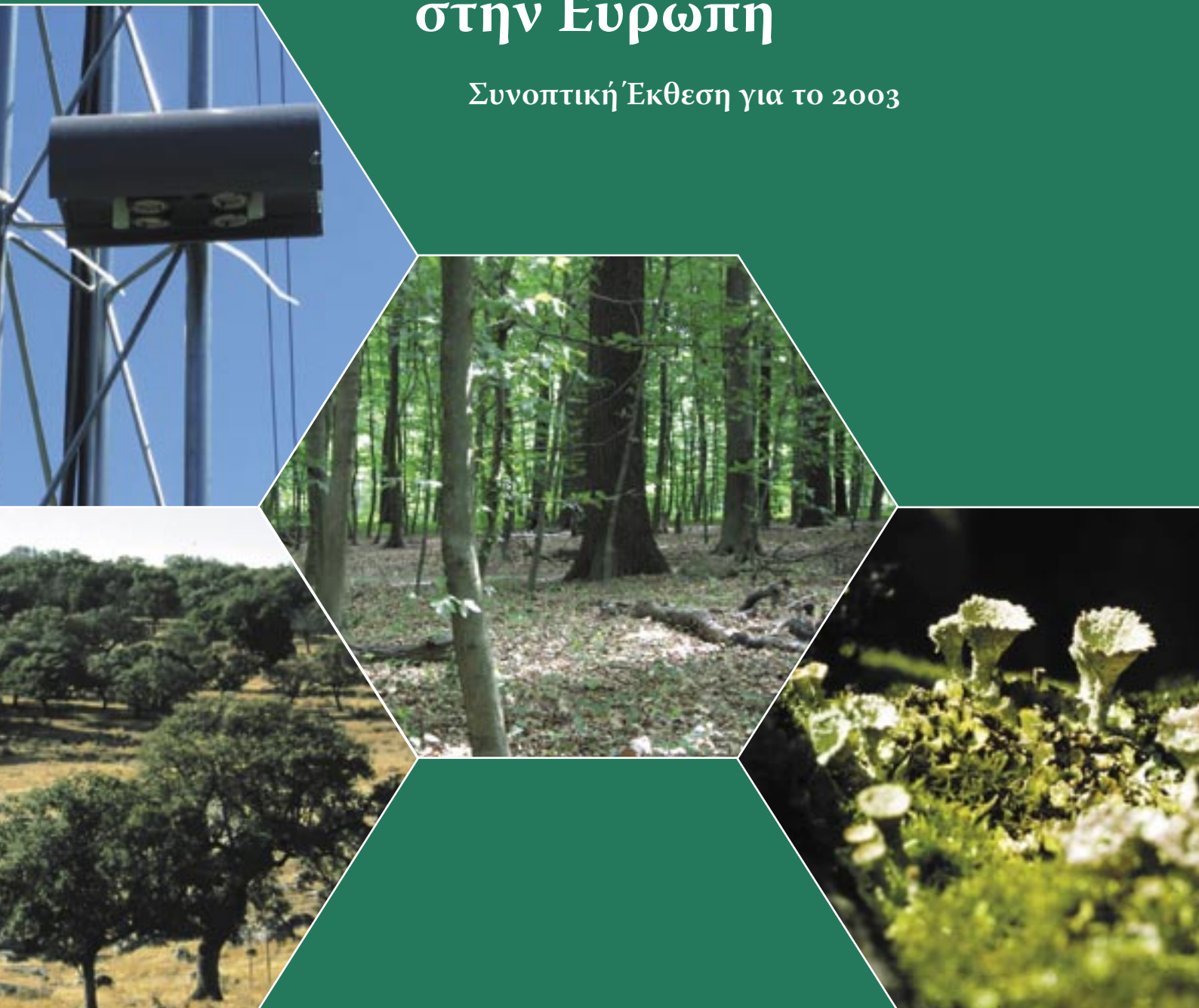


Οικονομική Επιτροπή των Ηνωμένων  
Εθνών για την Ευρώπη

Ευρωπαϊκή Επιτροπή

# Η κατάσταση των δασών στην Ευρώπη

Συνοπτική Έκθεση για το 2003



Ομοσπονδιακό Ερευνητικό Κέντρο  
για τα Δάση και τα Δασικά Προϊόντα (BFH)

Οι ονομασίες που χρησιμοποιούνται στην παρούσα έκθεση, καθώς και η παρουσίαση του υλικού, δεν υποδηλώνουν τη διατύπωση οιασδήποτε γνώμης εκ μέρους της Γραμματείας των Ηνωμένων Εθνών, όσον αφορά το νομικό καθεστώς των χωρών, των εδαφών, των πόλεων και των περιοχών ή των αρχών τους.

Οι απόψεις που διατυπώνονται στην παρούσα έκθεση εκφράζουν το συγγραφέα και δε συγκλίνουν απαραίτητα με εκείνες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Η παρούσα έκθεση, αφού εγκρίθηκε από την Ειδική Ομάδα του Διεθνούς Προγράμματος Συνεργασίας-Δάση (ΔΠΣ-Δάση), δημοσιοποιήθηκε από την Ομάδα Εργασίας της Συνθήκης για τη Μεγάλης ακτίνας Διασυνοριακή Ατμοσφαιρική Ρύπανση.

# Η κατάσταση των δασών στην Ευρώπη

Συνοπτική Έκθεση για το 2003

Συνθήκη σχετικά με τη Μεγάλης ακτίνας Διασυννοριακή Ατμοσφαιρική Ρύπανση:  
Διεθνές Πρόγραμμα Συνεργασίας για την αξιολόγηση και τον έλεγχο των  
αποτελεσμάτων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στα δάση

Σχέδιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προστασία των δασών από την ατμοσφαιρική  
ρύπανση

Ηνωμένα Έθνη, Οικονομική Επιτροπή για την Ευρώπη

Ευρωπαϊκή Επιτροπή

## Ευχαριστίες

Η Οικονομική Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή επιθυμούν να εκφράσουν τις ευχαριστίες τους σε όλα τα πρόσωπα και τους οργανισμούς που συνέβαλαν στην προετοιμασία της παρούσας έκθεσης: ιδιαίτερα στο Ομοσπονδιακό Ερευνητικό Κέντρο για τα Δάση και τα Δασικά Προϊόντα - στο Κέντρο Συντονισμού του Προγράμματος του ΔΠΣ -Δάση, στα Εθνικά Συντονιστικά Κέντρα για

την παροχή των δεδομένων και στους συγγραφείς κ.κ.

R. Fischer (έκδ., κεφ.1+6+7), W. de Vries (κεφ.3+5), E. Beuker (κεφ. 2.2), V. Calatayud (κεφ. 4), A. Furst (κεφ. 2.3), K.-H. Haberle (κεφ. 4 - ειδική εστίαση), T. Hausmann (κεφ. 7), D.F. Karnosky (κεφ. 4-ειδική εστίαση), G.H.M. Krause (κεφ. 4), P. Gundersen (κεφ. 5), M. Lorenz (περίληψη και κεφ.7), S. Luyssaert (κεφ. 2.3), R. Matyssek (κεφ.4-ειδική εστίαση), F.-J. Mayer (κεφ.2-ειδική εστίαση), S.

Meining (κεφ.2-ειδική εστίαση), V. Mues (κεφ. 2.1), P. Neville (κεφ. 6), K.E. Percy (κεφ.4-ειδική εστίαση), M. Posch (κεφ. 3), T. Preuhsler (κεφ. 2.2), H. Raitio (κεφ. 2.3), G.J. Reinds (κεφ. 3+5), J.P. Renaud (κεφ. 6), M.J. Sanz (κεφ. 4), E.D. Schulze (κεφ. 5-ειδική εστίαση), E. Vel (κεφ. 3+5).

# Περιεχόμενα και κύρια συμπεράσματα

Πρόλογος ..... σελ. 6

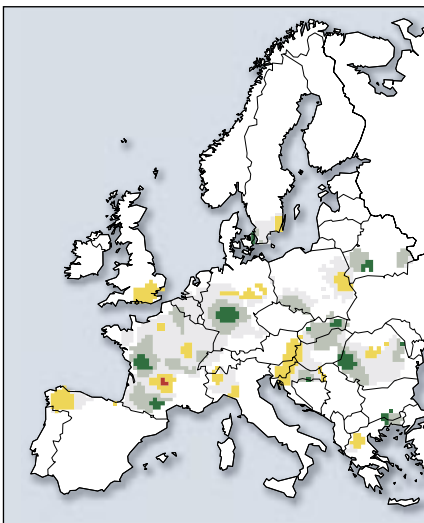
Αποτελέσματα 17 ετών Παρακολούθησης της Κατάστασης των Δασών ..... σελ. 8



## 1. Το σύστημα της πανευρωπαϊκής παρακολούθησης (TAB) σελ. 11

Το κοινό πρόγραμμα παρακολούθησης της Οικονομικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη (UNECE) και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU) είναι βασισμένο σε:

- 6.000 συστηματικά επιλεγμένες πειραματικές επιφάνειες Επιπέδου I (Level I plots)
- 860 εντακτικού ελέγχου πειραματικές επιφάνειες Επιπέδου II (Level II plots)
- 39 συμμετέχουσες χώρες



Πενταετής εξέλιξη της φυλλόπτωσης της δρυός

## 2. Κατάσταση των δασών σε ευρεία κλίμακα και αντιδράσεις των δέντρων . σελ. 13

Οι ετήσιες αξιολογήσεις πάνω από 17 χρόνια έχουν αποκαλύψει μια γενική επιδείνωση με μια παροδική ανάκαμψη στα μέσα της δεκαετίας του 1990. Το 2002, το ένα πέμπτο περίπου των περισσότερων από 130.000 δειγμάτων των δέντρων στην Ευρώπη, ήταν ταξινομημένα στις κατηγορίες μέσης και σοβαρής ζημιάς.

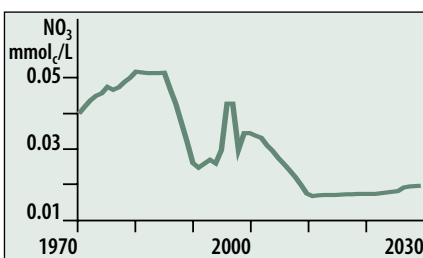
Η φυλλόπτωση της κόμης των δέντρων επηρεάζεται από την ηλικία του δέντρου, από τα ακραία καιρικά φαινόμενα και από τους βιοτικούς παράγοντες. Τεκμηριώνεται η σχέση μεταξύ της απόθεσης θείου και της φυλλόπτωσης των κύριων ειδών δέντρων. Η μείωση των εκπομπών του θείου απεικονίζεται στη χημεία του φυλλώματος του πεύκου και της ερυθρελάτης. Τα δέντρα δείχνουν να αντιδρούν στις αλλαγές του κλίματος μέσω των μεταβαλλόμενων ημερομηνιών της έκπτυξης του φυλλώματος, του χρώματος των φύλλων και της πτώσης αυτών.

2.1 Η Κατάσταση της κόμης των δέντρων το 2002 και η εξέλιξή της στο παρελθόν. .... σελ. 13

Η κατάσταση της ασημένιας ελάτης (*Abies alba*) ..... σελ. 18

2.2 Φαινολογία και περιβαλλοντικές επιδράσεις..... σελ. 20

2.3 Η χημική σύσταση του φυλλώματος είναι ένδειξη περιβαλλοντικών μεταβολών ..... σελ. 21



Προσομοίωση των συγκεντρώσεων νιτρικών

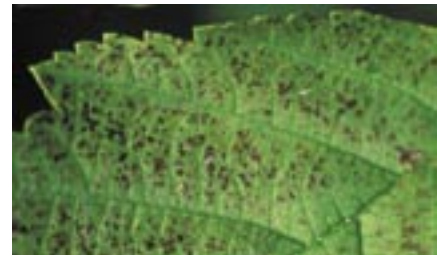
## 3. Ατμοσφαιρική ρύπανση και προσομοίωση μακροπρόθεσμων επιδράσεων σελ. 22

Εμφάνιση των υψηλότερων αποθέσεων αζώτου και θείου στις δασικές πειραματικές επιφάνειες στην κεντρική και δυτική Ευρώπη. Το σενάριο αναλύσεων για τις μειώσεις εκπομπών σύμφωνα με τις διεθνείς συμφωνίες δείχνει ότι οι συγκεντρώσεις θειικών στο εδαφικό διάλυμα θα παραμείνουν στο χαμηλό επίπεδο που επιτεύχθηκε ήδη το 2000 και ότι οι συγκεντρώσεις νιτρικών θα μειωθούν στις περισσότερες πειραματικές επιφάνειες μέχρι το 2010.

4. Συγκεντρώσεις όζοντος στα δάση ..... σελ. 26

Οι συγκεντρώσεις όζοντος ήταν ιδιαίτερα υψηλές στη νότια Ευρώπη. Η βλάβη από το όζον είναι ορατή στο φύλλωμα των διαφόρων ειδών δέντρων στην Ευρώπη. Τα πρώτα αποτελέσματα μιας δοκιμαστικής φάσης μελέτης των επιπτώσεων του όζοντος, δείχνουν τη σπουδαιότητα των συνεχών δραστηριοτήτων παρακολούθησης στα πλαίσια του προγράμματος.

Όζον : παγκόσμια κατάσταση, ζημιές στο φύλλωμα των δέντρων και έρευνα{TAB} σελ. 29

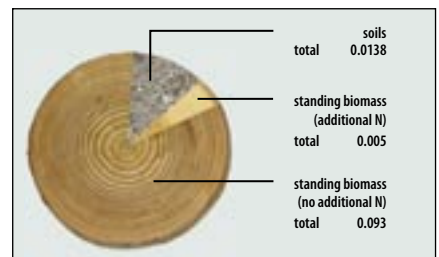


Ζημιά από το όζον στο φύλλωμα της σκλήθρας

5. Δέσμευση του άνθρακα και αλλαγή του κλίματος ..... σελ. 30

Η πρόσληψη άνθρακα (δέσμευση) στα δάση μπορεί να επιβραδύνει την ταχύτητα αλλαγής του κλίματος. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η τρέχουσα πρόσληψη άνθρακα στα ευρωπαϊκά δάση εμφανίζεται κυρίως μέσω της αύξησης στην ιστάμενη βιομάζα. Η πρόσληψη ατμοσφαιρικού αζώτου επιταχύνει την αύξηση των δέντρων, αλλά η γενική επιρροή του στη δέσμευση του άνθρακα είναι μάλλον μικρή.

Διοξείδιο του άνθρακα: παγκόσμια κατάσταση, επιπτώσεις, έρευνα και πολιτική αντιδράσεων..... σελ. 33



Ετήσια καθαρή δέσμευση άνθρακα σε Gton/ha/yr

6. Βιοποικιλότητα στις πειραματικές επιφάνειες εντατικού ελέγχου Επιπέδου II (Level II) ..... σελ. 35

Η βάση δεδομένων του προγράμματος περιέχει πολύτιμες πληροφορίες για πολλές πτυχές της δασικής βιολογικής ποικιλομορφίας, συμπεριλαμβανομένων της ποώδους βλάστησης, των ειδών των δέντρων και της δομής της συστάδας. Το *Galeopsis tetrahit* είναι π.χ ένα είδος ποώδους βλάστησης που εμφανίζεται κυρίως στις πειραματικές επιφάνειες με τις υψηλές αποθέσεις αζώτου. Μια φάση δοκιμής έχει προωθηθεί για την ανάπτυξη των πρόσθετων αξιολογήσεων περισσότερων δεικτών.

7. Συμπεράσματα..... σελ. 38

Παράρτημα..... σελ. 40



Hemp-nettle (*Galeopsis tetrahit*)



Dr. Heinz-Detlef Gregor

## Εισαγωγή

Είναι μεγάλη ευχαρίστηση να σας παρουσιάσουμε τη συνοπτική έκθεση του 2003 σχετικά με την Κατάσταση των Δασών στην Ευρώπη. Πάλι αυτό το έτος, η έκθεση παρέχει σημαντικά στοιχεία για την εργασία στο πλαίσιο της Συνθήκης της ΟΕΗΕ και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, σχετικά με τη Μεγάλης ακτίνας Διασυστοιακή Ατμοσφαιρική Ρύπανση, με το μοναδικό δίκτυο επιστημονικής συνεργασίας. Στο πλαίσιο της Συνθήκης, το Διεθνές Πρόγραμμα Συνεργασίας για την αξιολόγηση και την παρακολούθηση των επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στα δάση (ΔΠΣ-Δάση), ιδρύθηκε για να ελέγξει τα αποτελέσματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στα δάση με τη συλλογή των περιεκτικών και συγκρίσιμων στοιχείων, όσον αφορά τις αλλαγές στα δάση κάτω από τις πραγματικές περιβαλλοντικές συνθήκες και για να καθορίσει τις σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος μέσω της έρευνας και της παρακολούθησης. Είναι το μεγαλύτερο πρόγραμμα από την ομάδα εργασίας της Συνθήκης και ολοκληρώνει την ανάπτυξη των εναρμονισμένων μεθόδων, την κατάρτιση και προώθηση της εσωτερικής και εξωτερικής ανταλλαγής στοιχείων, την εξασφάλιση της ποιότητας, την επιστημονική καθοδήγηση και τη διεθνή συνεργασία.

