό, Φ: Φαρμακευτικό, Δ-Τ: Δηλητηριώδες-Τοξικό, Μ: Μελισσοτροφικό, Ε: Εδώδιμο, Β: Βοσκόμενο από κτηνοτροφική ή άγρια πανίδα, ΒΦ: Βαφικό, (*): Αναφέρεται σε είδη τα οποία δύναται να έχουν παρόμοια τοξικότητα με άλλα είδη του ίδιου γένους τα οποία είναι δηλητηριώδη-τοξικά (Nelson et al. 2007: 4)].

Table IV: Properties and uses of the taxa included in the floristic catalogue [A: Aromatic, Φ: Medicinal, Δ-Τ: Poisonous-Toxic, Μ: Honey plants, Ε: Edible, Β: Grazing, ΒΦ: Dyes, (*): Refers to species that could have similar toxicity with other species of the same genus, which are poisonous-toxic (Nelson et al. 2007: 4)].

Οικογένεια	Γένος – Είδος	A	Φ	Δ-Τ	Μ	Ε	Β	ΒΦ
Alliaceae	<i>Allium atroviolaceum</i>			(*)				
Amaranthaceae	<i>Amaranthus blitoides</i>		*			*		
	<i>Amaranthus muricatus</i>		*			*		
	<i>Amaranthus retroflexus</i>		*			*	*	
Apiaceae	<i>Ammi majus</i>	*	*	*				
	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>		*			*		
	<i>Scandix pecten-veneris</i>	*	*			*		
Asparagaceae	<i>Asparagus acutifolius</i>		*			*		
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i>		*					
	<i>Cichorium intybus</i>		*		*	*	*	
	<i>Erigeron canadensis</i>		*					
	<i>Lactuca saligna</i>		*				*	
	<i>Lactuca serriola</i>		*			*	*	
	<i>Matricaria chamomilla</i>	*	*		*			
	<i>Senecio vulgaris</i>		*	*				
	<i>Silybum marianum</i>		*			*		
	<i>Sonchus oleraceus</i>		*			*	*	
	<i>Symphotrichum squamatum</i>			*				
	<i>Taraxacum officinale</i> group	*	*	*		*	*	
	<i>Urospermum picroides</i>		*					
Boraginaceae	<i>Buglossoides arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>		*					
	<i>Echium italicum</i>			(*)				
	<i>Heliotropium europaeum</i>	*	*	(*)	*			
	<i>Myosotis ramosissima</i>		*					
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i>		*			*	*	
	<i>Sinapis arvensis</i>		*			*		
Caryophyllaceae	<i>Herniaria hirsuta</i>		*					
	<i>Stellaria media</i>		*				*	
Chenopodiaceae	<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>maritima</i>		*					
	<i>Chenopodium album</i>		*				*	
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>		*		*		*	
Crassulaceae	<i>Sedum caespitosum</i>		*					
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia falcata</i>		*	(*)				
	<i>Euphorbia helioscopia</i>		*	*				
	<i>Euphorbia prostrata</i>		*	(*)				

Οικογένεια	Γένος – Είδος	A	Φ	Δ-Τ	M	E	B	ΒΦ
Fabaceae	<i>Astragalus hamosus</i>		*				*	
	<i>Lathyrus anuus</i>		*				*	
	<i>Lathyrus aphaca</i>		*				*	
	<i>Lathyrus cicera</i>		*				*	
	<i>Medicago arabica</i>		*				*	
	<i>Medicago lupulina</i>		*				*	
	<i>Medicago minima</i>						*	
	<i>Medicago orbicularis</i>						*	
	<i>Melilotus albus</i>		*				*	
	<i>Securigera cretica</i>						*	
	<i>Trifolium campestre</i>						*	
	<i>Trifolium fragiferum</i>						*	
	<i>Trifolium hirtum</i>						*	
	<i>Trifolium ochroleucon</i>						*	
	<i>Trifolium pratense</i>		*				*	
	<i>Trifolium repens</i>						*	
	<i>Trifolium resupinatum</i>						*	
	<i>Trifolium scabrum</i>						*	
	<i>Trifolium squamosum</i>						*	
	<i>Vicia angustifolia</i>						*	
<i>Vicia faba</i>						*		
<i>Vicia grandiflora</i>						*		
<i>Vicia villosa</i> subsp. <i>eriocarpa</i>						*		
Fumariaceae	<i>Fumaria officinalis</i> subsp. <i>officinalis</i>		*					
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>					*		
	<i>Geranium robertianum</i>		*				*	
Hyacinthaceae	<i>Ornithogalum divergens</i>			(*)				
	<i>Ornithogalum pyrenaicum</i> subsp. <i>sphaerocarpum</i>			(*)				
Hypericaceae	<i>Hypericum triquetrifolium</i>		*	*				
Lamiaceae	<i>Ajuga chamaepitys</i>		*					
	<i>Ballota nigra</i> subsp. <i>meridionalis</i>		*		*			
	<i>Lamium amplexicaule</i>	*	*					
	<i>Lamium purpureum</i>	*	*					
	<i>Marrubium vulgare</i>		*		*			
	<i>Mentha longifolia</i>	*	*		*			
	<i>Stachys germanica</i> subsp. <i>germanica</i>	*	*		*			
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i>		*		*	*		*
Orobanchaceae	<i>Phelipanche ramosa</i>		*					
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i>		*		*	*		

Οικογένεια	Γένος – Είδος	A	Φ	Δ-T	M	E	B	BΦ
Plantaginaceae	<i>Plantago altissima</i>		*					
	<i>Plantago coronopus</i>		*			*		
	<i>Plantago lagopus</i>		*				*	
	<i>Plantago lanceolata</i>		*				*	
Poaceae	<i>Aira elegantissima</i>						*	
	<i>Avena sterilis</i> subsp. <i>sterilis</i>						*	
	<i>Bothriochloa ischaemum</i>						*	
	<i>Brachypodium distachyon</i>						*	
	<i>Bromus tectorum</i>						*	
	<i>Cynodon dactylon</i>						*	
	<i>Dactylis glomerata</i>						*	
	<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i>						*	
	<i>Lolium rigidum</i> subsp. <i>rigidum</i>						*	
	<i>Poa annua</i>						*	
	<i>Poa bulbosa</i>						*	
	<i>Vulpia bromoides</i>						*	
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i>		*			*		
	<i>Rumex pulcher</i> subsp. <i>pulcher</i>		*			*		
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>		*			*	*	
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>		*	*				
Ranunculaceae	<i>Adonis flammea</i>			(*)				
	<i>Ficaria ficarioides</i>			(*)				
	<i>Helleborus odorus</i> subsp. <i>cyclophyllus</i>		*	*				
	<i>Ranunculus chius</i>			(*)				
Resedaceae	<i>Reseda lutea</i>		*		*		*	*
Rosaceae	<i>Aphanes arvensis</i>		*					
Rubiaceae	<i>Galium aparine</i>		*					
Scrophulariaceae	<i>Verbascum longifolium</i>		*					
	<i>Verbascum sinuatum</i>		*					
Solanaceae	<i>Solanum decipiens</i>		*	*		*		
	<i>Solanum elaeagnifolium</i>			(*)				
Urticaceae	<i>Parietaria officinalis</i>		*					
	<i>Urtica pilulifera</i>		*			*		
Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i>		*		*			
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>		*					
Σύνολο (taxa)	109	9	72	20	12	22	50	2

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστίες εκφράζονται στους συναδέλφους Ζωή Παρίση, Ελένη Αβραάμ, Απόστολο Κυριαζόπουλο για τη βοήθειά τους στον εντοπισμό των βροσκόμενων ειδών.

Herbaceous plant diversity of the Forest Botanic Garden of Aristotle University of Thessaloniki (TAU)

D. Pistikoudis, K. Theodoropoulos, E. Eleftheriadou, A. Gerasimidis

ABSTRACT

Aim of the research is the assessment of the floristic diversity (or plant diversity) of the Forest Botanic Garden of Aristotle University of Thessaloniki (TAU), concerning the herbaceous plant taxa, as well as their properties and various uses. The herbaceous flora of the Garden consists of 204 taxa in total, of which 49 taxa were the findings of this research, 56 taxa were the findings of previous research and not confirmed, while 99 taxa were the common findings of both this research and previous researches. These belong to 43 families, 149 genera, 183 species and 21 subspecies, with an apparent distinction of the dicotyledones and an abundance of the Asteraceae, Fabaceae and Poaceae families respectively. The taxa life form analysed, within the context of floristic research, declared therophytes as predominant life form, a fact which brings an arid character to the area of research. Furthermore, according to the chorological analysis, the highest percentage in the chorological spectrum consists of widely distributed taxa, but also a significant percentage of alien taxa, a result that indicates a high level of anthropogenic influence. The highest percentage of taxa which seem to have properties-uses, were medicinal and grazing plants, mainly belonging to the families of Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae, Poaceae and Ranunculaceae.

Keywords: Plant diversity, Flora, Aromatic plants, Medicinal plants, Edible plants, Forages, Forest Botanic Garden

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλιμπέρτης, Α. 2006. Θεραπευτικά, αρωματικά και εδώδια φυτά της Κρήτης. ΜΥΣΤΙΣ, Ηράκλειο Κρήτης.
- Altmann, H. 1991. Giftpflanzen Gifttiere: Merkmale, Giftwirkung, Therapie. BLV, München; Wien; Zürich. Pp. 144.
- Ανθοπούλου, Α. 2001. Τα φαρμακευτικά φυτά της Χαλκιδικής (είδη, χρήσεις, αξιοποίηση). Πτυχιακή διατριβή. Εργαστήριο Υλοχρηστικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ. Σελ. 124.
- Bajaj, Y.P.S. 1994. Series: Biotechnology in Agriculture and Forestry 28: Medicinal and Aromatic Plants VII. Springer-Verlag, Berlin; Heidelberg, Germany. Pp. 473.
- Bajaj, Y.P.S. 1995. Series: Biotechnology in Agriculture and Forestry 33: Medicinal and Aromatic Plants VIII. Springer-Verlag, Berlin; Heidelberg, Germany. Pp. 476.
- Bohn, U., Gollub, G., Hettwer, C., Zupancic, M., Puncer, I. & Seliskar A. 2000. Karte der natürlichen Vegetation Europas: Massstab 1: 2 500 000 (Map of the natural vegetation of Europe: scale 1: 2 500 000). Bundesamt für Naturschutz, Münster-Hilltrup.
- Bohn, U., Neuhausl, R., Gollub, G., Hettwer, C., Neuhauslova, Z., Schlöter, H. & Weber, H. 2004. Interactive CD-Rom Map of the natural vegetation of Europe. Scale 1: 2 500 000. Explanatory Text, Legend, Maps. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Γιαννακοπούλου, Α. 2002. Μελέτη και διαμόρφωση του τοπίου για εγκατάσταση βοτανικού κήπου στον χώρο του Α.Π.Θ. του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Πτυχιακή διατριβή, Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ. Σελ. 65 + χάρτης.
- Dimopoulos, P., Raus, T., Bergmeier, E., Constantinidis, T., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid, A. & Tzanoudakis, D. 2013: Vascular Plants of Greece: An annotated checklist. – Berlin: Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem; Athens: Hellenic Botanical Society. [Englera 31].
- Eleftheriadou, E., Theodoropoulos, K. & Raus, Th. 2004. *Lithospermum glandulosum* (Kunth) Griseb. 72. In: Greuter, W. & Raus, Th. (ed.): Med-Checklist Notulae 22. Wildenowia 34: 71-80.
- Ellenberg, H. & Mueller-Dombois, D. 1967. A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. – Ber. Geob. Inst. ETH Rübel, Zürich

School of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, GR - 54124 Thessaloniki, Greece; E-mail: pistikoudis@for.auth.gr, ktheodor@for.auth.gr, eelefthe@for.auth.gr, achger@for.auth.gr.

- 37: 56-73.
- “ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΚΗΠΟΙ, Ένας μικρός οδηγός” σελ. 54-57 με θέμα ΔΑΣΟΒΟΤΑΝΙΚΟΣ ΚΗΠΟΣ Α.Π.Θ., Κείμενο, φωτογραφίες: Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής, του Περιφερειακού ΚΗΠΟΤΕΧΝΙΑ – ΑΝΘΟΛΟΓΙΟ, Καλοκαίρι 2006, τεύχος 32.
- Ganopoulos, I., Aravanopoulos, F., Madesis, P., Pasentsis, K., Bosmali, I., Ouzounis, C. & Tsaftaris, A. 2013. Taxonomic Identification of Mediterranean Pines and Their Hybrids Based on the High Resolution Melting (HRM) and trnL Approaches: From Cytoplasmic Inheritance to Timber Tracing. PLoS ONE 8(4): e60945.
- Guccione, M. 2000. The Mediterranean biogeographic region, Mediterranean Region / Draft 2a ANPA.
- Hadjikyriakou, G.N. 2007. Aromatic and spicy plants in Cyprus from antiquity to the present day. Bank of Cyprus Cultural Foundation, Nicosia. Pp. 441.
- I.Γ.Μ.Ε. – Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών. 1978. Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδος (Φύλλο Θεσσαλονίκης), κλίμακα 1:50.000. Αθήνα.
- Κορκοτσίδου, Ε. 2007. Συσχέτιση της περιεχόμενης υγρασίας λεπτής ξηρής δασικής καύσιμης ύλης με μετεωρολογικούς παράγοντες. Μεταπτυχιακή εργασία. Θεσσαλονίκη. Σελ. 76.
- Lafranchis, T. & Sfikas, G. 2009. Flowers of Greece Vol. 1-2. DIATHEO. Paris.
- Margaris, N., Koedam, A. & Vokou, D. 1982. Aromatic plants: Basic and applied aspects. World crops: Production, utilization, description-Volume 7. Proceedings of an International Symposium on Aromatic Plants organized by the Laboratory of Ecology, University of Thessaloniki, held in Kallithea (Chalkidiki) Greece, 14-19 September 1981. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, Netherlands. Pp. 283.
- Μαυροματίης, Ν.Γ. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις βιοκλίματος και φυσικής βλάστησης, βιοκλιματικοί χάρτες. Δασική Έρευνα, Τόμος 1, Παράρτημα.
- Mittermeier, R.A., Gil, P.R., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C.G., Lamoreux, J. & Da Fonseca, G.A.B. 2004. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. University of Chicago Press for Conservation International.
- Μουντζάκης, Δ. 1985. Γεωλογία της Ελλάδος. University Studio Press, Θεσσαλονίκη. Σελ. 207.
- Μπαρμπουτίης, Ι. & Βασιλείου, Β. 2009. Φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του ξύλου του αϊλανθου (*Ailanthus altissima* (Miller) Swingle). 14ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, Πάτρα, 1-4 Νοεμβρίου 2009: 137-144.
- Nelson, L.S., Shih, R.D. & Balick, M.J. 2007. Handbook of poisonous and injurious plants, Second Edition. Springer, The New York Botanical Garden, New York. Pp. 340.
- Ντάφης, Σ. 1972. Δασική Φυτοκοινωνιολογία. Θεσσαλονίκη.
- Παπούλιας, Θ. 1999. Τα άγρια φαγώσιμα χόρτα του βουνού και του κάμπου. Εκδόσεις Ψυχάλου, Αθήνα. Σελ. 127.
- Πιστικούδης, Δ. 2009. Δημιουργία τράπεζας σπόρων στο Δασοβοτανικό Κήπο Φοίνικα (TAU). Πτυχιακή διατριβή. Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ. Σελ. 116.
- Πιστικούδης Δ. 2014. Διερεύνηση της φυτοποικιλότητας του Δασοβοτανικού Κήπου Φοίνικα (TAU). Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Θεσσαλονίκη. Σελ. 48.
- Raunkiaer, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford.
- Σαρλής, Γ. 1998. Βελτίωση και διαχείριση φυσικών βοσκοτόπων. Μέρος Α, Β. Σταμούλης Α.Ε., Αθήνα.
- Trouard Riolle, Y. 1964. Les Plantes Médicinales. La Terre Flammarion, Paris. Pp. 322.
- Σκουμπής, Β. 1998. Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδος. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα. Σελ. 256.
- Strid, A. & Tan, K. (eds). 1997. Flora Hellenica. Vol. 1. Koeltz Scientific Books, Königstein. Pp. 547.
- Strid, A. & Tan, K. (eds). 2002. Flora Hellenica Vol. 2. A.R.G. Gantner Verlag K. G., Ruggell. Pp. 511.
- Thanos, C.A. 2005. “The Geography of Theophrastus’ Life and of his Botanical Writings (Περί Φυτών)”. In: Karamanos, A.J. & Thanos, C.A. (eds). Biodiversity and Natural Heritage in the Aegean. Proceedings of the Conference ‘Theophrastus 2000’, Eressos – Sigri, Lesbos, 6–8 July 2000. Athens: Fragoudis 23–45. Ανασύρθηκε στις 30/11/2011.
- Theodoropoulos, K., Eleftheriadou, E. & Gerasimidis, A. 2004. The Forest Botanic Garden (Arboretum) at the Aristotle University of Thessaloniki, Greece (TAU). - International Scientific Symposium “BOTANIC GARDENS: AWARENESS FOR BIODIVERSITY”,

- Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, Germany, 4-6 Ιουνίου 2004: 37-38.
- Theodoropoulos, K., Eleftheriadou, E., Panajiotidis, S. & Gerasimides, A. 2012. The Forest Botanic Garden (Arboretum) at the Aristotle University of Thessaloniki, Greece (TAU): Ex situ conservation of trees and shrubs. Proceedings of 6th European Botanic Gardens Congress (EuroGuard VI) με θέμα “European Botanic Gardens in a Changing World”, Χίος, 28 Μαΐου-2 Ιουνίου 2012: 106.
- Τσιριπίδης, Ι. & Παπαδόπουλος, Μ. 1994. Η ανθρωπογενής και φυσική χλωρίδα του Δασοβοτανικού Κήπου Φοίνικα του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Πτυχιακή διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής, Α.Π.Θ. Σελ. 100.
- Τσιτίνης, Γ. 2012. Χλωριδική καταγραφή του τμήματος Πλατανάκια Πανοράματος-Φράγμα Θέρμης του ρέματος Βαθύλακκος, προς ανάδειξη της διαδρομής. Πτυχιακή διατριβή. Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ. Σελ. 139.
- Τσουμής, Γ. 1974. Δασοβοτανικός Κήπος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Επιστ. Επετ. Γεωπ. και Δασολογικής Σχολής 17: 235-246.
- Tutin, T.G., Burges, N.A., Chater, A.O., Edmonson, J.R., Heywood, V.H., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A. (eds). 1993. Flora Europaea 1, 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 581.
- Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A. (eds). 1968, 1972, 1976, 1980. Flora Europaea 2, 3, 4, 5. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 469, 385, 505, 452.
- Wyk, B.E. & Wink, M. 2004. Medicinal plants of the world. Timber Press, Portland; London. Pp. 480.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- <https://www.google.com/maps/preview#!data=!1m4!1m3!1d2534!2d22.9708433!3d40.5666978!2m1!1e3&fid=7>. Google Earth. Τελευταία ανανέωση στις 8/7/2012. Ανασύρθηκε στις 4/11/2013.
- <http://www.bgci.org/> Ανασύρθηκε στις 21/9/13.
- <http://www.biodiversity.gr/flora.php>. Ανασύρθηκε στις 21/9/2013.

Μελέτη και διερεύνηση των ορογραφικών και υπήνεμων κατακρημνισμάτων των ΒΑ και Δ πλαγιών του ορεινού όγκου της Όσσας (του Κισσάβου)

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Έγινε μελέτη και διερεύνηση του ύψους και της κατανομής των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων των βορειοανατολικών προσήνεμων (ορογραφικών) και των δυτικών υπήνεμων πλαγιών της Όσσας (του Κισσάβου) της χρονικής περιόδου 1973 – 1996 (24 ετών). Τα στοιχεία των κατακρημνισμάτων των προσήνεμων πλαγιών ελήφθησαν από τα βροχόμετρα έξι σταθμών μεταξύ των υψόμετρων 30 και 1.250 m και εκείνα των υπήνεμων από τα βροχόμετρα δύο σταθμών στα 813 m (κοινότητα Σπηλιάς Όσσας) και στα 74 m της πεδινής περιοχής (αεροδρομίου Λάρισας). Το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων ανέρχεται στην παραθαλάσσια ζώνη (H=30 m) στα 1.096 mm και σχηματίζεται κυρίως εξαιτίας της επίδρασης του Αιγαίου Πελάγους. Το ύψος αυτό των κατακρημνισμάτων πρέπει να είναι το μεγαλύτερο που παρατηρείται σε Ελληνική παραλία. Σε συνέχεια των 30 m, τα ετήσια κατακρημνισματα αυξάνονται με το υψόμετρο των προσήνεμων πλαγιών τους κατά 84 mm / 100 m (βροχομετρική βαθμίδα) και λαμβάνουν τη μέγιστη τιμή τους (1.693 mm) στο υψόμετρο των 740 m. Το μέγιστο αυτό ύψος παρατηρείται σε θέση κατά 1.236 m χαμηλότερη της κορυφής του βουνού (1.976 m). Μετά το υψόμετρο των 740 m, τα ετήσια κατακρημνισματα ακολουθούν μειωτική πορεία κατά 37,5 mm / 100 m και στο υψόμετρο των 1.250 m (τελευταίος σταθμός μέτρησης των κατακρημνισμάτων) ανέρχονται στα 1.502 mm. Το ύψος των κατακρημνισμάτων της κορυφής του βουνού, λόγω έλλειψης μετρήσεων στις ψηλότερες θέσεις, εκτιμήθηκε σύμφωνα με την προηγούμενη αρνητική βροχοβαθμίδα στα 1.230 mm. Η μειωτική πορεία όμως των ετήσιων κατακρημνισμάτων συνεχίζεται και σε όλο το υψομετρικό εύρος των υπήνεμων πλαγιών του βουνού και ανέρχονται στην κοινότητα Σπηλιάς Όσσας (H = 813 m) μόλις στα 791 mm και στη βάση των πλαγιών του στην κοινότητα Συκουρίου (H=145 m) στα 445 mm περίπου. Η παραπάνω συνολική κατανομή των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων των προσήνεμων και υπήνεμων πλαγιών της Όσσας δεν είναι βέβαια μοναδική, αλλά παρόμοια με εκείνες των αντίστοιχων κατακρημνισμάτων και άλλων ορεινών όγκων ανά τον κόσμο, οι οποίοι δέχονται τους βροχοφόρους ανέμους από τη θάλασσα. Τα κατακρημνισματα που αναφέρθηκαν για τις δύο γεωγραφικά αντίθετες πλαγιές του βουνού αποφορτίζονται όμως με ορισμένες καιρικές συνθήκες και αυτές επίσης εξετάζονται και συζητούνται στην εργασία. Επιπλέον, το ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων των προσήνεμων πλαγιών είναι διπλάσιο εκείνου των υπήνεμων και η σχέση αυτή καθιστά εντονότερα τα γνωρίσματα της ξηρότητας και της έλλειψης εδάφους και βλάστησης στις δεύτερες από τις παραπάνω πλαγιές. Κατά συνέπεια, η αντίθεση αυτή «επιβάλλει» το σχεδιασμό και τη μελέτη λήψης και υλοποίησης μέτρων και έργων για την εξοικονόμηση νερού και για τις ανάγκες των υπήνεμων πλαγιών του βουνού.

Λέξεις κλειδιά: ορογραφικά και υπήνεμα κατακρημνισματα, ορεινός όγκος Όσσας, βροχόμετρα, κατανομή κατακρημνισμάτων, υπερχείλιση βροχής, καιρικά συστήματα.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όλοι οι ποταμοί της Ελλάδας αλλά και εκείνοι άλλων χωρών γενικότερα με έντονο και εκτεταμένο ανάγλυφο, τροφοδοτούνται στα πεδινά κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνισματα των αντίστοιχων ορεινών περιοχών τους. Και αυτό βέβαια επειδή τα κατακρημνισματα των ορεινών περιοχών ξεπερνούν σε ύψος εκείνα των αντίστοιχων

πεδινών κατά μία, δύο ή και περισσότερες φορές. Η τροφοδοσία αυτή επιτυγχάνεται, ως γνωστόν, δια μετασχηματισμού των κατακρημνισμάτων των ορεινών περιοχών σε απορροή της κοίτης του πλησιέστερου ρεύματος με μηχανισμούς που καθορίζονται από τα φυσικά χαρακτηριστικά της υδρολογικής λεκάνης και στη συνέχεια δια της καθόδου αυτής προς τις πεδινές περιοχές. Ο μεγάλος όγκος όμως των παραπάνω απορροών προς

¹ Δρ. Δασολόγος – Υδρολόγος, Διατελέσας Τακτικός Ερευνητής του ΕΘΙΑΓΕ. Σημερινή Δ/ση: Εμμανουήλ Μπενάκη 138, 11473, Αθήνα. Τηλ. 210 3300578, κιν. 6946903659, e-mail: balgeorg@otenet.gr

² Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «Δήμητρα». Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων. Τηλ. 210 7782125, e-mail: mpat@fria.gr

τα πεδινά κατανοείται καλύτερα, αν ληφθεί υπόψη πως στις ορεινές περιοχές η εξατμισοδιαπνοή, λόγω του ψυχρού κλίματος, είναι πολύ μικρή και στις πεδινές, λόγω του θερμότερου κλίματος, πολύ μεγάλη. Έτσι σε ετήσια βάση το υδατικό ισοζύγιο στις ορεινές περιοχές είναι θετικό, ενώ στις πεδιάδες αρνητικό και το έλλειμμα αυτό καλύπτεται από τις πολύ μεγάλες απορροές των ρευμάτων των βουνών. (Παπούλιας 1974, Liniger et al. 1998). Σύμφωνα με τα αναφερθέντα παραπάνω, εύλογα τα βουνά θεωρούνται σήμερα ως οι φυσικοί πύργοι με γλυκό νερό, καθώς και ως οι ορεινοί φυσικοί ταμιευτήρες που τροφοδοτούν, εκτός των ορεινών φυσικών οικοσυστημάτων, και τις πεδινές περιοχές για την κάλυψη των αναγκών τους σε άρδευση, ύδρευση, βιομηχανική παραγωγή κ.λπ. (Loukas and Quick 1994, Liniger et al. 1998, Viviroli et al. 2003, Viviroli and Weingartner 2004, Messerli et al. 2004, Roe 2005).

Επισημαίνεται όμως πως το μεγάλο ύψος των κατακρημνισμάτων των βουνών σε σχέση με το πολύ μικρότερο των αντίστοιχων πεδινών περιοχών, οφείλεται στην ύπαρξη αυτών των ίδιων των ορεινών όγκων. Βέβαια η πραγματικότητα είναι, όπως διευκρινίζουν ο Browning et al. (1974) και ο Smith (2006), πως τα βουνά δεν δημιουργούν κατακρημνίσματα από μόνα τους κάτω από κανονικές μετεωρολογικές συνθήκες, παρά μόνο όταν μια προϋπάρχουσα ασταθής αέρια μάζα ή μια καταιγίδα, κατευθύνονται κάθετα πρακτικά προς κάποια από τις πλαγιές τους.