Εκτιμώ βαθύτατα το γεγονός ότι το προσεκτικά σχεδιασμένο και υλοποιημένο εργασιακό πρόγραμμα της ομάδας εργασίας της ΕΕ/ΔΠΣ-Δάση και της συνεργασίας της με τα άλλα πέντε ΔΠΣ, καθώς και την κοινή ομάδα εργασίας των επιπτώσεων στην υγεία των δασών, παρέχει επιστημονικά στοιχεία απαραίτητα να υποστηρίξουν τις επιδράσεις-βασισμένες στις περιβαλλοντικές πολιτικές για την Ευρώπη και την περιοχή της ΟΕΗΕ και να αυξήσουν το ενδιαφέρον της επιστήμης, της πολιτικής και του κοινού, για τις επιπτώσεις της περιφερειακής ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Συγχρόνως επιθυμώ να αναγνωρίσω τη γενναϊόδωρη υποστήριξη που έχει λάβει το δασικό πρόγραμμα μέσα από την

Ευρωπαϊκή Ένωση, όσον αφορά την προστασία των δασών ενάντια στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

Η συνοπτική έκθεση για το 2003 συντάχθηκε από τη συλλογή στοιχείων 17 συνεχών ετών για την κατάσταση της κόμης και αποδεικνύει μια γενική επιδείνωση της κατάστασης. Η έκθεση τεκμηριώνει τις σχέσεις με την ατμοσφαιρική ρύπανση και συνδέει τις φαινολογικές με τις κλιματικές αλλαγές. Συγχρόνως παρουσιάζει στοιχεία που αποδεικνύουν πως η αποκατάσταση των δασικών οικοσυστημάτων μπορεί να είναι πολύ αργή.

Τα δασικά οικοσυστήματα είναι πολύ σύνθετα. Για να γίνει κατανοητή η κατάστασή τους και να εκτιμηθεί ή και να προβλεφθεί η μελλοντική τους ανάπτυξη με σημερινά δεδομένα, τα περιβαλλοντικά σενάρια απαιτούν μεγάλο αριθμό στοιχείων και συνεχή παρακολούθηση. Αυτή η περίπτωση κάνει την υπάρχουσα πληθώρα στοιχείων από 37 συμμετέχουσες ευρωπαϊκές χώρες και από τη βόρεια Αμερική, παρόμοια με άλλα περιφερειακά ή ημισφαιρικά προγράμματα, όπως το δίκτυο παρακολούθησης όξινων αποθέσεων στην ανατολική Ασία (EANET) ή το αντίστοιχο της Δασικής Υπηρεσίας του Υπουργείου Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (USDA).

Οι δραστηριότητες στο πλαίσιο της Συνθήκης, εστιάζονται προς το παρόν στις προετοιμασίες για τη διαδικασία αναθεώρησης του πρωτοκόλλου “Πολλαπλοί ρυπαντές-Πολλαπλές Επιδράσεις”, μόλις τεθεί σε ισχύ. Επίσης και άλλα πρωτόκολλα αναμένεται να ισχύουν μέσα σε λίγα χρόνια. Οι χρονοσειρές των στοιχείων, όπως εκείνα που συγκεντρώθηκαν στα πλαίσια του κοινού προγράμματος της ΕΕ και του ΔΠΣ- Δάση, έχουν πολύ μεγάλη αξία, δεδομένου ότι είναι τα μοναδικά για να επισημάνουν τις τάσεις στα παρακολουθούμενα οικοσυστήματα σαν συνέπεια της αξιοσημείωτης βελτίωσης του “κλίματος ρύπανσης” στην περιοχή της Ε.Ε.

Από αυτήν την άποψη, η συνεργασία μεταξύ μεμονωμένων ΔΠΣ είναι εξαιρετικά ενδιαφέροντα. Η συνοπτική

έκθεση του 2003 καταδεικνύει τη μεγάλης κλίμακας συνεργασία του προγράμματος με τα άλλα ΔΠΣ στην εφαρμογή των κρίσιμων φορτίων και των δυναμικών μοντέλων στην ύπαιθρο, στον τομέα των σχέσεων αιτίου-αποτελέσματος, στην περιγραφή των ορατών συμπτωμάτων για τη ζημιά του όζοντος στα δασικά δέντρα, στην υποστήριξη της ανάπτυξης των προσεγγίσεων βασισμένων στις ροές για την εκτίμηση της επίδρασης του όζοντος στα δάση και στην εκτίμηση μοντέλων εναποθέσεων.

Το μέλλον των δραστηριοτήτων παρακολούθησης που συντονίζονται από όλα τα ΔΠΣ, βασίζεται στα στοιχεία από τα Εθνικά Εστιακά τους Κέντρα, την υποστήριξη από τις ηγετικές χώρες και την εθελοντική συνεισφορά από τα συμβαλλόμενα μέρη, σύμφωνα με το σχέδιο εργασίας για την εφαρμογή της Συνθήκης. Η επιτυχής αναθεώρηση των πρωτοκόλλων που προβλέπεται να συνεχιστούν το 2004, μπορεί να επιτευχθεί όπως έχει προγραμματιστεί μόνο εάν όλα τα προγράμματα είναι σε θέση να δώσουν πληροφορίες σύμφωνα με το σχέδιο εργασίας. Επίσης, η έγκαιρη εκπλήρωση όλων των στόχων απαιτεί μια συμφωνία για ένα σταθερό όργανο χρηματοδότησης για τις δραστηριότητες του προσανατολισμένου αποτελέσματος στο πλαίσιο της Συνθήκης.

Επιθυμώ να συγχαρώ το πρόγραμμα της ΕΕ/ΔΠΣ-Δάση για την παραγωγή μιας ακόμα εξαιρετικής έκθεσης. Ελπίζω ότι θα βρεί την άμεση απήχηση στους φορείς χάραξης πολιτικής.

Λαμβάνοντας υπόψη την ύπαρξη πολλών ρυπαντών, οι μελλοντικοί στόχοι του προγράμματος πρέπει να συμπεριλάβουν συζητήσεις για το πώς θα επεκτείνουν τη χρήση των στοιχείων για να πραγματοποιήσουν εκτιμήσεις συσσωρευτικών κινδύνων.

Με αυτό τον τρόπο το ΔΠΣ-Δάση, σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, θα συνεχίσουν να είναι από τα κύρια όργανα βασισμένα σε επιστημονικά δεδομένα και προσανατολισμένα στην πολιτική για διεθνή συνεργασία στην περιβαλλοντική



Δασικό τοπίο και ποτάμια στη Νορβηγία

παρακολούθηση, με σκοπό να βοηθήσουν να λυθούν τα κοινά προβλήματα της διασυνοριακής ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Dr. Heinz-Detlef Gregor

Πρόεδρος της ομάδας εργασίας σχετικά με τα αποτελέσματα της Συνθήκης για τη Μεγάλης ακτίνας Διασυνοριακή Ατμοσφαιρική Ρύπανση



## Επιδράσεις των περιβαλλοντικών παραγόντων καταπόνησης στα Ευρωπαϊκά δάση - αποτελέσματα 17 ετών παρακολούθησης της κατάστασης των Δασών

Η κατάσταση των Δασών στην Ευρώπη υπόκειται στον αντίκτυπο των πολυάριθμων περιβαλλοντικών αλλαγών. Αυτές οι αλλαγές θέτουν σε κίνδυνο την αειφορική διαχείριση των δασών και ως εκ τούτου τις οικολογικές, οικονομικές, κοινωνικές και πολιτιστικές λειτουργίες των δασών. Οι διεθνείς περιβαλλοντικές πολιτικές για τα προληπτικά μέτρα πρέπει να έχουν μια υγιή επιστημονική βάση. Ακρογωνιαίος λίθος αυτής της επιστημονικής βάσης είναι η μακροχρόνια - ευρείας κλίμακας και εντατική παρακολούθηση της κατάστασης των δασών.

### Το σύστημα παρακολούθησης

Η Οικονομική Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη (UNECE) από κοινού με την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) εφαρμόζουν για 17 συνεχή χρόνια το πρόγραμμα παρακολούθησης της κατάστασης των δασών στην Ευρώπη. Οι ευρείας κλίμακας χρονικές και χωρικές μεταβολές της κατάστασης των δασών εκτιμώνται σε σχέση με τους

φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες καταπόνησης σε 6.000 πειραματικές επιφάνειες παρακολούθησης, οι οποίες κατανομούνται συστηματικά σε ολόκληρη την Ευρώπη. Αυτή η ευρείας κλίμακας παρακολούθηση της κατάστασης των δασών αναφέρεται ως "Επίπεδο Ι". Οι σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος ερευνώνται σε 860 πειραματικές επιφάνειες εντατικής παρακολούθησης, που καλύπτουν τα σημαντικότερα δασικά οικοσυστήματα της Ευρώπης. Αυτή η εντατική παρακολούθηση αναφέρεται ως "Επίπεδο ΙΙ". Τα δύο αυτά Επίπεδα παρακολούθησης συμπληρώνουν το ένα το άλλο. Χάρη στο μεγάλο αριθμό των επιφανειών και παραμέτρων και στη συμμετοχή 39 χωρών, το πρόγραμμα διαχειρίζεται σήμερα ένα από τα μεγαλύτερα δίκτυα βιοπαρακολούθησης σε παγκόσμιο επίπεδο.

### Κατάσταση της κόμης

Η κατάσταση της κόμης χρησιμοποιείται σαν γρήγορος δείκτης αντίδρασης στους πολυάριθμους περιβαλλοντικούς

παράγοντες που επηρεάζουν τη ζωτικότητα των δέντρων. Από τις ετήσιες εκτιμήσεις της κατάστασης της κόμης για περισσότερα από 17 έτη έχει διαπιστωθεί μια γενική επιδείνωση με μια παροδική ανάκαμψη αυτής στα μέσα της δεκαετίας του '90. Το 2002, περίπου το ένα πέμπτο των 130.000 και πλέον εξετασθέντων δειγμάτων δέντρων στην Ευρώπη, ταξινομήθηκαν ως έχοντα υποστεί μέτριες ή σοβαρές ζημιές. Η επίπτωση πολλών παραγόντων στην κατάσταση της κόμης διαφοροποιείται ευρέως μέσα στο χώρο και το χρόνο. Η σχέση μεταξύ των τάσεων στην κατάσταση της κόμης και των κυριότερων ανθρωπογενών παραγόντων μελετήθηκε ποικιλοτρόπως με στατιστικές πολυμεταβλητών και γεωστατιστικές αναλύσεις. Τα αποτελέσματα των στατιστικών αξιολογήσεων που περιγράφονται στην παρούσα έκθεση επιβεβαιώνουν παλαιότερα πορίσματα του προγράμματος, που εξηγούσαν τις μεταβολές της φυλλόπτωσης, κυρίως σε σχέση με την ηλικία των δέντρων, τις





“Montado / Dehesa” ανοικτός δασικός σχηματισμός δρυός στην Πορτογαλία

ακραίες καιρικές συνθήκες, τους βιοτικούς παράγοντες και την ατμοσφαιρική ρύπανση. Αποτελέσματα της επίδρασης των καιρικών συνθηκών αποκάλυψαν αλλαγές στη φαινολογική εξέλιξη, π.χ αλλαγές στην ημερομηνία του χρόνου έκπτυξης του πρώτου φυλλώματος, καθώς και στο χρωματισμό και την πτώση των φύλλων. Όσον αφορά την ατμοσφαιρική ρύπανση, τεκμηριώθηκε η σχέση μεταξύ της εναπόθεσης θείου και αποφύλλωσης των κυριότερων δασικών ειδών.

#### Ατμοσφαιρική ρύπανση

Ανταποκρινόμενο στις πολιτικές επιταγές, το πρόγραμμα δίνει ιδιαίτερη προσοχή στην επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η οποία μπορεί να επηρεάσει δραματικά τα δασικά οικοσυστήματα, πριν καλά καλά η ζημιά γίνει οπτικά φανερή, όπως για παράδειγμα η αποφύλλωση. Προηγούμενες μελέτες στο πρόγραμμα αποκάλυψαν σχέση μεταξύ της κατάστασης των δασικών εδαφών και της ατμοσφαιρικής εναπόθεσης. Οι εναποθέσεις του αζώτου

στο έδαφος αποτελούν την κυριότερη πηγή οξίνισης των εδαφών. Η εναπόθεση όξινων, αποθέσεων αζώτου και βαρέων μετάλλων, υπερβαίνουν το κρίσιμο φορτίο σε ένα μεγάλο αριθμό των πειραματικών επιφανειών, δείχνοντας αυξημένο κίνδυνο για τα δασικά οικοσυστήματα. Αντίθετα, η εναπόθεση θείου μειώθηκε τα τελευταία χρόνια. Η παρούσα έκθεση δίνει τα στοιχεία για τη μείωση των συγκεντρώσεων θείου στις βελόνες της Νορβηγικής ερυθρελάτης και της δασικής πεύκης. Αυτό είναι μια σαφής επιτυχία των δραστικών μειώσεων των εκπομπών θείου στην Ευρώπη, στο πλαίσιο της Συνθήκης σχετικά με τη Μεγάλης ακτίνας Διασυννοριακή Ατμοσφαιρική Ρύπανση (CLRTAP) της UNECE. Με τη Συνθήκη CLRTAP, έχουν θεσπιστεί οκτώ δεσμευτικές νομικές συμφωνίες (πρωτόκολλα), θέτοντας τα εθνικά ανώτατα όρια εκπομπής για όλους τους σημαντικούς ατμοσφαιρικούς ρύπους. Η πιο πρόσφατη εξ' αυτών, υπογράφηκε στο Γκέτεμποργκ της Σουηδίας, το 1999 (το “πρωτόκολλο του Γκέτεμποργκ”) και

στοχεύει στη μείωση των εκπομπών θείου κατά τουλάχιστον 63% και στις εκπομπές  $\text{NO}_x$  κατά 41%, έναντι των αντίστοιχων επιπέδων του 1990.

Ένα βασικό ζήτημα είναι οι ωφέλειες που μπορεί να αναμένονται από τις μετρήσεις των εκπομπών των ρύπων. Για πρώτη φορά η παρούσα έκθεση παρουσιάζει τα αποτελέσματα του σεναρίου ανάλυσης της υποθετικής μελλοντικής μείωσης εκπομπών, σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Γκέτεμποργκ. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των δυναμικών μοντέλων που προσομοιάζουν τις αντιδράσεις της χημείας εδάφους στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι αναμενόμενες μειώσεις εκπομπών οδηγούν σε μια συγκριτικά γρήγορη αποκατάσταση του εδαφικού διαλύματος. Οι συγκεντρώσεις θεικών στο εδαφικό διάλυμα θα παραμείνουν στο χαμηλό επίπεδο που επιτεύχθηκε ήδη το 2000. Οι συγκεντρώσεις νιτρικών προβλέπεται να μειωθούν στις περισσότερες πειραματικές επιφάνειες μέχρι το 2010 και



Δάσος δασικής πεύκης στη Νορβηγία

ιδιαίτερα στις επιφάνειες που παρουσιάζουν σήμερα υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου. Η αποκατάσταση της στερεάς φάσης του εδάφους θα απαιτήσει αρκετά περισσότερο χρόνο.

Ένας από τους κύριους ατμοσφαιρικούς ρύπους που έχουν επιπτώσεις στα δάση άμεσα μέσω των φύλλων και των βελόνων, είναι το τροποσφαιρικό όζον. Οι πρώτες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν μέσα από το πρόγραμμα ενισχύουν το γεγονός ότι οι συγκεντρώσεις όζοντος είναι υψηλές και ειδικότερα στη νότια Ευρώπη. Η εκτίμηση των ορατών ζημιών του όζοντος στο πρόγραμμα θα αναπτυχθεί περαιτέρω στο μοναδικό σύστημα παρακολούθησης της επίδρασης στα δάση σε ευρωπαϊκή κλίμακα. Τα πρόσφατα αποτελέσματα αποκαλύπτουν επίσης τις ζημιές από όζον στην κοινή (δασική) οξυά στην κεντρική Ευρώπη.