Μετά την πρόσκρουσή όμως της θερμής αέριας μάζας στην πλαγιά ενός ορεινού όγκου, αυτή, ως γνωστόν, εξαναγκαστικά ανυψώνεται, εκτονώνεται, ψύχεται και όταν η θερμοκρασία της κατέλθει σε εκείνη του σημείου δρόσου, λαμβάνει χώρα συμπύκνωση των υδρατμών της επάνω στους πυρήνες υγροποίησης της ατμόσφαιρας. Διευκρινίζεται βέβαια, πως για την εκδήλωση βροχής μετά τη συμπύκνωση των υδρατμών θα πρέπει, τόσο η ταχύτητα της ανερχόμενης στην πλαγιά αέριας μάζας, όσο και το $\frac{1}{2}$ του πλάτους του ορεινού όγκου προς την προσήνεμη πλαγιά του, να έχουν τέτοιες αριθμητικές τιμές ώστε να παρέχεται ο απαραίτητος χρόνος στα νεφροσταγονίδια να μεγεθυνθούν σε σταγόνες βροχής και να πέσουν στο έδαφος. (Bergeron 1960, Robichaud and Austin 1988). Διαφορετικά, η αέρια μάζα ξεπερνάει την κορυφογραμμή του ορεινού όγκου τάχιστα και κατέρχεται προς την υπήνεμη πλαγιά του (την ομβροσκιά) όπου οι συνθήκες δημιουργίας βροχής είναι από δυσμενείς έως αδύνατες. Η πραγματικότητα πάντως είναι πως στο σύνολο των περιπτώσεων, η ταχύτητα ανύψωσης της αέριας μάζας και το $\frac{1}{2}$ του πλάτους του ορεινού όγκου εκπληρούν τις προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν και έτσι εκδηλώνονται στην προσήνεμη πλαγιά του οι γνωστές μας έντονες ορογραφικές βροχές.

Προστίθεται ακόμα πως ένας συμπληρωματικός μηχανισμός του παραπάνω μηχανισμού σχηματισμού ορογραφικής βροχής και ο οποίος εκδηλώνεται κυρίως στα μέσα γεωγραφικά πλάτη του πλανήτη μας (Smith 1989) και επομένως και στην Ελλάδα, είναι εκείνος του συστήματος των νεφών «σπορέας» και «τροφοδότης» (the seeder – feeder cloud mechanism). Ο μηχανισμός αυτός διατυπώθηκε και μελετήθηκε για πρώτη φορά από το γνωστό και εξέχοντα Σουηδό μετεωρολόγο Tor Bergeron (1960, 1965). Σύμφωνα με το μηχανισμό αυτό, σχεδόν πάντοτε κατά τη διάρκεια μιας ορογραφικής καταιγίδας, εκτός του ομώνυμου νέφους υπεράνω του ορεινού όγκου, υπάρχει και ένα δεύτερο και μάλιστα ανεξάρτητο του ανάγλυφου της περιοχής, υπεράνω του πρώτου και στο μέσον περίπου της τροπόσφαιρας. Αυτό είναι το νέφος «σπορέας» (seeder cloud) που «σπέρνει» χιόνι (ή βροχή αν είναι χαμηλότερα) στο ορογραφικό νέφος υπεράνω της προσήνεμης πλαγιάς του ορεινού όγκου. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση της υγρασίας του ορογραφικού νέφους και την τροφοδότηση έτσι από αυτό του εδάφους με πολύ μεγάλα ύψη βροχής (νέφος «τροφοδότης» - feeder cloud).

Τονίζεται επίσης πως οι βροχές ενός ορεινού όγκου, εκτός από τις γνήσιες ορογραφικές, αυξάνονται σημαντικότερα και από την «πρόσκρουση» και περαιτέρω ανύψωση στην προσήνεμη πλαγιά του μιας επερχόμενης χειμερινής καταιγίδας (μεισιαικής ή μεταπικικής βροχής), αφού στο προϋπάρχον εν δυνάμει ύψος βροχής της καταιγίδας, προστίθεται και εκείνο της ορογραφικής επίδρασης (Barry 2001). Η συγκυρία αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία για το μέγεθος του συνολικού ύψους βροχής των ορεινών όγκων χωρών με έντονο και εκτεταμένο ανάγλυφο, όπως είναι π.χ. η Ελλάδα. Κατά συνέπεια, δίκαια οι ορογραφικές βροχές χαρακτηρίζονται ως το κεντρικό μέρος του αποτελέσματος της αλληλεπίδρασης επιφάνειας του εδάφους και ατμόσφαιρας (Roe, 2005).

Σε αντίθεση όμως με τα ορογραφικά κατακρημνίσματα των προσήνεμων πλαγιών ενός ορεινού όγκου, εκείνα στην υπήνεμη πλαγιά του είναι πολύ λιγότερα. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε μια συγκυρία ατμοσφαιρικών και τοπογραφικών συνθηκών που συντελούν στη σημαντικότερη μείωσή τους. Πιο συγκεκριμένα, η αέρια μάζα που καταφθάνει στην κορυφή ενός βουνού από την προσήνεμη πλαγιά του είναι γενικά ξηρή αφού έχει αποφορτίσει ένα πολύ υψηλό ποσοστό των υδρατμών της στα χαμηλότερα της πλαγιάς που αναφέρθηκε. Στη συνέχεια, με τη διάσχιση της κορυφογραμμής ο ξηρός αέρας αρχίζει την κάθοδό του στην υπήνεμη πλαγιά και βαθμιαία θερμαίνεται και διαστέλλεται. Οι διεργασίες αυτές συμβάλλουν στην εξάτμιση και της τυχόν

υπάρχουσας υγρασίας. Κατά συνέπεια, οι πιθανότητες δημιουργίας βροχής είναι ελάχιστες και έτσι η υπήνεμη πλαγιά των ορεινών όγκων είναι γενικά ξηρή, άγονη και με πολύ αραιά έως καθόλου βλάστηση. Οι παραπάνω ατμοσφαιρικές και τοπογραφικές συνθήκες που αναφέρθηκαν και επηρεάζουν τη δημιουργία υπήνεμων κατακρημνισμάτων (spillover precipitation) έχουν μελετηθεί και διερευνηθεί σε διάφορες χώρες από ειδικούς επιστήμονες και κυρίως στις Άλπεις του νότιου νησιού της Νέας Ζηλανδίας (Sinclair et al. 1997, Chater and Sturman, 1998, Wratt et al. 2000, Scholl et al. 2007).

Είναι όμως γνωστό πως η πολύ μεγάλη σημασία των κατακρημνισμάτων των βουνών και των ορεινών περιοχών γενικότερα για τις αντίστοιχες πεδινές, ώθησαν από νωρίς τους αρμόδιους τεχνικούς και ερευνητές να ασχοληθούν με τη μέτρηση και μελέτη αυτών σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο. Οι δραστηριότητες αυτές επικεντρώθηκαν κυρίως στον προσδιορισμό της ακρίβειας της σημειακής μέτρησης των ορεινών κατακρημνισμάτων (Storey and Hamilton 1943, Hamilton 1944, Hayes and Kittredge 1949, Hamilton 1954, Sharon 1970, Lima 1990, Morris et al. 1995), αλλά και στις παραμέτρους που επηρεάζουν το ύψος τους στις διάφορες θέσεις της πλαγιάς του ορεινού όγκου (υψόμετρο θέσης μέτρησης, κλίση και προσανατολισμός αυτής, έκθεσή της ή μη στους επικρατούντες ανέμους κ.λπ.), με την προσδοκία ακριβέστερης εκτίμησής τους (Donley and Mitchell 1939, Spreen 1947, Burns 1953, Dawdy and Langbein 1960, Peck and Brown 1962, Schermerhorn 1967, Στάθης 1998, Wratt et al. 2000).

Όσον αφορά στη σπουδαιότητα της ακρίβειας της σημειακής μέτρησης των κατακρημνισμάτων των ορεινών περιοχών, αυτή απορρέει κυρίως από τη χρήση των τιμών τους στην εκτίμηση του μέσου ύψους τους σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης και στη συνέχεια στην ακρίβεια εκτίμησης της απορροής, αλλά και των άλλων «μερών» της εξίσωσης του υδατικού ισοζυγίου, για την ορθολογική ανάπτυξη, διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων της υπό μελέτη λεκάνης.

Η πραγματικότητα βέβαια είναι πως η ακριβής σημειακή μέτρηση των κατακρημνισμάτων των βουνών είναι ένα δύσκολο και επίπονο εγχείρημα αφού το ύψος τους επηρεάζεται από πληθώρα παραγόντων και κυρίως από την ταχύτητα του ανέμου, τα χαρακτηριστικά κατασκευής των βροχομέτρων, τον τρόπο τοποθέτησης αυτών στο έδαφος κ.λπ. (Μπαλούτσος και Γιακουμάκης, 1996). Έτσι τα κατακρημνίσματα στα βουνά, χωρίς τη λήψη διάφορων μέτρων βελτίωσης των αρχικών τους τιμών, κατά κανόνα μπορούν να υποεκτιμούνται σε επίσημα βήματα έως και 26% για τη βροχή και έως 50% για το χιόνι (Sevruk, 1986). Το ενθαρρυντικό γεγονός όμως σήμερα είναι πως μετά από πολύχρονες μελέτες πεδίου και εργαστηρίου ανά τον κόσμο, έχουν

συνταχθεί και προταθεί λεπτομερείς οδηγίες και κανόνες για την ακριβέστερη μέτρηση των κατακρημνισμάτων στο ορεινό περιβάλλον και η εφαρμογή αυτών στην πράξη οδηγεί σε μια αρκετά καλή προσέγγιση του πραγματικού ύψους ακόμα και σε ανεμόπληκτες θέσεις (Rodda 1967a και 1967b, Green 1970, Sevruk 1975, 1982 και 1986, Aldridge 1976, De Bruin 1986, Goudison and Louie, 1986).

Σημαντικό όμως είναι να επισημανθεί ακόμα πως η πρόβλεψη των ορογραφικών και γενικότερα των ορεινών κατακρημνισμάτων σε διάφορες χώρες γίνεται εδώ και πολλά χρόνια και με την κατασκευή μοντέλων (Sarker 1966, Colton 1976, Carruthers and Choularton 1983, Choularton and Perry 1986, Robichaud and Austin 1988, Georgiou et al. 2010). Σε αντίθεση όμως με την κατασκευή μοντέλων, η χρήση ραντάρ εδάφους για τη μέτρηση των κατακρημνισμάτων στις ορεινές περιοχές είναι γενικά σπάνια λόγω ανάκλασης του παλμού τους (της ακτινοβολίας των οργάνων) από τις τοπογραφικές εξάρσεις των βουνών (Hill et al. 1981, Minder et al. 2008).

Όσον αφορά στην Ελλάδα, η σχέση μεταξύ ύψους κατακρημνισμάτων των ορεινών περιοχών και των αντίστοιχων απορροών των πεδινών, έχει, όπως αναφέρθηκε και στην αρχή, ιδιαίτερα μεγάλη σημασία. Και αυτό βέβαια επειδή οι ορεινές περιοχές μας καταλαμβάνουν ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της συνολικής έκτασης της χώρας. Αναλυτικότερα, σύμφωνα με τον Κωτούλα (1980), οι ορεινές περιοχές (υψόμετρο > 1000μ.) ανέρχονται στο 10,98% (14.494 Km²) της συνολικής έκτασης της χώρας και οι ημιορεινές (601 μ. < υψόμετρο < 1000μ.) στο 19,61% (25.885 Km²). Εκτός των παραπάνω περιοχών, σημαντικό ύψος κατακρημνισμάτων δέχονται και οι λοφώδεις (201μ. < υψόμετρο < 600μ.) οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 34,83% (45.975 Km²) της συνολικής έκτασης της χώρας. Τα στοιχεία αυτά καταδεικνύουν πως οπωσδήποτε ένα μεγάλο ποσοστό όχι μόνο των επιφανειακών αλλά και των υπόγειων νερών των πεδινών περιοχών μας προέρχεται από τα κατακρημνίσματα των βουνών.

Μετά από όλα τα προηγούμενα που αναφέρθηκαν, τονίζεται πως από το συνολικό ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων που δέχονται οι ορεινοί όγκοι της Ελλάδας, ένα σημαντικότατο ποσοστό τους οφείλεται στην ορογραφική τους επίδραση. Μερικοί όμως από αυτούς, λόγω της γεωγραφικής τους θέσης και του προσανατολισμού τους προς τους βροχοφόρους ανέμους που πνέουν κυρίως από τη θάλασσα, δημιουργούν ισχυρές ορογραφικές ανυψώσεις και έτσι αποφορτίζουν στην προσήνεμη πλαγιά τους μεγάλα ύψη κατακρημνισμάτων και προφανώς πολύ μικρότερα στην αντίστοιχη υπήνεμη. Μεταξύ των περιπτώσεων αυτών είναι, ως γνωστόν, οι δυτικές πλαγιές της οροσειράς της Πίνδου,

οι βορειοανατολικές του Ολύμπου, της Όσσας, του Πηλίου, της Δίρφους Ευβοίας και με μικρότερη συχνότητα, σύμφωνα με τους Stathis et al. 2005, και οι νότιες πλαγιές του Χολομόντα Χαλικιδικής. Στην ίδια κατηγορία υπάγονται επίσης και οι βόρειες πλαγιές μεμονωμένων κυρίως ορεινών μας όγκων οι οποίοι κατευθύνονται από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Στην τελευταία κατηγορία υπάγονται η Πάρνηθα, ο Κιθαιρώνας, τα Λευκά Όρη, ο Ψηλορείτης κ.λπ.

Ιδιαίτερα χαρακτηριστική περίπτωση από τις παραπάνω που αναφέρθηκαν είναι εκείνη της Όσσας, της οποίας οι ΒΑ κυρίως πλαγιές της που ξεκινούν από το Αιγαίο Πέλαγος, είναι εκτεθειμένες στους αντίστοιχους βροχοφόρους ανέμους και κατά συνέπεια αποφορτίζουν μεγάλα ετήσια ύψη ορογραφικών κατακρημνισμάτων. Στις ίδιες πλαγιές εκδηλώνονται επίσης ανά 3-4 χρόνια κατά μέσο όρο και πολύ μεγάλα επεισόδια βροχής τα οποία αποφορτίζουν 400-750 mm νερού σε διάρκεια 24 -72 ωρών περίπου και έτσι προξενούν και πλημμυρικά φαινόμενα κυρίως στις χαμηλότερες αγροτικές και οικιστικές περιοχές. Προστίθεται ακόμα πως στις ΒΑ πλαγιές της Όσσας, αλλά και στις Α και ΝΑ που καλύπτονται πλήρως από πυκνή δασική βλάστηση, εξελίσσονται σημαντικότερες δασοπονικές, θηραματοπονικές, τουριστικές, αγροτικές κ.λπ. δραστηριότητες, οι οποίες επηρεάζονται έντονα αλλά και εξαρτώνται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Σε αντίθεση όμως με τις ΒΑ πλαγιές, οι υπήνεμες Δ δέχονται πολύ μικρότερο ύψος κατακρημνισμάτων και συνεπώς είναι ξηρές, άγονες και έχουν ελάχιστη έως καθόλου βλάστηση. Σύμφωνα με τις συνθήκες αυτές, ο συγκεκριμένος ορεινός όγκος αποτελεί ένα άριστο «φυσικό εργαστήριο» για την εξέταση των ορογραφικών και υπήνεμων κατακρημνισμάτων, αλλά και των επιδράσεών τους στις ανθρώπινες δραστηριότητες και στο φυσικό περιβάλλον.

Για όλους αυτούς τους λόγους, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη και διερεύνηση τόσο των χαρακτηριστικών και της κατά τόπο κατανομής των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων των ΒΑ προσηνεμων και των Δ υπήνεμων πλαγιών της Όσσας, όσο και των καιρικών συνθηκών αποφόρτισης αυτών στις ίδιες με τις παραπάνω πλαγιές της.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

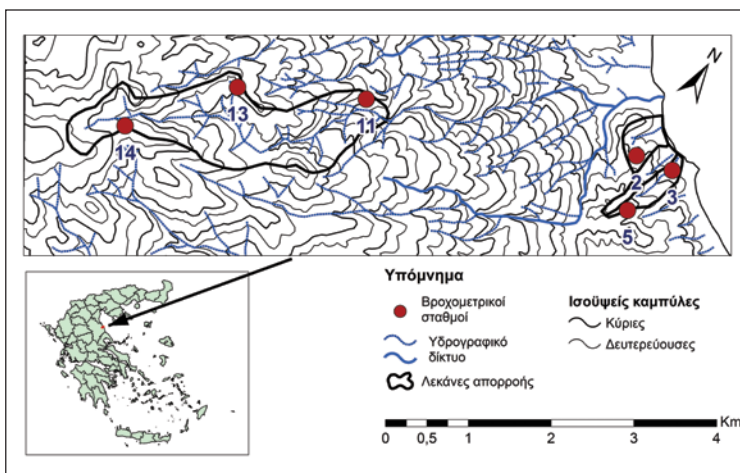
2.1. Περιγραφή της περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης εκτείνεται γενικά στον ορεινό όγκο της Όσσας (του Κισσάβου) η οποία έχει πρακτικά σχήμα

κώνου με διάμετρο βάσης 22 χιλιομέτρων περίπου και υψόμετρο κορυφής 1.976 m (Τοπογραφικός Χάρτης Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:50.000). Ειδικότερα η μελέτη έγινε κυρίως στις ΒΑ προσηνεμες πλαγιές του βουνού προς το Αιγαίο Πέλαγος (Σχήμα 1) αλλά και στις δυτικές υπήνεμες προς τον κάμπο της Λάρισας. Σε μικρότερη όμως κλίμακα η περιοχή μελέτης επικεντρώθηκε σε μια εδαφική ζώνη (λωρίδα) της Όσσας πλάτους 700-800 m περίπου η οποία αρχίζει από την ΒΑ ακτή κοντά στο συνοικισμό «Κουτσουπιά», ανέρχεται τις αντίστοιχες ΒΑ προσηνεμες πλαγιές της, διασχίζει την κορυφογραμμή της και κατέρχεται δια μέσου της κοινότητας «Σπηλιάς» του βουνού τις δυτικές υπήνεμες πλαγιές της μέχρι τους πρόποδες αυτών, από όπου αρχίζει ο κάμπος της Λάρισας (Εικόνα 1).

Τα πετρώματα της περιοχής μελέτης στις ΒΑ πλαγιές της είναι μεταμορφωσιγενή και στις δυτικές υπήνεμες κυρίως ασβεστολιθικά, αλλά και σχιστολιθικά. Επιπλέον οι διάφορες ΒΑ πλαγιές της έχουν κλίσεις που κυμαίνονται από 25 – 100% και οι δυτικές της από 30 – 100%. Ορισμένες όμως από τις δυτικές της πλαγιές κοντά στον κώνο της κορυφής έχουν κλίσεις που ξεπερνούν κατά πολύ το 100%. Προστίθεται ακόμα πως οι ΒΑ πλαγιές του βουνού διασχίζονται από πληθώρα ρευμάτων διαφόρων μεγεθών που καταλήγουν στη θάλασσα και οι κοίτες τους διαχωρίζουν έντονα τις μεγάλες κυρτές επιφάνειες σε πληθώρα άλλων μικρότερων (Σχήμα 1).

Η βλάστηση των ΒΑ πλαγιών του βουνού είναι πυκνότερη και συγκεντρώνεται από πολύ μεγάλο αριθμό ειδών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η Όσσα να χαρακτηρίζεται ως ένας τεράστιος «Βοτανικός Κήπος» (Εικόνα 2). Άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα της βλάστησης είναι και η έντονη καθ' ύψος ζωνική κατανομή της.



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



Εικόνα 1. Η γενική πορεία της εδαφικής ζώνης στην Όσσα όπου υλοποιήθηκε η εργασία
Picture 1. The general route of the land zone in Mt. Ossa where the work was carried out



Εικόνα 2. Τμήμα του «βοτανικού κήπου» των ΒΑ προσήνεμων πλαγιών της Όσσας
Picture 2. A part of the “botanical garden” in the NE windward slopes of Mt. Ossa



Εικόνα 3. Οι δυτικές υπήνεμες πλαγιές της Όσσας με εμφανή σημάδια ξηρότητας, διάβρωσης του εδάφους και άγονης γης
Picture 3. The western leeward sides of Mt. Ossa with clear scars of aridity, soil erosion and barren land

Αναλυτικότερα, από την επιφάνεια της θάλασσας και έως τα 450 – 500 m κυριαρχούν πυκνότατα αείφυλλα πλατύφυλλα είδη τα οποία, λόγω του σημαντικότητας του ύψους των κατακρημνισμάτων, του μεγάλου βάθους του εδάφους και των ευνοϊκών συχνά καιρικών συνθηκών για δημιουργία ομιχλοβροχής, έχουν λάβει σχεδόν δενδροειδή μορφή (7-10m ύψος). Στα χαμηλότερα όμως της ζώνης αυτής υπάρχουν διάσπαρτες γεωργικές καλλιέργειες και οπωρώνες, ενώ στα ψηλότερα διάσπαρτα άτομα καστανιάς αλλά και καστανοπερίβολα.

Η επόμενη βλαστητική ζώνη είναι εκείνη της δρυός και στη συνέχεια από τα 600 έως τα 1.500 – 1550 m περίπου κυριαρχεί η οξιδιά, η οποία σχηματίζει κανονικό και πυκνό δάσος. Τονίζεται όμως πως τα ψυχροόρια της οξιδιάς και υπό μορφή μεμονωμένων ατόμων, ανέρχονται έως και τα 1650 m περίπου. Στη συνέχεια φύονται μεμονωμένα θαμνώδη είδη και αυτά αντικαθίστανται βαθμιαία από αμιγή ποώδη βλάστηση, η οποία καταλαμβάνει ολόκληρη την υπαλπική ζώνη του βουνού και μέχρι την ψηλότερη κορυφή του (1.976 m).

Τελείως αντίθετες είναι όμως οι βλαστητικές συνθήκες στις δυτικές υπήνεμες πλαγιές του βουνού (στην ομβροσιδιά ή βροχοσιδιά). Ειδικότερα στις χαμηλότερες θέσεις αυτών φύεται το πουρνάρι σε θαμνώδη μορφή και με μεγάλα διάκενα μεταξύ των ατόμων ή των ομάδων του. Με την αύξηση όμως του υψόμετρου και ειδικότερα μέχρι την κοινότητα Σπηλιάς Όσσας (υψόμετρο 800 – 850 m) το είδος αυτό γίνεται όλο και πιο αραιό και στα ψηλότερα σπανίζει. Εξαιρέση όμως αποτελεί στην κοινότητα Σπηλιάς και ειδικότερα γύρω από το εκκλησάκι του Προφήτη Ηλία, το «αισθητικό άλσος» από πουρνάρια έκτασης 700 – 800 στρεμμάτων και ηλικίας αρκετών εκατοντάδων ετών. Στη συνέχεια στις ψηλότερες θέσεις των δυτικών πλαγιών απαντώνται μεμονωμένα άτομα ελάτης (κυρίως στις μισογάγγειες) και υπεράνω αυτών «δεσπόζει» ο γυμνός και βραχώδης κώνος του βουνού (Εικόνα 3).

2.2. Εγκατάσταση και περιγραφή των οργάνων

Για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι βροχογράφοι και τα ογκομετρικά βροχόμετρα τα οποία είχαν εγκατασταθεί στις δασικές πειραματικές υδρολογικές λεκάνες των ΒΑ πλαγιών της Όσσας. Η εργασία αυτή είχε γίνει στις αρχές τις δεκαετίας του 1970 από τη Δασική Υπηρεσία, το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων και σε συνεργασία με τον F.A.O. Σκοπός των παραπάνω δραστηριοτήτων ήταν η εξέταση και μελέτη των επιδράσεων του δάσους και των μεθόδων διαχείρισης αυτού στην ποσότητα, στην ποιότητα και στη χρονική κατανομή της απορροής, αλλά και των υπόλοιπων «μερών» της

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

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

εξίσωσης του υδατικού ισοζυγίου μέσα στο δασικό περιβάλλον. Επειδή όμως η παρούσα εργασία επεκτείνεται και στις δυτικές υπήνεμες πλαγιές της Όσας, καταβλήθηκαν προσπάθειες ώστε να εξευρεθούν και χρησιμοποιηθούν βροχομετρικά στοιχεία από όσο το δυνατόν περισσότερους σταθμούς και από τις παραπάνω υπήνεμες πλαγιές.

Αναλυτικότερα, οι δασικές πειραματικές υδρολογικές λεκάνες των ΒΑ πλαγιών της Όσας και οι βροχομετρικοί σταθμοί που εγκαταστάθηκαν σ' αυτές, απεικονίζονται στο Σχήμα 1, ενώ τα είδη των οργάνων των σταθμών και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτών παρουσιάζονται στον Πίνακα I. Από αυτόν διαπιστώνεται πως τρεις βροχομετρικοί σταθμοί εγκαταστάθηκαν στη ζώνη των αειφύλων πλατυφύλων και άλλοι τρεις στη ζώνη της οξιιάς. Οι περισσότεροι από τους σταθμούς ήταν εφοδιασμένοι τόσο με βροχογράφους όσο και με ογκομετρικά βροχόμετρα. Σημαντικό όμως είναι να επισημανθεί ακόμα πως στους τρεις πρώτους σταθμούς το ύψος του στομίου των οργάνων απείχε από

την επιφάνεια του εδάφους 1,5 m και στους υπόλοιπους τρεις της οξιιάς 2,5 m. Το μεγαλύτερο ύψος στη δεύτερη τριάδα των οργάνων επιλέχθηκε για την αποφυγή κάλυψης αυτών από το χιόνι το οποίο έχει σημαντικό ύψος στη ζώνη της οξιιάς. Οι παραπάνω έξι βροχομετρικοί σταθμοί κάλυπταν τις ΒΑ πλαγιές του βουνού από το υψόμετρο των 30 έως και των 1.250 m, δηλαδή το 63,3% του συνολικού του ύψους και δεν υπήρχαν όργανα στα υπόλοιπα 726 m έως την κορυφή του (1.976 m).

Προστίθεται ακόμα πως ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στις τεχνικές εγκατάστασης των βροχομέτρων σε ορεινές περιοχές ώστε να μειώνεται όσο το δυνατόν περισσότερο το ποσοστό υποεκτίμησης του ύψους των καταρηνισμάτων εξαιτίας της ταχύτητας του ανέμου, του χιονιού, της εξάτμισης κ.λπ. Πιο συγκεκριμένα, μεταξύ άλλων, όλα τα όργανα τοποθετήθηκαν στο κέντρο τεχνιτού διάκενου εντός του δάσους διαμέτρου διπλάσιου του ύψους των περιμετρικών δένδρων ώστε να λειτοργούν ως βροχόμετρα επιφανείας εδάφους (pit rain gauges). Η τεχνική αυτή ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματική



Εικόνα 4. Μετεωρολογικός σταθμός στην περιοχή μελέτης με ογκομετρικό βροχομέτρο μεγάλης χωρητικότητας (H=1.300 mm και D=440 mm) για τον έλεγχο της αξιοπιστίας των μετρήσεων άλλων παρακείμενων οργάνων **Picture 4.** Meteorological station in the study area equipped with a high capacity volumetric rain gauge (H=1,300 mm and D=440 mm) to check the validity of measurements of the adjacent instruments

στη ζώνη των αειφύλλων πλατυφύλλων αφού η συγκεκριμένη μορφή βλάστησης, λόγω της μεγάλης της πυκνότητας, λειτουργούσε και ως ιδανικό αλεξήνεμο (windshield). Ακόμα στα δοχεία των βροχομέτρων υπήρχε ένα στρώμα λαδιού το καλοκαίρι και μια ικανή ποσότητα αντιψυκτικού το χειμώνα ώστε να αποφεύγεται η εξάτμιση της βροχής και να λιώνει το χιόνι στο δοχείο που συσσωρευόταν. Επιπλέον οι βροχογράφοι και τα ογκομετρικά βροχομέτρα στη ζώνη της οξιάς ήταν και πολύ μεγάλης χωρητικότητας (έως 750 και 1.000 mm αντίστοιχα) ώστε να μην υπερχειλίζουν από μεγάλα επεισόδια βροχής ή χιονιού. Πρέπει όμως να αναφερθεί ακόμα πως στην καλή λειτουργία και αξιοπιστία των οργάνων συντελούσε επιπλέον η ανάγνωση και συντήρηση αυτών από τους τοπικούς παρατηρητές τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα και παρά τις δραμύτατες καιρικές συνθήκες του χειμώνα.

Όσον αφορά στους βροχογράφους ή στα βροχομέτρα από τα οποία ελήφθησαν στοιχεία για τις δυτικές υπήνεμες πλαγιές της Όσσας, αυτά ανήκουν στην Διεύθυνση Υδάτων της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας και στην Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.). Ειδικότερα στην πρώτη υπηρεσία υπάγεται το βροχομέτρο της κοινότητας Σπηλιάς Όσσας (δεκακαπλαισιωτικό βροχομέτρο σε υψόμετρο 813 m) και στη δεύτερη εκείνο του αεροδρομίου Λάρισας το οποίο λειτουργεί σε υψόμετρο 74 m από το 1931.

2.3. Ποιοτικός έλεγχος και ανάλυση των βροχομετρικών στοιχείων

Οι καταγραφές των βροχογράφων και οι στάθμες ύψους βροχής των ογκομετρικών βροχομέτρων που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση των τιμών των απαραίτητων

παραμέτρων (όπως πχ. του μεγέθους μεμονωμένων επεισοδίων βροχής, των μέσων μηνιαίων και ετήσιων τιμών των κατακρημνισμάτων κ.λπ.) για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

Επισημαίνεται όμως πως πριν τη χρήση των υψών των κατακρημνισμάτων στην εκτίμηση των παραπάνω παραμέτρων, γινόταν έλεγχος (αξιολόγηση) της ποιότητας αυτών σε εβδομαδιαία βάση. Ο έλεγχος γινόταν με την καταγραφή κατ' αρχάς των υψών των κατακρημνισμάτων κατά αύξουσα τάξη με το υψόμετρο της θέσης των οργάνων τους και τυχόν σημαντικές αποκλίσεις κάποιων τιμών από τις προηγούμενες ή επόμενες, προσαρμόζονταν με επέκταση ή παρεμβολή σύμφωνα με την τάση της χρονοσειράς. Στην προσαρμογή αυτή λαμβάνονταν επικουρικά υπόψη και οι αντίστοιχες καταγραφές βροχομέτρων μεγάλης χωρητικότητας των μετεωρολογικών σταθμών της περιοχής μελέτης (Εικόνα 4) αλλά και εκείνες παρόμοιων οργάνων που είχαν εγκατασταθεί σε θέση παραπλήσια του σταθμού 11. Με τις ενέργειες αυτές και λαμβάνοντας υπόψη το μικρό σχετικό αριθμό οργάνων για σύγκριση μεταξύ τους, υποστηρίζεται πως τυχόν σημαντικές αποκλίσεις των τιμών κάποιων οργάνων για διάφορους λόγους, βελτιώθηκαν σημαντικά. Άλλωστε αυτές οι ενέργειες είναι μέρος εκείνων που πρέπει να υλοποιούνται από τους αρμόδιους φορείς εκτίμησης και αξιοποίησης των υδατικών πόρων μιας περιοχής (Shaw 1983).

Μετά τον έλεγχο της ποιότητας των καταγραφών των οργάνων και την οριστικοποίηση των τιμών τους, εκτιμήθηκαν για τις ΒΑ πλαγιές του βουνού τα μηνιαία και ετήσια ύψη των κατακρημνισμάτων των 24 ετών (1973-1996) και οι μέσοι όροι τους. Επίσης εκτιμήθηκαν για τους τρεις βροχομετρικούς σταθμούς της οξιάς (11, 13 και 14), ενός των αειφύλλων πλατυφύλλων (No 5) και ενός μετεωρολογικού σταθμού, τα ύψη βροχής τριών ακραίων επεισοδίων και ιδιαίτερου επιστημονικού και περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος για την περιοχή. Προστίθεται ακόμα πως για τις δυτικές υπήνεμες πλαγιές της Όσσας εκτιμήθηκαν οι μέσοι όροι των κατακρημνισμάτων των σταθμών «Σπηλιάς» και «αεροδρομίου της Λάρισας» με τη χρήση στοιχείων διάρκειας εννέα και εβδομήντα ετών, αντίστοιχα.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων των ΒΑ πλαγιών της Όσσας

Στον Πίνακα II παρουσιάζονται τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά των έξι βροχομετρικών σταθμών των ΒΑ πλαγιών της Όσσας, καθώς και οι κυριότερες στατιστικές παράμετροι των μέσων ετήσιων ατμοσφαιρικών τους κατακρημνισμάτων. Από αυτόν, καθώς και από τον

Πίνακας II. Στατιστικές παράμετροι και αυξομειώσεις των μέσων ετήσιων κατακρημινομάτων των ΒΑ πλαγιών της Όσσας
Table II. Statistical parameters and fluctuations of mean annual precipitation in the NE slopes of Mt. Ossa

Κωδικός θέσης βροχομέτρου	Υψόμετρο θέσης οργάνου (m)	Γενική έκθεση θέσης οργάνου	Ετήσιος μέσος όρος κατακρημινομάτων (mm)	Εύρος ετήσιων κατακρημινομάτων (mm)	Τυπική απόκλιση (mm) και συντελεστής μεταβλητότητας (%)	Μεταβολή ύψους κατακρημινομάτων από την προηγούμενη χαμηλότερη θέση ($\pm\%$)	Βροχομετρική βαθμίδα της ΒΑ πλαγιάς της Όσσας (mm / 100 m)
3	30	BA	1.096	426-1.574	S = 284 Sx= 25,9	Βροχόμετρο βάσης	+84 mm / 100 m
2	140	BA	1.150	482-1.664	S = 292 Sx=25,4	+4,9 ↓	
5	220	BA	1.216	546-1769	S = 303 Sx= 24.9	+5,7 ↓	
11	740	BA	1.693	729-2.399	S = 414 Sx = 24,5	+39,2 ↓	
13	1.120	BA	1.617	778-2.423	S = 452 Sx=28.0	-4,5 ↑	-37,5 mm / 100 m
14	1.250	BA	1.502	643-2,304	S = 423 Sx= 28,2	-7,1 ↑	

προηγούμενο Πίνακα I, διαπιστώνεται πως το υψόμετρο των θέσεων των σταθμών κυμαίνεται από τα 30 ως τα 1.250 m και το αντίστοιχο μέσο ύψος των κατακρημινομάτων των 24 ετών (1973 – 1996) από τα 1.096 ως τα 1.693 mm. Τα στοιχεία αυτά δείχνουν πως τα μέσα ετήσια κατακρημινομάτα αυξάνονται σχεδόν από την επιφάνεια της θάλασσας (υψόμετρο 30 m) έως τα 740 m κατά 597 mm (54,5%) και στη συνέχεια μειώνονται στους δύο τελευταίους ψηλότερους σταθμούς (Πίνακας II). Η μεγάλη αυτή αύξηση των κατακρημινομάτων μέχρι το υψόμετρο των 740 m των ΒΑ πλαγιών του βουνού φανερώνει την ισχυρή επίδραση του ορογραφικού του παράγοντα.

Το χαρακτηριστικότερο όμως γνώρισμα των μέσων ετήσιων κατακρημινομάτων των έξι σταθμών είναι η εμφάνιση του μέγιστου ύψους αυτών στο υψόμετρο των 740 m και όχι σε εκείνο των 1250 m. Αναλυτικότερα, το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημινομάτων στο σταθμό βάσης (σταθμό 3) ανέρχεται, όπως αναφέρθηκε, στα 1.096 mm και στη συνέχεια αυξάνεται βαθμιαία αλλά όχι σταθερά, μέχρι και το σταθμό 11 (υψόμετρο 740 m), όπου και λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του (1.693 mm). Βέβαια αυτό συμβαίνει επειδή στο υψόμετρο της μέγιστης τιμής του συμπυκνώνεται και αποφορτίζεται η μέγιστη ποσότητα των υδρατμών της αέριας μάζας και επομένως οι υδρατμοί είναι μειωμένοι στις ψηλότερες

θέσεις του βουνού (Alpert 1986). Όμως στο υψόμετρο των 740 m πρακτικά βρίσκεται και η βάση του ορογραφικού νέφους στην οποία περικλείεται το μέγιστο μέγεθος αλλά και ο μέγιστος αριθμός βροχοσταγόνων. Στη συνέχεια, από το σταθμό 11 και μετά, το ετήσιο ύψος αυτών μειώνεται μέχρι το σταθμό 13 (υψόμετρο 1.120 m) κατά 4,5% και μέχρι τον τελευταίο σταθμό 14 (υψόμετρο 1.250 m) κατά 7,1% και στον οποίο λαμβάνει την τιμή των 1.502 mm.

Στο σημείο αυτό όμως είναι σημαντικό να διευκρινιστεί πως από τα παραπάνω μέσα ετήσια ύψη των κατακρημινομάτων, τουλάχιστον εκείνα των 3 τελευταίων σταθμών (11, 13 και 14) της οξιάς είναι υποεκτιμημένα τουλάχιστον κατά 14% της μέσης τιμής τους, αφού τόσο είναι το μέσο ετήσιο ύψος της ομιχλοβροχής που σχηματίζεται στο δάσος της οξιάς (Μπαλούτσος κ.α., 2004). Το ποσοστό αυτό δεν προέθηκε στις μέσες τιμές των τριών παραπάνω σταθμών ώστε να υπάρχει η δυνατότητα σύγκρισης με τις τιμές των τριών πρώτων σταθμών στη ζώνη των αειφύλλων πλατυφύλλων και για τα οποία δεν μετρήθηκαν τα ύψη της ομιχλοβροχής τους. Υποστηρίζεται όμως πως στη ζώνη αυτή το ύψος της ομιχλοβροχής πρέπει να είναι παρόμοιο με εκείνο της οξιάς ή και μεγαλύτερο, λόγω της μικρής απόστασής της από τη θάλασσα.

Προστίθεται επίσης πως οι προηγούμενες αυξήσεις

και μειώσεις των μέσων ετήσιων κατακρημιτισμάτων των τεσσάρων πρώτων και των δύο τελευταίων σταθμών αντίστοιχα, απεικονίζονται πιο παραστατικά και από την κατεύθυνση των βελών της συγκεκριμένης στήλης του Πίνακα II. Επιπλέον από τα υψόμετρα και τις τιμές των κατακρημιτισμάτων στους τέσσερις πρώτους και στους δύο τελευταίους σταθμούς εκτιμήθηκε πως η μέση βροχομετρική βαθμίδα στις ΒΑ πλαγιές του βουνού ανέρχεται στα 84 mm/100 m και στη συνέχεια μειώνεται στα 37,5 mm / 100 m, αντίστοιχα.

Σημαντικό πάντως είναι να επισημανθεί ακόμα πως η υψομετρική κατανομή των κατακρημιτισμάτων σε επίπεδο επεισοδίων πιθανόν να μην ακολουθεί πάντοτε στους έξι σταθμούς εκείνη των κατακρημιτισμάτων των μέσων όρων των 24 ετών που αναφέρθηκε παραπάνω. Και αυτό επειδή οι επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια των διάφορων επεισοδίων ποτέ δεν είναι ακριβώς όμοιες μεταξύ τους. Κατά συνέπεια, υπήρξαν προφανώς και κάποια επεισόδια στην περίοδο της μελέτης που αποφόρτισαν το μέγιστο ύψος των κατακρημιτισμάτων τους στις θέσεις του υψομέτρου των 1.120 m (σταθμού 13), ή ακόμα και στις θέσεις του υψομέτρου των 1.250 m (σταθμού 14). Και αυτό, όπως τονίστηκε, επειδή κάθε επεισόδιο κατακρήμισης έχει τη δική του ατομικότητα και τη δική του αβεβαιότητα εξέλιξης, λόγω της μεγάλης μεταβλητότητας των μετεωρολογικών συνθηκών.

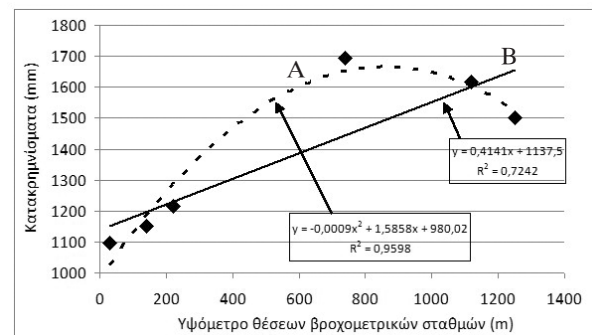
Τονίζεται επιπλέον πως οι προηγούμενες αυξομειώσεις των τιμών των μέσων ετήσιων κατακρημιτισμάτων με το υψόμετρο των πλαγιών του ορεινού όγκου, κάνουν επιτακτική την ανάγκη μελέτης των σχέσεων των δύο μεταβλητών αφού αυτές θα μπορούσαν, τουλάχιστον θεωρητικά, να συμβάλλουν στην εκτίμηση της πρώτης χωρίς την αναγκαιότητα μέτρησής της. Για το λόγο αυτό έγιναν και στην παρούσα εργασία τέτοιες ενέργειες μεταξύ των δύο μεταβλητών. Ειδικότερα εξετάστηκε η πολωνυμική και γραμμική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών και τα αποτελέσματα αυτών απεικονίζονται στο Σχήμα 2. Από αυτό διαπιστώνεται πως, σύμφωνα με το μέγεθος της τιμής του συντελεστή προσδιορισμού ($R^2=0,9598$), καλύτερη προσαρμογή στα δεδομένα έδωσε η πολωνυμική εξίσωση αφού αυτή ανταποκρίνεται και στη μείωση των κατακρημιτισμάτων μετά το υψόμετρο των 740 m του βροχομετρικού σταθμού 11 της περιοχής μελέτης και μέχρι τα 1.250 m, που είναι και το υψόμετρο του τελευταίου σταθμού (14).

Βέβαια και η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού της γραμμικής εξίσωσης δεν είναι χαμηλή ($R^2=0,7242$). Αυτό κατά τη γνώμη μας οφείλεται και στη σταθερή τιμή μιας άλλης φυσικής παραμέτρου όλων των θέσεων των σταθμών μέτρησης των κατακρημιτισμάτων και αυτή είναι η ΒΑ έκθεσή τους ως προς τον ορίζοντα. Γεγονός

πάντως είναι πως η γραμμική εξίσωση και παρά την υψηλή σχετικά τιμή του συντελεστή προσδιορισμού της, δεν μπορεί να γίνει αποδεκτή αφού αδυνατεί να εκπροσωπήσει τις τιμές όλων των σημείων μείωσης των κατακρημιτισμάτων μετά τα 740 m. Επισημαίνεται όμως πως η γραμμική εξίσωση, αλλά και η πολωνυμική, θα μπορούσαν να δώσουν καλύτερα αποτελέσματα αν, εκτός του υψομέτρου και της έκθεσης, λαμβάνονταν υπόψη και άλλες παράμετροι των πλαγιών τους, όπως π.χ. η κλίση αυτών, ο προσανατολισμός τους ή μη στους επικρατούντες βροχοφόρους ανέμους, η απόστασή τους από τη θάλασσα κ.λπ. Κατά συνέπεια, όταν ερευνητές στην πράξη συμπεριέλαβαν σε τέτοιες συσχετίσεις μόνο το υψόμετρο των πλαγιών, υπολόγισαν μικρούς συντελεστές προσδιορισμού (Donley and Mitchell 1939, Burns 1953, Dawdy and Langbein 1960, Peck and Brown 1962), ενώ άλλοι με περισσότερες παραμέτρους είχαν πολύ καλύτερα αποτελέσματα. (Spreen 1947, Schermerhorn 1967, Στάθης 1998).

Μετά την παρουσίαση των προηγούμενων πληροφοριών και αναλύσεων, πιθανά ερωτήματα που θα μπορούσαν να προκύψουν είναι: Ποια είναι η σημασία του υψομέτρου των ΒΑ πλαγιών της Όσας όπου παρατηρείται το μέγιστο μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημιτισμάτων της και πως συνάδει η εκδήλωση της μέγιστης τιμής των κατακρημιτισμάτων σε θέση χαμηλότερη της κορυφογραμμής της και η βαθμιαία μείωση αυτών στα μεγαλύτερα υψόμετρα, με παρόμοιες μελέτες στην Ελλάδα ή σε άλλες χώρες ανά τον κόσμο;

Όσον αφορά στο πρώτο ερώτημα, επισημαίνεται πως ο προσδιορισμός του υψομέτρου εκδήλωσης του μέγιστου ετήσιου ύψους των κατακρημιτισμάτων του βουνού, μπορεί να συμβάλλει κατ' αρχάς στην κατανόηση και εξακρίβωση της κατανομής τους στις πλαγιές του και στη συνέχεια σε μια πιο ακριβή εκτίμηση του



Σχήμα 2. Σχέσεις μεταξύ των μέσων ετήσιων κατακρημιτισμάτων των ΒΑ πλαγιών της Όσας και του υψομέτρου τους (πολωνυμική -Α- και γραμμική -Β- σχέση) **Figure 2.** Relations between mean annual precipitation of the NE slopes of Mt. Ossa and their altitude (polynomial -A- and linear -B- relation)

ύψους αυτών σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης. Οι γνώσεις αυτές με τη σειρά τους μπορούν να συμβάλλουν στον καλύτερο σχεδιασμό από τεχνικής και οικονομικής άποψης των έργων ορθολογικής αξιοποίησης των απορροών των ρευμάτων της περιοχής στις αντίστοιχες γεωργικές και οικιστικές πεδινές περιοχές (π.χ. όπως στο σχεδιασμό αντιμετώπισης της μέγιστης πιθανής πλημμύρας, της χωρητικότητας μεγάλων λιμνοδεξαμενών ή και ταμειωτήρων, της διαστασιολόγησης γεφυρών, φραγμάτων, αρδευτικών έργων κ.λπ.).

Αναφορικά με το δεύτερο από τα δύο παραπάνω ερωτήματα τονίζεται πως, αν και υπάρχουν μερικοί ερευνητές που υποστηρίζουν πως στα μέσα γεωγραφικά πλάτη στον πλανήτη μας το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων σε ορεινές λεκάνες αυξάνεται σχεδόν γραμμικά με το υψόμετρο μέχρι την κορυφή των πλαγιών τους και εκεί λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του (πχ. Barry 2001), μια πληθώρα άλλων μετρήσεων συμφωνούν όμως με τα ευρήματα και αποτελέσματα της Όσας. Αναλυτικότερα, από μετρήσεις τω ετήσιων κατακρημνισμάτων στις πλαγιές του Φαλακρού Όρους Σερρών (υψόμετρο κορυφής 2.229 m) επί μια τριετία στα υψόμετρα 600, 800, 1.000 και 1.200 m, διαπιστώθηκε πως το μέγιστο μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων του παρατηρείται στο υψόμετρο των 1000 m, (1.142 mm) και στη συνέχεια μειώνεται ως τα 1.200 m κατά 6% (Παπούλιας, 1974). Δυστυχώς όμως δεν βρέθηκαν άλλες τέτοιες μελέτες ή πληροφορίες για την Ελλάδα και αναγκαστικά αυτές ελήφθησαν από ορεινούς όγκους άλλων χωρών και παρουσιάζονται παρακάτω.

Ειδικότερα, όπως αναφέρει ο Λιακόπουλος (1985), το μέγιστο μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων στα βουνά της Γερμανίας παρατηρείται στα 800 m περίπου, στα Ιμαλάια μόνο στα 1300 m και στις Άλπεις (Λευκό Όρος) στα 2.000 – 2.500 m. Το μεγάλο αυτό υψόμετρο των Άλπεων κατά τη γνώμη μας εξηγείται, αν ληφθεί υπόψη πως οι πλαγιές τους είναι «εσωτερικές», δηλαδή περιβάλλονται από άλλους ορεινούς όγκους και επομένως προστατεύονται από τους ανέμους οι χαμηλότερες θέσεις και περιοχές τους, με αποτέλεσμα το μέγιστο ύψος βροχής να αποφορτίζεται σε μεγαλύτερα υψόμετρα.

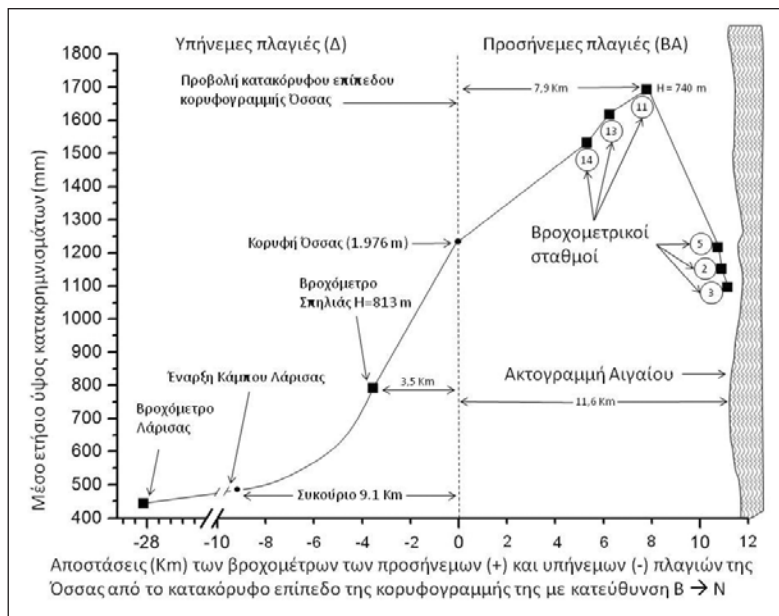
Σε αντίθεση όμως με τις παραπάνω «εσωτερικές» πλαγιές των Άλπεων, οι «εξωτερικές» άλλων ορεινών όγκων, δηλαδή εκείνες που είναι άμεσα εκτεθειμένες στους υγρούς βροχοφόρους ανέμους και τέτοιες είναι π.χ. οι ΒΑ πλαγιές της Όσας, δέχονται το μέγιστο μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων τους σε πολύ χαμηλότερο υψόμετρο από τις πρώτες. Πολλές τέτοιες περιπτώσεις αναφέρονται βέβαια στη διεθνή βιβλιογραφία και μια αντιπαραβολή των παραπάνω υψόμετρων τους με εκείνο της Όσας κρίνεται χρήσιμη και

αναγκαία. Αναλυτικότερα, σύμφωνα με τον Loukas και Quick (1994, 1996), σε δύο ορεινούς όγκους υψομέτρου 1.800 m βόρεια του Vancouver του Καναδά και εκτειμένους στους υγρούς δυτικούς βροχοφόρους ανέμους του Ειρηνικού, το μέγιστο ύψος της υπό συζήτηση παραμέτρου παρατηρείται στο υψόμετρο των 400 m. Στη συνέχεια, στον ένα από τους δύο ορεινούς όγκους τα κατακρημνίσματα μειώνονται βαθμιαία με το υψόμετρο και στον άλλο, πρώτα μειώνονται και στη συνέχεια διατηρούνται πρακτικά σταθερά. Ακόμα σε παρόμοια μελέτη που υλοποιήθηκε από τον Schermerhorn (1967) στις ακτές του Ατλαντικού και ειδικότερα βόρεια της Washington, η ίδια παράμετρος λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της σε υψόμετρο 400-500 m των ορεινών όγκων της περιοχής και στη συνέχεια μειώνεται βαθμιαία. Παρόμοια συμπεριφέρεται επίσης και το μέγιστο μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων των δυτικών – προς τη θάλασσα της Τασμανίας – πλαγιών των Άλπεων του νότιου νησιού της Νέας Ζηλανδίας. Ειδικότερα, το υπό συζήτηση ύψος (13.000 mm περίπου) παρατηρείται στο υψόμετρο των 1.200 m (υψόμετρο κορυφής Άλπεων 3.754 m) και στη συνέχεια μειώνεται βαθμιαία. (Wratt et al. 2000). Επιπλέον και στις ανατολικές προσηνemes πλαγιές του ορεινού όγκου Mauna Loa της Χαβάης, το μέγιστο ύψος των ετήσιων κατακρημνισμάτων (υψηλότερο των 5.500 mm) εκδηλώνεται στο υψόμετρο των 700 m και στη συνέχεια μειώνεται βαθμιαία, με αποτέλεσμα να αποφορτίζονται στην κορυφή του (υψόμετρο 4.170 m) μόνο 440 mm (Barry 2001).

Από όλες τις παραπάνω αντιπαραβολές διαπιστώνεται πως η κατανομή των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων στις ΒΑ προσηνemes πλαγιές της Όσας είναι παρόμοια με εκείνες που έχουν παρατηρηθεί στις αντίστοιχες προσηνemes πλαγιές και άλλων ορεινών όγκων σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο και κυρίως με εκείνες που είναι εκτεθειμένες στους βροχοφόρους ανέμους που καταφθάνουν από τη θάλασσα.

3.2. Μια προσέγγιση προσδιορισμού της συνολικής κατανομής του ύψους των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων της Όσας από τις ΒΑ προς τις Δ πλαγιές της

Από τα προηγούμενα στοιχεία των έξι βροχομετρικών σταθμών προσδιορίστηκε η κατανομή του ύψους των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων των ΒΑ προσηνემων πλαγιών της Όσας σχεδόν από την επιφάνεια της θάλασσας (30 m) και έως το υψόμετρο των 1.250 m (Σχήμα 2). Επομένως αναζητείται ακόμα η κατανομή αυτών στα υπόλοιπα 726 m έως την κορυφή του βουνού (1.976 – 1.250 m) αλλά και εκείνη στις δυτικές υπήνεμες πλαγιές του μετά την εγκάρσια διάσχιση της κορυφής του από τα κατακρημνίσματα και την κάθοδό τους μέχρι



Σχήμα 3. Γενική πορεία διάσχισης της κορυφής της Όσσας από τα μέσα ετήσια κατακρημνίσματα αυτής από βορειοανατολικά προς δυτικά
Figure 3. Cross-alpine pattern of Mt. Ossa by its mean annual precipitation from Northeast to West

την έναρξη της πεδινής περιοχής του νομού Λαρίσης (υψομετρική διαφορά 1.830 m).

Για την κάλυψη του πρώτου «κενού» των 726 m θεωρήθηκε πως η βροχομετρική βαθμίδα μείωσης των κατακρημνισμάτων από τα 740 έως τα 1.250 m (-37,5 mm / 100 m) παραμένει πρακτικά αμετάβλητη και έως την κορυφή του βουνού. Η υπόθεση αυτή στηρίχθηκε κυρίως στις προηγούμενες βιβλιογραφικές αναφορές σύμφωνα με τις οποίες η μεταβολή των κατακρημνισμάτων από το υψόμετρο της πλαγιάς όπου παρατηρείται η μέγιστη τιμή τους και μέχρι την κορυφή του αντίστοιχου ορεινού όγκου, έχει συνεχώς μειωτική και πρακτικά σταθερή τάση. Με βάση την παραπάνω παραδοχή και χρησιμοποιώντας τη βροχομετρική βαθμίδα που αναφέρθηκε και την υψομετρική διαφορά των 726 m, το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων στην κορυφή του βουνού εκτιμήθηκε στα 1.230 mm. Αναγκαίο όμως είναι να επισημανθεί στο σημείο αυτό πως το παραπάνω ύψος των κατακρημνισμάτων δεν θα μπορούσε να θεωρηθεί ως απόλυτο. Επομένως ένα εύρος αυτών από τα 1.150 έως τα 1.250 mm θα φαινόταν περισσότερο ρεαλιστικό.