#### Δέσμευση άνθρακα

Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου αποδίδεται στις αυξανόμενες συγκεντρώσεις των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, ειδικά του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Το πρόγραμμα παρακολούθησης βοηθά να γίνει κατανοητό σε ποιο βαθμό η δέσμευση άνθρακα στα δάση μπορεί να μειώσει τη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η τρέχουσα δέσμευση άνθρακα στα δέντρα είναι 5-7 φορές μεγαλύτερη από αυτήν στο έδαφος. Οι προεκτάσεις των τιμών αυτών σε δασικές περιοχές της Ευρώπης, μειώθηκαν

κατά μέσο όρο 0,1 Gigatons ετησίως, αφού ελήφθη υπόψη η απομάκρυνση του άνθρακα λόγω της συγκομιδής και των πυρκαγιών. Οι εναποθέσεις αζώτου φαίνεται ότι αυξάνουν τη δέσμευση του άνθρακα κατά περίπου 5% μέσω διέγερσης της ανάπτυξης των δασικών δέντρων. Θεωρείται ότι οι μέθοδοι διαχείρισης των δασών έχουν έντονη επίδραση στη δέσμευση του άνθρακα.

#### Βιοποικιλότητα

Οι υπάρχουσες δραστηριότητες παρακολούθησης παρέχουν επίσης τα στοιχεία για πολλά χαρακτηριστικά της δασικής βιοποικιλότητας. Στην έκθεση του περασμένου χρόνου, τεκμηριώθηκε η επιρροή της ατμοσφαιρικής εναπόθεσης στην πόδη βλάστηση. Αυτή η έκθεση επικεντρώνεται στις πληροφορίες της δομής της συστάδας των επιφανειών Επίπεδου II. Οι πρόσθετοι μέθοδοι εκτίμησης και οι υπολογισμοί δεικτών θα αναπτυχθούν σε μια φάση δοκιμής από το ΔΠΣ-Δάση, που αρχίζει το 2003.

#### Μελλοντικές κατευθύνσεις

Η παρακολούθηση των δασών στην Ευρώπη θα συνεχίσει να παρέχει μια επιστημονική βάση για τις πολιτικές καθαρού αέρα σύμφωνα με την Οικονομική Επιτροπή για την Ευρώπη των Ηνωμένων Εθνών (UNECE) και την Ε.Ε. Μετά από τις πρώτες επιτυχίες των πολιτικών για καθαρό αέρα, οι μελλοντικοί στόχοι του προγράμματος θα συμπεριλάβουν την επαλήθευση του ελέγχου των επιπτώσεων των εκπομπών. Εντούτοις, η καλά καθιερωμένη υποδομή του προγράμματος, η διεπιστημονική

προσέγγιση παρακολούθησής του και η περιεκτική βάση δεδομένων του, θα επιτρέψουν επίσης τις σημαντικές συνεισφορές σε άλλους τομείς της περιβαλλοντικής πολιτικής. Το πρόγραμμα ακολουθεί ήδη τους στόχους διάφορων ψηφισμάτων της υπουργικής διάσκεψης σχετικά με την προστασία των δασών στην Ευρώπη (MCPFE) και παρέχει τις πληροφορίες για μερικούς από τους δείκτες του MCPFE για την αειφορική διαχείριση των δασών. Επίσης ενεργά συμβάλλει στο Φόρουμ των Ηνωμένων Εθνών στα δάση (UNFF). Τα αναμενόμενα αποτελέσματα για τη δασική βιοποικιλότητα θα είναι σχετικά με την εφαρμογή της Συνθήκης που αναφέρεται στη βιολογική ποικιλομορφία (CBD) και θα συμβάλλουν στην υπουργική διεργασία “περιβάλλον για την Ευρώπη”, με τη σχετική πανευρωπαϊκή βιολογική στρατηγική ποικιλομορφίας τοπίων (PEBLDS).

Με τη δυνατότητα της αξιολόγησης της δέσμευσης του άνθρακα στα δάση, το πρόγραμμα θα υποστηρίξει το πρωτόκολλο του Κιότο στο πλαίσιο της Συνθήκης πλαισίου, σχετικά με την αλλαγή του κλίματος. Επιπλέον, το πρόγραμμα λαμβάνει την αυξανόμενη προσοχή από τους οργανισμούς χάραξης πολιτικής και τα ερευνητικά ιδρύματα εκτός της Ευρώπης. Αυτό αποδεικνύεται από την πρόσφατα προωθημένη συνεργασία με τα βορειοαμερικανικά δασικά προγράμματα παρακολούθησης στον τομέα των αξιολογήσεων των κρίσιμων φορτίων. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η συζήτηση της δυνατότητας εφαρμογής των ευρωπαϊκών δασικών προσεγγίσεων παρακολούθησης στα ανατολικά ασιατικά δάση με το δίκτυο παρακολούθησης όξινων εναποθέσεων στην ανατολική Ασία (EANET).

---

Συμπληρωματικές πληροφορίες είναι διαθέσιμες σε:

<http://www.icp-forests.org> (ΔΠΣ-Δάση)

<http://europa.eu.int/comm/agriculture> (Ευρωπαϊκή Επιτροπή)

<http://www.fimci.nl> (Συντονιστικό Ινστιτούτο Εντατικής Παρακολούθησης των Δασών)

---



Ευρωπαϊκή Mountain Ash (*Sorbus aucuparia*), Σορβιά (Μελιός)

## 1. Το πανευρωπαϊκό δασικό σύστημα παρακολούθησης

### Εισαγωγή και υπόβαθρο

Τα δάση καλύπτουν περίπου το ένα τρίτο της επιφάνειας της Ευρώπης. Σε εκτεταμένες περιοχές, αυτά αποτελούν το φυσικότερο οικοσύστημα στην ήπειρο. Συγχρόνως, τα ευρωπαϊκά δάση παρέχουν υψηλές οικονομικές και κοινωνικές αξίες που πρέπει να συντηρηθούν, για το κοινό συμφέρον στην ποιότητας της ζωής.

Η πραγματική κατάσταση των δασών είναι το αποτέλεσμα των συνεχών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ανθρώπων και της φύσης κατά τη διάρκεια των αιώνων. Οι διεθνείς πολιτικές για το περιβάλλον, καθώς επίσης και η διαχείριση των δασών, στηρίζονται επάνω σε μια υγιή επιστημονική βάση για τα μέτρα που θα επηρεάσουν τα δασικά οικοσυστήματα στο μέλλον. Ακρογωνιαίος λίθος αυτής της επιστημονικής βάσης είναι η μακροπρόθεσμη, ευρείας κλίμακας και εντατική παρακολούθηση της κατάστασης των δασών.

Η προέλευση του σημερινού κοινού συστήματος παρακολούθησης χρονο-

λογείται από τη δεκαετία του '80 όταν παρατηρήθηκε μια σοβαρή επιδείνωση της κατάστασης των δασών σε εκτεταμένες περιοχές της Ευρώπης. Σε ανταπόκριση προς την εντεινόμενη ανησυχία για το ρόλο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην επιδείνωση αυτή, θεσπίστηκε το 1985 το Διεθνές Πρόγραμμα Συνεργασίας για την εκτίμηση και την παρακολούθηση των επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στα Δάση (ΔΠΣ-Δάση) στα πλαίσια της Συνθήκης της ΟΕΗΕ, σχετικά με τη Μεγάλης ακτίνας Διασυννοριακή Ατμοσφαιρική Ρύπανση (CLRTAP). Το 1986 η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΥ) θέσπισε το Σύστημα Προστασίας των Δασών κατά της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και με τον κανονισμό (ΕΟΚ) αριθ. 3528/86 του Συμβουλίου, τέθηκε η νομική βάση για τις εκτιμήσεις. Σήμερα, 39 χώρες συμμετέχουν στο πανευρωπαϊκό πρόγραμμα παρακολούθησης.

### Στόχοι του προγράμματος

Οι στόχοι του προγράμματος παρακολούθησης είναι:

- να παρέχει μια περιοδική επισκόπηση της κατά χώρο και χρόνο μεταβολής της κατάστασης των δασών σε σχέση με τους ανθρωπογενείς και φυσικούς παράγοντες καταπόνησης, σε ένα ευρωπαϊκό και εθνικό, ευρείας κλίμακας συστηματικό δίκτυο παρακολούθησης (Επίπεδο I).
- να συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των σχέσεων μεταξύ της κατάστασης των δασικών οικοσυστημάτων και των παραγόντων υποβάθμισης, ιδίως της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, μέσω της εντατικής παρακολούθησης σε ορισμένες επιλεγμένες μόνιμες επιφάνειες, καταναμημένες σε ολόκληρη την Ευρώπη (Επίπεδο II).
- να συμβάλλει στον υπολογισμό των κρίσιμων επιπέδων τιμών, των κρίσιμων φορτίων και των υπερβάσεων τους, στα δάση.
- να συνεργάζεται με άλλα περιβαλλοντικά προγράμματα παρακολούθησης, προκειμένου να παρέχει πληρο-

Έρευνες που πραγματοποιούνται	Επίπεδο I		Επίπεδο II	
Κατάσταση κόμης	ετησίως	όλες οι επιφάνειες	τουλάχιστον ετησίως	όλες οι επιφάνειες
Χημεία του φυλλώματος	μια φορά μέχρι τώρα	1497 επιφάνειες	κάθε 2 έτη	όλες οι επιφάνειες
Χημεία του εδάφους	μια φορά μέχρι τώρα	5289 επιφάνειες	κάθε 10 έτη	όλες οι επιφάνειες
Χημεία εδαφικού διαλύματος			συνεχώς	μέρος των επιφανειών
Αύξηση δέντρων			κάθε 5 έτη	όλες οι επιφάνειες
Παραδαφιαία βλάστηση			κάθε 5 έτη	όλες οι επιφάνειες
Ατμοσφαιρική εναπόθεση			συνεχώς	μέρος των επιφανειών
Ποιότητα του περιβάλλοντος αέρα			συνεχώς	μέρος των επιφανειών
Μετεωρολογία			συνεχώς	μέρος των επιφανειών
Φαινολογία			αρκετές φορές ετησίως	προαιρετικό
Τηλεπισκόπηση			κατά προτίμηση στην εγκατάσταση επιφανειών	προαιρετικό

Πίνακας 1-1: Έρευνες που πραγματοποιούνται στα Επίπεδα I και II.

φορίες για άλλα σημαντικά ζητήματα, όπως η αλλαγή του κλίματος και η βιοποικιλότητα των δασών και να συμβάλει με τον τρόπο αυτό στην αειφορική διαχείριση των ευρωπαϊκών δασών

- να συλλέγει πληροφορίες για την εξέλιξη των δασικών οικοσυστημάτων και να τις παρέχει στους φορείς χάραξης πολιτικής και στο κοινό.

#### Σχεδιασμός παρακολούθησης

Για την επίτευξη των στόχων του προγράμματος εφαρμόστηκε ένα συστηματικό δίκτυο παρακολούθησης ευρείας κλίμακας (Επίπεδο I) και ένα πρόγραμμα εντατικής παρακολούθησης των δασών (Επίπεδο II) (Πίν. 1. 1).

Το Επίπεδο I συγκροτείται από 6.000 περίπου μόνιμες πειραματικές επιφάνειες, οι οποίες είναι καταναμημένες σε ένα συστηματικό δίκτυο 16 X 16 χλμ, σε ολόκληρη την Ευρώπη. Στις επιφάνειες αυτές εκτιμάται ετησίως η κατάσταση της κόμης. Επιπλέον, πραγματοποιούνται

απογραφές όσον αφορά το έδαφος ή/και το φύλλωμα, στις περισσότερες επιφάνειες. Προβλέπεται η επανάληψη της απογραφής των εδαφών.

Για την εντατική παρακολούθηση του Επιπέδου II, έχουν επιλεγεί περισσότερες από 860 πειραματικές επιφάνειες στα σημαντικότερα δασικά οικοσυστήματα των συμμετεχουσών χωρών. Στις επιφάνειες αυτές πραγματοποιούνται μετρήσεις πολλών βασικών παραμέτρων - παραγόντων και τα στοιχεία που συλλέγονται χρησιμοποιούνται στην εκπόνηση πρότυπων μελετών για τους πλέον κοινούς συνδυασμούς ειδών δένδρων και τοποθεσιών- περιοχών. Οι πιο πρόσφατες τροποποιήσεις στις τρέχουσες έρευνες περιλαμβάνουν τις φάσεις δοκιμής για τις μετρήσεις όζοντος και την αξιολόγηση των επιπτώσεων αυτού, καθώς επίσης και τη συνεισφορά στην εκτίμηση της δασικής βιοποικιλότητας.



Υγής Νορβηγική ερυθρελάτη, Σλοβακία

## 2. Κατάσταση των δασών σε ευρεία κλίμακα και αντιδράσεις των δέντρων στο μεταβαλλόμενο περιβάλλον

### 2.1 Κατάσταση της κόμης το 2002 και η εξέλιξή της στο παρελθόν.

#### Περίληψη

- Ποσοστό μεγαλύτερο από 20% από τα 130.000 δέντρα που εκτιμήθηκαν το 2002, ταξινομήθηκαν ως έχοντα υποστεί ζημιές. Τα δέντρα που παρακολουθούνται σε συνεχή βάση από την αρχή της έρευνας, παρουσιάζουν συνεχή επιδείνωση από το 1986 ως το 1995. Μετά από μια εμφανή ανάκαμψη στα μέσα της δεκαετίας του '90, η επιδείνωση άρχισε πάλι να εμφανίζεται, αλλά σε χαμηλότερο όμως βαθμό.
- Εμπειριστωμένες εκτιμήσεις για την Νορβηγική ερυθρελάτη και τα είδη της δρυός δείχνουν ότι δεν υπάρχει καμία ενιαία τάση όσον αφορά τη φυλλόπτωση σε όλη την Ευρώπη. Μάλλον, αποκαλύπτουν μεταβαλλόμενες συνθήκες σε διάφορες περιοχές.
- Μεγάλα ή μικρά ύψη ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, προσβολές από έντομα και μύκητες, όπως και η ατμοσφαιρική ρύπανση, συσχετίζονται

με την κατάσταση της κόμης των δέντρων.

#### Εισαγωγή

Το πρόγραμμα παρέχει μια κανονική επισκόπηση για την κατάσταση των δασών στην Ευρώπη μέσω του ευρείας κλίμακας συστηματικού δικτύου παρακολούθησης 16 X 16 χλμ. Η ετήσια απογραφή της κατάστασης της κόμης είναι η κύρια δραστηριότητα του προγράμματος για μια ευρείας κλίμακας έρευνα της κατάστασης των δασών στην Ευρώπη. Μέσα σε αυτήν την έρευνα, η έλλειψη φυλλώματος περιγράφεται ως φυλλόπτωση για κάθε δέντρο δειγματοληψίας. Το 2002, εκτιμήθηκαν, ακολουθώντας εναρμονισμένες μεθόδους, περισσότερα από 130.000 δέντρα σε 6.000 περίπου μόνιμες πειραματικές επιφάνειες σε 30 ευρωπαϊκές χώρες. Σε πολλές χώρες εκπονήθηκαν πρόσθετες εκτιμήσεις σε πυκνότερα δίκτυα πειραματικών επιφανειών.

Η φυλλόπτωση επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες καταπόνησης και

είναι επομένως ένας πολύτιμος γενικός δείκτης για την κατάσταση των δασών. Οι πολυμεταβλητές στατιστικές τεχνικές χρησιμοποιούνται για να αποκαλύψουν σχέσεις μεταξύ των παραγόντων καταπόνησης και της κατάστασης της κόμης των δέντρων σε ευρεία κλίμακα. Αυτή η έκθεση εστιάζεται στις εις βάθος εκτιμήσεις για τη Νορβηγική ερυθρελάτη και την ευρωπαϊκή και απόδοσκο-άμισχο δρύ, ακολουθώντας παρόμοιες παρουσιάσεις στην έκθεση του περασμένου χρόνου για τη δασική πεύκη και την κοινή (δασική) οξυά. Η ειδική εστίαση για την κατάσταση της ασημένιας ελάτης απεικονίζει την προοπτική και την εμπειρία των εθνικών εμπειρογνομόνων σχετικών με ένα συγκεκριμένο είδος δέντρων και συνεχίζει με μια σειρά εμπειρογνομόνων που εξέτασε την αριά, τη χαλέπιο πεύκη και την κοινή (δασική) οξυά τα προηγούμενα χρόνια.