Η γραμμή κατανομής του ύψους των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων σε όλο το εύρος των ΒΑ προσήνεμων πλαγιών της Όσσας και έως την κορυφή της, αλλά και η αντίστοιχη των δυτικών υπήνεμων πλαγιών της και η οποία αναλύεται και συζητείται παρακάτω, απεικονίζεται στο Σχήμα 3. Στο Σχήμα αυτό η θέση των βροχομέτρων προσδιορίστηκε από το μέσο ετήσιο ύψος των

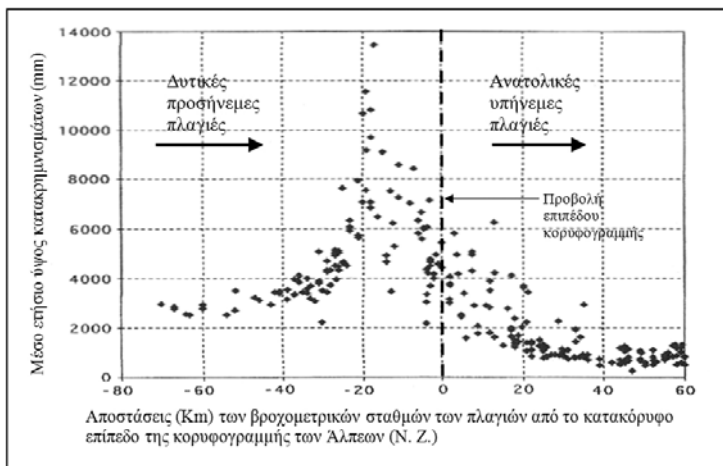
κατακρημνισμάτων τους και από την απόστασή τους από το κατακόρυφο επίπεδο κατά μήκος της κορυφογραμμής του βουνού και με κατεύθυνση από βορρά προς νότο.

Σε συνέχεια των παραπάνω προστίθεται πως με τη διάσχιση της κορυφογραμμής του βουνού από τις ανυψούμενες αέριες μάζες και την καθοδική τους πορεία προς τις δυτικές υπήνεμες πλαγιές του, τα κατακρημνίσματα εξακολουθούν να μειώνονται περαιτέρω για τους λόγους που αναφέρθηκαν στην εισαγωγή της εργασίας. Απόδειξη της μείωσης αυτής είναι το μετρημένο μέσο ετήσιο ύψος τους στην κοινότητα Σπηλιάς Όσσας υψομέτρου 813 m, το οποίο ανέρχεται μόλις στα 791 mm (Σχήμα 3). Κατά συνέπεια, από την κορυφή του βουνού και μέχρι το υψόμετρο της Κοινότητας Σπηλιάς που αναφέρθηκε, παρατηρείται μια μείωση των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων της (1.230 mm) της τάξης

του 35,7%. Η μείωση αυτή δείχνει πως η εκτιμηθείσα βροχομετρική βαθμίδα (37,7 mm / 100 m) που προέκυψε από την υψομετρική διαφορά των 1.163 m μεταξύ της κορυφής του βουνού και της κοινότητας Σπηλιάς (1.976 – 813 m), παραμένει και πάλι πολύ κοντά σε εκείνη που εκτιμήθηκε προηγουμένα στις προσήνεμες πλαγιές του βουνού (37,5 mm / 100 m).

Το τελευταίο τμήμα της γραμμής κατανομής των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων καλύπτει την υψομετρική διαφορά των 668 m μεταξύ της κοινότητας Σπηλιάς (H = 813 m) και εκείνης του Συκουρίου (H = 145 m), και από το οποίο αρχίζει πρακτικά η πεδινή περιοχή του νομού Λαρίσης. Το ορεινό αυτό τμήμα στερείται παντελώς άλλων βροχομετρικών σταθμών εκτός εκείνου της Σπηλιάς. Αντίθετα στην πεδινή περιοχή ευρίζεται ο βροχομετρικός σταθμός του αεροδρομίου Λαρίσης ο οποίος απέχει όμως 19 km από το Συκούριο και έχει μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων 444 mm. Σύμφωνα με το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων του σταθμού της Λάρισης και λαμβάνοντας υπόψη την προηγούμενη μειωτική τάση των κατακρημνισμάτων έως τη Σπηλιά και προφανώς και χαμηλότερα, κατά 37,7 mm / 100 m, έγινε οπτικά η επέκταση της γραμμής κατανομής του ύψους των ετήσιων κατακρημνισμάτων Σπηλιάς – Συκουρίου – Λάρισης (Σχήμα 3).

Η παραπάνω συνολική «γραμμή χάραξης» της κατανομής των υψών των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων



Σχήμα 4. Γενική πορεία διάσχισης της κορυφής των Άλπεων της Νέας Ζηλανδίας από τα μέσα ετήσια κατακρημνίσματα από δυτικά προς ανατολικά (Wratt et al. 2000)

Figure 4. Cross-alpine pattern of New Zealand's Alps by their mean annual precipitation from West to East (Wratt et al. 2000)

από τις ΒΑ προσηήμες πλαγιές της Όσας και δια της εγκάρσιας διάσχισης της κορυφογραμμής της έως τις δυτικές υπήνεμες, υποστηρίζεται πως δεν αποκλίνει σημαντικά των πραγματικών τους τιμών. Και αυτό επειδή τα ύψη των κατακρημνισμάτων και στους οκτώ βροχομετρικούς σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν είναι καταμετρημένα, ενώ οι επτά από αυτούς βρίσκονται σε «κομβικές» θέσεις των πλαγιών του βουνού ώστε να διευκολύνεται σημαντικά η εκτίμηση αυτής της παραμέτρου και σε άλλες απαραίτητες θέσεις που στερούνται μετρήσεων. Επιπλέον η μορφή της γραμμής κατανομής του ύψους των ετήσιων κατακρημνισμάτων της παρούσας εργασίας του Σχήματος 3 είναι παρόμοια με εκείνες των κατακρημνισμάτων ορεινών όγκων άλλων χωρών οι οποίοι δέχονται επίσης τους βροχοφόρους ανέμους από τη θάλασσα.

Μια τέτοια χαρακτηριστική περίπτωση σύγκρισης της παραπάνω κατανομής των υψών των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων της Όσας είναι εκείνη των αντίστοιχων κατακρημνισμάτων των Άλπεων του νότιου νησιού της Νέας Ζηλανδίας (Σχήμα 4, Wratt et al. 2000). Από το Σχήμα αυτό αλλά και από το αντίστοιχο Σχήμα 3 της παρούσας εργασίας διαπιστώνεται πως η γραμμική κατανομή των υψών των κατακρημνισμάτων στους δύο αυτούς ορεινούς όγκους, και παρά τις διαφορετικές κλιμακικές μεγεθών των υψομετρικών παραμέτρων των ορεινών όγκων και των κατακρημνισμάτων τους, είναι πρακτικά παρόμοιες. Αναλυτικότερα, και στις δύο περιπτώσεις το μέγιστο μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων τους παρατηρείται στην προσηήμεμη πλαγιά τους, αλλά πολύ χαμηλότερα και σε μεγάλη απόσταση από την κορυφή των βουνών και στη συνέχεια μειώνεται

βαθμιαία ως την κορυφή τους και μετά και στις αντίστοιχες υπήνεμες πλαγιές τους. Κοινό όμως γνώρισμα και των δύο αυτών ορεινών όγκων είναι ο προσανατολισμός των πλαγιών τους προς τη θάλασσα (θάλασσα της Τασμανίας και Αιγαίου Πελάγους, αντίστοιχα) από την οποία καταφθάνουν οι βροχοφόροι άνεμοι. Η ομοιότητα αυτή της συμπεριφοράς της γραμμής κατανομής των υψών των ετήσιων κατακρημνισμάτων μεταξύ των δύο παραπάνω ορεινών όγκων δεν είναι βέβαια η μόνη. Και αυτό επειδή τέτοιες ομοιότητες υπάρχουν και με άλλους ορεινούς όγκους που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο 3.1 της εργασίας. Οι ομοιότητες αυτές όμως υποστηρίζουν επίσης τη ρεαλιστικότητα των υψών των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων της Όσας και πρακτικά από την επιφάνεια της θάλασσας των ΒΑ προσηήμεων πλαγιών της και στη συνέχεια, μετά την εγκάρσια διάσχισή της κορυφογραμμής της, μέχρι τους πρόποδες των δυτικών υπήνεμων πλαγιών της. Η εκτίμηση αυτή των ετήσιων κατακρημνισμάτων του βουνού έχει προφανώς και ιδιαίτερα μεγάλη σημασία για κάθε μορφή αναπτυξιακών δραστηριοτήτων αυτού, αλλά και της αντίστοιχης πεδινής περιοχής του.

3.3. Μελέτη των συνθηκών αποφόρτισης των κατακρημνισμάτων στις προσηήμεες και υπήνεμες πλαγιές της Όσας

Μετά την προηγούμενη κατανομή των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων, προστίθεται ακόμα πως η γνώση και κατανόηση των μηχανισμών και ειδικότερα των καιρικών συνθηκών αποφόρτισης αυτών στις ΒΑ προσηήμεες και στις Δ υπήνεμες πλαγιές της Όσας είναι ιδιαίτερα χρήσιμες και απαραίτητες. Και αυτό επειδή οι διεργασίες αυτές συμβάλλουν στην ακριβέστερη πρόγνωση των κατακρημνισμάτων, αλλά και στην ορθολογικότερη ανάπτυξη και διαχείριση των αναμενόμενων απορροών των ρευμάτων τους.

Είναι όμως φανερό πως οι καιρικές συνθήκες αποφόρτισης των κατακρημνισμάτων στις δύο κατηγορίες πλαγιών του βουνού διαφέρουν τόσο χρονικά όσο και τοπικά. Για το λόγο αυτό στην παρούσα εργασία αναφέρονται και αναπτύσσονται παρακάτω πρώτα οι κυριότερες καιρικές συνθήκες αποφόρτισης των κατακρημνισμάτων της χειμερινής περιόδου (Οκτωβρίου – Απριλίου) και μετά της θερινής (Μαΐου – Σεπτεμβρίου), για κάθε μια από τις δύο κατηγορίες πλαγιών του βουνού με αντίθετο προσανατολισμό (προσηήμεες και υπήνεμες) στους βροχοφόρους ανέμους της περιοχής.

3.3.1 Καιρικές συνθήκες αποφόρτισης των κατακρημνισμάτων στις ΒΑ προσήνεμες πλαγιές

Επισημαίνεται από την αρχή πως στις ΒΑ προσήνεμες πλαγιές της Όσας ένα μεγάλο ποσοστό των χειμερινών κατακρημνισμάτων αποφορτίζεται όταν καταφθάνουν στην περιοχή του Αιγαίου Πελάγους ψυχρές αέριες μάζες από την ΒΑ Ευρώπη – Ρωσία και Ουκρανία – (Μπαλαφούτης και Μαχαίρας 1985). Οι συνθήκες αυτές χαρακτηρίζονται και ως «καιρός» βορειοανατολικού ρεύματος (Ζιακόπουλος 2009). Οι άνεμοι που αναφέρθηκαν, λόγω των καιρικών συνθηκών των περιοχών προέλευσής τους, είναι στην αρχή ψυχροί και ξηροί και στη συνέχεια κατά τη διάσχιση του Αιγαίου Πελάγους εμπλουτίζονται με θερμότητα και υγρασία, αφού η θάλασσα το χειμώνα είναι θερμότερη της ξηράς. Κατά συνέπεια, στη συνέχεια ανυψώνονται στην ατμόσφαιρα, διαστέλλονται και ψύχονται πάλι. Οι διεργασίες αυτές με τη σειρά τους συμβάλλουν στη συμπύκνωση των υδρατμών τους, δηλαδή στη δημιουργία νεφών και τελικά, ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα, στην εκδήλωση βροχής (ή χιονιού) επάνω από τη θάλασσα. Στο σημείο αυτό διευκρινίζεται όμως πως η δημιουργία και αποφόρτιση των παραπάνω κατακρημνισμάτων οφείλονται αποκλειστικά στη σημαντικότερη επίδραση της θάλασσας (the sea effect precipitation) και θα ήταν πολύ λιγότερα ή και ανύπαρκτα, χωρίς της ύπαρξή της.

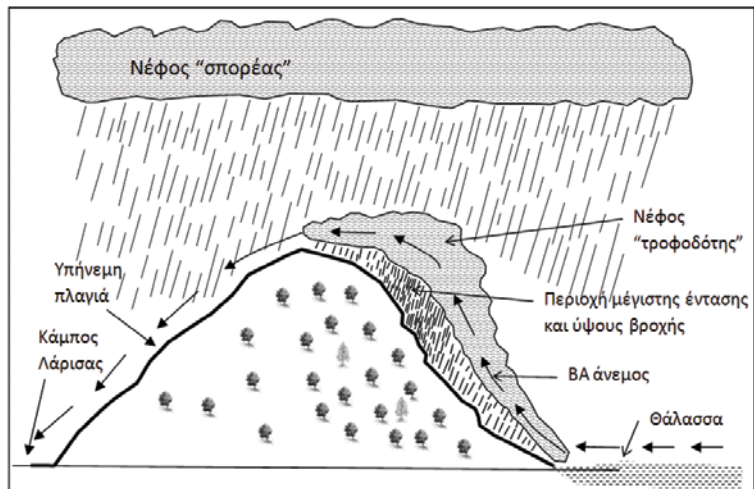
Τονίζεται ακόμα πως η αποφόρτιση των κατακρημνισμάτων επάνω από το Αιγαίο Πέλαγος κατά την επικράτηση ΒΑ ανέμων και η βαθμιαία μετακίνηση αυτών προς τις ΒΑ προσήνεμες πλαγιές της Όσας, δικαιολογούν πλήρως και το μεγάλο ύψος τους που παρατηρείται μόλις στους πρόποδες αυτής (1.096 mm σε υψόμετρο 30 m). Στη συνέχεια όμως οι μεγάλες αυξήσεις αυτών των κατακρημνισμάτων που παρατηρούνται με την αύξηση του υψόμετρου των πλαγιών του βουνού και οι οποίες συζητήθηκαν στο υποκεφάλαιο 3.1, οφείλονται αποκλειστικά στην ορογραφική του επίδραση.

Οι ΒΑ καιρικές συνθήκες που αναφέρθηκαν αποφορτίζουν συνήθως 80 – 150 mm βροχής ή και περισσότερα, ανά επεισόδιο. Είναι όμως πολύ πιθανόν η αποφόρτιση των μεγάλων κυρίως υψών βροχής να μην προέρχεται μόνο από το ορογραφικό νέφος των ΒΑ πλαγιών του βουνού αλλά, όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή της εργασίας, και από τη συνεισφορά του συστήματος των νεφών «σπορέας» και «τροφοδότης» (the seeder – feeder cloud mechanism). Ειδικότερα στην περίπτωση αυτή πρέπει να προϋπάρχει και ένα δεύτερο

νέφος υπεράνω του πρώτου και ανεξάρτητου της ορογραφίας, το οποίο «σπέρνει» χιόνι ή βροχή (νέφος σπορέας) στο υποκείμενο ορογραφικό νέφος και αυτό με τη σειρά του, λόγω της μεγάλης αύξησής της υγρασίας του, τροφοδοτεί την επιφάνεια του εδάφους με πολύ μεγάλη ύψη βροχής (νέφος τροφοδότης). Η λειτουργία αυτή του συστήματος των δύο νεφών στην Όσσα απεικονίζεται στο Σχήμα 5 και αυτό είναι κατά κανόνα παρόν σε ορογραφικές καταιγίδες πλαγιών που δέχονται τους βροχοφόρους ανέμους από τη θάλασσα (Bergeron 1965, Loukas and Quick, 1996).

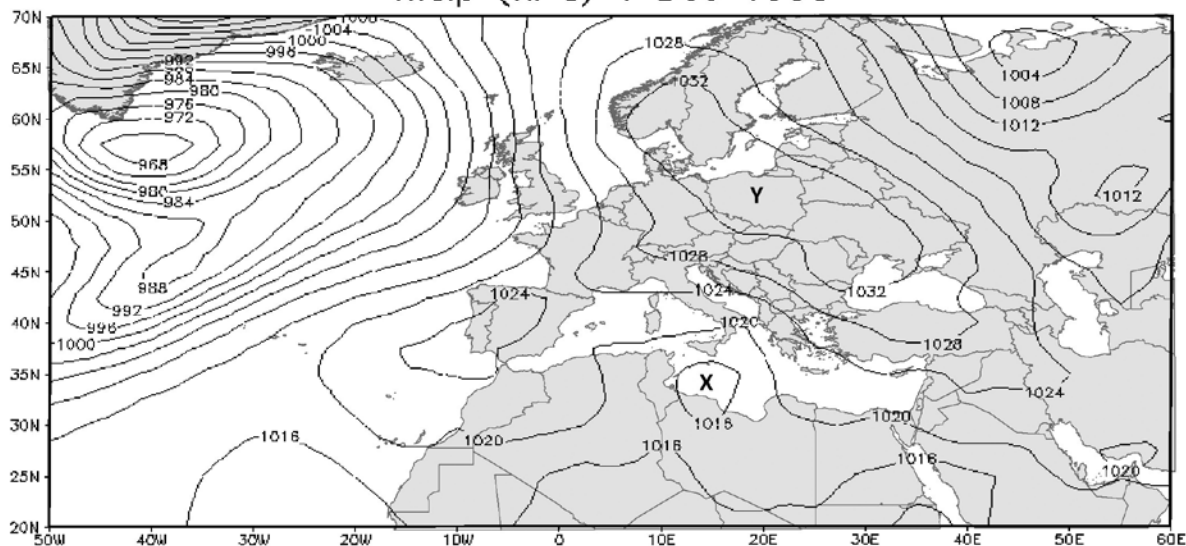
Μια δεύτερη κατηγορία καιρικών συνθηκών η οποία αποφορτίζει σημαντικό επίσης ύψος κατακρημνισμάτων τη χειμερινή περίοδο στις ίδιες πλαγιές της Όσας, είναι η επικράτηση ΝΑ ανέμων στην περιοχή λόγω της προσέγγισης ενός χαμηλού βαρομετρικού από τα ΝΔ της Μεσογείου (Λιβυκό Πέλαγος). Οι συνθήκες αυτές χαρακτηρίζονται και ως «καιρός» νοτιοανατολικού ρεύματος (Ζιακόπουλος 2009). Στην περίπτωση αυτή, καθώς οι άνεμοι του χαμηλού βαρομετρικού κινούνται με φορά αντίθετη εκείνης των δεικτών του ρολογιού, επικρατεί στο κεντρικό Αιγαίο ΝΑ ρεύμα με υψηλή σχετικά θερμοκρασία και εμπλουτισμένο με πολύ μεγάλη ποσότητα υδρατμών. Οι συνθήκες αυτές, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, συμβάλλουν στη δημιουργία νεφών τα οποία αποφορτίζουν σημαντικό ύψος βροχής στο Αιγαίο Πέλαγος και στη συνέχεια στους ΒΑ πρόποδες της Όσας και προφανώς πολύ μεγαλύτερο ύψος στις ψηλότερες θέσεις της, λόγω της ορογραφικής της επίδρασης.

Μια τρίτη αλλά σημαντικότερη επίσης κατηγορία χειμερινών καιρικών συνθηκών η οποία αποφορτίζει έναν αριθμό ακραίων επεισοδίων βροχής στις υπό



Σχήμα 5. Ο μηχανισμός του ζεύγους νεφών «σπορέας-τροφοδότης» σε λειτουργία επάνω από την Όσσα
Figure 5. The seeder-feeder cloud mechanism in operation above Mt. Ossa

mslp (hPa) 1 Dec 1995



Σχήμα 6. Χάρτης πίεσης μέσης στάθμης θαλάσσης κατά την εκδήλωση του μεγάλου επεισοδίου βροχής της 1ης Δεκ. 1995 (Παραχωρήθηκε από καθηγ. Μαχαίρα)
Figure 6. Map of surface pressure analysis during the development of the maximum rain event on Dec. 1st 1995 (Provided by prof. Maheras)

εξέταση πλαγιές της Όσας, συγκροτείται από τα παρακάτω μέρη (Maheras et al. 2000): Πρώτον από ένα χαμηλό βαρομετρικό στην ανατολική Μεσόγειο με κατεύθυνση από τα ΝΔ προς τα ΝΑ (από Τυνησία προς Ρωσία) και την επικράτηση έτσι ενός N-NA ρεύματος στο νότιο και κεντρικό Αιγαίο. Δεύτερον, από έναν ισχυρό και ψυχρό αντικυκλώνα (υψηλό βαρομετρικό) στην κεντρική Ευρώπη και έως τα Βαλκάνια και τρίτον από μια σχεδόν στάσιμη λίμνη ψυχρού αέρα καθ' ύψος να καλύπτει μέρος της ανατολικής Ελλάδας και να επεκτείνεται έως την Τουρκία (Σχήμα 6, παραχωρήθηκε από τον ομοτ. καθ. Α.Π.Θ. Μαχαίρα).

Ο τύπος αυτός κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας είναι γνωστός ως Mt2-Mixed type 2- (Maheras et al. 2000) και συμβάλλει στην αποφόρτιση στις ΒΑ προσηγόμενες πλαγιές της Όσας (αλλά και στις αντίστοιχες του Ολύμπου και του Πηλίου) των ακραίων επεισοδίων βροχής του Πίνακα ΙΙΙ (Μαχαίρας, ομότιμος καθηγ. Μετεωρολογίας Α.Π.Θ., προσωπ. επικοινωνία). Πιο συγκεκριμένα, όταν οι θερμές και υγρές αέριες μάζες του χαμηλού βαρομετρικού το οποίο κινείται ΝΑ προσκρούουν στις «αδιαπέραστες» ψυχρές αέριες μάζες του αντικυκλώνα στην επιφάνεια της θάλασσας του κεντρικού Αιγαίου, διαχωρίζονται σε δύο μέρη τα οποία ακολουθούν διαφορετικές πορείες. Ειδικότερα το πρώτο μέρος της αέριας μάζας εκτρέπεται από τα ανατολικά προς τα δυτικά (μηχανισμός επιστροφής από τα ανατολικά, Maheras et al. 2000) και κατευθύνεται σχεδόν κάθετα προς τις ΒΑ πλαγιές της Όσας όπου αρχίζει

την ορογραφική του ανύψωση με τις λοιπές γνωστές διεργασίες. Αντίθετα το δεύτερο μέρος της θερμής και υγρής αέριας μάζας ανυψώνεται στην ψυχρή αέρια μάζα του αντικυκλώνα και εκτρέπεται και αυτό από τα ανατολικά προς τα δυτικά, αλλά μακράν της ορογραφίας και πιθανόν υπεράνω αυτής. Τελικά μετά από τις γνωστές διεργασίες και τα δύο σχηματιζόμενα νέφη των δύο μερών της θερμής και υγρής αέριας μάζας, δηλαδή το ορογραφικό και το μακράν της ορογραφίας, αποφορτίζουν τα «τροπικά» ύψη βροχής του Πίνακα ΙΙΙ που αναφέρθηκε και τα οποία έχουν περίοδο επαναφοράς 3-4 ετών.

Οι καιρικές συνθήκες που αναφέρθηκαν παραπάνω φανερώνουν όμως πως στην προκειμένη περίπτωση έχουμε ξανά ένα σύστημα δύο νεφών και ειδικότερα το νέφος «σπορέας» (το μακράν της ορογραφίας) και το νέφος «τροφοδότης» (το ορογραφικό) τα οποία, όπως περιγράφηκε προηγουμένως στον «καιρό βορειοανατολικού ρεύματος», αποφορτίζουν από κοινού τα παραπάνω πολύ μεγάλα ύψη βροχής (Σχήμα 5). Διαφορετικά, θα ήταν πολύ δύσκολο να κατανοήσουμε τους μηχανισμούς αποφόρτισης τόσο μεγάλων υψών βροχής στη χώρα μας σε μικρό σχετικά χρονικό διάστημα. Παρόμοιες βέβαια καιρικές συνθήκες με τον τύπο Mt2 των ΒΑ πλαγιών της Όσας αλλά με διαφορετικές κατευθύνσεις των αερίων μαζών τους, δημιουργούνται και στις δυτικές προσηγόμενες πλαγιές των Άλπεων του νοτίου νησιού της Νέας Ζηλανδίας και αποφορτίζουν σε 72 περίπου ώρες έως και 1.810 mm βροχής (Henderson, 1993).

Πίνακας III. Δείγμα ακραίων επεισοδίων βροχής τα οποία εκδηλώνονται στις ΒΑ πλαγιές της Όσας όταν επικρατεί ο τύπος κυκλοφορίας Mt2

Table III. Sample of extreme rainfall events occurring on the NE slopes of Mt. Ossa when the Mt2 circulation type predominates

Κωδικός θέσης οργάνου	Υψόμετρο θέσης οργάνου (m)	Ημερομηνία εκδήλωσης επεισοδίου, ύψος βροχής (mm) και διάρκεια αυτής σε ώρες					
		1		2		3	
		27 έως 29 Οκτωβρίου 1986		19 έως 22 Οκτωβρίου 1994		1 έως 4 Δεκεμβρίου 1995	
		(mm)	ώρες	(mm)	ώρες	(mm)	ώρες
5	220	380	66	405	76*	342	84**
Μ.Σ	370	467	66	425	76	379	84
11	740	590	66	580	76	710**	84
13	1120	560	66	766*	76	620	84
14	1250	535	66	685	76	530	84

* Τις πρώτες 42 ώρες (από τις 76) αποφορτίστηκαν μόνο 147 mm από το συνολικό ύψος των κατακρημνισμάτων του επεισοδίου, τις τελευταίες 16 μόνο 49 mm και τις ενδιάμεσες 18 570 mm.

** Στο μέσον της διάρκειας του επεισοδίου και για 24 ώρες η ένταση της βροχής ήταν μόνο 1,1 mm/h

Όλες οι κατηγορίες των καιρικών συνθηκών που αναφέρθηκαν μέχρι τώρα υποστηρίζουμε πως είναι οι κυριότερες και σημαντικότερες για την αποφόρτιση της πλειονότητας των χειμερινών κατακρημνισμάτων των ΒΑ προσήνεμων πλαγιών της Όσας. Οποσδήποτε όμως και κάποια άλλα χειμερινά κατακρημνίσματα των ίδιων πλαγιών αποφορτίζονται με διαφορετικές καιρικές συνθήκες και ειδικότερα με την επικράτηση «καιρού» ανατολικών και βόρειων ρευμάτων. Τα κατακρημνίσματα όμως αυτά υποστηρίζουμε πως είναι ένα μικρό ποσοστό του συνολικού ύψους τους.

Προστίθεται ακόμα πως μια άλλη κατηγορία κατακρημνισμάτων των ίδιων πλαγιών είναι τα θερινά και αυτά αντιπροσωπεύουν το 17 και 16% των συνολικών ετήσιων στους σταθμούς των αειφύλλων πλατυφύλλων και της οξιάς, αντίστοιχα. Τα κατακρημνίσματα αυτά αποφορτίζονται βέβαια με καιρικές συνθήκες εκδήλωσης μεταγωγικών καταιγίδων τοπικού χαρακτήρα κατά τις μεσημβρινές και απογευματινές ώρες των ημερών της περιόδου Μαΐου – Σεπτεμβρίου.

3.3. 2 Καιρικές συνθήκες αποφόρτισης των κατακρημνισμάτων στις Δ υπήνεμες πλαγιές

Όσον αφορά στις καιρικές συνθήκες που αποφορτίζουν τα χειμερινά κατακρημνίσματα στις δυτικές υπήνεμες πλαγιές της Όσας, οι πληροφορίες που υπάρχουν είναι περιορισμένες και εμπειρικές αφού λείπουν οι παρατηρήσεις και μετρήσεις πεδίου. Το πρόβλημα αυτό δεν είναι βέβαια μόνο τοπικό ή Ελληνικό, αλλά παγκόσμιο, αφού πολύ λίγες είναι οι χώρες στις οποίες μελετήθηκαν οι καιρικές και λοιπές συνθήκες αποφόρτισης των υπήνεμων κατακρημνισμάτων τους. Μια από τις

λίγες αυτές χώρες είναι και η Νέα Ζηλανδία όπου έγιναν επισταμένες μελέτες, εκτός από τα προσήνεμα, και για τα υπήνεμα κατακρημνίσματα του ορεινού όγκου των Άλπεων του νότιου νησιού της, λόγω της λειτουργίας πληθώρας ταμιευτήρων και υδροηλεκτρικών μονάδων στα χαμηλότερα και των δύο πλαγιών τους (Wratt et al. 1996, Sinclair et al. 1997, Chater and Sturman, 1998).