Τα δάση είναι σύνθετα οικοσυστήματα και οι περιβαλλοντικές επιρροές μπορούν να επισημανθούν σε διάφορα επίπεδα. Αυτό αποδεικνύεται

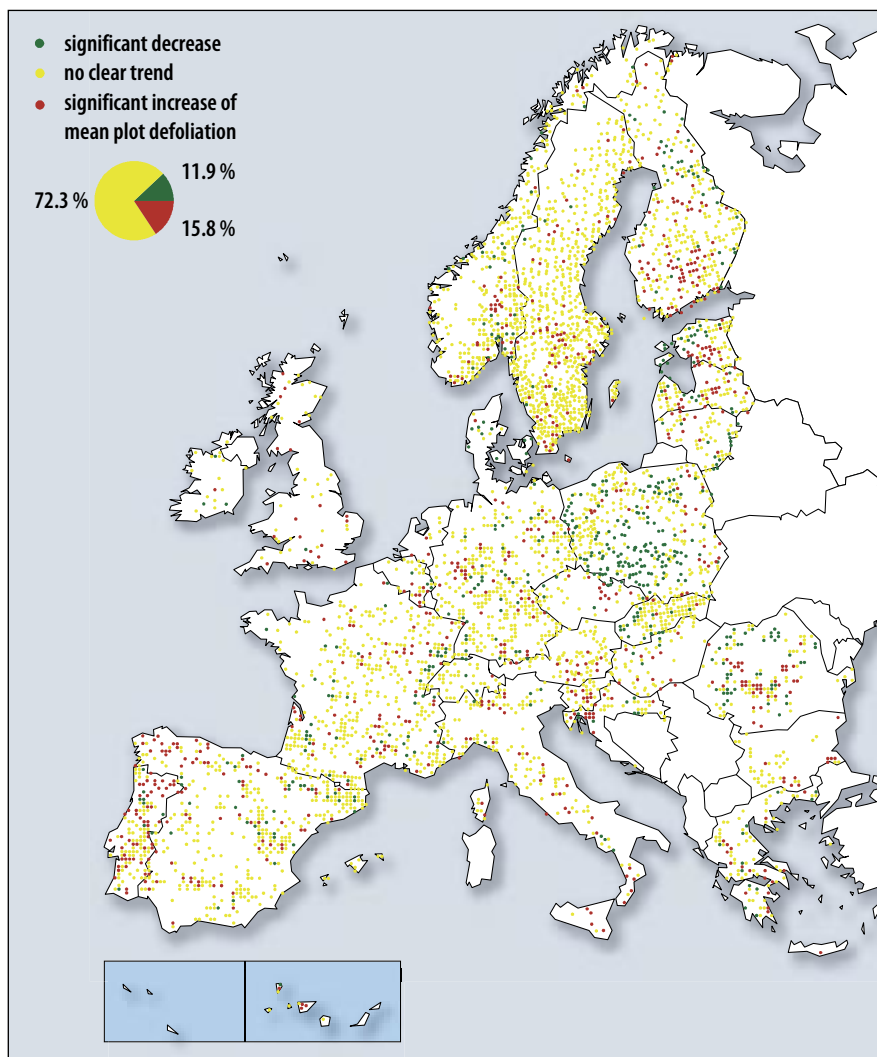
**Μέθοδοι Αναλύσεις των χρονικών και χωρικών μεταβολών της Νορβηγικής ερυθρελάτης της ευρωπαϊκής και της απόδικης δρυός είναι βασισμένες σε εκείνες των επιφανειών του Επίπεδου I για τις οποίες υποβλήθηκαν δεδομένα - στοιχεία σε συνεχή βάση από το 1997 μέχρι το 2002, για τρία τουλάχιστον δέντρα ερυθρελάτης ή δρυός. Πολλαπλές επιδράσεις υπολογίστηκαν για την περίοδο αξιολόγησης 1994 έως το 1999, δεδομένου ότι τα πιο πρόσφατα στοιχεία εναπόθεσης δεν ήταν διαθέσιμα.**

**Κατηγορίες φυλλόπτωσης:** Οι εκτιμήσεις υπαίθρου για τη φυλλόπτωση σε όλη την Ευρώπη επηρεάζονται έντονα από την ηλικία των δασοσυστάδων (τα γηραιότερα δέντρα παρουσιάζουν συνήθως μεγαλύτερη αποφύλλωση) και από τη χώρα στην οποία βρίσκεται η επιφάνεια του Επίπεδου I (οι μέθοδοι εκτίμησης διαφέρουν μερικές φορές μεταξύ των χωρών). Για το λόγο αυτό οι κατηγορίες φυλλόπτωσης αξιολογήθηκαν ως η διαφορά μεταξύ των εκτιμήσεων υπαίθρου και μιας μοντελοποιημένης τιμής επιφάνειας που λαμβάνει υπόψη τις μεταβλητές “ ηλικία δασοσυστάδας “ και “ χώρα “ και ως εκ τούτου αντισταθμίζει την επίδρασή τους.

Η εξέλιξη της φυλλόπτωσης υπολογίστηκε από τη γραμμική παλινδρόμηση όλων των μέσων ετήσιων τιμών των επιφανειών για τα έτη 1997 μέχρι το 2002. Οι επιδράσεις της ηλικίας και της χώρας ήταν αμελητέες για τις αξιολογήσεις των χρονικών τάσεων.

Η γεωστατιστική μέθοδος *kriging* χρησιμοποιήθηκε για να παρεμβάλει τις κατηγορίες και τις τάσεις της φυλλόπτωσης στις επιφάνειες του Επίπεδου I.

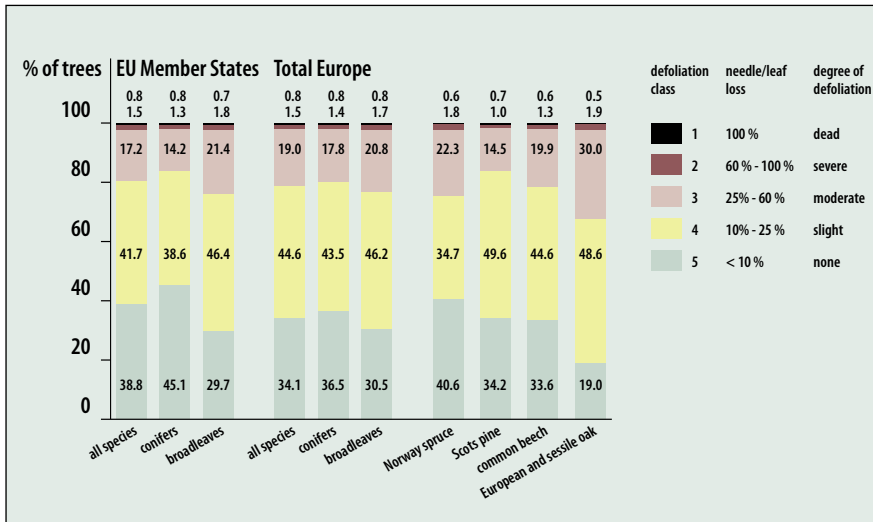
Πολλαπλά μοντέλα γραμμικής συσχέτισης χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να εξηγηθεί η φυλλόπτωση (1994 ως το 1999) που προκλήθηκε από διάφορες περιβαλλοντικές επιδράσεις. Τα εξωτερικά στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν για την εναπόθεση και τα κατακρημνίσματα. Η σύμπτωση μεγάλης φυλλόπτωσης με ορισμένους παράγοντες καταπόνησης, μπορεί να ερμηνευθεί ως πιθανή ζημιογόνος επίπτωση.



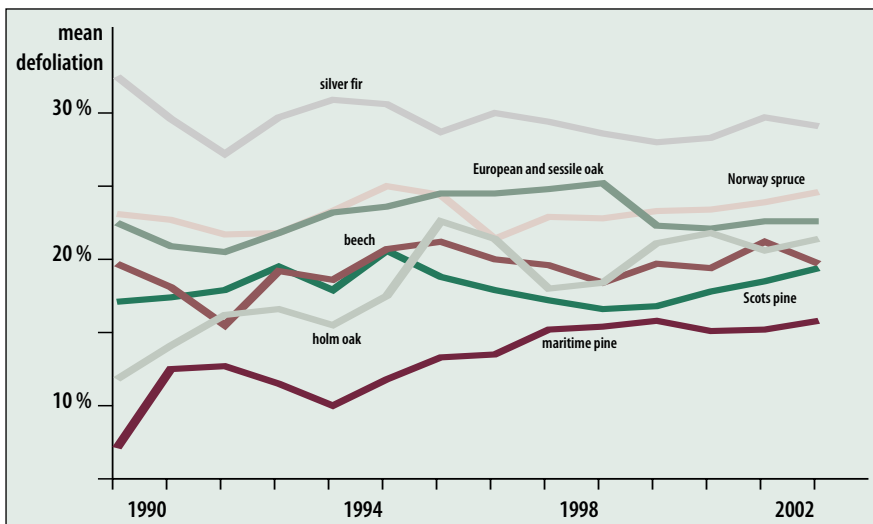
Σχήμα 2-1: Εξέλιξη της φυλλόπτωσης για όλα τα είδη δέντρων. Οι γραμμικές τάσεις στις επιφάνειες για το 1994–2002 ελέγχθηκαν ως προς τη σημαντικότητά τους. Η περίοδος αξιολόγησης για τη Γαλλία, την Ιταλία, και τη Σουηδία είναι το 1997–2002,



Διεθνείς συναντήσεις εναρμόνισης μεθόδων αποτελούν μέρος του προγράμματος για τον ποιοτικό έλεγχο και την εκτίμηση της κατάστασης της κόμης των δέντρων. Εδώ οι ηγέτες ομάδων από διαφορετικές χώρες συναντιούνται στα δάση και εκτιμούν το ίδιο δείγμα των δέντρων.



Σχήμα 2-2: Ποσοστό των δέντρων στις διαφορετικές κατηγορίες φυλλόπτωσης για τα κύρια είδη δέντρων. Συνολικά στην Ευρώπη και ΕΕ, 2002



Σχήμα 2-3: Τάσεις της μέσης φυλλόπτωσης για τα κύρια ευρωπαϊκά είδη δέντρων, που υπολογίζονται για τα συνεχώς παρατηρούμενα δέντρα. Τα μεγέθη δειγμάτων ποικίλουν μεταξύ 1.237 δέντρων για την ευρωπαϊκή και την απόδισκο δρύ και 2.988 για την ερυθρελάτη (ασημένιο έλατο: 289 δέντρα)

σαφώς από τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων του φυλλώματος και των φαινολογικών παρατηρήσεων.

#### Αποτελέσματα ευρείας κλίμακας

Το 21,3% όλων των εκτιμηθέντων δέντρων το 2002 ταξινομήθηκαν ως έχοντα υποστεί μέτρια ή σοβαρή φυλλόπτωση ή ως νεκρά. Η κατάσταση της κόμης των δέντρων στα κράτη μέλη της ΕΕ ήταν ελαφρώς καλύτερη από ό,τι στην Ευρώπη συνολικά. Από τα τέσσερα είδη δέντρων που εμφανίζονται πολύ συχνά στις πειραματικές επιφάνειες, η ευρωπαϊκή και η απόδισκος δρύς εμφάνισαν τη σοβαρότερη αποφύλλωση (σχέδιο 2-2).

Η χρονική εξέλιξη της αποφύλλωσης αναλύθηκε για το δείγμα που περιλαμβάνει όλα τα δέντρα συνεχούς παρακολούθησης. Τα συνεχώς παρακολουθούμενα δέντρα ασημένιας ελάτης (*Abies alba*) είχαν τον υψηλότερο μέσο όρο φυλλόπτωσης σε όλα τα

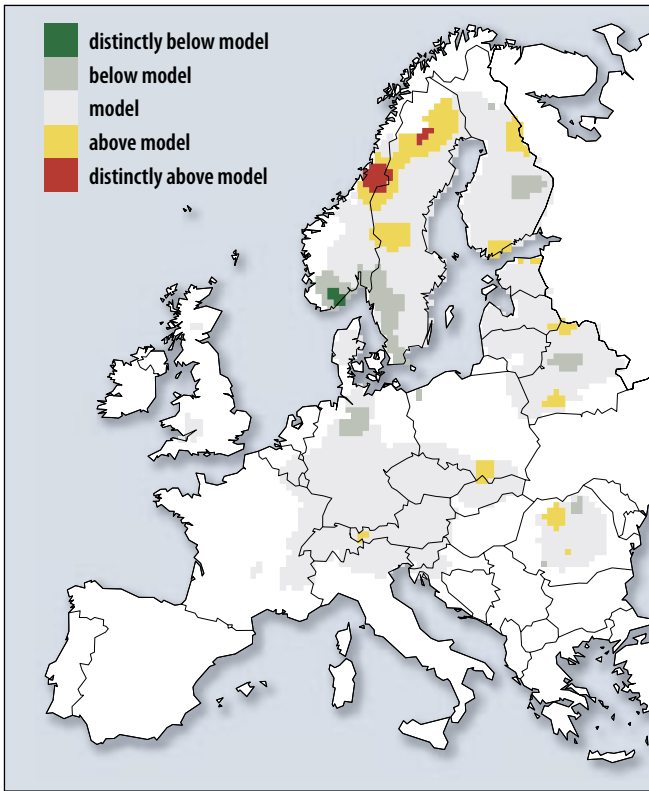
έτη. Γενικά, οι τιμές των μέσων όρων φυλλόπτωσης κυμάνθησαν αρκετά (σχέδιο 2-3). Το ποσοστό των δέντρων που έχουν υποστεί ζημιές και των νεκρών δέντρων (κατηγορίες φυλλόπτωσης 2-4) όλων των ειδών ήταν το υψηλότερο το 1995 (25,6%) και μειώθηκε στα επόμενα δύο έτη (δεν απεικονίζονται). Έκτοτε έχει καταγραφεί μια σταθερή αλλά αργή αύξηση των ζημιών.

Στο χάρτη των πειραματικών επιφανειών για όλα τα είδη των δέντρων (σχέδιο 2-1) φαίνεται ότι ο αριθμός των επιφανειών με σημαντική αύξηση της μέσης φυλλόπτωσης από το 1994 ως το 2002 ήταν υψηλότερος (15,8%) από τον αριθμό των επιφανειών που εμφανίζουν μείωση της μέσης φυλλόπτωσης (11,9%). Οι επιφάνειες στις οποίες παρουσιάζεται επιδείνωση στην κατάσταση της κόμης είναι συγκεντρωμένες κατά μήκος της βόρειας και δυτικής ακτής της Ιβηρικής χερσονήσου, στη νότια Φινλανδία και

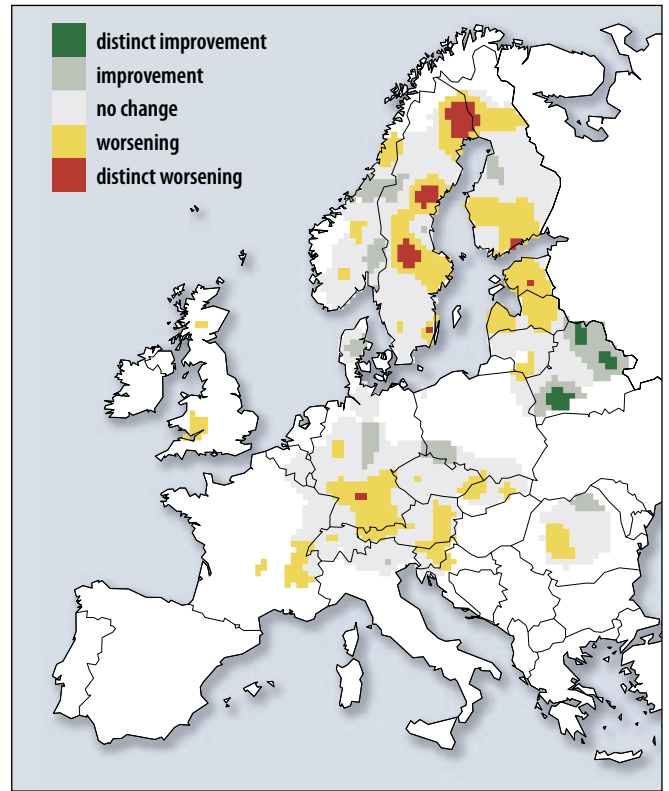
την Εσθονία, στην αλπική περιοχή της Αυστρίας, στη Σλοβενία και στην Κροατία. Βελτίωση της κατάστασης της κόμης παρατηρήθηκε σε επιφάνειες των περιοχών της νότιας Πολωνίας και στην ακτή της Εσθονίας.

#### Νορβηγική ερυθρελάτη (*Picea abies*)

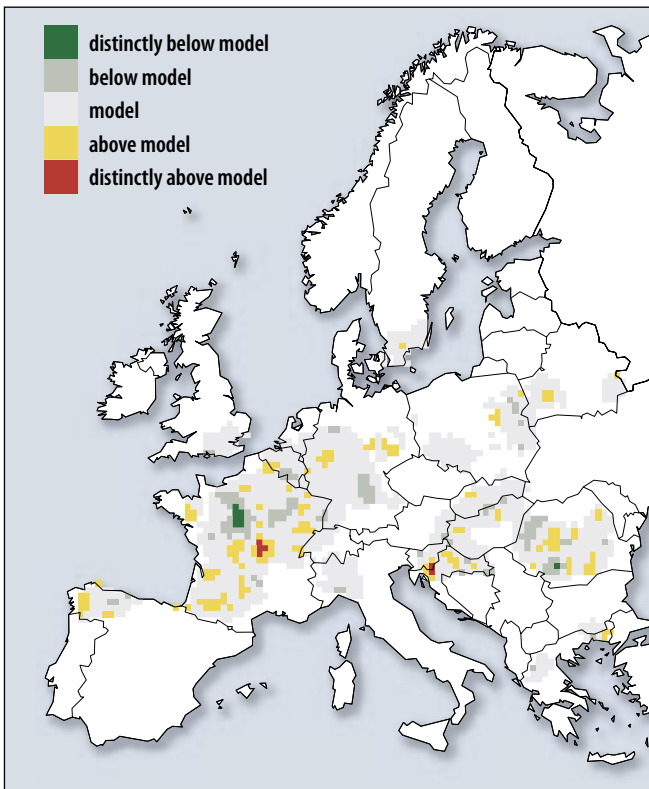
Στην Κεντρική Νορβηγία, η μέση φυλλόπτωση της ερυθρελάτης είναι σχετικά υψηλή (σχέδια 2-4 και 2-5). Η κατάσταση οφείλεται κυρίως στη σκουριά των βελονών και την προσβολή των ριζών από μύκητες. Η ζημιά ήταν ιδιαίτερα υψηλή εξ' αιτίας των δυσμενών καιρικών συνθηκών. Στα προηγούμενα πέντε έτη η κατάσταση είχε βελτιωθεί ελαφρώς. Σε εκτεταμένες περιοχές της Σουηδίας, η φυλλόπτωση έχει αυξηθεί από το 1997, πιθανότατα λόγω των παρόμοιων αιτιών όπως εκείνων για τη φυλλόπτωση στη Νορβηγία. Στη Λευκορωσία, καταγράφηκε μια βελτίωση, αλλά στη βαλτική περιοχή



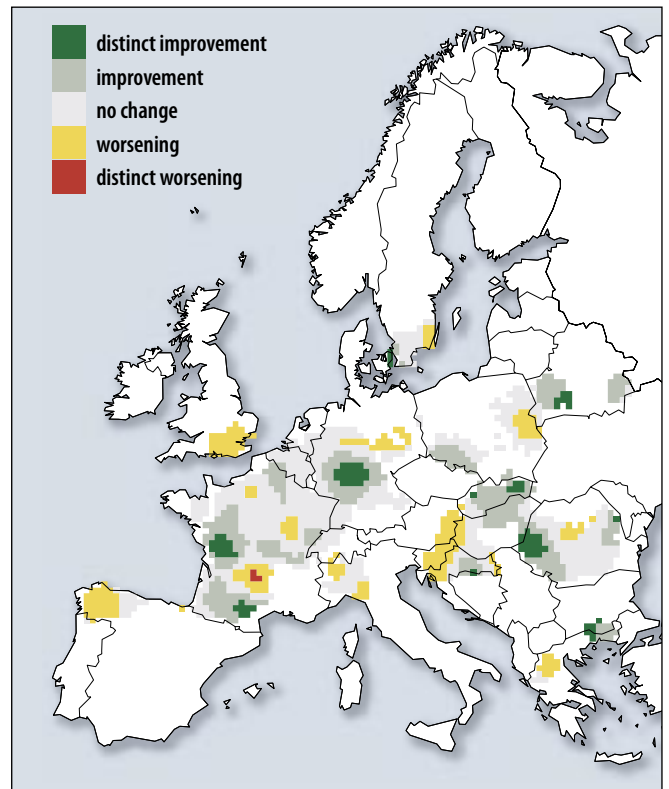
Σχήμα 2-4: Φυλλόπτωση της Νορβηγικής ερυθρελάτης. Διαφορές μεταξύ της μεσοπρόθεσμης μέσης φυλλόπτωσης και της τιμής από το μοντέλο. Η παρεμβολή είναι βασισμένη σε 1461 επιφάνειες συνεχούς παρακολούθησης από το 1997 μέχρι το 2002.



Σχήμα 2-5: Χρονική τάση μέσης φυλλόπτωσης της Νορβηγικής ερυθρελάτης. Η παρεμβολή είναι βασισμένη σε 1461 επιφάνειες συνεχούς παρακολούθησης από το 1997 μέχρι το 2002.



Σχήμα 2-6: Φυλλόπτωση της ευρωπαϊκής και απόδικης δρυός. Διαφορές μεταξύ της μεσοπρόθεσμης μέσης φυλλόπτωσης και της τιμής από το μοντέλο. Η παρεμβολή είναι βασισμένη σε 503 επιφάνειες συνεχούς παρακολούθησης από το 1997 μέχρι το 2002.



Σχήμα 2-7: Χρονική τάση μέσης φυλλόπτωσης της ευρωπαϊκής και απόδικης δρυός. Η παρεμβολή είναι βασισμένη σε 503 επιφάνειες συνεχούς παρακολούθησης από το 1997 μέχρι το 2002.



		Spatial variation		Temporal variation	
		spruce	oak	spruce	oak
<b>R-square</b>		<b>58.7</b>	<b>43.1</b>	<b>40.8</b>	<b>43.8</b>
<b>No. of plots</b>		<b>1046</b>	<b>291</b>	<b>1046</b>	<b>291</b>
precip. actual year		-	-	-	-
precip. previous year				-	-
insect		+	++	+	+
fungi		+	--	-	+
deposition	S actual year	+	+	+	+
	NH <sub>4</sub> actual year	+	-	-	+
	NO <sub>3</sub> actual year	--		+	+
	S prev. year			-	+
	NH <sub>4</sub> prev. year			-	-
	NO <sub>3</sub> prev. year			-	+
year				o	o
age <sub>country corrected</sub>		oo	oo		
country		oo	oo		

Πίνακας 2-1: Σχέσεις μεταξύ των χρονικών και χωρικών μεταβολών της φυλλόπτωσης της Νορβηγικής ερυθρελάτης και της ευρωπαϊκής και απόδισκης δρυός και των διαφόρων ερμηνευτικών μεταβλητών που προκύπτουν από παλινδρομικές αναλύσεις πολλαπλών μεταβλητών. Η τιμή R<sup>2</sup> δείχνει το ποσοστό τυπικής απόκλισης που ερμηνεύεται από το μοντέλο.

- αρνητική συσχέτιση  
 -- σημαντική αρνητική συσχέτιση  
 + θετική συσχέτιση  
 ++ σημαντική θετική συσχέτιση  
 o συσχέτιση  
 oo σημαντική συσχέτιση

και τη νότια Γερμανία υπήρξε επιδείνωση της φυλλόπτωσης στις περισσότερες επιφάνειες.

#### Ευρωπαϊκή και απόδισκος δρύς (*Q. sessiliflora*)

Στις φυλλοβόλους δρύς εμφανίστηκε μια μεγάλη διακύμανση και στη μέση φυλλόπτωση και στη χρονική παραλλακτικότητα (σχέδια 2-6 και 2-7). Σε μερικές περιοχές της Γαλλίας, η φυλλόπτωση ήταν μάλλον υψηλή με τάση βελτίωσης στα νότια και δυτικά της χώρας, αλλά δεν προσδιορίστηκε καμία ομοιόμορφη αιτία ζημιάς σε πανεθνικό επίπεδο. Στην κεντρική Γερμανία, η ευρείας κλίμακας βελτίωση εξηγήθηκε από την ανάκαμψη των δρυών μετά από τη ζημιά που είχαν υποστεί για χρόνια, εξ' αιτίας προσβολών από έντομα.

#### Πολλαπλές επιδράσεις στην κατάσταση της κόμης των δέντρων

Τα γραμμικά μοντέλα πολλαπλής συσχέτισης επιβεβαίωσαν ότι οι καιρικές συνθήκες, τα έντομα και η ατμοσφαιρική απόθεση επηρεάζουν την κατάσταση

της κόμης των δέντρων στην Ευρώπη (πίν. 2-1). Οι αξιολογήσεις έδειξαν ότι μεγάλες ποσότητες κατακρημνισμάτων συνδέονται με σχετικά υγιή κατάσταση της κόμης των δέντρων. Αυτά τα συμπεράσματα για την ερυθρελάτη και τη φυλλοβόλο δρύ, επιβεβαιώνουν εκείνους που υπέβαλαν έκθεση για τη δασική πύκη και την οξυά τον περασμένο χρόνο. Η ζημιά από την επίδραση των εντόμων επίσης απεικονίστηκε στις στατιστικές αξιολογήσεις για τα τέσσερα πιο συχνά εμφανιζόμενα είδη δέντρων. Για τους μύκητες εμφανίστηκαν ποικίλες συσχετίσεις. Η εναπόθεση θείου (S) του τρέχοντος έτους συσχετίστηκε με υψηλή ή αυξανόμενη φυλλόπτωση. Μια γραμμική τάση απεικονίζει μια στατιστικά ανεξήγητη εξέλιξη από τις άλλες προβλέψιμες μεταβλητές του μοντέλου. Όπως όμως μπορεί να φανεί στους χάρτες, δεν υπάρχει ενιαία τάση για όλη την Ευρώπη, αλλά ποικίλες συνθήκες χαρακτηρίζουν τις διαφορετικές επιφάνειες. Η επίδραση της ηλικίας και της χώρας δεν είναι σημαντικοί παράγοντες για τις αξιολογήσεις των χρονικών τάσεων.



Η ασημένια ελάτη κυριαρχεί σε μικτό ορεινό δάσος, Γερμανία

## Η κατάσταση της ασημένιας ελάτης (ABIES ALBA)

### Περίληψη

- Διαδεδομένη ζημιά στην ασημένια ελάτη στη δεκαετία του '70, οδήγησε στην εγκατάσταση των πρώτων μόνιμων πειραματικών επιφανειών παρακολούθησης. Αυτές περιλήφθηκαν στη συνέχεια στο τρέχον πολυεθνικό δίκτυο για την κατάσταση των δασών.
- Η ασημένια ελάτη (*Abies alba*) είναι ακόμα μεταξύ των ειδών που έχουν υποστεί σοβαρή ζημιά. Ποσοστό μεγαλύτερο από 40% των συνεχώς παρακολουθούμενων δέντρων έχει επηρεασθεί και παρατηρείται μόνο μια μικρή βελτίωση τα τελευταία χρόνια.
- Πολλές μελέτες έχουν δείξει στενή σχέση με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Οι φυσικοί παράγοντες καταπόνησης όπως οι περίοδοι ξηρασίας, διαδραματίζουν επίσης έναν σημαντικό ρόλο. Μια ιδιαιτερότητα είναι η προσβολή από επίφυτα (γκι).

### Εισαγωγή

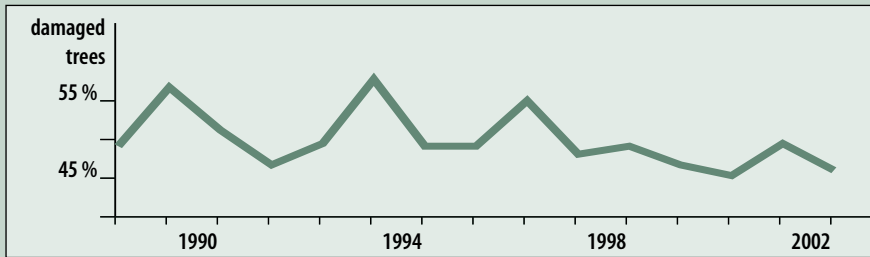
Η διαδεδομένη ζημιά της ασημένιας ελάτης (*Abies alba*) ήταν μεταξύ των πρώτων που καταγράφηκαν στα πλαίσια του ονομαζόμενου "Waldsterben" (υποβάθμιση του δάσους) στη Νότια Γερμανία και την Κεντρική Ευρώπη στη δεκαετία του '70. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε ο όρος "Tannensterben" (υποβάθμιση της ελάτης), αλλά γρήγορα έγινε αντιληπτό ότι η υποβάθμιση αφορούσε περισσότερα είδη. Εξ' αιτίας αυτής της εξέλιξης, δεδομένα περιφερειακών χρονικών σειρών για την κατάσταση της κόμης της ασημένιας ελάτης, είναι τα περισσότερο διαθέσιμα για ένα μεγάλο αριθμό πειραματικών επιφανειών.

Το φυσικό εύρος εξάπλωσης της ασημένιας ελάτης εκτείνεται κατά μήκος των υγρών ορεινών περιοχών της κεντρικής και νότιας Ευρώπης. Το είδος είναι σχετικά ανεκτικό στη σκιά και τυπικά απαντάται σε μεικτά ορεινά δάση όπου σχηματίζει πλούσιες και δομημένες συστάδες, σε συνδυασμό με την ερυθρελάτη, την δασική

οξυά και τον ψευδοπλάτανο -συκαμινιά (*Acer pseudoplatanus*). Στην κεντρική Ευρώπη το είδος απαντάται σε υψόμετρο μικρότερο των 1200 μ. Μόνο στις νότιες περιοχές όπως τα Πυρηναία Όρη, μπορεί να απαντηθεί σε μεγαλύτερα από αυτό υψόμετρα. Για τη βέλτιστη ανάπτυξή του, το είδος απαιτεί καλά αποστραγγιζόμενες περιοχές με τουλάχιστον μέτριο θρεπτικό ανεφοδιασμό. Εντούτοις, μέσω ενός συστήματος tap-root, είναι επίσης ικανό να αναπτυχθεί σε συμπαγείς και υδρομορφικές τοποθεσίες. Κατ'εξάιρεση απαντάται σε έντονα όξινα εδάφη.

### Ιστορική εξέλιξη των ζημιών της ασημένιας ελάτης.

Λεπτομερείς εκθέσεις σχετικά με τις ζημιές της ασημένιας ελάτης, συμπεριλαμβανομένων περιγραφών των συγκεκριμένων συμπτωμάτων, έγιναν ήδη στην αρχή του 20ου αιώνα. Στα μέσα της δεκαετίας του '60, η επιδείνωση παρατηρήθηκε πάλι, αρχικά στη νότια Γερμανία, αλλά στη συνέχεια και σε άλλες



Ποσοστό δένδρων ασημένιας ελάτης που έχουν υποστεί σοβαρές ζημιές (που εκτιμάται συνεχώς από το 1988) στο Level I δίκτυο (Κλάσεις φυλλόπτωσης κατηγορίες 2-4, > 25% φυλλόπτωσηση)

ευρωπαϊκές περιοχές. Οι ζημιές αυξήθηκαν, ιδιαίτερα το 1976, ένα έτος με εξαιρετικά χαμηλή βροχόπτωση. Στα μέσα της δεκαετίας του '70 καταγράφηκαν επίσης για αυτές τις περιοχές οι υψηλότερες εκπομπές διοξειδίου του θείου και για πρώτη φορά τέθηκαν οι υποψίες για μια σχέση μεταξύ μεγάλου εύρους ατμοσφαιρικής ρύπανσης και επιδείνωσης της κατάστασης της κόμης.

Η ανησυχία για τη μείωση της λειτουργίας του οικοσυστήματος, οδήγησε στην εγκατάσταση μόνιμων πειραματικών επιφανειών, προκειμένου να τεκμηριωθεί η ανάπτυξη και να αναλυθούν οι αιτίες των παρατηρηθέντων συμπτωμάτων.

#### Αποτελέσματα παρακολούθησης.

Αυτή τη στιγμή περισσότερο από 2.000 δέντρα ασημένιας ελάτης έχουν καταγραφεί στο πολυεθνικό, μεγάλης κλίμακας δίκτυο παρακολούθησης του προγράμματος. Η Γαλλία, η Ρουμανία και η Γερμανία είναι οι χώρες με τους υψηλότερους αριθμούς αυτού του είδους στη βάση δεδομένων. Από το 1988, το είδος αυτό είναι μεταξύ των πιο προσβεβλημένων, με ποσοστό δέντρων που έχουν προσβληθεί συνεχώς επάνω από 45% (βλ. επίσης Σχήμα 2-3). Το ποσοστό ήταν ιδιαίτερα υψηλό το 1989, 1993 και

1996. Από τότε έχει παρατηρηθεί μια μικρή αποκατάσταση. Οι περιφερειακές χρονικές τάσεις παρουσιάζουν ακόμα υψηλότερη ζημιά πριν από το 1988, με αξιοσημείωτη φυλλόπτωση πριν από το 1986.