Μετά τις παραπάνω ελλείψεις υποστηρίζεται πως από τα χειμερινά υπήνεμα κατακρημνίσματα των δυτικών πλαγιών της Όσας, ένα ποσοστό αυτών αποφορτίζεται κατά την «υπερχείλιση» των ορογραφικών κατακρημνισμάτων των ΒΑ πλαγιών της (spillover precipitation), όταν οι ψυχρές αέριες μάζες που διασχίζουν την κορυφογραμμή της περιέχουν ακόμα κάποια ποσότητα υδρατμών καθώς κατέρχονται τις υπήνεμες πλαγιές της. Είναι όμως φανερό πως τα κατακρημνίσματα που ξεπερνούν την κορυφογραμμή του βουνού λόγω «υπερχείλισης», μειώνονται βαθμιαία προς τα κατόντη των δυτικών υπήνεμων πλαγιών του καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία της αέριας μάζας και εξατμίζονται οι τυχόν υπάρχοντες υδρατμοί της. Η μείωση αυτή άλλωστε καταδεικνύεται πλήρως αν ληφθεί υπόψη πως το ύψος των κατακρημνισμάτων που αποφορτίζεται στην κορυφή του βουνού (H=1.976 m) είναι 1.230 mm και στο σταθμό της κοινότητας Σπηλιάς Όσας (H=813 m) μόνο 791 mm.

Είναι όμως προφανές πως και άλλες καιρικές συνθήκες αποφορτίζουν σημαντικές ποσότητες χειμερινών κατακρημνισμάτων στις δυτικές υπήνεμες πλαγιές της Όσας και μια από αυτές είναι η επικράτηση «καιρού» νοτιοδυτικού ρεύματος (Καταράκης Ν., Δ/της Κλιματολογίας Ε.Μ.Υ., προσωπ. επικοινωνία). Στη

συγκεκριμένη περίπτωση όμως θα πρέπει οι ΝΔ αέριες μάζες να χαρακτηρίζονται και από συνθήκες αστάθειας ώστε να δημιουργούνται συνθήκες ανύψωσης αυτών και να ενεργοποιούνται έτσι οι μηχανισμοί συμπύκνωσης των υδρατμών τους και στη συνέχεια παραγωγής βροχοσταγόνων.

Εκτός των παραπάνω συνθηκών, η αποφόρτιση των κατακρημνισμάτων στις συγκεκριμένες πλαγιές επιτυγχάνεται και με την επικράτηση «καιρού» βορείων και βορειοδυτικών ρευμάτων (Σελήνης Ν., παρατηρητής βροχομετρικών οργάνων Σπηλιάς Όσσας, προσωπ. επικοινωνία). Οι καιρικές αυτές συνθήκες αποφορτίζουν το μεγαλύτερο ποσοστό των ετήσιων χιονοπτώσεων των υπήνεμων πλαγιών της Όσσας, αλλά και ένα ποσοστό των αντίστοιχων βροχοπτώσεών τους.

Τονίζεται ακόμα πως στις συγκεκριμένες πλαγιές σημαντικότητα είναι και η συνεισφορά των θερινών μεταγωγικών κατακρημνισμάτων στο συνολικό ετήσιο ύψος τους. Και αυτό επειδή το ποσοστό τους ανέρχεται στο 26% του ετήσιου ύψους τους και επομένως είναι μεγαλύτερο εκείνου των αντίστοιχων προσηνέμων πλαγιών του βουνού κατά 9-10%. Το μεγάλο αυτό ποσοστό των θερινών κατακρημνισμάτων οφείλεται προφανώς στις πολύ ευνοϊκές συνθήκες εκδήλωσης ισχυρών μεταγωγικών καταιγίδων εξαιτίας της μεγάλης αύξησης της θερμοκρασίας του αέρα κατά τις μεσημβρινές και απογευματινές ώρες της ημέρας στις ξηρές, άγονες και βραχώδεις υπήνεμες πλαγιές του βουνού.

Τέλος προστίθεται πως όλες οι παραπάνω καιρικές συνθήκες που αναφέρθηκαν αποφορτίζουν στις δυτικές υπήνεμες πλαγιές της Όσσας το συνολικό ύψος των ετήσιων κατακρημνισμάτων που εκτιμήθηκε και συζητήθηκε στο υποκεφάλαιο 3.2 (Σχήμα 3). Το ύψος αυτό όμως είναι ανεπαρκές για να συμβάλει στην ανάπτυξη και διατήρηση υψηλής δασικής βλάστησης στις συγκεκριμένες πλαγιές και κυρίως σε εκείνες με μητρικό πέτρωμα τον αβεστούλιθο. Κατά συνέπεια, στις δυτικές υπήνεμες πλαγιές του βουνού αποτυπώνονται εντονότατα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ομβροσκιιάς (βροχοσκιιάς) και αυτά είναι η ξηρότητα της περιοχής και η έλλειψη εδάφους και βλάστησης.

Σε αντίθεση όμως με τις υπήνεμες πλαγιές, οι ΒΑ προσηνέμες όπως αναφέρθηκε, έχουν περίσσεια κατακρημνισμάτων, υδατορεύματα με ροή ακόμα και τη θερινή περίοδο και οργιώδη βλάστηση. Η μεγάλη αυτή διαφορά μεταξύ των δύο πλαγιών με αντίθετο προσανατολισμό στους βροχοφόρους ανέμους, «επιβάλλει» προφανώς το σχεδιασμό και τη μελέτη μέτρων και έργων εξοικονόμησης νερού για τις ανάγκες και των υπήνεμων πλαγιών της Όσσας.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση και συζήτηση των αποτελεσμάτων

της εργασίας προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων των προσηνέμων προς το Αιγαίο Πελάγος ΒΑ πλαγιών της Όσσας και σε υψόμετρο 30 m, ανέρχεται κατά τη χρονική περίοδο 1973-1996 (24 ετών) στα 1.096 mm και η τυπική του απόκλιση στα ± 284 mm. Το ύψος αυτό των κατακρημνισμάτων πρέπει να είναι το μεγαλύτερο που εκδηλώνεται σε Ελληνική παραλία. Βέβαια αν από τα 1.096 mm αφαιρεθεί το 17% (186 mm) που είναι τα θερινά κατακρημνίσματα, το υπόλοιπο 83% (916 mm) οφείλει το σχηματισμό του κυρίως στην επίδραση του Αιγαίου Πελάγους κατά τη χειμερινή περίοδο (κατακρημνίσματα εξαιτίας της επίδρασης της θάλασσας).
- Σε συνέχεια του υψόμετρου των 30 m, τα ετήσια κατακρημνίσματα των ΒΑ πλαγιών αυξάνονται κατά 84 mm / 100 m (βροχομετρική βαθμίδα) και στα 740 m λαμβάνουν τη μέγιστη τιμή τους η οποία ανέρχεται στα 1.693 mm. Το μέγιστο αυτό ύψος παρατηρείται 1.236 m χαμηλότερα της κορυφής του βουνού (1.976 m) και σε απόσταση 7,9 Km από το κατακόρυφο επίπεδο της κορυφογραμμής του και με κατεύθυνση από βορρά προς νότο. Η εκδήλωση του μέγιστου ύψους στο συγκεκριμένο υψόμετρο οφείλεται στην συμπύκνωση της μέγιστης ποσότητας υδρατμών της αέριας μάζας υπεράνω αυτού και συνεπώς και στην αποφόρτιση παρόμοιας ποσότητας βροχοσταγόνων στο έδαφος.
- Μετά το υψόμετρο των 740 m τα ετήσια κατακρημνίσματα ακολουθούν μειωτική πορεία κατά 37,5 mm / 100 m και στον τελευταίο βροχομετρικό σταθμό 14 που έχει υψόμετρο 1.250 m, ανέρχονται στα 1.502 mm. Η μείωση αυτή των κατακρημνισμάτων σε σχέση με το ύψος εκείνων στο υψόμετρο των 740 m, ανέρχεται στο 11,3%. Η μειωτική πορεία τους συνεχίζεται βέβαια και προς τα μεγαλύτερα υψόμετρα του βουνού, αλλά η έλλειψη άλλων μετρήσεων πεδίου στα υψόμετρα αυτά, «επιβάλλει» την εκτίμηση και όχι τον υπολογισμό τους στην κορυφή του βουνού. Το εκτιμημένο αυτό ύψος ανέρχεται στα 1.230 mm.
- Η μειωτική πορεία των ετήσιων κατακρημνισμάτων μετά την κορυφογραμμή συνεχίζεται με την ίδια πρακτικά βροχομετρική βαθμίδα (37,7 mm / 100 m) μέχρι και το υψόμετρο των 813 m (κοινότητα Σπηλιάς) των δυτικών υπήνεμων πλαγιών του βουνού. Στο υψόμετρο αυτό το ύψος τους ανέρχεται μόλις στα 791 mm. Στα χαμηλότερα όμως του παραπάνω υψόμετρου των υπήνεμων πλαγιών, τα κατακρημνίσματα μειώνονται με ταχύτερο ρυθμό και ειδικότερα κατά 52 mm / 100 m μέχρι και το υψόμετρο των 145 m (κοινότητα Συκουρίου) από το οποίο πρακτικά αρχίζει η πεδινή περιοχή του νομού Λαρίσης. Στο υψόμετρο αυτό, με βάση το βροχομετρικό σταθμό της Λάρισας, το

ετήσιο ύψος των κατακρημισμάτων ανέρχεται στα 445 mm περίπου.

- Η παραπάνω πορεία της κατανομής των μέσων ετήσιων κατακρημισμάτων των ΒΑ προσηνέμων και των Δ υπήνεμων πλαγιών της Όσσας, δεν είναι βέβαια μοναδική. Και αυτό επειδή η κατανομή τους είναι παρόμοια και παραπλήσια με εκείνη πολλών άλλων ορεινών όγκων ανά τον κόσμο και ειδικότερα με εκείνους που δέχονται τους βροχοφόρους ανέμους από τη θάλασσα και επομένως έχουν έντονα τα φυσικά χαρακτηριστικά μεταξύ της προσηνέμης πλαγιάς και της ομβροσιάς τους.

Οι καιρικές συνθήκες αποφόρτισης των παραπάνω κατακρημισμάτων στις προσηνέμες και υπήνεμες πλαγιές της Όσσας έχουν ιδιαίτερη σημασία για την ακριβέστερη πρόγνωση αυτών, αλλά και για την ορθολογικότερη διαχείριση των απορροών των ρευμάτων της. Η αποφόρτιση όμως των κατακρημισμάτων λαμβάνει χώρα όταν επικρατούν στην περιοχή συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες και ειδικότερα για τις ΒΑ προσηνέμες πλαγιές οι σπουδαιότερες από αυτές κατά τη χειμερινή περίοδο είναι:

- Η επικράτηση «καιρού» βορειοανατολικού ρεύματος, δηλαδή η επικράτηση ψυχρών και ξηρών ΒΑ αερίων μαζών από τη Ρωσία και Ουκρανία, ο εμπλουτισμός τους με θερμότητα και υγρασία από το Αιγαίο Πέλαγος και στη συνέχεια η ανύψωσή τους, η ψύξη και η αποφόρτιση κατακρημισμάτων τόσο στη θάλασσα όσο και στις ΒΑ πλαγιές της Όσσας.
- Η επικράτηση «καιρού» νοτιοανατολικού ρεύματος λόγω της προσέγγισης ενός χαμηλού βαρομετρικού από τα ΝΔ της Μεσογείου και της άφιξής του στο κεντρικό Αιγαίο. Στη συνέχεια οι καιρικές αυτές συνθήκες αποφορτίζουν τα κατακρημισμάτα τόσο στη θάλασσα όσο και στις ΒΑ πλαγιές της Όσσας με τους ίδιους μηχανισμούς που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη περίπτωση.
- Η επικράτηση «καιρού» νοτιοανατολικού ρεύματος όπως παραπάνω, αλλά και η ύπαρξη συγχρόνως ενός ψυχρού και ξηρού αντικυκλώνα από την κεντρική Ευρώπη και έως τα Βαλκάνια και την κεντρική Ελλάδα. Στην περίπτωση αυτή οι υγρές και θερμές αέριες μάζες του χαμηλού βαρομετρικού κινούμενες ΝΑ, προσκρούουν στην αέρια μάζα του αντικυκλώνα, εκτρέπονται από τα ανατολικά προς τα δυτικά, ανυψώνονται στις ΒΑ πλαγιές της Όσσας αλλά και στον αντικυκλώνα, και αποφορτίζουν ακραία ύψη βροχής στις πλαγιές του βουνού που κυμαίνονται από 400 – 750 mm περίπου. Τα επεισόδια αυτά βροχής πρέπει να είναι τα μεγαλύτερα που εκδηλώνονται σε ορεινές περιοχές της Ελλάδας.
- Εκτός των παραπάνω κυριότερων καιρικών συνθηκών, μικρότερης σπουδαιότητας για την αποφόρτιση

των χειμερινών κατακρημισμάτων των ΒΑ πλαγιών είναι και η επικράτηση «καιρού» ανατολικού ή βόρειου ρεύματος.

Οι κυριότερες καιρικές συνθήκες αποφόρτισης των χειμερινών κατακρημισμάτων στις δυτικές υπήνεμες πλαγιές της Όσσας είναι:

- Εκείνες κατά τις οποίες λαμβάνει χώρα «υπερχείλιση» των ορογραφικών κατακρημισμάτων των ΒΑ προσηνέμων πλαγιών όταν οι ψυχρές αέριες μάζες διασχίζουν την κορυφογραμμή του βουνού και κατέρχονται προς τις δυτικές υπήνεμες πλαγιές του, περιέχοντας ακόμα κάποια ποσότητα υδρατμών για την «παραγωγή» βροχοσταγόνων.
- Η επικράτηση «καιρού» νοτιοδυτικού ρεύματος συνοδευόμενου από συνθήκες αστάθειας, καθώς και «καιρού» βόρειου ή βορειοδυτικού ρεύματος. Οι τελευταίοι δύο «καιροί» είναι υπεύθυνοι για την αποφόρτιση κυρίως του χιονιού στις δυτικές υπήνεμες πλαγιές του βουνού.
- Όσον αφορά στα θερινά κατακρημισμάτα των προσηνέμων και υπήνεμων πλαγιών, αυτά αποφορτίζονται κατά την εκδήλωση ισχυρών μεταγωγικών καταιγίδων κατά τις θερμές ώρες των ημερών και αντιπροσωπεύουν το 16-17% και το 26% του συνολικού ετήσιου ύψους των κατακρημισμάτων των παραπάνω πλαγιών, αντίστοιχα.
- Τέλος προστίθεται πως η αλληλεπίδραση του Αιγαίου Πελάγους, του ορεινού όγκου της Όσσας και των ατμοσφαιρικών συνθηκών της περιοχής, συμβάλλει στην αποφόρτιση στις ΒΑ προσηνέμες πλαγιές αυτής τουλάχιστον διπλάσιου ύψους κατακρημισμάτων από εκείνο των αντίστοιχων υπήνεμων πλαγιών της. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την περυσία κατακρημισμάτων-νερού και άλλων φυσικών πόρων για τις προσηνέμες πλαγιές ενώ για τις αντίθετες υπήνεμες, την έξαρση των αρνητικών περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών τους εξαιτίας της ομβροσιάς. Κατά συνέπεια, η λήψη και υλοποίηση μέτρων και έργων, αντίστοιχα, για τη γεφύρωση του περιβαλλοντικού χάσματος μεταξύ των ΒΑ και Δ πλαγιών του βουνού, κρίνονται ως ενέργειες άμεσης προτεραιότητας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι συγγραφείς εκφράζουν τις ευχαριστίες τους τόσο στη Διεύθυνση Υδάτων της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας και στην Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.) για την παραχώρηση απαραίτητων στοιχείων βροχής της περιοχής μελέτης, όσο και στον ομότιμο καθηγητή μετεωρολογίας του Α.Π.Θ. κ. Μαχαίρα, για τη συμβολή του στην περιγραφή των καιρικών συστημάτων αποφόρτισης ακραίων επεισοδίων βροχής στις ΒΑ πλαγιές της Όσσας.

Study and investigation of orographic and leeward precipitation of NE and W slopes of Mt. Ossa (Mt. Kissavos)

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

ABSTRACT

The mean annual precipitation and its distribution on the northeastern windward (orographic) and the western leeward slopes of Mt. Ossa (Mt. Kissavos) during the period from 1973 to 1996 (24 years) were studied and investigated. Precipitation of the windward slopes was measured by six raingauges located on altitude ranging from 30 to 1,250 m and that of leeward by two raingauges at 813 m (Spilia village) and 74 m in the lowland region (Larissa Airport). The mean annual precipitation at the coastal zone (H = 30 m) reaches up to 1,096 mm mainly influenced by the Aegean Sea. This amount of precipitation should be the highest observed in Greek coasts. Above 30 m of sea level, mean annual precipitation increases proportionally to altitude by 84 mm / 100 m (precipitation gradient) and reaches its maximum value (1,693 mm) at the altitude of 740 m. This maximum amount of precipitation is observed at 1,236 m below mountain's peak (1,976 m). On altitudes higher than 740 m, mean annual precipitation decreases by 37.5 mm / 100 m and reaches up to 1,502 mm at 1,250 m elevation (last raingauge station). The mean annual precipitation at the peak of the mountain, due to lack of measurements on sites higher than 1,250 m, was estimated at 1,230 mm, using the previous negative precipitation gradient. However, mean annual precipitation also decreases in the entire altitude range of the leeward mountain slopes and reaches 791 mm in Spilia village (H = 813 m) and at the base of the slopes, in Sykourio village (H = 145 m) at about 445 mm. This overall distribution of mean annual precipitation of windward and leeward slopes of Mt. Ossa is certainly not unique, but similar to the distribution of precipitation that other mountains receive around the world, facing prevailing winds coming from the sea. The reported mean annual precipitation amounts for the two geographically opposite slopes of the mountain are discharged under certain weather conditions that are also reviewed and discussed in the context of this work. Moreover, the annual amount of precipitation on the windward slopes is twice the amount of that of the leeward slopes and this relationship is responsible for the dryness and lack of soil and vegetation on the leeward slopes. Consequently, this opposition 'imposes' the planning and implementation of measures and works to save water resources for the needs of the leeward slopes of the mountain.

Keywords: orographic and leeward precipitation, Mt. Ossa, raingauges, precipitation distribution, spillover precipitation, weather systems.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aldridge R., 1976. The measurement of rainfall at ground level. *J. Hydrol. (N.Z.)*, 15: 35-40.
- Alpert P., 1986. Mesoscale indexing of the distribution of orographic precipitation over high mountains. *J. Climate and Appl. Meteorol.*, 25: 532-545.
- Barry R.G., 2001. Mountain weather and climate. Second edition, Routledge, London, England, pp. 402.
- Bergeron T., 1960. Problems and methods of rainfall investigation. In "Physics of Precipitation", published by Amer. Geophys. Union, pp. 5-30.
- Bergeron T., 1965. On the low-level redistribution of atmospheric water caused by orography. In "Proceedings of the International Conference on Cloud Physics and Supplement", Tokyo, pp. 96-100.
- Browning K.A., Hill F.F. and Pardoe C.W., 1974. Structure and mechanism of precipitation and the effect of orography in a winter time warm sector. *Quart. J.R. Met. Soc.* 100: 309-330.
- Burns J.I., 1953. Small-scale topographic effects on precipitation distribution in San Dimas experiment forest. *Trans. Am. Geophys. Union*, 34(5): 761-768.
- Carruthers D.J. and Choulaton T.W., 1983. A model of the seeder-feeder mechanism of orographic rain including stratification and wind drift effects. *Quart. J.R. Met. Soc.*, 109: 575-588.
- Chater A.M. and Sturman A.P., 1998. Atmospheric conditions influencing the spillover of rainfall to lee of the Southern Alps, New Zealand. *Inter. J. of Climatol.*, 18: 77-92.
- Choulaton T.W. and Perry S.J., 1986. A model of the

¹Forester – Hydrologist, former senior researcher of the National Agricultural Research Foundation, Athens. Current Address: 138, Emm. Mpenaki Street, 11473, Athens. Tel: 210 3300578, e-mail: balgeorg@otenet.gr

²Hellenic Agricultural Organization – "Demeter". Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology. Tel: 210 7782125, e-mail: mpat@fria.gr

- orographic enhancement of snowfall by the seed-er-feeder mechanism. *Quart. J.R. Met. Soc.*, 112: 335-345.
- Colton D.E., 1976. Numerical simulation of the orographically induced precipitation distribution for use in hydrologic analysis. *J. of App. Meteor.*, 15(12): 1241-1251.
- Dawdy D.R. and Langbein W.B., 1960. Mapping mean areal precipitation. *Bull. Int. Assoc. Sci. Hydrol.*, 5(19): 16-23.
- De Bruin H.A.R., 1986. Results of the international comparison of national raingauges with a reference pit gauge. Part I: Basic Stations. *ETH/IAHS/WMO Workshop on the correction of precipitation measurements*. Zurich 1985, pp. 97-99.
- Donley D.E. and Mitchell R.L., 1939. The relation of rainfall to elevation in the southern Appalachian Region. *Trans. Am. Geophys. Union*, 20:711-721.
- Georgiou S., Gaussiat N. and Lewis H., 2010. Dynamic modeling of the orographic enhancement of precipitation in the UK. In the Sixth European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology, pp. 6.
- Goodison B.E. and Louie P.T., 1986. Canadian methods for precipitation measurements and correction. *ETH/IAHS/WMO Workshop on the correction of precipitation measurements*. Zurich 1985, pp. 141-145.
- Green M.J., 1970. Effect of exposure on the catch of raingauges. *J.Hydrol. (N.2.)*, 9(2): 55-71.
- Hamilton E.L., 1944. Rainfall measurement as influenced by storm-characteristics in Southern California mountains. *Trans. Am. Geophys. Union*, Part III: 502-517.
- Hamilton E.L., 1954. Rainfall sampling on rugged terrain. *USDA, Techn. Bull.* 1096, pp. 40.
- Hayes G.L. and Kittredge J., 1949. Comparative rain measurements and raingauges performances on a steep slope. *Am. Geophys. Union Trans.*, 30(2): 295-301.
- Henderson R.D., 1993. Extreme storm rainfalls in the Southern Alps, New Zealand. In "Proc. of the Yokohama Symp.", July 1993, IAHS Publ. no. 213, pp. 113-120.
- Hill F.F., Browning K.A. and Bader M.J., 1981. Radar and raingauge observations of orographic rain over south Wales. *Quart. J. R. Met. Soc.*, 107: 643 – 670.
- Κωτούλας Δ., 1980. Το πλημμυρικό πρόβλημα της Ελλάδας υπό το πρίσμα των πλημμυρικών καταστροφών της Κ. Μακεδονίας στις 18-19 Νοεμβρίου 1979. Α.Π.Θ., Γεωπονική και Δασολογική Σχολή, Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων, σελ. 90.
- Λιακόπουλος Α., 1985. Μαθήματα Υδρολογίας Επιφανειακών Νερών, Τεύχος 1, Α.Π.Θ., σελ. 484.
- Lima J.L.M.P. de, 1990. The effect of oblique rain on inclined surfaces: A monograph for the raingauge correction factor. *J.Hydrol.*, 115: 407-412.
- Liniger H.P., Weingartner R. and Grosjean M., 1998. Mountains of the world: Water towers for the 21st century – A contribution to global freshwater management. *Mountain Agenda*, Department of Geography, University of Berne, Switzerland, pp. 32.
- Loukas At. and Quick M.C., 1994. Precipitation distribution in coast British Columbia. *Water Resour. Bulletin*, 30(4): 705-727.
- Loukas At. and Quick M.C., 1996. Spatial and temporal distribution of storm precipitation in southwestern British Columbia. *J. Hydrol.*, 174: 37-56.
- Maheras P., Patrikas I., Karakostas Th. and Anagnostopoulou Chr., 2000. Automatic classification of circulation types in Greece: methodology, description, frequency, variability and trend analysis. *Theor. Appl. Climatol.*, 67: 205-223.
- Messerli B., Viviroli D. and Weingartner R., 2004. Mountains of the world: Vulnerable water towers for the 21st century. *Royal Colloquium on Mountain Areas: A global resource*, AMBIO, Special Report, 13: 29-34.
- Minder J.R., Durran D.R., Roe G.H. and Anders A.M., 2008. The climatology of small-scale orographic precipitation over the Olympic Mountains: Patterns and processes. *Quart.J.R. Met. Soc.*, 134: 817–839.
- Morris C.J.G, Nunez M. and Montes S., 1995. A field study of orographic precipitation anomalies during high velocity winds using an aerofoil raingauge. *Theor. Appl. Climatol.*, 51: 139-151.
- Μπαλαφούτης Χ. και Μαχαίρας Π., 1985. Μαθήματα γενικής κλιματολογίας – με στοιχεία βιοκλιματολογίας. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ. 276.
- Μπαλούτσος Γ. και Γιακουμάκης Σ., 1996. Το συστηματικό σφάλμα στη μέτρηση των κατακρημνισμάτων με αναφορά στους βροχομετρικούς σταθμούς της λεκάνης του Πηνειού ποταμού. Πεπραγμένα Συνεδρίου του ΓΕΩΤΕΕ με τίτλο: Εγγειοβελτιωτικά Έργα, Διαχείριση Υδατικών Πόρων και Εκμηχάνιση Γεωργίας. Τόμος Β', σελ. 1195-1214.
- Μπαλούτσος Γ., Μπουρέτσικας Αθ. και Καούκης Κ., 2004. Υδατοσυγκράτηση, διαπερώσα βροχή και κορμοαπορροή με συνθήκες ομιχλοβροχής σε συστάδα οξιάς της Ανατ. Όσσας. Δασική Έρευνα, Τομ. 17: 55-72.