#### Παράγοντες καταπόνησης και αναγέννηση.

Οι περιφερειακές τάσεις είναι αυστηρά παράλληλες σε πολλές πειραματικές επιφάνειες, ανεξάρτητα από το είδος της συστάδας και της τοποθεσίας. Αυτό δείχνει ότι η κατάσταση της υγείας των ειδών δεν εξαρτάται μόνο από τις τοπικές επιρροές, αλλά και από παράγοντες καταπόνησης μεγάλης κλίμακας. Έχει γίνει σαφές ότι η ασημένια ελάτη είναι ευαίσθητη στην ατμοσφαιρική πρόσληψη θεικών. Οι μελέτες δείχνουν ότι η αύξηση ανταποκρίνεται στη μείωση των υψηλών εκπομπών διοξειδίου του θείου. Η έρευνα στη δεκαετία του '80 έδειξε επίσης τα καταστρεπτικά αποτελέσματα από τους μύκητες στο έδαφος. Επιπλέον, οι κλιματικοί παράγοντες, όπως οι περίοδοι ξηρασίας, έχει αποδειχθεί ότι είναι σημαντικοί για την κατάσταση της υγείας των ειδών. Επίσης οι πάρα πολύ πυκνές συστάδες είναι περισσότερο επιρρεπείς στην υποβάθμιση του οικοσυστήματος.

Υπήρξε επίσης μια σαφής σχέση μεταξύ φυλλόπτωσης και της παρουσίας της προσβολής από ιξό

(*Viscum album*). Οι μελέτες για τα προσβεβλημένα έλατα δείχνουν ότι ο ιξός δεν αποικίζει απαραίτητα τα ιδιαίτερα προσβεβλημένα δέντρα ελάτης. Η προσβολή της κόμης σχετικά υγιών δέντρων, ωστόσο, οδηγεί σε μια συνεχή αποδυναμωση του δένδρου.

Τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα παρακολούθησης από τη νότια Γερμανία αποκάλυψαν μια σχέση μεταξύ της θνησιμότητας και της μέσης φυλλόπτωσης. Η θνησιμότητα ήταν πιθανότερη για τα δέντρα με υψηλή μέση φυλλόπτωση. Τα προσβεβλημένα δένδρα ελάτης είχαν επίσης μεγαλύτερη προδιάθεση σε δευτερογενείς ζυμογόνους παράγοντες.

Σε αντίθεση με πολλά άλλα είδη, η ασημένια ελάτη είναι εν μέρει ικανή να αντισταθμίσει τη ζημιά, διαμορφώνοντας δευτερογενείς βλαστούς. Σοβαρά προσβεβλημένα δένδρα ελάτης μπορούν έτσι να επιζήσουν για πολλά έτη. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, μια ζωτική σημασίας δευτερογενής κόμη, μπορεί να αντικαταστήσει συνολικά την αποδυναμωμένη αρχική κόμη και έτσι να οδηγήσει στην πλήρη αναγέννηση.



Παράδειγμα ενός δένδρου ασημένιας ελάτης σοβαρά προσβεβλημένης από το 1985 ως το 2002.



Ερυθρελάτη σε διάφορα φαινολογικά στάδια (πριν την ταχεία έκπτυξη, κατά τη διάρκεια και μετά την ταχεία έκπτυξη)

## 2,2 Φαινολογία και περιβαλλοντικές επιδράσεις.

### Περίληψη

- Τα ετήσια φαινολογικά στάδια ανάπτυξης των δέντρων όπως η απότομη έκπτυξη των φύλλων, ο χρωματισμός των φύλλων και η πτώση των φύλλων, έδειξαν σχέσεις με τις κλιματικές επιδράσεις και την αύξηση των δέντρων.
- Οι πρόσφατα συμπεριλαμβανόμενες φαινολογικές παρατηρήσεις θα επεκταθούν στο μέλλον γιατί βοηθούν στην ανάλυση της περιβαλλοντικής καταπόνησης όπως είναι η αλλαγή του κλίματος. Χρησιμοποιούν επίσης σαν ένα ευαίσθητο σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης.

### Εισαγωγή

Οι μακροπρόθεσμες εκτιμήσεις έχουν δείξει ότι στην κεντρική Ευρώπη η

απότομη έκπτυξη των φύλλων την άνοιξη, εμφανίζεται αυτήν την περίοδο περίπου δύο εβδομάδες νωρίτερα από ό,τι μισό αιώνα πριν, και ακόμα έως τέσσερις εβδομάδες νωρίτερα στις περισσότερες περιοχές της βόρειας Σκανδιναβίας. Από το 2000, τα στάδια ανάπτυξης των δέντρων, όπως η ανθοφορία, η αλλαγή χρώματος, ο χρωματισμός των φύλλων και η πτώση των φύλλων, καταγράφονται στις φαινολογικές παρατηρήσεις των διαφόρων επιφανειών εντατικής παρακολούθησης. Η φαινολογία είναι σημαντική για τη μελέτη των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος στα δασικά οικοσυστήματα, και παρέχει επίσης μια ένδειξη της γενετικής ποικιλομορφίας και των ατμοσφαιρικών αποθέσεων.

### Πρώτα αποτελέσματα

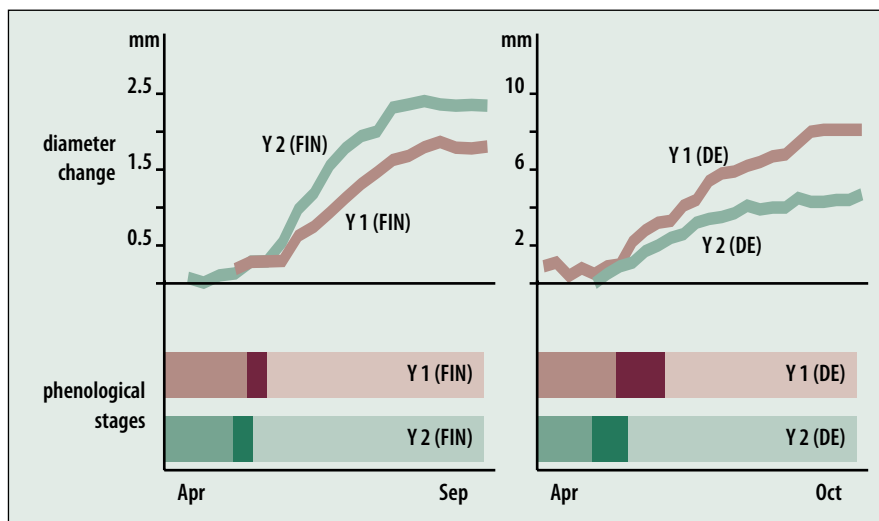
Στη Φινλανδία και τη Γερμανία καταγράφηκε η απότομη έκπτυξη των φύλλων

της ερυθρελάτης στα δέντρα όπου επίσης μετρήθηκε η έναρξη ανάπτυξης και αποπεράτωσης του κορμού με ειδικές μετροταινίες. Γενικά, η πρόωμη έκπτυξη και μια μακρύτερη αυξητική περίοδος, οδήγησαν σε μεγαλύτερη αύξηση της διαμέτρου. (Σχήμα 2-8, αριστερά). Ωστόσο, οι μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης αυξητικής περιόδου καθώς επίσης και η γενετική δομή των δέντρων και οι μικρές κλίμακας περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής, μπορούν να υπερπηδήσουν αυτές τις βασικές αντιδράσεις (δέντρο στο σχήμα 2-8, δεξιά).

Στις πειραματικές επιφάνειες της οξυάς στη Γερμανία, το Λουξεμβούργο και τη Γαλλία, το μήκος της αυξητικής περιόδου (που μετρείται ως χρόνος μεταξύ της απότομης έκπτυξης των φύλλων την άνοιξη και του αποχρωματισμού των φύλλων το φθινόπωρο) ήταν στενά συνδεδεμένο με τη θερμοκρασία και τη γεωγραφική περιοχή.

### Προοπτικές

Οι φαινολογικές εκτιμήσεις έχουν τη δυνατότητα ενός συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης για τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής και αναμένεται να επεκταθούν στα πλαίσια του προγράμματος. Η ολοκλήρωση με άλλα διαθέσιμα στοιχεία από τις πειραματικές επιφάνειες θα στηρίξει την ανάλυση των σχέσεων αιτίας- επίδρασης. Απαιτούνται μακροχρόνιες χρονικές σειρές, πληροφορίες από περισσότερες επιφάνειες και περισσότερα δέντρα ανά πειραματική επιφάνεια, για να βελτιωθούν τα αποτελέσματα.



Σχήμα 2-8: Ανάπτυξη διαμέτρου και φαινολογικές παρατηρήσεις σε ένα δέντρο ερυθρελάτης στο Punkaharju (Φινλανδία, αριστερά) και σε ένα δέντρο ερυθρελάτης στο Sonnhofen (Γερμανία, δεξιά) σε δύο διαφορετικά έτη.

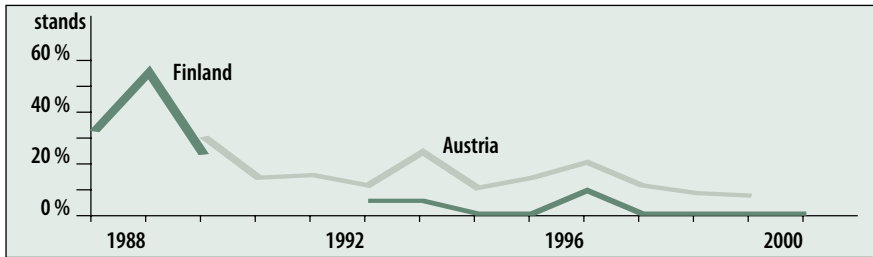
Άνω γραφικές παραστάσεις: Μετρήσεις διαμέτρου

Κάτω γραφικές παραστάσεις: περίοδοι ταχείας έκπτυξης φύλλων για τα ίδια δέντρα σε δύο έτη παρατήρησης (μέσο: πριν την έκπτυξη, σκοτεινό: κατά την έκπτυξη, Φωτεινό: μετά από την έκπτυξη).

Οι μετρήσεις στα ίδια έτη απεικονίζονται στα αντίστοιχα χρώματα.

Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε:

<http://www.metla.fi/eu/icp/phenology/index.htm>



Σχήμα 2-9: ποσοστό συστάδων με συγκεντρώσεις θείου στα φύλλα επάνω από 1,1 mg S/g στη Φινλανδία και την Αυστρία

### 2.3 Η χημική σύσταση των φύλλων δείχνει τις περιβαλλοντικές αλλαγές

#### Περίληψη

- Η μείωση της εναπόθεσης του θείου απεικονίζεται στη χημική σύσταση των φύλλων των δένδρων. Αυτό ισχύει ακόμη για τις χώρες όπως η Φινλανδία και η Αυστρία, όπου οι συγκεντρώσεις θείου στις βελόνες δέντρων είναι χαμηλές κατά τη διάρκεια των τελευταίων 15 ετών.
- Οι συγκεντρώσεις του αζώτου στα φύλλα έχουν παραμείνει χαμηλές και στις δύο χώρες, αλλά οι τάσεις σε μερικές περιοχές προκαλούν ανησυχία.
- Στις πειραματικές επιφάνειες παρακολούθησης και των δύο χωρών, η θρέψη χαρακτηρίστηκε από τις ισορροπημένες θρεπτικές αναλογίες.

#### Εισαγωγή

Οι χημικές αναλύσεις των βελονών και των φύλλων των δέντρων δίνουν πολύτιμες πληροφορίες για τη θρέψη των δέντρων που απεικονίζουν στη συνέχεια την περιβαλλοντική αλλαγή. Από το 1987, ερμηνεύεται ετησίως η χημική σύσταση των φύλλων σε 36 Φινλανδικές και 71 Αυστριακές πειραματικές επιφάνειες Επίπεδου I. Αυτές οι χώρες επιλέχτηκαν για την αξιολόγηση επειδή έχουν την περιεκτικότερη βάση δεδομένων.

#### Αποτελέσματα

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 15 ετών, οι συγκεντρώσεις θείου στις βελόνες, στην Αυστρία και στη Φινλανδία, είναι χαμηλές. Ακόμη και σε αυτά τα χαμηλά επίπεδα οι συγκεντρώσεις θείου στις βελόνες

μειώθηκαν (Σχήμα 2-9), απεικονίζοντας την επιτυχία της μείωσης των εκπομπών θείου. Σε μερικές απομακρυσμένες περιοχές στη Φινλανδία, οι συγκεντρώσεις θείου στις βελόνες έχουν μειωθεί σε ένα επίπεδο που βρίσκεται κανονικά στα παλιά δάση. Στην Αυστρία, ωστόσο, 7% των επιλεγέντων δασών είχε τις συγκεντρώσεις επάνω από τα συγκεκριμένα εθνικά κατώτατα όρια.

Οι συγκεντρώσεις αζώτου στις βελόνες στα περισσότερα μέρη της Φινλανδίας και της Αυστρίας έχουν παραμείνει γενικά χαμηλές. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα αυστριακά δάση που βρίσκονται στις αλπικές περιοχές. Τα δέντρα με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις αζώτου στις βελόνες βρίσκονται συχνά κοντά στις γεωργικές και βιομηχανικές περιοχές. Λαμβάνοντας υπόψη την κανονική επίδραση γήρανσης στα δέντρα που παρακολουθούνται, θα αναμενόταν μια μείωση στις συγκεντρώσεις αζώτου σε σταθερές εισροές. Μια τέτοια μείωση δεν έχει παρατηρηθεί. Έτσι υποτίθεται ότι το άζωτο είναι περισσότερο διαθέσιμο στα φυτά στις απομακρυσμένες περιοχές. Η αυξανόμενη διαθεσιμότητα του αζώτου μπορεί να έχει δυσμενή αποτελέσματα στα δασικά οικοσυστήματα.



Δείγματοληψία βελονών σε φινλανδικά (αριστερά) και αυστριακά δάση (δεξιά)

#### Περαιτέρω ανάγνωση:

Lorenz, M., V. Mues, G. Becher, C. Muller - Edzards, S. Luyssaert, H. Raitio, A. Furst και D. Langouche, Forest Condition in Europe. Results of the 2002 Large-scale Survey. Technical report. EC, UNECE 2003, Brussels, Geneva, 171 pp.



Δειγματοληψία νερού με τη βοήθεια λυσιμέτρων από διαφορετικά βάθη εδάφους.

### 3. Προσομοίωση των μακροχρόνιων επιδράσεων της ατμοσφαιρικής απόθεσης στη χημεία του δασικού εδαφικού διαλύματος.

#### Περίληψη

- Εάν οι μελλοντικές μειώσεις εκπομπής ακολουθήσουν το πρωτόκολλο του Γκέτεμποργκ, αυτό θα οδηγήσει στη γρήγορη αποκατάσταση της χημείας του εδαφικού διαλύματος σύμφωνα με τα εφαρμοσμένα μοντέλα. Από την άλλη πλευρά, η αποκατάσταση στερεάς φάσης του εδάφους θα διαρκέσει δεκαετίες.
- Οι υπολογισμοί με δυναμικά μοντέλα για περίπου 200 πειραματικές επιφάνειες παρακολούθησης δείχνουν μια πολύ ισχυρή μείωση των συγκεντρώσεων του θεικών ιόντων στο εδαφικό διάλυμα μεταξύ 1980 και 2000, λόγω των μεγάλων μειώσεων των εκπομπών θείου.
- Το σενάριο μείωσης εκπομπής προβλέπει επίσης μια μείωση των συγκεντρώσεων των νιτρικών στο έδαφος για τις περισσότερες επιφάνειες μέχρι το έτος 2010, εάν το πρωτόκολλο του Γκέτεμποργκ εφαρμοστεί πλήρως σε όλες τις χώρες. Οι μειώσεις είναι ισχυρότερες για τις επιφάνειες με υψηλές τρέχουσες συγκεντρώσεις αζώτου.