- Παπούλιας Ι., 1974. Συμβολή εις την εκτίμησην και αξιολόγησιν των υδατικών πόρων της Ορεινής Ελλάδος. Ελληνική Γεωλογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη, Τόμος ΙΕ, Τεύχος Β', σελ. 103-126.
- Peck E.L. and Brown M.J., 1962. An approach to the development of isohyetal maps for mountainous areas. *J. Geol. Research*, 67(2): 681-694.
- Robichaud A.J. and Austin G.L., 1988. On the modelling of warm orographic rain by the seeder – feeder mechanism. *Quart. J. R. Met. Soc.*, 114: 967-988.
- Rodda J.C., 1967a. The systematic error in rainfall measurement. *Inst. Water Engin.* 21: 173-177.
- Rodda J.C., 1967b. The rainfall measurement problem. *IAHS*, publ. 78, pp. 215-231.
- Roe G.H., 2005. Orographic precipitation. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 33:645-671.
- Sarker R.P., 1966. A dynamical model of orographic rainfall. *Monthly Weather Review*, 96(9): 555-572.
- Schermerhorn V.P., 1967. Relations between topography and annual precipitation in Western Oregon and Washington. *Water Resour. Research*, 3(3): 707-711.
- Scholl M.A., Giambelluca T.W., Gingerich S.B., Nullet M.A. and Loope L.L., 2007. Cloud water in windward and leeward mountain forests. The stable isotope signature of orographic cloud. *Water Res. Research*, 43:1-13.
- Sevruk B., 1975. Inaccuracy of precipitation measurements – A serious problem of water resources instrumentation. In “Proc. of second World Congress”. *Int. Water Resour. Assoc.*, New Delhi, III: 429-440.
- Sevruk B., 1982. Methods of correction for systematic error in point precipitation measurement for operational use. *WMO, Operational Hydrol. Report* 21, WMO – No 589, pp. 91.
- Sevruk B., 1986. Correction of precipitation measurements. Summary report. *ETH/IAHS/WMO Workshop on the correction of precipitation measurements*. Zurich 1985, pp. 13-23.
- Sharon D., 1970. Areal patterns of rainfall in a small watershed as affected by wind and meteorological conditions. *Internat. Assoc. Scient. Hydrology*, Publ. 96, pp.3-11.
- Shaw E.M., 1983. *Hydrology in Practice*. Van Nostrand Reinhold (U.K.) Co. Ltd., England, pp. 569.
- Sinclair M.R., Wratt D.S., Henderson R.D. and Gray W.R., 1997. Factors affecting the distribution and spillover of precipitation in the Southern Alps of New Zealand. A case study. *J. Appl. Meteorol.*, 36:428-442.
- Smith R.B., 1989. Mechanisms of orographic precipitation. *Meteorol. Magaz.*, 118:85-88.
- Smith R.B., 2006. Progress on the theory of orographic precipitation. *Geological Society of America, Special Paper* 398, pp. 16.
- Spren W.C., 1947. Determination of the effect of topography upon precipitation. *Trans. Am. Geophys. Union*, 28(2): 285-290.
- Στάθης Δ., 1998. Τα μετεωρολογικά χαρακτηριστικά της Πίνδου από υδρολογική άποψη. *Διδακτορική Διατριβή*, Α.Π.Θ., Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος, σελ. 227.
- Stathis D., Ivanova D., Balafoutis Cr. and Makrogiannis T., 2005. Orographic effect on heavy rainfall in Chalkidiki peninsula (Greece) induced by a Mediterranean cold front: A case study on 7th to 8th October 2000. *Croatian Meteorological J.*, Vol. 40: 490-493.
- Storey H.C. and Hamilton E.L., 1943. A comparative study of raingauges. *Trans. Am. Geophys. Union*, Part I: 133-142.
- Viviroli D., Weingartner R. and Messerli B., 2003. Assessing the hydrological significance of the world's mountains. *Mountain Research and Development*, 23(1): 32 – 40.
- Viviroli D. and Weingartner R., 2004. The hydrological significance of mountains: from regional to global scale. *Hydrology and Earth System Sciences*, 8(6): 1016-1029.
- Wratt D.S., Ridley R.N., Sinclair M.R. Larsen H., Thompson S.M. et al., 1996. The New Zealand Southern Alps experiment. *Bull. Am. Meteor. Soc.*, 77(4): 683-692.
- Wratt D.S., Revell M.J., Sinclair M.R., Gray W.R., Henderson R.D. and Chater A.M., 2000. Relationships between air mass properties and mesoscale rainfall in New Zealand's Southern Alps. *Atmospheric Research*, 52: 261-282.
- Ζακκόπουλος Δ., 2009. *Καιρός – Ο γιός της Γης και του Ήλιου*, Τόμος ΙΙ, η «πρόγνωση». Αθήνα, σελ. 293.

Η παρουσία των ανεπιθύμητων ουσιών στις ζωοτροφές και τρόποι αντιμετώπισής τους στην Κοινοτική Επικράτεια

Π.Η. Ζοιόπουλος¹, Π. Νατσκούλης²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μετά από μια σύντομη εισαγωγή στο θέμα των ανεπιθύμητων ουσιών των ζωοτροφών, εκτίθενται ορισμένες κανονιστικές διατάξεις που αφορούν στην εξέλιξη της νομοθεσίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) στον τομέα της διατροφής των αγροτικών ζώων και των ζωοτροφών, συμπεριλαμβανομένης και της «αρχής της αραίωσης». Κατόπιν το κείμενο εστιάζει πάνω σε δυο εξέχοντα θέματα της Κοινοτικής Οδηγίας για τις ανεπιθύμητες ουσίες στις ζωοτροφές, και συγκεκριμένα τις μυκοτοξίνες και τις διοξίνες. Όσον αφορά στις πρώτες, εξηγείται η σημασία τους σε σχέση με τους κινδύνους για τα τρόφιμα και τις ζωοτροφές, και δίνονται ορισμένες διατάξεις της νομοθεσίας, σχετικά με τις χημικές αναλύσεις προσδιορισμού τους, καθώς και μέθοδοι πρόληψης μυκοτοξινών στη ζωική παραγωγή. Σχετικά με τις διοξίνες, παρατίθεται το ιστορικό υπόβαθρο για ορισμένα συμβάντα ρύπανσης των ζωοτροφών, φθάνοντας στο επεισόδιο των διοξινών στο Βέλγιο. Γίνεται επίσης αναφορά στα διαθέσιμα νομοθετικά εργαλεία της ΕΕ για την αντιμετώπιση του προβλήματος των διοξινών, αλλά και τις δυσκολίες που απαντώνται στην πράξη, ιδιαίτερα με ζωοτροφές που προέρχονται από υδροβία ζώα, σε περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την αναγκαία πολιτική βούληση για τη λήψη μέτρων πρόληψης σχετικά με την εξάλειψη αυτής της ρύπανσης.

Λέξεις κλειδιά: Ανεπιθύμητες ουσίες, ζωοτροφές, διατροφή ζώων, Κοινοτική νομοθεσία, μυκοτοξίνες, διοξίνες.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κύριος σκοπός της γεωργίας είναι να παράγει τρόφιμα για ανθρώπινη κατανάλωση, είτε κατ' ευθείαν από τα φυτά, ή μέσω του ζωικού οργανισμού. Η ΕΕ έχει εστιάσει την προσοχή της τόσο στην προστασία του καταναλωτή, όσο και σε εκείνη του ζώου, αλλά και του περιβάλλοντος, με την εισαγωγή της διαφάνειας στον τομέα της παραγωγής τροφίμων μέσω του Γενικού Νόμου για τα Τρόφιμα (General Food Law) (ΕΕ, 2002α). Στις σύγχρονες γεωργικές πρακτικές, είναι ευρέως διαδεδομένη η αντίληψη του να μεγιστοποιεί κάποιος τα κέρδη με το να ελαχιστοποιεί τα κόστη μέσω της ανακύκλωσης αποβλήτων, και εμφανίζεται να είναι σχεδόν αναπόφευκτη η ρύπανση των αγροτικών προϊόντων με ανεπιθύμητες ουσίες. Το θέμα του κινδύνου της ρύπανσης των τροφίμων με τοξικές ουσίες των ζωοτροφών, έχει ανασκοπηθεί πρόσφατα από τους Kap και Meijer (2007), ενώ αυτό της μεταφοράς χημικών ουσιών από τις ζωοτροφές στα ζωοκομικά προϊόντα, από τους Leeman κ.α. (2007). Ανεπιθύμητες ουσίες όπως οι διοξίνες, μυκοτοξίνες, βαρέα μέταλλα, φυτοφάρμακα, κτηνιατρικά φάρμακα, είναι σχεδόν αναπόφευκτες στο περιβάλλον. Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να υπογραμμίσουμε ότι στην Κοινοτική νομοθεσία δεν απαντάται ο όρος τοξική ουσία (toxic substance) αλλά ανεπιθύμητη ουσία (undesirable

substance), αφού μία ουσία μπορεί να είναι ανεπιθύμητη, π.χ. να επηρεάζει δυσμενώς τις οργανοληπτικές ιδιότητες του προϊόντος, όπως το χρώμα, αλλά να μη προκαλεί βλάβη στην υγεία του ζώου.

Τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί αυξανόμενη προσοχή στους κινδύνους για τον καταναλωτή που προέρχονται από την παρουσία τοξικών ουσιών στις ζωοτροφές. Αυτό προξενήθηκε σε ποικίλα κτηνοτροφικά προϊόντα που είχαν ρυπανθεί με περιβαλλοντικούς ρύπους. Τα πιο γνωστά παραδείγματα περιλαμβάνουν ρύπανση των ζωικών προϊόντων με διοξίνες σαν αποτέλεσμα βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Επιπλέον, ζωοτροφές έχουν βρεθεί κατά καιρούς, νοθευμένες με ορμόνες, αντιβιοτικά, διοξίνες και άλλες χημικές ουσίες, είτε σκόπιμα ή από κακή γεωργική ή βιομηχανική πρακτική. Η χρήση των φυτοφαρμάκων είναι ένα παράδειγμα «ελεγχόμενης ρύπανσης» των καλλιεργειών η οποία όμως μπορεί να φτάσει μέχρι τον καταναλωτή. Επίσης, ρύπανση της ζωοτροφής μπορεί να συμβεί με ένα, λίγο-πολύ, βιολογικό τρόπο, στην περίπτωση των μυκοτοξινών λόγω π.χ. ακατάλληλης αποθήκευσης των πρώτων υλών των ζωοτροφών.

Υπάρχουν αρκετές προτάσεις για την κατηγοριοποίηση και ταξινόμηση των ρυπαντών ή ανεπιθύμητων ουσιών κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας (SCAN, 2003),

¹ Καθηγητής, Εργαστήριο Ζωικής Παραγωγής, Σχολή Διαχείρισης Φυσικών Πόρων και Επιχειρήσεων, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 30100 Αγρίνιο, e-mail: pzoiorul@cc.uoi.gr

² Επιστημονικός Συνεργάτης, Ινστιτούτο Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, 14123 Λακκόβρουση Αττικής

διακρίνοντας μεταξύ ιόντων και στοιχείων, μυκοτοξινών και προϊόντων μικροοργανισμών, οργανικούς ρυπαντές και βοτανικές προσιμίξεις. Ο D'Mello (2003) διαφοροποιείται σε σχέση με τις κύριες ομάδες ρυπαντών ως εξής: βιοτοξίνες (φυτικής προέλευσης, βακτηριακά παθογόνα και τοξίνες, μυκοτοξίνες κ.λπ.) και ανθρωπογενείς ρυπαντές (φυτοφάρμακα, διοξίνες, κτηνιατρικά φάρμακα κ.λπ.). Τέλος, οι Flachowsky και Danicke (2005) κατατάσσουν τους ρυπαντές που απαντώνται στη διατροφή των αγροτικών ζώων σε 8 ομάδες ως εξής:

1. Βαρέα μέταλλα ή άλλοι ανόργανοι ρυπαντές,
2. Φυσικά απαντώμενες τοξικές ουσίες των φυτών,
3. Προϊόντα μικροοργανισμών όπως μυκοτοξίνες,
4. Ανθρώπινοι ρυπαντές,
5. Βιομηχανικοί ρυπαντές, εκπομπής καυσαερίων, ασιακών απόβλητων,
6. Υπολείμματα λιπασμάτων,
7. Βοηθητικές ουσίες για την παραγωγή των φυτών, και
8. Κτηνιατρικά φάρμακα.

Η παρούσα εργασία ασχολείται με το εκτεταμένο δίκτυο της Κοινοτικής νομοθεσίας για την κάλυψη του θέματος της παρουσίας ανεπιθύμητων ουσιών στις ζωοτροφές. Μετά την αναφορά στις εξελίξεις της νομοθεσίας, το κείμενο εστιάζει σε δυο εξέχοντες ρυπαντές των ζωοτροφών, και συγκεκριμένα τις μυκοτοξίνες και τις διοξίνες. Θα πρέπει όμως να τονιστεί ότι η αναφορά σε διατάξεις της Κοινοτικής νομοθεσίας, στο παρόν άρθρο, σε καμιά περίπτωση δεν υποκαθιστά την ίδια τη νομοθεσία, όπως αυτή διατυπώνεται στην Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ (Official Journal of the European Union).

2. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΤΙΣ ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ

Τα προβλήματα στο χώρο της διατροφής των ζώων έχουν παγκόσμιο χαρακτήρα.

2.1. Η πολιτική διάσταση των ανεπιθύμητων ουσιών στις ζωοτροφές

Στο παγκόσμιο εμπόριο των ζωοτροφών εμπλέκονται ογκώδεις ποσότητες και τεράστια χρηματικά ποσά, άρα και οικονομικά συμφέροντα. Μεταξύ των πιο σπουδαίων γεωργικών εμπορευμάτων που διακινούνται στις διεθνείς αγορές είναι ζωοτροφές όπως ο αραβόσιτος, ο πρώτος δημητριακός καρπός, και η σόγια, ο πρώτος ελαιούχος καρπός παγκοσμίως. Αυτά χρησιμοποιούνται κατ' αποκλειστικότητα ως πρώτες ύλες στη διατροφή των ζώων. Εν τούτοις, μετά τη συμφωνία GATT (General Agreement on Trade & Tariffs – Γενική Συμφωνία για το Εμπόριο και τους Δασμούς), και τη μετεξέλιξη της σε WTO (World Trade Organisation – Παγκόσμιο Οργανισμό Εμπορίου), οι οποίες επέφεραν βαθιές αλλαγές στον τομέα των δασμών στο διεθνές εμπόριο, λέγεται ότι, ένας τρόπος να βάλει κάποιος περιορισμούς στην εισαγωγή φθηνών προϊόντων

σε μια χώρα, ανταγωνιστικών στα δικά της, είναι η ποιότητα των ίδιων των προϊόντων. Η ποιότητα, όμως, είναι μια έννοια συνυφασμένη με την παρουσία ανεπιθύμητων ουσιών. Το όλο θέμα τείνει να καταστεί πιο δύσκολο, εάν όχι ιδιαίτερα λεπτό στην επίλυσή του, όταν σκεφτεί κανείς ότι μπορεί να είναι παρούσες τοξικές ουσίες όπως τα βαρέα μέταλλα που μετρώνται σε ppm δηλαδή $\text{Kg } 10^{-6}$ και οι διοξίνες που μετρώνται σε ppt ή $\text{Kg } 10^{-12}$.

2.2. Εξέλιξη της Κοινοτικής νομοθεσίας

Η νομοθεσία της ΕΕ για τις ανεπιθύμητες ουσίες των ζωοτροφών αποτελεί μια ιδιαίτερα κρίσιμη περιοχή. Το πρώτο νομοθέτημα που υιοθετήθηκε στον τομέα αυτόν ήταν η Οδηγία 74/63 (ΕΟΚ, 1974). Η Οδηγία αυτή στόχευε στον ορισμό MPLs (Maximum Permitted Levels – Μέγιστων Επιτρεπόμενων Επιπέδων) σε ppm (mg/Kg) στους ποικίλους τύπους και κατηγορίες ζωοτροφών για τα διάφορα είδη αγροτικών ζώων, με σκοπό τη διασφάλιση της υγείας των ζώων και των ανθρώπων που καταναλώνουν τα προϊόντα τους. Το Παράρτημα αυτής της Οδηγίας περιείχε 3 τμήματα:

1. Ουσίες (ιόντα ή στοιχεία) όπως As, Pb, F, Hg, νιτρικά κ.λπ.,
2. προϊόντα μικροοργανισμών, ιδιαίτερα αφλατοξίνη Β1 από το μύκητα *Aspergillus flavus*, καθώς και άλλες φυσικά απαντώμενες ανεπιθύμητες ουσίες, όπως υδροκυανικό οξύ, ελεύθερη γκουσσυπόλη, θεοβρωμίνη, σιναπέλαιο κ.λπ., και
3. βοτανικές προσιμίξεις όπως σπόρους ζιζανίων (*Lolium*, *Datura* κ.λπ.)

Με την πάροδο των ετών, προστέθηκε ένα ακόμη Παράρτημα στην Οδηγία 74/63. Αυτό το παράρτημα αφορούσε στον ορισμό MPLs για ανεπιθύμητες ουσίες, ιδιαίτερα αφλατοξίνη Β1 σε πρώτες ύλες, κυρίως ελαιοπυλακούντες και ελαιάλευρα. Μετά από ορισμένες τροποποιήσεις που προηγήθηκαν, με την αναδιατύπωση των διαφόρων νομοθετημάτων που έγινε αναγκαστικά στα πλαίσια του Γενικού Νόμου Τροφίμων, δηλαδή του Κανονισμού 178/2002, υιοθετήθηκε η Οδηγία 2002/32 (ΕΕ, 2002β) για τις ανεπιθύμητες ουσίες των ζωοτροφών. Για να δώσουμε ένα παράδειγμα ανεπιθύμητης ουσίας στο Παράρτημα Ι αυτής της Οδηγίας, επιλέγεται η περίπτωση ενός βαρέος μετάλλου, του καδμίου (Cd), του οποίου η περιεκτικότητα δεν πρέπει να ξεπερνά στις πρώτες ύλες ζωοτροφών φυτικής προέλευσης το 1, σε εκείνες ζωικής προέλευσης τα 2, σε φωσφορικά άλατα τα 10 και σε προμείγματα τα 15 ppm.

Επιπλέον, για μια ομοιόμορφη προσέγγιση σε περιπτώσεις αυξημένων επιπέδων ανεπιθύμητων ουσιών καθιερώθηκαν τιμές «κατωφλίου δράσης» (action thresholds) για να πυροδοτήσουν έρευνες με σκοπό την ταυτοποίηση των πηγών των ανεπιθύμητων ουσιών στα Κράτη-Μέλη. Περαιτέρω, η Οδηγία 1999/29 (ΕΕ, 1999) περιείχε μια ρήτρα διασφάλισης (safeguard clause),

δηλαδή, όταν ένα Κράτος-Μέλος έχει λόγους ότι ένα MPL καθορισθέν στο Παράρτημα Ι, ή όταν μια ανεπιθύμητη ουσία που δεν περιέχεται σε αυτό, παρουσιάζει κίνδυνο για την υγεία του ζώου ή του ανθρώπου ή για το περιβάλλον, τότε το Κράτος-Μέλος μπορεί προσωρινά να μειώσει ή να καθιερώσει νέο MPL, ειδοποιώντας παράλληλα την Επιτροπή.

Επίσης, μια νέα εξέλιξη στη νομοθεσία για τις ανεπιθύμητες ουσίες των ζωοτροφών, αποτελεί η υιοθέτηση Κοινοτικών κανόνων που καλύπτουν το θέμα της αναπόφευκτης μεταφοράς (carry-over) εγκεκριμένων κοκκιδιοστατικών και ισομοναδοστατικών σε ζωοτροφές για τις οποίες δεν στόχευαν, με επακόλουθη παρουσία τους στα παραγόμενα τρόφιμα. Αυτό επιτεύχθηκε με την έκδοση της Οδηγίας 2009/8 (ΕΕ, 2009γ). Στη συνέχεια, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, για να καλύψει και το θέμα της παρουσίας υπολειμμάτων αυτών των ουσιών στα παραγόμενα τρόφιμα ζωικής προέλευσης, και με τον τρόπο αυτό να προστατεύσει τη δημόσια υγεία, υιοθέτησε τον Κανονισμό 124/2009 (ΕΕ, 2009δ), θέτοντας MPLs για την παρουσία αυτών των ουσιών στα τρόφιμα. Τέλος, η Οδηγία 2002/32 περιέχει μια διάταξη η οποία δίνει λύση στην, επί μακρόν εκκρεμούσα, συζήτηση πάνω στην «αρχή της αραίωσης» σχετικά με τις ρυπασμένες ζωοτροφές.

2.3. Η «αρχή της αραίωσης»

Με την Οδηγία 77/101 (ΕΟΚ, 1977) υιοθετήθηκε ένας κατάλογος για «απλές ζωοτροφές» (straight feeds), ενώ με την Οδηγία 92/87 (ΕΟΚ, 1987), δημοσιεύτηκε ένας άλλος κατάλογος, αυτός για τις «πρώτες ύλες ή συστατικά» (raw materials ή ingredients) των «σύνθετων» ζωοτροφών ή μιγμάτων (compound feeds). Εδώ εμφανίζεται να υπάρχει ένα παράδοξο, δηλαδή η ύπαρξη δυο καταλόγων για την ίδια ζωοτροφή. Η διάκριση αυτή είναι «τεχνητή», κάποιος θα μπορούσε να πει «πολιτική». Για να απλοποιήσουμε τα πράγματα, «απλή» ήταν η ζωοτροφή που προοριζόταν απ' ευθείας για τον εκτροφέα, ενώ «πρώτη ύλη» ήταν η ίδια ζωοτροφή που προοριζόταν για τη βιομηχανία ζωοτροφών. Αυτή η διάκριση έγινε με σκοπό να ξεπεραστούν προβλήματα για τη χρήση ζωοτροφών που περιέχουν μια ανεπιθύμητη ουσία που υπερβαίνει το MPL που είχε οριστεί στην Οδηγία 74/63 για τη συγκεκριμένη ζωοτροφή και ανεπιθύμητη ουσία. Ο λόγος είναι ότι μια αναγνωρισμένη βιομηχανία ζωοτροφών διαθέτει το κατάλληλο επιστημονικό προσωπικό και εξοπλισμό για να ανιχνεύσει την παρουσία, να ταυτοποιήσει και να μετρήσει το περιεχόμενο μιας ανεπιθύμητης ουσίας που υπερβαίνει το MPL που έχει τεθεί για τη ζωοτροφή αυτή στο Παράρτημα Ι, αλλά βρίσκεται εντός του ανώτατου ορίου που έχει οριστεί στο Παράρτημα ΙΙ για την αντίστοιχη πρώτη ύλη. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στη βιομηχανία ζωοτροφών να προβεί σε αραίωση της ζωοτροφής με άλλες, απαλλαγμένες από αυτήν την ανεπιθύμητη ουσία, ώστε το τελικό μίγμα που

χορηγείται στο ζώο να ευρίσκεται εντός του ανώτατου ορίου που έχει τεθεί για τις πλήρεις ή τις συμπληρωματικές ζωοτροφές για ένα συγκεκριμένο είδος ή φυσιολογική κατάσταση του ζώου.

Τελικά, η δυνατότητα «αραίωσης» των υπερβολικά ρυπανθεισών ζωοτροφών, καταργήθηκε με την ενοποιημένη Οδηγία 2002/32, κάτι που είχε μεγάλη επίπτωση στο διεθνές εμπόριο ζωοτροφών. Η σχετική διάταξη στο άρθρο 5 της Οδηγίας αυτής αναφέρει: «Τα Κράτη-Μέλη επιβάλλουν ότι τα προϊόντα που προορίζονται για ζωοτροφές και περιέχουν επίπεδα μιας ανεπιθύμητης ουσίας που υπερβαίνει το MPL που έχει οριστεί στο Παράρτημα Ι για τις ζωοτροφές αυτές, δεν μπορούν να αναμιχθούν με σκοπό την αραίωση τους, με το ίδιο ή άλλα προϊόντα που προορίζονται για τη διατροφή των ζώων». Εν τούτοις, στο άρθρο 8 της ίδιας Οδηγίας, ανοίγεται ένα «παράθυρο», που αφορά στη δυνατότητα ορισμού κριτηρίων για διαδικασίες αποτοξίνωσης ρυπανθεισών ζωοτροφών, και, σε κάθε περίπτωση, τα Κράτη-Μέλη πρέπει να εξασφαλίσουν ότι λαμβάνονται μέτρα για να εγγυηθούν την ορθή εφαρμογή της αποδοτικής διαδικασίας για ρυπανθέντα προϊόντα που προορίζονται για τη διατροφή των ζώων. Μιας σημαντικής εργασίας για την αποτοξίνωση των ζωοτροφών έχει επιμεληθεί ο Flachowsky (2006).

2.4. Μέθοδοι ανάλυσης ανεπιθύμητων ουσιών

Νωρίς από το 1971 η τότε ΕΟΚ υιοθέτησε αναλυτικές μεθόδους για τον επίσημο έλεγχο των ανεπιθύμητων ουσιών στις ζωοτροφές. Επίσης, το 1976, η ΕΟΚ με την Οδηγία 76/371 εξέδωσε μεθόδους για τη δειγματοληψία των ζωοτροφών στα πλαίσια του ελέγχου (ΕΟΚ, 1976α). Η πρώτη ομάδα ανεπιθύμητων ουσιών που καλύφθηκε από μεθόδους επίσημου ελέγχου περιελάμβανε το υδροκυανικό οξύ, το σιναπέλιω, θεοβρωμίνη, αλκαλοειδή λούπινου και παρεμποδιστή τρυψίνης (ΕΟΚ 1971). Κατόπιν, η ΕΟΚ εξέδωσε επίσημες μεθόδους για τον προσδιορισμό της γκοσσυπόλης σε υποπροϊόντα ελαιουργίας του βαμβακόσπορου (ΕΟΚ, 1972). Στη συνέχεια εξέδωσε επίσημη μέθοδο για τον προσδιορισμό της αφλατοξίνης Β1 σε ζωοτροφές, η οποία βασιζόταν σε TLC (Thin Layer Chromatography – Χρωματογραφία Λεπτής Στοιβάδας) (ΕΟΚ, 1976β). Πολύ αργότερα, όταν το MPL για αφλατοξίνη Β1 σε συμπληρωματικές ζωοτροφές για γαλακτοπαραγωγές αγελάδες τέθηκε στα 5 ppb, δηλαδή κάτω από το κατώτερο όριο ανίχνευσης με τη μέθοδο TLC (ήταν 10 ppb), εισήχθη μέθοδος που βασίζεται σε HPLC.

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να σημειώσουμε ότι το θέμα των κλασικών, ταχειών, αλλά και αναδυόμενων τεχνικών για την ανάλυση των μυκοτοξινών έχει πρόσφατα ανασκοπηθεί από τους Krška και Welzig (2006). Επίσης ο Binder (2007) ανασκοπώντας αυτό το αντικείμενο, αναφέρει ότι οι απαιτήσεις για ταχεία αποτελέσματα,

δημιούργησαν τα γρήγορα συστήματα δοκιμών τα οποία συχνά αποδεικνύονται ικανοποιητικά, ενώ σε ορισμένες καταστάσεις μπορεί να είναι αναγκαίο να συνδυαστούν με επικυρωμένες χρωματογραφικές τεχνικές. Στο πνεύμα αυτό υπάρχει μια ποικιλία ανοσολογικών μεθόδων όπως η ELISA ή ράδιο-ανοσοδοκιμές (RIA). Συγκεκριμένα τα κυτία της δοκιμής ELISA θεωρούνται ότι έχουν μεγάλη απόδοση δειγμάτων ζωοτροφών, με μικρή ποσότητα δείγματος και βραχύ χρόνο ανάλυσης (μικρότερο της 1 h, ή ακόμη μικρότερο στα 15 min). Εντούτοις, τα αποτελέσματα της ELISA για ορισμένα υποστρώματα θα πρέπει να λαμβάνονται ως αξιόπιστα μόνον εάν τα κυτία έχουν επικυρωθεί για τα αντίστοιχα γεωργικά εμπορεύματα π.χ. φορτία ζωοτροφών σε πλοία, όπου εμπλέκονται ογκώδεις ποσότητες και όπου το ζήτημα της δειγματοληψίας ακόμη εκκρεμεί. Τέλος, δημοσιεύτηκε η Οδηγία 2002/70 για τον προσδιορισμό των διοξινών και των παρόμοιων με τις διοξίνες (dioxin-like) PCBs στις ζωοτροφές (EE, 2002γ). Θα πρέπει, επίσης, να τονιστεί ότι, μετά την επαναδιατύπωση των Κοινοτικών Οδηγιών ως επακόλουθο του θεμελιώδους Κανονισμού 178/2002 για τα τρόφιμα και τις ζωοτροφές, εξεδόθη ο ενοποιημένος και επικαιροποιημένος Κανονισμός 152/2009 στο πεδίο των επίσημων αναλυτικών μεθόδων για τις ζωοτροφές (EE, 2009α).

2.5. Πρόσφατες εξελίξεις σε Κοινοτικό επίπεδο

Με τον Κανονισμό 178/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου θεσμοθετείται η EFSA (European Food Safety Authority – Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας Τροφίμων). Η ομάδα της EFSA CONTAM, δηλαδή η EFSA Panel πάνω στους Contaminants in the Food Chain (Ρυπαντές στην Τροφική Αλυσίδα) έχει ολοκληρώσει την τελική της Γνώμη (Opinion) σε μια σειρά από 30 εκτιμήσεις κινδύνου (risk assessments) που είχαν αναληφθεί τα τελευταία 5 χρόνια στον τομέα των ανεπιθύμητων ουσιών των ζωοτροφών (EFSA, 2011α). Αυτές οι Γνώμες δόθηκαν μετά από αίτημα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής προς την EFSA για να μελετήσει τους πιθανούς κινδύνους που σχετίζονται με την υγεία του ζώου και του ανθρώπου, λόγω της παρουσίας αυτών των ανεπιθύμητων ουσιών στις ζωοτροφές. Στις πλείστες των περιπτώσεων, η ομάδα CONTAM της EFSA δεν ταυτοποίησε κανένα κίνδυνο για την υγεία των ζώων ως αποτέλεσμα της κατανάλωσης ζωοτροφής στα μέγιστα επιτρεπόμενα επίπεδα, υπό την προϋπόθεση ότι ακολουθούνταν καλές γεωργικές πρακτικές. Όμως, δεν μπορούσαν να αποκλειστούν και δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των ζώων, όπως της μυκοτοξίνης διοξυμβιβαλενόλης για τους χοίρους, ή της γκοσσυπόλης για τα πρόβατα. Ενδεικτικά, δόθηκαν Γνώμες από την ομάδα CONTAM της EFSA για τους κινδύνους στην υγεία του ζώου και του ανθρώπου από το γ-HCH και άλλα εξαχλωροκυκλοεξάνια (EFSA,

2005), τα τροπανιο-αλκαλοειδή του ζιζανίου *Datura spp.* (EFSA, 2008α), τη γκοσσυπόλη (EFSA, 2008β), και τις μυκοτοξίνες ζεαραλενόνη (EFSA, 2011β) και φομοφίνες (EFSA, 2012) λόγω της παρουσίας των παραπάνω ανεπιθύμητων ουσιών στα τρόφιμα και τις ζωοτροφές

3. ΜΥΚΟΤΟΞΙΝΕΣ

Οι μυκοτοξίνες είναι χημικές ενώσεις που παράγονται από ορισμένους μύκητες. Υπάρχουν πολλές τέτοιες ενώσεις, αλλά μόνο λίγες απ' αυτές βρίσκονται τακτικά στα τρόφιμα και τις ζωοτροφές. Παρ' όλα αυτά, εκείνες οι οποίες συναντώνται πράγματι στα τρόφιμα και τις ζωοτροφές, έχουν μεγάλη σημασία για την υγεία των ανθρώπων και των ζώων. Στην πραγματικότητα, οι μυκοτοξίνες είναι δευτερεύοντες μεταβολίτες που παράγονται από μύκητες, και οι οποίες προκαλούν μια τοξική αντίδραση στο ζώο όταν προελαμβάνονται με την τροφή. Οι πιο άφθονα διαδεδομένοι μύκητες αυτού του τύπου ανήκουν στα γένη *Fusarium*, *Aspergillus* και *Penicillium*. Οι μύκητες αυτοί παράγουν τις μυκοτοξίνες και ρυπαίνουν τα τρόφιμα και τις ζωοτροφές μέσω της ανάπτυξης μυηλίου πριν και κατά τη διάρκεια της συγκομιδής, ή κατά την διάρκεια της αποθήκευσης (Bhatnagar κ.α., 2004). Για πρακτικούς λόγους, στη μεταποιητική βιομηχανία των ζωοτροφών, οι αφλατοξίνες, ωχρατοξίνες, ζεαραλενόνη και φομονισίνη έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και η έκταση της βλάβης που προξενεί κάθε κατηγορία εξαρτάται πολύ από το είδος του μύκητος. Η αφλατοξίνη B1 θεωρείται η κύρια ηπατο-καρκινογόνος μυκοτοξίνη για τα ζώα. Οι πέστροφες, οι νεοσοί πάπιας και τα χοιρίδια είναι τα πιο ευαίσθητα ζώα (Weidenborner, 2001). Ο καθορισμός ορίων και κανονιστικών διατάξεων για μυκοτοξίνες μπορούν να επηρεάζονται από αγροτικούς παράγοντες (Binder, 2007; Egmond και Jonger, 2004). Οι παράγοντες αυτοί, που είναι τόσο επιστημονικής, όσο και κοινωνικής φύσεως, είναι οι ακόλουθοι: 1) διαθεσιμότητα τοξικολογικών δεδομένων, 2) διαθεσιμότητα δεδομένων για την εμφάνιση σε διάφορα αγροτικά εμπορεύματα, 3) γνώση της κατανομής της συγκέντρωσης των μυκοτοξινών μέσα σε μια παρτίδα ζωοτροφής, 4) διαθεσιμότητα αναλυτικών μεθόδων, 5) εθνική νομοθεσία, και 6) ανάγκη για επαρκή εφοδιασμό της αγοράς σε τρόφιμα.

3.1. Εξέλιξη Κοινοτικής νομοθεσίας

Μια έκθεση για τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, και συνάμα μια επισκόπηση της πρόσφατης και μέλλουσας Κοινοτικής νομοθεσίας για τις μυκοτοξίνες στον τομέα των τροφίμων και ζωοτροφών έχει δημοσιευτεί από τον Verstraete (2006). Για τις ζωοτροφές ιδιαίτερα, η νομοθεσία αναφέρεται μόνο στην αφλατοξίνη B1 και ξεκινά από την Οδηγία 74/63 και φθάνει στην Οδηγία 2002/32. Το MPL για αφλατοξίνη B1 στις πρώτες ύλες ζωοτροφών είναι 0.02 mg/Kg, δηλαδή 20 ppb, ενώ για τα

μίγματα γαλακτοπαραγωγής για αγελάδες 0.005 mg/Kg, δηλαδή 5 ppb. Η Κοινοτική νομοθεσία (Οδηγία 2002/32) δεν ορίζει MPLs για άλλες μυκοτοξίνες πέραν της αφλατοξίνης Β1 στις ζωοτροφές. Εν τούτοις, η Σύσταση της Επιτροπής 2006/576 (ΕΕ, 2006α) παρέχει συστάσεις για τον έλεγχο της παρουσίας των τοξινών διοξινιβαλενόλη, ζεαραλενόνη, ωχροτοξίνη Α, Τ-2 και ΗΤ-2, καθώς και φουμονισίνη σε προϊόντα για τη διατροφή των ζώων. Τέλος, MPLs για διάφορες μυκοτοξίνες στις ζωοτροφές, τόσο στις ΗΠΑ όσο και τον Καναδά παραθέτει ο Patterson (2004).

3.2. Πρόληψη μυκοτοξινών

Όταν δεν είναι δυνατή η εξάλειψη των μυκοτοξινών από τις πρώτες ύλες ζωοτροφών, λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών προ της συγκομιδής, ή λόγω πλημμελών αποθήκευσης, τότε θα πρέπει να αξιοποιούνται θεραπευτικές και προληπτικές στρατηγικές για να ελαχιστοποιηθούν απώλειες της παραγωγής, και να εξασφαλιστεί η υγιεινή και η ποιότητα των ζωικών προϊόντων. Οι προληπτικές στρατηγικές περιλαμβάνουν οργανικά και ανόργανα προσροφητικά παρασκευάσματα (adsorbents), τα οποία ελαχιστοποιούν την εντερική απορρόφηση των μυκοτοξινών και βοηθούν την εκκρίση των τελευταίων στην κόπρη.

Ο Binder (2007) αναφέρει ότι οι διαχειριστικές πρακτικές για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων των φυτών μπορούν να μειώσουν ουσιαστικά τη ρύπανση τους με μυκοτοξίνες. Αυτές περιλαμβάνουν τη χρησιμοποίηση προσαρμοσμένων ποικιλιών, κατάλληλη λίπανση, έλεγχο των ζιζανίων, την απαραίτητη άρδευση και αμειψισπορά (Edwards, 2004). Εν τούτοις, ακόμη και οι καλύτερες διαχειριστικές στρατηγικές δεν μπορούν να εξαλείψουν τη ρύπανση από μυκοτοξίνες σε έτη ευνοϊκά για την ανάπτυξη ασθενειών των φυτών. Για τον έλεγχο των μυκοτοξινών μετασυσσωρευτικά, είναι ανάγκη να θεωρηθεί η πρόληψη των συνθηκών που ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων με συνακόλουθη παραγωγή τοξινών, όπως η ενεργότητα του ύδατος των αποθηκευμένων προϊόντων, η θερμοκρασία, η κατάσταση του σπόρου, η σύνθεση του αέρα μεταξύ των κόκκων, αλληλεπίδραση μεταξύ μικροβίων, και η παρουσία χημικών ή βιολογικών συντηρητικών (Shapira και Paster, 2004). Επιπλέον, εξεδόθη η Σύσταση της Επιτροπής 2006/583 η οποία συστήνει μέτρα για την πρόληψη και μείωσης των τοξινών του μύκητα *Fusarium* σε δημητριακούς καρπούς και τα προϊόντα τους (ΕΕ, 2006β).

Το αντικείμενο των περιβαλλοντικών συνθηκών που επηρεάζουν την παρουσία μυκοτοξινών των ζωοτροφών ανασκοπήθηκε από τον Sanchis (2004), ενώ εκείνο του ελέγχου των μυκοτοξινών κατά την αποθήκευση και την τεχνική αποτοξίνωσης από τους Shapira και Paster (2004). Τέλος, το αντικείμενο του ελέγχου των μυκοτοξινών, μελετήθηκε από τον Jennings (2004), ενώ αυτό

του ελέγχου των μυκοτοξινών στις ζωοτροφές από τον Patterson (2004).

4. ΔΙΟΞΙΝΕΣ

Ένας από τους σοβαρότερους ρυπαντές των ζωοτροφών είναι οι διοξίνες. Κάτω από το όνομα «διοξίνες» βρίσκεται ένας μεγάλος αριθμός ενώσεων, μερικές από τις οποίες είναι ισχυρά τοξικές και επιβεβαιωμένα καρκινογόνα (Tuomisto κ.α., 1999). Σχηματίζονται ως παραπροϊόντα σε ένα αριθμό βιομηχανικών και θερμοικών διαδικασιών και εισέρχονται στο περιβάλλον με ποικίλους τρόπους, ένας από τους οποίους, ο πιο σπουδαίος, είναι μέσω της απελευθέρωσης στην ατμόσφαιρα των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων (PCBs), κατά την οποία δύο τάξεις των ενώσεων που ονομάζονται διοξίνες, και συγκεκριμένα οι πολυχλωριωμένες διβενζο-*p*-διοξίνες (PCDDs) και τα πολυχλωριωμένα διβενζοφουράνια (PCDFs), σχηματίζονται σαν υποπροϊόντα κατά τη διάρκεια σύνθεσης. Το μεγαλύτερο μέρος της περιβαλλοντικής ρύπανσης με διοξίνες προέρχεται από τον τομέα παραγωγής ενέργειας και την βιομηχανική δραστηριότητα. Ορισμένα PCBs έχουν παρόμοιες ιδιότητες με εκείνες των διοξινών, και συχνά αναφέρονται ως PCBs παρόμοια των διοξινών (dioxin-like PCBs) και θεωρούνται από κοινού με τις διοξίνες. Κάτι περισσότερο από 10 χρόνια πριν, η ΕΕ είχε την κακή εμπειρία μιας σειράς συμβάντων που ενέπλεκαν ρύπανση της τροφικής αλυσίδας από διοξίνες.

Είναι ξεκάθαρο ότι μια πηγή έκθεσης του ανθρώπου στις διοξίνες είναι το τρόφιμο (Furst κ.α., 1992), με τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης να είναι η κύρια πηγή της ρύπανσης. Εμφανίζεται επίσης ότι, για τις διοξίνες, η ρύπανση των τροφίμων είναι ευθέως ανάλογη προς τη ρύπανση των ζωοτροφών. Επομένως, εάν κάποιος θελήσει να μειώσει τη ρύπανση από διοξίνες στην τροφική αλυσίδα, είναι σημαντικό να υιοθετήσει μέτρα ελέγχου διοξινών στις ζωοτροφές.

4.1. Ιστορικό υπόβαθρο

Μια μακρά ιστορία ατυχημάτων έχει λάβει χώρα με αποτέλεσμα την έκθεση ανθρώπων σε διοξίνες (Covaci κ.α., 2008), μεταξύ των οποίων, το πιο αξιοσημείωτο ήταν, η δηλητηρίαση ορυζελαίου στα Yuko και Yucheng της Ιαπωνίας το 1968 (Tanabe κ.α., 1989) και την Taiwan το 1979 (Soong και Ling, 1997), αντίστοιχα. Άλλα ατυχήματα, λιγότερο γνωστά στο κοινό είναι η ρύπανση Γαλλικού τυριού το 1970 με μηχανέλαιο γεωργικών μηχανημάτων, η δηλητηρίαση πουλερικών στη Γαλλία το 1970 με πλαστικό δικτυωτό σύρμα ρυπανθέν με διοξίνες, και η ρυπανθείσα τροφή για χοίρους σε χοιροστάσια της Montana των ΗΠΑ το 1979 (Lock και Powell, 2008). Αν και δεν ήταν ούτε η μεγαλύτερη, ούτε η πιο σοβαρή, η Βέλγικη κρίση με «PCB-διοξίνες», ήταν ένα από τα πιο «πολυπαιγμένα» συμβάντα δηλητηρίασης από τρόφιμα στα ΜΜΕ.

Οι Covaci κ.α. (2008) δηλώνουν ότι η βιβλιογραφία είναι «γενναιόδωρη» με επεισόδια περιβαλλοντικής ρύπανσης των τροφίμων με διοξίνες, όπως τα ρυπασμένα με διοξίνες απόβλητα από τη Philips Duphar της Ολλανδίας το 1965. Επίσης, η ρύπανση με διοξίνη του πορτοκαλόχρου παράγοντα (Agent Orange) μεγάλων περιοχών κατά τη διάρκεια του πολέμου στο Βιετνάμ (Schecter κ.α., 2006α). Επιπλέον η ρύπανση με διοξίνη ζωοτροφής για πουλερικά στη Νέα Υόρκη το 1971 και το Wilmington των ΗΠΑ το 1972, καθώς και μεγάλης κλίμακας περιβαλλοντική ρύπανση μετά από το συμβάν στο Seveso της Ιταλίας, όταν ένα εργοστάσιο χημικής βιομηχανίας εξεργάγη και απελευθέρωσε στο περιβάλλον 2,3,7,8-τετραχλωρο-διβενζο-p-διοξίνες (TCDDs), μια ομάδα από τις πιο τοξικές συνθετικές ενώσεις που έχει γνωρίσει ποτέ η ανθρωπότητα (Alaluusua κ.α., 2004). Επιπλέον, η «ταφή» βαρελιών με υπολείμματα ρυπασμένα από διοξίνες, στο Lekkerkerk της Ολλανδίας το 1980 και τα ποικίλα δυσμενή συμβάντα που έλαβαν χώρα μεταξύ 1996 και 2002 στη Γερμανία, τη Βραζιλία, τις ΗΠΑ και άλλες χώρες, όπου ζωοτροφές (μαρμαρόσκονη, στέμφυλα εσπεριδοειδών κ.λπ.) ρυπάνθηκαν με διοξίνες (Schecter κ.α., 2006β).

Έτσι, το 1998, στη Γερμανία, βρέθηκαν αυξημένα επίπεδα διοξινών στο αγελαδινό γάλα. Αυτό οφειλόταν σε ένα συστατικό του μίγματος γαλακτοπααραγωγής, και συγκεκριμένα τα αποξηραμένα στέμφυλα εσπεριδοειδών προέλευσης Βραζιλίας (Malisch, 2000), που είχαν εξαχθεί σε ένα αριθμό χωρών της ΕΕ. Η ακριβής αιτία της ρύπανσης άρχισε να γίνει γνωστή. Αρχικά, αποδόθηκε σε ένα παράγοντα που είχε προστεθεί στο καύσιμο για να αυξήσει την αποτελεσματικότητα του τελευταίου κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αφυδάτωσης της πούλπας. Εν τούτοις, η ακριβής αιτία βρέθηκε αργότερα να είναι η αφβεσόπτετρα που χρησιμοποιήθηκε για να αυξήσει το pH και να διευκολύνει την απομάκρυνση του ύδατος από τις υδροφιλικές πηκτίνες της νωπής πούλπας εσπεριδοειδών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αφυδάτωσης.

Η ΕΕ αμέσως μετά το συμβάν, άρχισε να αντιμετωπίζει σοβαρά το ζήτημα της ρύπανσης των ζωοτροφών με διοξίνες. Πρώτον, έλαβε μέτρα για την απόρριψη της ρυπανθείσας πούλπας, και δεύτερον, εισήγαγε για πρώτη φορά ένα MPL για διοξίνες για τα αποξηραμένα στέμφυλα εσπεριδοειδών στην Οδηγία 1999/29 για τις ανεπιθύμητες ουσίες των ζωοτροφών, στο επίπεδο των 500 pg, δηλαδή δισεκατομμυριοστά του g. Αυτή ήταν η πρώτη φορά που σημειώθηκε ότι, όχι μόνον στην Ευρώπη, αλλά ακόμη και στον κόσμο, πολύ ολίγα εργαστήρια ήταν ικανά να διεξάγουν αξιόπιστες αναλύσεις διοξινών που να αναφέρονται σε όλη την περιοχή των αναλόγων που τη συνθέτουν.

4.2. Το επεισόδιο των διοξινών

Ενώ η περίπτωση της «Νόσου των Τρελών

Αγελάδων» στη Βρετανία το 1996 έγινε γνωστή ως «σκάνδαλο», αφού φημολογείται ότι ήταν αποτέλεσμα ηθελιμένης ενέργειας της τότε βιομηχανίας κρέατος για συμπίεση του κόστους παραγωγής των κρεαταλευρών και υπήρξε αρχικά προσπάθεια από την Πολιτεία για συγκάλυψη, η περίπτωση του συμβάντος με τις διοξίνες το πρώτο μισό του 1999 στο Βέλγιο, έγινε γνωστή σαν «επεισόδιο» γιατί οφειλόταν σε ατύχημα. Έτσι, λίπος ρυπασμένο με διοξίνες, ενσωματώθηκε, λόγω αμέλειας, δηλαδή ακούσια, στα σιτηρέσια διαφόρων ειδών αγροτικών ζώων, κυρίως πουλερικών (Broeckaert και Bernard, 2000). Η εκκολαπτικότητα των αυγών μειώθηκε δραματικά και η ωοτοκία μειώθηκε περίπου στο 30% (Covaci κ.α., 2008). Βρέθηκε ότι απόβλητα ελαίου από μεταωχηματιστές που ήταν βαριά ρυπασμένο με PCBs, αναμείχθηκαν λανθασμένα με υπολείμματα τηγανισμένων λαδιών από δοχεία σε θέσεις συλλογής τα οποία προορίζονταν για ενσωμάτωση σε ζωοτροφές μετά από εξευγενισμό. Εμφανίζεται ότι η εκτεταμένη ανακύκλωση των αποβλήτων είναι μια μάλλον τροπή περιοχή που μπορεί να οδηγήσει στη ρύπανση των ζωοτροφών.

Οι Schepens κ.α. (2001) δίνουν μια σύντομη αλλά ακριβή έκθεση πάνω στο Βελγικό επεισόδιο των διοξινών. Αυτοί οι συγγραφείς αναφέρουν ότι, το 1999, περίπου 30 Kg πολυχλωρο-διφαινύλια (PCBs) και 1 Kg διοξίνες εισήχθησαν στη τροφική αλυσίδα μέσω περίπου 1500 ton ζωοτροφών που περιείχαν 60 ton ρυπασμένου λίπους από μια Βελγική εταιρία τήξεως λίπους. Αυτό το επεισόδιο προξένησε παγκόσμιο ενδιαφέρον τόσον εντός, όσο και εκτός Βελγίου και υποχρέωσε τη Βελγική Κυβέρνηση να λάβει δραστικά μέτρα για την προστασία της δημόσιας υγείας, συμπεριλαμβανομένου ενός προγράμματος ελέγχου των τροφίμων μεγάλης κλίμακας με μετρήσεις των PCBs και διοξινών σε πάνω από 20000 και 450 δειγμάτων από ζωοτροφές και λίπος αντίστοιχα (Bernard κ.α., 1999).

Επιπλέον, μια εκτεταμένη περιγραφή του Βελγικού επεισοδίου για PCBs και διοξίνες κάνουν οι Van Larebeke κ.α. (2001). Οι συγγραφείς αυτοί γράφουν ότι στο Βέλγιο περίπου 20 εταιρίες που συλλέγουν ζωικό λίπος από σφαγεία, το τήκουν και το πωλούν σε βιομηχανίες ζωοτροφών. Είναι κοινή πρακτική στο Βέλγιο να προσθέτουν σε αυτό το υλικό και οικιακό απόβλητο λίπους που συλλέγεται σε κοινοτικά κέντρα ανακύκλωσης αποβλήτων. Τον Ιανουάριο του 1999, στη Φλαμανδική εταιρία τήξεως λίπους Verkest, 40-50 Kg ορυκτέλαιου που περιείχε πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs), πιθανότατα έλαιο από φθααρμένους παλιούς μεταωχηματιστές προερχόμενους από ένα κέντρο ανακύκλωσης αποβλήτων) αναμείχθηκε με λίπος που είχε αποσταλεί σε 10 βιομηχανίες ζωοτροφών. Μεταξύ 15 και 31 Ιανουαρίου, 500 ton ζωικού λίπους που περιείχαν περίπου 60-80 ton ρυπασμένου λίπους με 40-50 Kg PCBs και σχεδόν 1 Kg διοξινών, διανεμήθηκαν σε πτηνοτροφεία και σε,

μικρότερη έκταση, κονικλοτροφεία, βουστάσια και χοιροστάσια, κυρίως στο Βέλγιο. Όμως μικρές ποσότητες εξήχθησαν στην Ολλανδία, Γαλλία και Γερμανία. Οι 500 ton ρυπανθεισών ζωοτροφών αντιπροσωπεύουν μια περιορισμένη εκατοστιαία αναλογία της συνολικής ποσότητας ζωοτροφών που παράγονται και χρησιμοποιούνται στο Βέλγιο, η οποία εκτιμάται ότι υπερέβαινε τους 28000 tn/εβδομάδα. Οι παραπάνω συγγραφείς αναφέρουν επίσης τις παθολογικές καταστάσεις που καταγράφηκαν πρώτες το Φεβρουάριο του 1999. Αυτές περιελάμβαναν μείωση της ωοπαράγωγής και εκκολαπτικότητα των αυγών και μια επιδημία της ασθένειας οιδιμάτος των πουλερικών.

Οι Conaci κ.α. (2008), δέκα χρόνια περίπου μετά το συμβάν, κάνουν μια λεπτομερή επισκόπηση της Βέλγικης κρίσης των PCBs/διοξινών. Οι συγγραφείς αυτοί καταλήγουν ότι οι συνέπειες αυτής της διατροφικής κρίσεως ήταν: 1) εισαγωγή προτύπων (standards) για PCBs στις ζωοτροφές στο Βέλγιο, και το 2002, εναρμονισμένα στην ΕΕ, καθώς και για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης, 2) συστηματικοί εθνικοί έλεγχοι των τροφίμων ζωικής προέλευσης, και 3) δημιουργία στο Βέλγιο ενός Ομοσπονδιακού Πρακτορείου για την Ασφάλεια των Τροφίμων. Ο κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία από αυτό το μείζον διατροφικό συμβάν εκτιμήθηκε με αμφιλεγόμενα αποτελέσματα. Προτάθηκε ότι, αφού ρυπώθηκε μόνο μικρή αναλογία της τροφικής αλυσίδας, είναι απίθανο να είναι μεγάλες οι δυσμενείς επιπτώσεις για το Βελγικό πληθυσμό. Εν τούτοις, μια άλλη εκτίμηση προτείνει ότι, μπορεί να παρατηρηθούν νευροτοξικές επιπτώσεις σε νήπια, αλλά και στη συμπεριφορά των ατόμων. Οι ίδιοι συγγραφείς συμπέραναν ότι, η παωχή διαχείριση της κρίσεως από την κυβέρνηση, είχε δραματικές πολιτικές και οικονομικές συνέπειες (Σ.Σ.: Στις 9 Ιουνίου 1999 ανακοινώθηκαν τα αίτια της κρίσεως και την επόμενη ημέρα έπεσε η κυβέρνηση Deen). Όμως, το επεισόδιο αυτό είχε κάνει, τόσο τους πολιτικούς όσο και το κοινό, ενήμερους για το γεγονός ότι η ασφάλεια των τροφίμων αποτελεί θέμα πρώτης προτεραιότητας. Επιπλέον, η κρίση των PCBs επέβαλε ένα σύστημα για αποτελεσματική και ταχεία επιτήρηση της τροφικής αλυσίδας, καθώς και επικοινωνίας για τη φύση του κινδύνου, με την έκδοση αξιόπιστων και διαφανών Κανονισμών και με επακόλουθο τη μείωση των επιπέδων των κινδύνων. Τέλος κατέστησε επείγουσα την εισαγωγή Κοινοτικών MPLs για τα PCBs και τις διοξίνες.

4.3. Συνακόλουθα ευρήματα

Αμέσως μετά το επεισόδιο στο Βέλγιο, ακόμη το 1999, ανακαλύφθηκε άλλη μια περίπτωση ρύπανσης από διοξίνες στην Αυστρία, που αφορούσε σε μια καολιντική άργιλο που χρησιμοποιείτο ως πρόσθετο, και συγκεκριμένα βοηθητικός παράγων σύμπτυξης (pelletting agent ή binder) των ζωοτροφών. Αυτός ο παράγων είχε

εξορυχθεί στη Γερμανία. Η ΕΕ πήρε άμεσα μέτρα για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα, με την προσθήκη μιας υποσημείωσης στη σχετική νομοθεσία, ορίζοντας το MPL, για ορισμένους παράγοντες σύμπτυξης, στα 500 pg/Kg. Ένα άλλο συμβάν με διοξίνες στις ζωοτροφές έλαβε χώρα το 2000. Βρέθηκαν διοξίνες σε ορισμένα προμείγματα που περιείχαν χλωριούχο χολίνη προελεύσεως Ισπανίας. Η ουσία αυτή ταξινομείται ως προβιταμίνη και χρησιμοποιείται ως πρόσθετο των ζωοτροφών. Δεν ήταν όμως το πρόβλημα η ίδια η καθαρή χολίνη, αλλά μάλλον ο φορέας φυτικής προέλευσης ο οποίος, αν και είχε δηλωθεί ως άλευρο σπαδικών αραβοσίτου, στην ουσία ήταν πρωινίδι, προφανώς από ξύλο κατεργασμένο με εντομοκτόνο συντηρητικό (τελικά ανιχνεύθηκε το πένταχλωροφαινόλιο).

Μια άλλη περίπτωση ρύπανσης με διοξίνες στον τομέα των ζωοτροφών αναφέρεται σε δυο προϊόντα από τις ΗΠΑ, στα οποία ανιχνεύθηκε ρύπανση από διοξίνες το 2002 στην Ιρλανδία. Τα προϊόντα αυτά χορηγούνται στους χοίρους σαν πηγή χαλκού, αλλά επίσης περιείχαν τύρφη σαν παράγοντα ορέξεως, και για τα παρασκευάσματα αυτά απαγορεύτηκαν οι εισαγωγές στην ΕΕ. Τέλος, ακριβώς 12 χρόνια μετά το επεισόδιο στο Βέλγιο, «σαν να μη πέρασε μια μέρα», ένα άλλο σοβαρό συμβάν με ρύπανση διοξινών σε αγροτικό προϊόν, και συγκεκριμένα το κρέας, έλαβε χώρα στη Γερμανία. Και να σκεφτεί κανείς ότι η Γερμανία θεωρείται η αυστηρότερη χώρα της Κοινότητας σε θέματα ελέγχων στη ζωική παραγωγή. Φαίνεται ότι το φαινόμενο της ανακύκλωσης που ενδημεί στις διατροφικές κρίσεις, ανακυκλώνει και την έννοια «επεισόδιο διοξινών».