- Οι μειώσεις των ενδεχομένως τοξικών συγκεντρώσεων αργιλίου προβλέπονται κυρίως για εκείνες τις επιφάνειες όπου οι συγκεντρώσεις αργιλίου ήταν υψηλές στη δεκαετία του '80

#### Εισαγωγή

Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ένας κρίσιμος παράγοντας που επηρεάζει τη δασική κατάσταση στην Ευρώπη. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Γκέτεμποργκ, οι χώρες έχουν συμφωνήσει να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές του θείου, των οξειδίων του αζώτου και άλλων ατμοσφαιρικών ρύπων. Οι εκπομπές θείου έχουν μειωθεί αρκετά στις προηγούμενες δεκαετίες (Σχήμα 3-1), αλλά σημαντικά φορτία αζώτου και οξύτητας εξακολουθούν να υπάρχουν σε πολλές πειραματικές επιφάνειες, όπως επισημάνθηκε στην έκθεση του περασμένου χρόνου. Οι χρονολογικές σειρές των μετρήσεων της απόθεσης των ατμοσφαιρικών ρύπων είναι πολύτιμα εργαλεία του προγράμματος με τα οποία θα προσδιορίσει την επιτυχία και

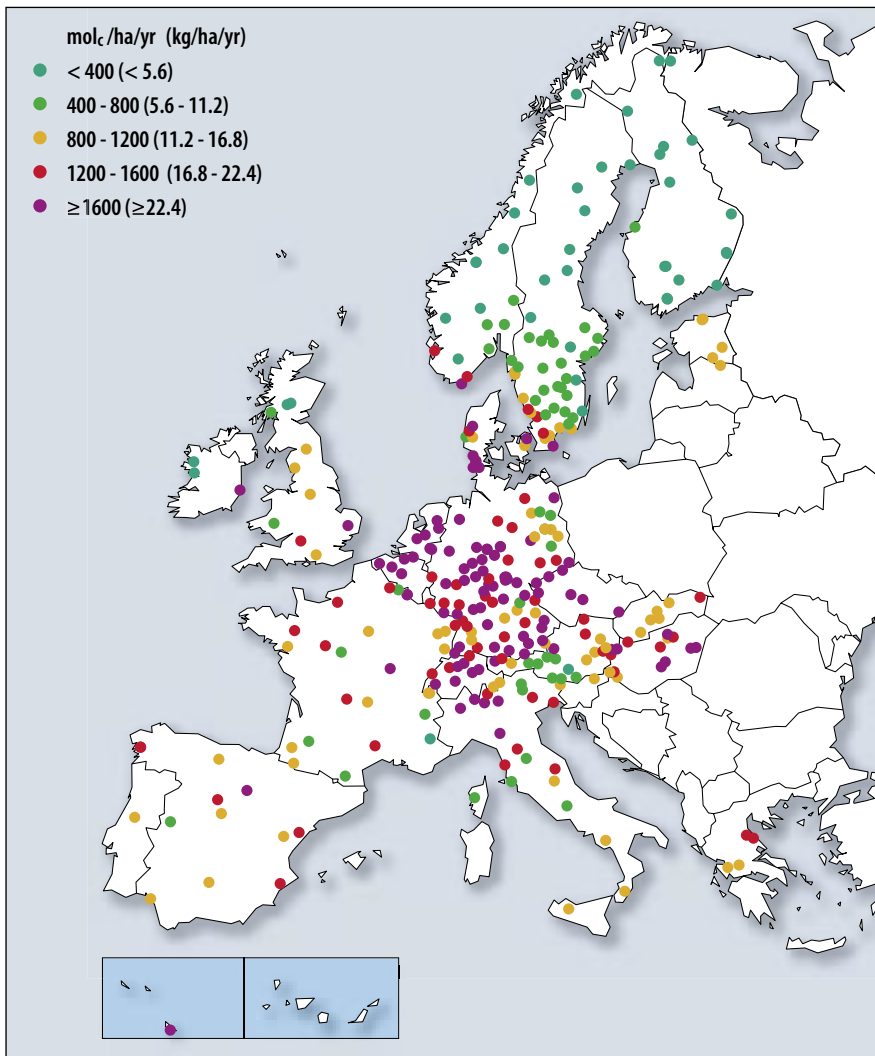
τις περαιτέρω προκλήσεις για τις πολιτικές καθαρής ατμόσφαιρας στην Ευρώπη.

Το ακόλουθο κεφάλαιο παρουσιάζει τις εφαρμογές ενός δυναμικού μοντέλου, που προσομοιάζει τις μελλοντικές αντιδράσεις των εδαφών στις μειώσεις απόθεσης. Οι αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν σε στενή συνεργασία με τα προγράμματα,

Τα αποτελέσματα είναι ένα βήμα προς το μελλοντικό στόχο της εφαρμογής δυναμικών μοντέλων όχι μόνο στις πειραματικές επιφάνειες αλλά και σε Ευρωπαϊκή κλίμακα.

#### Εφαρμογή του μοντέλου

Σε περίπου 200 πειραματικές επιφάνειες εντατικής παρακολούθησης, μετράται τακτικά η εισαγωγή στοιχείων μέσω των αποθέσεων και του εδαφικού διαλύματος. Σε αυτές τις πειραματικές επιφάνειες ένα δυναμικό μοντέλο οξίνισης του εδάφους έχει εφαρμοστεί για να ελεγχθεί εάν οι μετρήσεις των συγκεντρώσεων του εδαφικού διαλύματος μπορούν να αναπαραχθούν



Σχήμα 3-1: Συνολική απόθεση αζώτου σε επιφάνειες του Επιπέδου II, 1988 – 2000. Η απόθεση αζώτου ήταν υψηλότερη στην κεντρική Ευρώπη. Τα κρίσιμα φορτία που στοχεύουν στην όχι περαιτέρω συσσώρευση αζώτου στο έδαφος, προς το παρόν ξεπερνούν το 92% στις πειραματικές επιφάνειες του Επιπέδου II που αξιολογούνται. Τα κρίσιμα φορτία, λαμβάνοντας υπόψη τις επιπτώσεις στα δένδρα, ξεπερνούν το 45% των επιφανειών. Λόγω των αλληλεπιδράσεων στην κόμη, η συνολική απόθεση εκτιμάται με τη βοήθεια μοντέλων με τις μετρήσεις της διαπερώσας βροχής κάτω από τη κόμη και την απόθεση βροχής από τους κοντινούς ανοικτούς χώρους.

από το μοντέλο. Τα υπάρχοντα στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν για να βελτιστοποιήσουν ορισμένες παραμέτρους διαδικασίας στο μοντέλο. Για τις περισσότερες επιφάνειες, η συμφωνία ήταν από αποδεκτή έως καλή (Σχήμα 3-2).

Μετά από τη βελτιστοποίηση του μοντέλου, οι επιδράσεις των αναμενόμενων αλλαγών απόθεσης προσομοιώθηκαν για την περίοδο 1970-2030. Υποτίθεται ότι εάν το μοντέλο είναι σε θέση να αναπαράγει τη χημική σύσταση εδαφικού διαλύματος για περασμένα έτη, θα δώσει επίσης αποτελέσματα κοντά στην πραγματικότητα στις μελλοντικές προσομοιώσεις. Το σενάριο απόθεσης που αξιολογήθηκε βασίστηκε στις συμφωνηθείσες μειώσεις εκπομπής μετά από το πρωτόκολλο του Γκέτεμποργκ.



Εξοπλισμός μέτρησης για τη συλλογή των υγρών αποθέσεων στις δασικές συστάδες

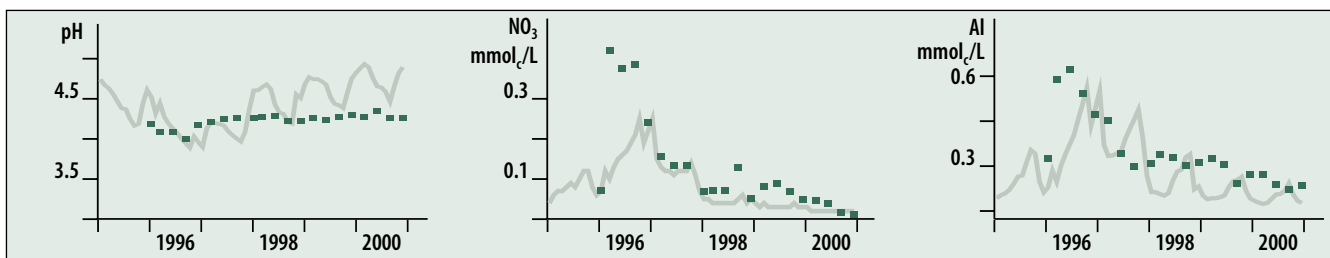
Μέθοδοι Κρίσιμα φορτία έχουν παρουσιαστεί ήδη στην συνοπτική έκθεση του 2002. Καθορίζουν το μακροπρόθεσμο φορτίο κάτω από το οποίο κανένα σημαντικό επιβλαβές αποτέλεσμα δεν αναμένεται. Εάν η απόθεση είναι μεγαλύτερη από το κρίσιμο φορτίο, υπάρχει ένας αυξανόμενος κίνδυνος ζημιάς στο οικοσύστημα, και είναι απαραίτητο να μειωθεί η απόθεση για να προστατεύσει το οικοσύστημα.

Εθνικά μη δυναμικά μοντέλα χρησιμοποιούνται για να υπολογίσουν τα κρίσιμα φορτία. Δεν λαμβάνουν υπόψη τις χρονικές αλλαγές στην χημεία του εδάφους.

Δυναμικά μοντέλα χρησιμοποιούνται για να προσομοιώσουν τις αντιδράσεις της χημείας του εδάφους στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Είναι πιο σύνθετα, δεδομένου ότι ενσωματώνουν τις δυναμικές εδαφολογικές διαδικασίες, όπως την ανταλλαγή κατιόντων, την προσρόφηση θεϊκών ιόντων και τη δέσμευση αζώτου.

Τα ιόντα αργιλίου μπορούν να βλάψουν τις ρίζες των φυτών. Υψηλές συγκεντρώσεις εμφανίζονται ιδιαίτερα στα όξινα εδάφη. Έτσι η συγκέντρωσή τους στο εδαφικό διάλυμα είναι ένας βασικός δείκτης για την οξίνιση του εδάφους

Το εδαφικό διάλυμα είναι το νερό που περνά μέσω των εδαφικών πόρων. Η χημική σύνθεσή του επηρεάζεται από τα κατακρημνίσματα. Είναι επίσης το βασικό μέσο για τη λήψη τροφής των φυτών διαμέσου των ριζών.



Σχήμα 3-2: Παράδειγμα με μετρημένες (σημεία) και προσομοιωμένες τιμές pH (γραμμές), καθώς επίσης και συγκεντρώσεις νιτρικών ( $\text{NO}_3$ ) και αργιλίου (Al) στο εδαφικό διάλυμα μιας πειραματικής επιφάνειας. Η συγκεκριμένη προσομοίωση είναι καλή για το αργίλιο, αλλά λιγότερο καλή για το pH

### Αποτελέσματα

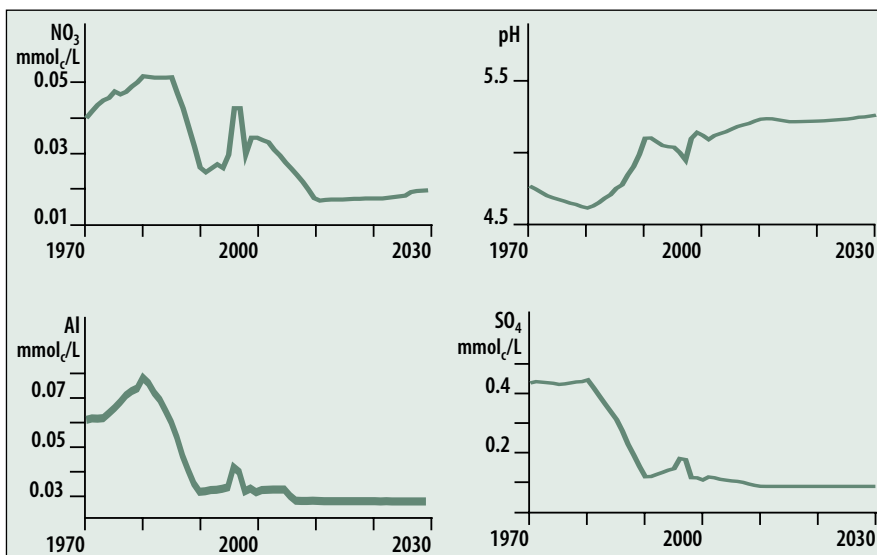
Το σενάριο ανάλυσης για όλες τις επιφάνειες του Level II που έχουν προσομοιωθεί (Σχήμα 3-3) παρουσιάζει αιχμηρή μείωση στη διάμεση συγκέντρωση θεικών ιόντων στο εδαφικό διάλυμα που προκαλείται από τις ισχυρές μειώσεις των εκπομπών θείου στην Ευρώπη. Επίσης δείχνει ότι οι μειώσεις των εκπομπών αζώτου θα οδηγούσαν σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις αζώτου στο έδαφος. Πρόσθετες αξιολογήσεις δείχνουν ότι οι μειώσεις θα εμφανιστούν πιθανότατα στις επιφάνειες με υψηλές σημερινές συγκεντρώσεις αζώτου. Για μερικές επιφάνειες οι υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου θα παραμείνουν στο μέλλον. Η μείωση των όξινων αποθέσεων, οδηγεί σε μια βελτίωση της χημικής κατάστασης των επιφανειών, καθώς το pH αυξάνεται και οι συνοδευτικές συγκεντρώσεις αργιλίου μειώνονται. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι τα αποτελέσματα απεικονίζουν μόνο τις χημικές αντιδράσεις του εδαφικού ύδατος. Οι αντιδράσεις της στερεάς φάσης του εδάφους είναι πάντα πιο αργές και θα διαρκέσουν δεκαετίες ή ακόμα και αιώνες.

Η γεωγραφική κατανομή των προσομοιωμένων συγκεντρώσεων θεικών ιόντων στο εδαφικό διάλυμα των διαμορφωμένων περιοχών επεξηγεί την ισχυρή μείωση το 2030 έναντι του 1970 (Σχήμα 3-4). Παρουσιάζει επίσης υψηλή χωρική μεταβλητότητα στη συγκέντρωση των θεικών στο εδαφικό διάλυμα, με τις υψηλότερες τιμές στην κεντρική Ευρώπη.

Η γεωγραφική κατανομή των προσομοιωμένων συγκεντρώσεων κυρίως αργιλίου, δείχνει ότι οι επιφάνειες με τις πάρα πολύ υψηλές συγκεντρώσεις μειώνονται έντονα στη διάρκεια του χρόνου (Σχήμα 3-5). Αρχικά, οι συγκεντρώσεις αργιλίου ήταν επάνω από μια κρίσιμη τιμή  $0,2 \text{ mol/l}^3$  σε περίπου 20% των επιφανειών. Οι προσομοιώσεις δείχνουν ότι στο μέλλον αυτό το ποσοστό μειώνεται αρκετά σε περίπου 5%.

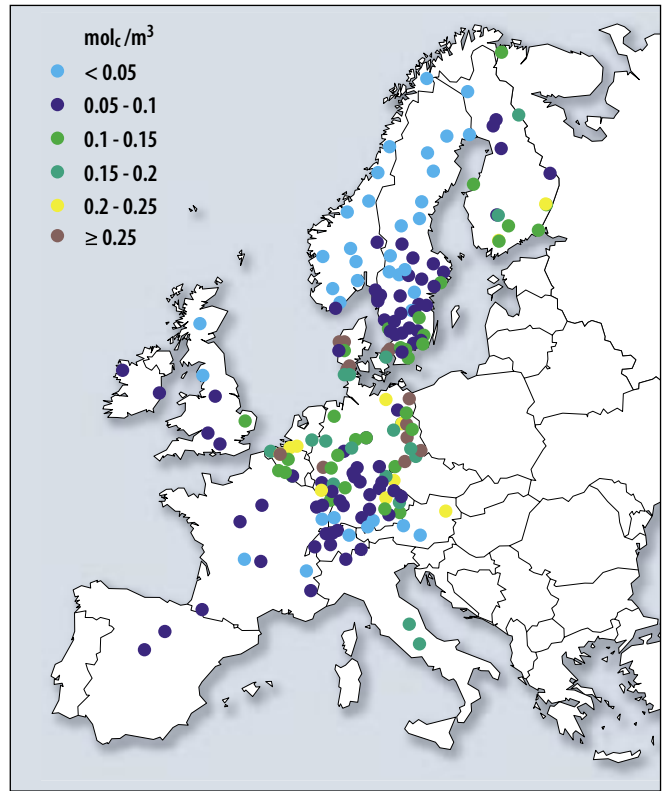
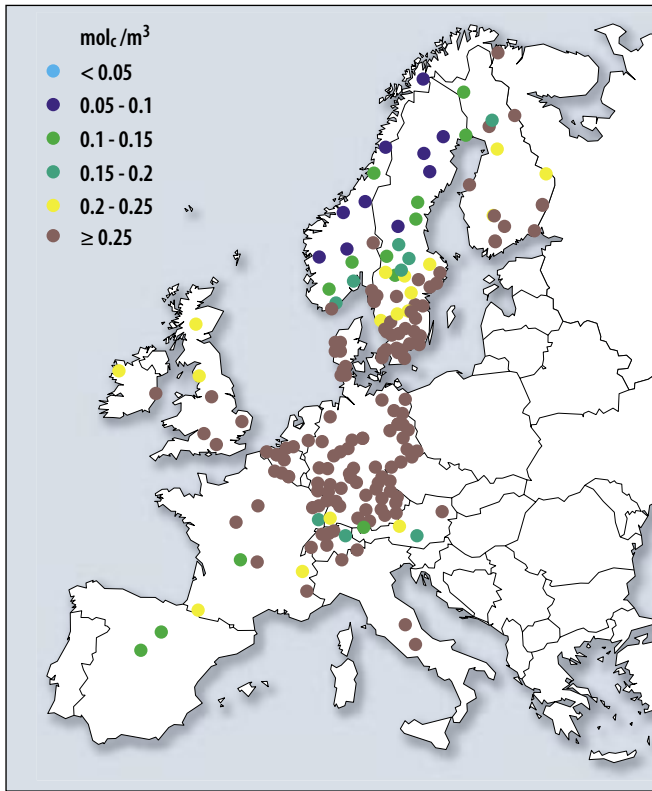
### Περαιτέρω ανάγνωση

De Vries, W., G.J. Reinds, M. Posch, M. J. Sanz, G.H.M. Krause, V. Calatayud, J.P. Renaud, J.L. Dupouey, H. Sterba, M. Dobbertin, P. Gundersen, J.C.H. Voogd και E.M. Vel, 2003. Εντατική παρακολούθηση των Δασικών Οικοσυστημάτων στην Ευρώπη. Τεχνική Έκθεση. EC, UNECE 2003, Βρυξέλλες, Γενεύη, 170 σελ..