4.4. Τα νομοθετικά εργαλεία

Δύο κύρια εργαλεία ήταν διαθέσιμα την εποχή εκείνη μέσα στη νομοθεσία της ΕΕ για τη θρέψη των ζώων, ώστε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα του μείζονος επεισοδίου των διοξινών με το ανακυκλωμένο ρυπανθέν έλαιο στο Βέλγιο. Πρώτον, η Απόφαση για τα απαγορευμένα συστατικά στη διατροφή των ζώων (ΕΟΚ, 1991), και δεύτερον, η Οδηγία 1999/29 για τις ανεπιθύμητες ουσίες των ζωοτροφών. Εν τούτοις, οι νομοθετικές ενέργειες για να συμπεριληφθεί το τηγανισμένο λάδι στον κατάλογο των απαγορευμένων πρώτων υλών ζωοτροφών δεν είχε αίσιο πέρας, αφού εμφανίστηκε ότι η πλειονότητα των Κρατών-Μελών πίστευε ότι δεν ήταν το τηγανισμένο λάδι, από μόνο του, η αιτία του προβλήματος, αλλά μάλλον ο εσφαλμένος τρόπος συλλογής του, που επέτρεψε σε ρυπαρισμένο με PCBs έλαιο μετασχηματισμών να εισέλθει στην τροφική αλυσίδα. Αντ' αυτού προτάθηκε η εφαρμογή αυστηρών συνθηκών στη βιομηχανία, που περιλαμβάνουν GMP (Good Manufacturing Practice – Καλή Βιομηχανική Πρακτική) και HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point – Ανάλυση Κινδύνου και Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου).

Η δεύτερη εναλλακτική λύση για την ΕΕ ήταν να τεθούν MPLs για διοξίνες στην Οδηγία για τις ανεπιθύμητες ουσίες των ζωοτροφών, με σκοπό να ελεγχθεί η κυκλοφορία των πρώτων υλών ζωοτροφών με διοξίνες που θα υπερέβαιναν αυτό το επίπεδο. Θα μπορούσε να προτείνει κανείς, το ήδη υπάρχον MPL των 500 ppt που είχε οριστεί για την ξηρή πούλπα πορτοκαλιού, να επεκταθεί, ώστε να καλύψει όλες τις ζωοτροφές, αλλά αυτό είναι παρακινδυνευμένο λόγω της κυμάνσεως των τιμών των διοξινών στις διάφορες πρώτες ύλες. Αυτό απειχόχρη ακραία δύσκολο στην πράξη, γιατί ανεδύθη ένας αριθμός απρόσμενων εμποδίων κατά την έρευνα των συνεπειών από την εφαρμογή τέτοιων MPLs. Η ΕΕ καθυστέρησε δύομιση χρόνια για να υιοθετήσει MPLs για διοξίνες σε όλους τους τύπους ζωοτροφών, και αυτό με την υποσημείωση ότι τα προτεινόμενα επίπεδα θα πρέπει να αναθεωρηθούν αργότερα κατόπιν περαιτέρω επισημονικής μαρτυρίας.

4.5. Προβλήματα στην πράξη της διατροφής των ζώων

Η ΕΕ πριν λάβει τότε μέτρα για MPLs, διεξήγαγε μια έρευνα για να αποκτήσει μια ενδειξίς των επιπέδων διοξινών στην υφιστάμενη κατάσταση του περιβάλλοντος (background levels) για τις διάφορες ζωοτροφές. Όμως, το αποτέλεσμα αυτής της μελέτης ήταν απρόσμενο. Το επίπεδο διοξινών στη φύση, για τις πρώτες ύλες ζωοτροφών θαλάσσιας προέλευσης «κλειστών θαλασσών», ιδιαίτερα αυτών από τη Βαλτική θάλασσα, τα οποία εθεωρούντο ως εκείνα της καλύτερης ποιότητας σε χημική σύνθεση και μάλιστα σε περιεχόμενο πρωτεΐνης, ήταν αξιοσημείωτα υψηλό. Μάλιστα, το επίπεδο διοξινών στο ιχθυέλαιο, ήταν πολύ υψηλότερο συγκρινόμενο με εκείνο του ιχθυαλεύρου. Ο λόγος είναι ο λιποφιλικός χαρακτήρας αυτών των ρυπαντών. Το Ευρωπαϊκό ιχθυάλευρο και ιχθυέλαιο, τα οποία βρέθηκαν με ένα μέσο περιεχόμενο διοξινών της τάξεως των 1.2 και 4.8 ng/Kg της Ξηράς Ουσίας (ΞΟ), αντίστοιχα (SCAN, 2000), ήταν πιο βαριά ρυπανθέντα από εκείνα προέλευσης Νότιου Ειρηνικού Ωκεανού (Χιλής ή Περού), τα οποία περιείχαν 0.14 και 0.61 ng/Kg της ΞΟ, αντίστοιχα. Το πρόβλημα ήταν κυρίως εντοπισμένο σε ζωοτροφές για τις ιχθυοκαλλιέργειες (Tacon, 1993), λόγω του ότι περίπου 20% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής ιχθυαλεύρου και ιχθυελαίου εχρησιμοποιείτο στις ιχθυοκαλλιέργειες (EUROSTAT, 1999).

Γενικώς τα σιτηρέσια των αγροτικών ζώων (βοοειδή, αιγοπρόβατα, χοίροι, πτηνά) καταρτίζονται σε ένα επίπεδο πρωτεΐνης περίπου 15-20% ενώ η πρωτεΐνη που χρειάζεται στη διατροφή των σαρκοφάγων ιχθύων είναι περίπου τρεις φορές περισσότερη. Το περιεχόμενο του ιχθυαλεύρου σε αυτά μπορεί να ανέλθει στο 70%. Το ιχθυέλαιο έχει υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο και είναι επίσης καλή πηγή απαραίτητων λιπαρών οξέων του τύπου ω-3. Για να παράσχει κανείς τα απαιτούμενα

θρεπτικά συστατικά στους εκτρεφόμενους ιχθείς, είναι απαραίτητο, σχεδόν τα 2/3 του σιτηρεσίου τους να αποτελείνται από ιχθυάλευρο και ιχθυέλαιο. Οι ιχθυοκαλλιέργειες συνιστούν ένα αναπτυσσόμενο τομέα στην ΕΕ και αυτό απαιτεί λεπτό χειρισμό της κατάστασης, με σκοπό να μη διακινδυνευτεί το μέλλον αυτού του πολλά υποσχόμενου κλάδου.

Τελικά από την ΕΕ υιοθετήθηκαν MPLs διοξινών για τους διάφορους τύπους ζωοτροφών (9 συνολικά), αλλά αυτά διαφοροποιήθηκαν μεταξύ των διαφόρων πρώτων υλών ζωοτροφών, π.χ. 0.75 για ζωοτροφές φυτικής προέλευσης, 2.25 για ιχθυάλευρο και 6.0 ng/Kg για το ιχθυέλαιο, που σημαίνει ότι οι τελευταίες τιμές είναι 3 και 8 φορές μεγαλύτερες από αυτές των φυτικής προέλευσης πρώτων υλών ζωοτροφών. Η ΕΕ επίσης πρότεινε να τεθούν τόσο επίπεδα στόχοι (target) όσο και δράσης (action) για τις διοξίνες στις πρώτες ύλες ζωοτροφών (επικαιροποιημένη Οδηγία 2002/32).

4.6. Η περιβαλλοντική διάσταση

Υπάρχει μια σχολή σκέψης στην Ευρώπη ότι το πρόβλημα της ρύπανσης των ζωοτροφών με διοξίνες δεν μπορεί να λυθεί μόνο με τον ορισμό MPLs και τον έλεγχο της κυκλοφορίας των ζωοτροφών και ότι οι προσπάθειες αυτές είναι χρονοβόρες και δαπανηρές λόγω του κόστους μιας πλήρους ανάλυσης διοξινών που είναι πολύ υψηλό. Οι διακινούμενες ποσότητες ζωοτροφών είναι τεράστιες και απορεί κανείς «ποιος πρόκειται να πληρώσει το τίμημα αναλύσεων διοξινών σε καθημερινή βάση». Η ρύπανση του περιβάλλοντος με διοξίνες προξενείται κυρίως μέσω αέριας εκπομπής από διάφορες πηγές όπως η καύση αστικών αποβλήτων, η παραγωγή χημικών ουσιών, κ.λπ. (ΕΕ, 2000, 2002δ). Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις επιπτώσεις της περιβαλλοντικής ρύπανσης στην περίπτωση των ζωοτροφών, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα που στοχεύουν στη γενικότερη μείωση του ατμοσφαιρικού φορτίου διοξινών. Επομένως, υπάρχει μια άποψη ότι κανείς θα πρέπει να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της ρύπανσης με διοξίνες στην αληθινή πηγή του, δηλαδή στο επίπεδο του περιβάλλοντος. Όμως αυτό είναι κυρίως ένα θέμα πολιτικής απόφασης.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατ' αρχάς, θα πρέπει να τονιστεί ότι, η δυνατότητα εφαρμογής της αρχής της «αραιώσης» που αφορά στις ανεπιθύμητες ουσίες του τομέα των ζωοτροφών, εξαλειφθηκε από την Κοινωνική νομοθεσία. Εν τούτοις, ανοίχθηκε ένα «παράθυρο» σχετικά με τη δυνατότητα ορισμού κριτηρίων για τη διαδικασία αποτοξίνωσης των ζωοτροφών και στο πνεύμα αυτό, μεταξύ των άλλων, οι προσπάθειες θα πρέπει να εστιαστούν στο τμήμα της πρόληψης των μικτοξινών. Όσον αφορά στις διοξίνες, το ιχθυάλευρο και ιδιαίτερα το ιχθυέλαιο, είναι οι πιο βαριά ρυπανόμενες πρώτες ύλες ζωοτροφών

και οι ιχθυοκαλλιέργεια ο πιο κρίσιμος τομέας. Οι πρώτες ύλες, ιδιαίτερα αυτές που είναι προϊόντα ανακύκλωσης, θα πρέπει να ελέγχονται για την ποιότητα και την ασφάλεια τους. Η εφαρμογή των αρχών της GAP (Good Agricultural Practice – Καλή Γεωργική Πρακτική), GMP, καθώς και HACCP θα πρέπει να γενικευτεί στην παραγωγή και μεταποίηση των πρώτων υλών ζωοτροφών. Θα πρέπει επίσης να εκτελούνται προγράμματα ελέγχου σε Ευρωπαϊκό επίπεδο στο πεδίο της ρύπανσης των πρώτων υλών. Επιπλέον, θα πρέπει να ερευνηθούν οι συντελεστές μεταφοράς (carry-over) για τις διοξίνες από το περιβάλλον, και ιδιαίτερα από το έδαφος, στους ζωικούς ιστούς και τα προϊόντα. Στο πνεύμα αυτό, είναι

σημαντική η εργασία του Verstraete (2011) πάνω στη διαχείριση του κινδύνου των ανεπιθύμητων ουσιών στις ζωοτροφές μετά από επικαιροποιημένες εκτιμήσεις των κινδύνων που έλαβαν χώρα στην Κοινοτική επικράτεια. Τέλος, η ρύπανση του περιβάλλοντος με διοξίνες, οι οποίες ακολουθώς εισέρχονται στην τροφική αλυσίδα, είναι ένα σημαντικό πρόβλημα πάνω στο οποίο θα πρέπει να εστιάσει την προσοχή της η επιστημονική κοινότητα, αλλά το ζήτημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος είναι πρωτίστως πολιτικό. Μπορούμε όμως να είμαστε αισιόδοξοι ότι στην Ευρωπαϊκή επικράτεια θα βρεθούν λύσεις, παρά το περίπλοκο του θέματος και τις εμπλεκόμενες δυσκολίες.

Presence of undesirable substances in animal feeds and ways of coping with in the Community Territory

P.E. Zoiopoulos¹, P. Natskoulis²

ABSTRACT

Following a brief introduction to the subject of undesirable substances in animal feeds, some regulatory aspects concerning legislative developments in the EU on this field, including the “dilution principle”, are touched upon. Furthermore, the text focuses on the two outstanding items of the EU undesirable substances Directive, namely mycotoxin and dioxins. As regards the former, the importance of mycotoxins in the context of food and feed risks is outlined and the developments of EU legislation on this topic are given, while some aspects of mycotoxin analysis as well as methods of prevention of mycotoxicosis in livestock are highlighted. Concerning dioxins, the historical background for certain pollution incidents with animal feeds is briefly given, arriving at the dioxin episode in Belgium. Reference is also made to legislative tools available in EU to tackle the dioxin problem and the difficulties involved in practice with feeds of marine origin, the environmental implications and the political will required.

Keywords: Undesirable substances, feeds, animal nutrition, Community legislation, mycotoxins, dioxins.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alalutua, S., Calderara, P., Gerthoux, P.M., Lukinmaa, P.-L., Kovero, O., Needham, L., Patterson, D.G. Jr., Tuomisto, J. & Mocarelli, P. (2004). Developmental dental aberrations after the dioxin accident in Seveso. *Environ. Health Perspect.*, 112, 1313-1318.
- Bernard, A., Hermans, C., Broeckaert, F., De Poorter, G., De Cock, A. & Houins, G. (1999). Food contamination by PCBs and dioxins. *Nature*, 401, 231-232.
- Bhatnagar, D., Payne, G.A., Cleveland, T.E. & Robens, J.F. (2004). Mycotoxins: current issues in USA. In: D. Barug, H.P. van Egmond, R. Lopez-Garcia, W.A. Osenbruggen and A. Visconti, (Eds), *Meeting the Mycotoxin Menace* (pp. 17-47), Wageningen: Wageningen Academic Press.
- Binder, E.M. (2007). Managing the risk of mycotoxin in modern feed production. *Feed Sci. Technol.*, 133, 140-166.
- Broeckaert, F. & Bernard, A. (2000). Polychlorinated biphenyls (PCBs) and dioxins (PCDD/Fs) in the Belgian contaminated food chain: sources, profiles and correlations, Final Report. Belgium: Ministry of Agriculture.
- Covaci, A., Voorspoels, S., Schepens, P., Jorens, P., Blust, R. & Neels, H. (2008). The Belgian PCB/dioxin crisis – 8 years later: An overview. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 25, 164-175.
- D’Mello, J.P.F. (2003). *Food Safety Contaminants and Toxins* (p. 480). Wallingford, Oxford, UK: CAB Publications, CAB International.
- Edwards, S.G. (2004). Influence of agricultural practices on *Fusarium* infection of cereal and subsequent contamination of grain by trichothecenes mycotoxins. *Toxicol. Lett.*, 153, 29-35.
- EE (1999). Οδηγία 1999/29/EK του Συμβουλίου της 22ας Απριλίου 1999 σχετικά με τις ανεπιθύμητες

¹ *Laboratory of Animal Science, School of Management of Natural Resources and Enterprises, University of Ioannina, 30100 Agrinio, Greece, e-mail: pzoiopul@cc.uoi.gr*

² *Institute of Technology of Agricultural Products, National Agricultural Research Foundation, 14123 Lycovrisi, Greece*

- ουσίες στις ζωοτροφές. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 115 της 04/05/1999, σ. 32.
- EE (2000). Οδηγία 2000/76/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 4ης Δεκεμβρίου 2000 για την καύση των αποβλήτων. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 332 της 28/12/2000, σ. 91.
- EE (2002α). Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 178/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 28ης Ιανουαρίου 2002 για τον καθορισμό των γενικών αρχών και απαιτήσεων της νομοθεσίας για τα τρόφιμα, για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια των Τροφίμων και τον καθορισμό διαδικασιών σε θέματα ασφαλείας των τροφίμων. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 31, 1/2/2002, σ. 1.
- EE (2002β). Οδηγία 2002/32/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 7ης Μαΐου 2002, σχετικά με τις ανεπιθύμητες ουσίες στις ζωοτροφές - Δήλωση του Συμβουλίου. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 140 της 30/05/2002, σ. 10-22.
- EE (2002γ). Οδηγία 2002/70/EK της 26ης Ιουλίου 2002 για τον καθορισμό των απαιτήσεων για τον προσδιορισμό των επιπέδων των διοξινών και των παρόμοιων με τις διοξίνες PCB στις ζωοτροφές. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 209 της 06/08/2002, σ. 15.
- EE (2002δ). Σύσταση της Επιτροπής 2002/201/EK της 6ης Φεβρουαρίου 2006 για τη μείωση της παρουσίας διοξινών, φουρανίων και πολυχλωριωμένων διφαινυλίων στις ζωοτροφές και στα τρόφιμα. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 67 της 09/03/2006, σ. 69.
- EE (2006α). Σύσταση της Επιτροπής 2006/576/EK της 17ης Αυγούστου 2006, σχετικά με την παρουσία δεσοξυνιβαλενόλης, ζεαράλενόνης, ωχρατοξίνης Α, Τ-2 και ΗΤ-2 και φουμονισινών σε προϊόντα που προορίζονται για ζωοτροφές. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 229 της 23/08/2006, σ. 7.
- EE (2006β). Σύσταση της Επιτροπής 2006/583/EK της 17ης Αυγούστου 2006, για την πρόληψη των τοξινών *Fusarium* σε δημητριακούς καρπούς και τα προϊόντα τους. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 234 της 29/08/2006, σ. 35.
- EE (2009α). Κανονισμός της Επιτροπής (ΕΚ) No 152/2009 της 27ης Ιανουαρίου 2009, για τον καθορισμό μεθόδων δειγματοληψίας και ανάλυσης για τον επίσημο έλεγχο των ζωοτροφών. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 54 της 26/02/2009, σ. 1.
- EE (2009β). Οδηγία 2009/8/EK της Επιτροπής της 10ης Φεβρουαρίου 2009 για την τροποποίηση του παραρτήματος Ι της οδηγίας 2002/32/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τα ανώτατα όρια της αναπόφευκτης μεταφοράς κοκκιδιοστατικών ή ιστομοναδοστατικών σε μη στοχευόμενες ζωοτροφές. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 040 της 11/02/2009, σ. 19.
- EE (2009γ). Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 124/2009 της Επιτροπής της 10ης Φεβρουαρίου 2009 σχετικά με τον καθορισμό ανώτατων ορίων για την παρουσία κοκκιδιοστατικών ή ιστομοναδοστατικών στα τρόφιμα ως αποτέλεσμα της αναπόφευκτης μεταφοράς των εν λόγω ουσιών σε μη στοχευόμενες ζωοτροφές. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 40 της 11/02/2009, σ. 7.
- EFSA (2005). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain related to γ-HCH and other HCH as undesirable substances in animal feed. EFSA J. 250, 1-39.
- EFSA (2008α). Tropane alkaloids (from *Datura* sp.) as undesirable substances in animal feed. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA J. 691, 1-55.
- EFSA (2008β). Gossypol as undesirable substance in animal feed. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA J. 908, 1-55.
- EFSA (2011α). From <http://www.efsa.europa.eu/NewsStory>: 15 April 2009. Πρόσβαση στις 12 Δεκεμβρίου 2011.
- EFSA (2011β). Scientific Opinion on the risks for public health related to the presence of zearalenone in food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA J. 9, 2197.
- EFSA (2012). Scientific Opinion on the risks for animal and public health related to the presence of phomopsins in feed and food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA J. 10, 2567.
- ΕΟΚ (1971). Πρώτη Οδηγία 71/250/ΕΟΚ της Επιτροπής της 15ης Ιουνίου 1971 περί καθορισμού κοινοτικών μεθόδων ανάλυσης για τον επίσημο έλεγχο ζωοτροφών. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 155/13 της 12/7/1971, p. 24.
- ΕΟΚ (1972). Τρίτη οδηγία 72/199/ΕΟΚ της Επιτροπής της 27ης Απριλίου 1972 περί καθορισμού κοινοτικών μεθόδων ανάλυσης για τον επίσημο έλεγχο των ζωοτροφών. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 123/6 της 29/5/72, σ. 6.
- ΕΟΚ (1974). Οδηγία 74/63/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 17ης Δεκεμβρίου 1973 περί καθορισμού των ανωτάτων ορίων περιεκτικότητας για τις ανεπιθύμητες ουσίες και προϊόντα στις ζωοτροφές. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 38 της 11/2/1974, σ. 31.
- ΕΟΚ (1976α). Πρώτη οδηγία 76/371/ΕΟΚ της Επιτροπής της 1ης Μαρτίου 1976 περί καθορισμού κοινοτικών τρόπων δειγματοληψίας για τον επίσημο έλεγχο των ζωοτροφών. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 102 της 15/4/1976, σ. 1.
- ΕΟΚ (1976β). Έβδομη οδηγία 76/372/ΕΟΚ της Επιτροπής της 1ης Μαρτίου 1976 περί καθορισμού των κοινοτικών μεθόδων ανάλυσης για τον επίσημο έλεγχο των ζωοτροφών. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L.102 της 15/4/1976, σ. 8.
- ΕΟΚ (1977). Οδηγία 77/101/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 23ης Νοεμβρίου 1976 περί της εμπορίας των απλών ζωοτροφών. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 32 της 3/2/1977, σ. 1.
- ΕΟΚ (1987). Οδηγία 92/87/ΕΟΚ της Επιτροπής της 26ης Οκτωβρίου 1992 για την κατάργηση ενός μη ολοκληρωτικού καταλόγου των κυριότερων συστατικών τα οποία συνήθως χρησιμοποιούνται και διατίθενται στο εμπόριο για την παρασκευή συνθέτων ζωοτροφών για ζώα εκτός των οικιακών. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 319 της 04/11/1992, σ. 19.

- ΕΟΚ (1991). Απόφαση 91/516/ΕΟΚ της Επιτροπής της 9ης Σεπτεμβρίου 1991 για την κατάρτιση πίνακα συστατικών των οποίων η χρήση απαγορεύεται στις σύνθετες ζωοτροφές. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 281 της 09/10/1991, σ. 23.
- Egmond, H.P. & Jonger, M.A. (2004). Current regulations governing mycotoxin limits in Food. In N. Magan and M. Olsen (Eds), *Mycotoxins in food. Detection and control* (pp. 49-68). Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd.
- EUROSTAT (1999). Agriculture and Fisheries, Theme 5-22/1999, Luxemburg.
- Jennings, P. (2004). Control of mycotoxins: Raw material production. In N. Magan and M. Olsen (Eds), *Mycotoxins in food. Detection and control* (pp. 443-460). Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd.
- Flachowsky, G. & Danicke, S. (2005). From feed to safe food – contribution of animal nutrition to the safety of food. In A.P. Riley (Ed.), *New Developments in Food Policy, Control and Research* (pp. 65-96). New York, USA: Nova Science Publications.
- Flachowsky, G. (2006). Möglichkeiten der Dekontamination von "Unerwünschten Stoffen nach Anlage 5 der Futtermittelverordnung (2006)". Braunschweig, Germany: FAL Agricultural Research special issue 294.
- Furst, P., Beck, H. & Theelen, R.M.C., (1992). Assessment of human intake of PCDDs and PCDFs from different environmental sources. *Toxic Substance. J.*, 12, 133-150.
- Kan, C.A. & Meijer, G.A.L. (2007). The risk of contamination of food with toxic substances present in animal feed. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 133, 84-108.
- Krska, R. & Welzig, E (2006). Mycotoxin analysis: An overview of classical, rapid and emerging techniques. In D. Barug, D. Bhatnagar, H.P. van Egmont, J.W. van der Kamp, W.A. van Osenbruggen & A. Visconti (Eds), *The Mycotoxin Fact Book: Food and Feed Topics* (pp. 225-247). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Leeman, W.R., Van Den Berg, K.J. & Houben, G.F. (2007). Transfer of chemicals from feed to animal products: The use of transfer factors in risk assessment. *Food Addit. Contam.*, 24, 1-13.
- Lock, C. & Powell, D. (2000). The Belgian dioxin crisis of the Summer of 1999: a case study in crisis communications and management. February 1, 2000. Report #13, Department of Food Science, University of Guelph, p. 24 (<http://www.foodsafety.network.ca>)
- Malisch, R. (2000). Increase of PCDDs/PCDFs – contamination of milk, butter and meat samples by use of contaminated citrus pulp. *Chemosphere*, 40, 1041-1053.
- Patterson, H. (2004). Controlling mycotoxin in animal feed. In N. Magan and M. Olsen (Eds), *Mycotoxins in food. Detection and control* (pp. 262-304). Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd.
- Sanchis, V. (2004). Environmental conditions affecting mycotoxins. In N. Magan and M. Olsen (Eds), *Mycotoxins in food. Detection and control* (pp. 174-189). Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd.
- SCAN (2000). *Dioxins in Feed*. Scientific Committee on Animal Nutrition. EC DG Health and Consumer Protection, Brussels.
- SCAN (2003). *Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on undesirable substances in feeds*. Brussels.
- Schecter, A., Quynh, H.T., Pöpke, O., Tung, K.C. & Constable, J.D. (2006α). Agent Orange, dioxins, and other chemicals of concern in Vietnam: update 2006. *J. Occup. Environ. Med.*, 48(4), 408-413.
- Schecter, A., Birnbaum, L., Ryan, J.J. & Constable, J.D. (2006β). Dioxins: An overview. *Environ. Res.*, 101(3), 419-428.
- Scheprens, P.J.C., Covaci, A., Jorens, P.G., Hens, L., Scarpe, S. & van Larebeke, N. (2001). Surprising findings following a Belgian food contamination with polychlorobiphenyles and dioxins. *Environ. Health Prospect.*, 109, 101-103.
- Shapira, R. & Paster, N. (2004). Control of mycotoxins in storage and techniques for their decontamination. In N. Magan and M. Olsen (Eds), *Mycotoxins in food. Detection and control* (pp. 190-223). Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd.
- Soong, D.K. & Ling, Y.C (1997). Reassessment of PCDD/DFs and Co-PCBs toxicity in contaminated rice-bran oil responsible for the disease Yu-Cheng. *Chemosphere*, 34, 1579-1586.
- Tacon, A.G.J. (1993). *FAO Fisheries Circular*, No. 856, Rome, Italy.
- Tanabe, S., Kannan, N., Wakimoto, T. & Tatsukawa, R. (1989). Isomer specific determination and toxic evaluation of potentially hazardous coplanar PCB, dibenzofurans and dioxins in the tissues of "Yusho" PCB poisoning victim and in the causal oil. *Toxicol. Environ. Chem.*, 24, 215-231.
- Tuomisto, J., Vartiainen, T. & Tuomisto, J.T. (1999). *Synopsis on dioxins and PCBs*. Kuopio, Finland: National Public Health Institute Publication B17/1999.
- Van Larebeke, N., Everaert, K., Bernheim, P., Covaci, A., Vlietinck, R. & DePoorter, G. (2007). The Belgian PCB and dioxin incident of January – June 1999. *Expos. Data Health Perspect.*, 109, 265-273.
- Verstraete, F. (2006). Decision making process and overview of recent and future European Union Legislation on mycotoxins in food and feed. In D. Barug, D. Bhatnagar, H.P. van Egmont, J.W. van der Kamp, W.A. van Osenbruggen & A. Visconti (Eds), *The Mycotoxin Fact Book: Food and Feed Topics* (pp. 51-82). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Verstraete F (2011). Risk management of undesirable substances in feed following updated risk assessments. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* DOI: 10.1016/j.taap.2010.09.015.
- Weidenboerner, M. (2001). *Encyclopedia of Food Mycotoxins*, Berlin: Springer.