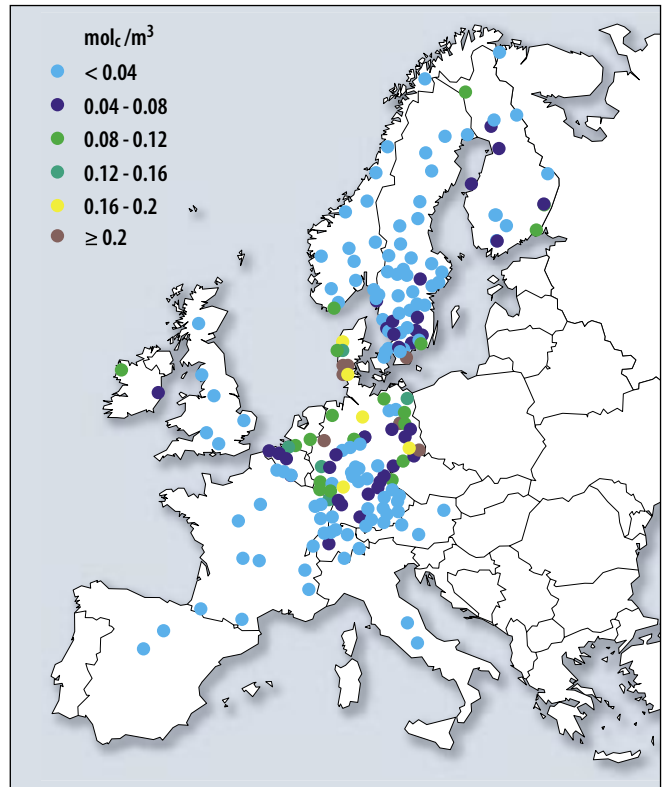
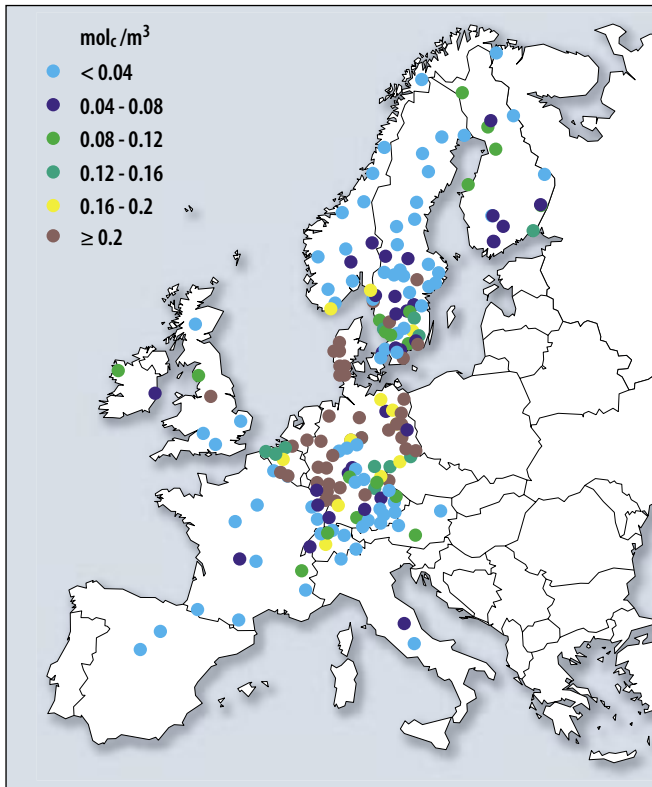


Σχήμα 3-3: Προσομοίωση του διάμεσου pH καθώς επίσης και των θεικών ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), νιτρικών ( $\text{NO}_3^-$ ) συγκεντρώσεων και των συγκεντρώσεων του αργιλίου (Al) στο εδαφικό διάλυμα των 200 πειραματικών επιφανειών για τα έτη 1970 ως 2030, σύμφωνα με ένα σενάριο εκπομπής που ακολουθεί το πρωτόκολλο του Γκέτεμποργκ. Η μη ομαλή συμπεριφορά των γραμμών μεταξύ 1996 και 2000 απεικονίζει τη χρήση των ετήσιων ειδικών στοιχείων εντός αυτής της περιόδου, ενώ για τα άλλα έτη χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές.





Σχήμα 3-4: Προσομοιωμένη συγκέντρωση θειικών(SO<sub>2</sub> στο εδαφικό διάλυμα στις επιφάνειες του Επιπέδου II το 1970 (αριστερά) και το 2030 (δεξιά)



Σχήμα 3-5: Προσομοιωμένη συγκέντρωση αργιλίου στο εδαφικό διάλυμα στις επιφάνειες του Επιπέδου II το 1970 (αριστερά) και το 2030 (δεξιά)



Συσσωρευτικοί δειγματολήπτες όζοντος που εγκαταστάθηκαν στην Ισπανία

## 4. Συγκεντρώσεις όζοντος στα δάση

### Περίληψη

- Το όζον θεωρείται σήμερα ως ένας από τους κυρίαρχους ατμοσφαιρικούς ρύπους που έχουν επιπτώσεις στα δάση.
- Μια φάση δοκιμής σε επιλεγμένες επιφάνειες δείχνει ότι η εκτίμηση της συγκέντρωσης του όζοντος είναι εφικτή σε απομακρυσμένες τοποθεσίες και σε εκτεταμένες περιοχές. Τα προκαταρκτικά αποτελέσματα συμφωνούν με τις έως τώρα γνώσεις. Ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος εμφανίζονται συχνά στη νότια Ευρώπη.
- Η πρόσφατη εκτίμηση των ορατών ζημιών του όζοντος που ανέπτυξε το πρόγραμμα είναι το πρώτο σύστημα ελέγχου άμεσης επίδρασης σε ευρωπαϊκή κλίμακα. Πρόσφατα αποτελέσματα δείχνουν ότι μεταξύ των κύριων ειδών δέντρων στην κεντρική Ευρώπη που επηρεάζονται από το όζον, είναι και η οξυά. Πολλά είδη ποώδους βλάστησης που δεν ήταν γνωστά για την ευαισθησία τους, παρουσίασαν σημάδια ζημιάς από όζον.

### Εισαγωγή

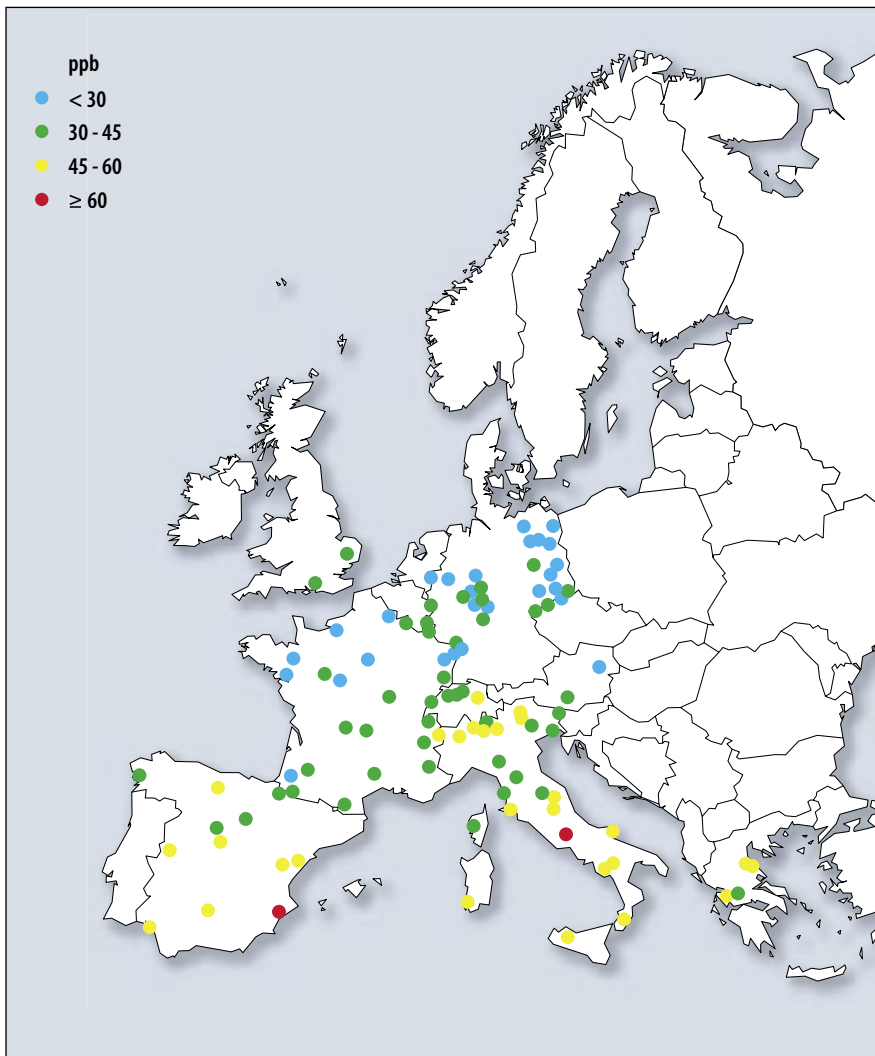
Η ευρεία κλίμακα επίδραση των ατμοσφαιρικών αποθέσεων στα δασικά οικοσυστήματα αναγνωρίστηκε πριν από πολλά χρόνια και ήταν ένας σημαντικός λόγος για την εφαρμογή του προγράμματος παρακολούθησης και ελέγχου. Ακολουθώντας τις εντολές, το πρόγραμμα έχει παρουσιάσει σε πολλές εκθέσεις τα περιεκτικά αποτελέσματα παρακολούθησης, που είναι κυρίως σχετικά με τις εισροές θείου και αζώτου (βλ. [www.icp-forests.org](http://www.icp-forests.org)). Στη συνέχεια, αναγνωρίστηκε σε Ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο, η σημασία των αερίων του θερμοκηπίου όπως το όζον και το διοξείδιο του άνθρακα. Το 2001, το πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης προώθησε μια φάση δοκιμής για να ερευνήσει την παρακολούθηση του όζοντος στις απομακρυσμένες κυρίως δασικές επιφάνειές του, επειδή τα περισσότερα στοιχεία όζοντος σε Ευρωπαϊκό επίπεδο προκύπτουν αυτήν την περίοδο από τις αστικές και ημιαστικές περιοχές. Η

φάση δοκιμής εστιάστηκε στη μέτρηση συγκεντρώσεων αέρα με τη βοήθεια των συσσωρευτικών δειγματοληπτών και την εκτίμηση των ορατών ζημιών του όζοντος. Αυτή η φάση δοκιμής συμπεριέλαβε περίπου 100 πειραματικές επιφάνειες εντατικής παρακολούθησης από εννέα χώρες.

### Δειγματοληψία με συσσωρευτικούς δειγματολήπτες όζοντος.

Οι συσσωρευτικοί δειγματολήπτες αποδείχθηκαν μια αξιόπιστη και συγκριτικά φτηνή μέθοδος για να ληφθούν πληροφορίες για την ποιότητα της ατμόσφαιρας του περιβάλλοντος και συγκεκριμένα στις απομακρυσμένες δασικές περιοχές όπου καμία άλλη τεχνική εγκατάσταση όπως οι σταθμοί συνεχούς ελέγχου, δεν είναι διαθέσιμη (Σχήμα 4-2).

Μέσες τιμές από τον Απρίλιο μέχρι το Σεπτέμβριο του 2001 έδειξαν υψηλότερες συγκεντρώσεις στη νότια Ευρώπη (Σχήμα 4-1), με το 58% των Ισπανικών περιοχών και το 63% των



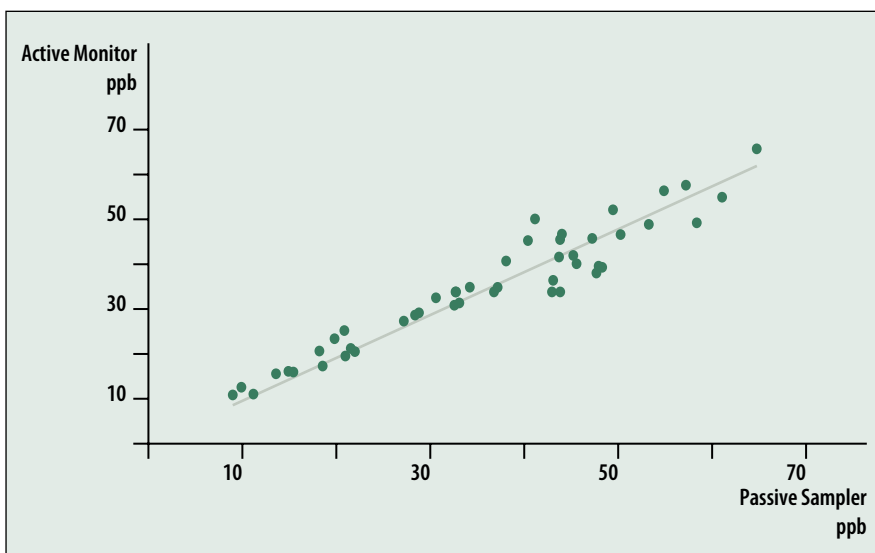
Σχήμα 4-1: Κατά τη διάρκεια της φάσης δοκιμής μετρήθηκε η μέση συγκέντρωση του όζοντος από την 1 Απριλίου μέχρι τις 30 Σεπτεμβρίου του 2001, με τη χρήση συσσωρευτικών δειγματοληπτών σε επιλεγμένες επιφάνειες.

Ιταλικών περιοχών να έχουν για έξι μήνες μια μέση συγκέντρωση στη σειρά 46-60 ppb. Επίσης στην Ελλάδα και την Ελβετία εμφανίστηκαν συγκριτικά υψηλές συγκεντρώσεις. Στη Γερμανία, τη Γαλλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και την Αυστρία, οι περιοχές παρουσίασαν χαμηλότερες μέσες συγκεντρώσεις. Πρέπει να ληφθεί υπόψη πως το 2001, οι συγκεντρώσεις όζοντος ήταν γενικά μάλλον χαμηλές έναντι των περισσότερων προηγούμενων ετών.

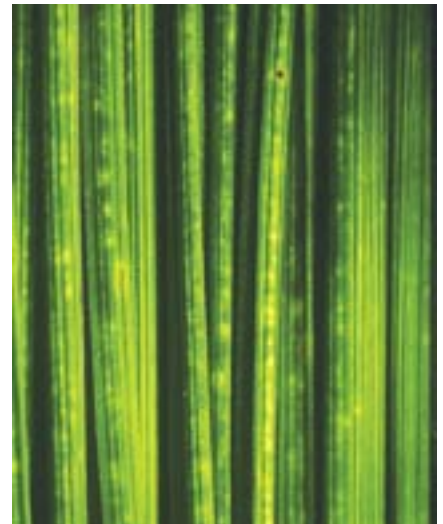
#### Εκτίμηση ορατών ζημιών από όζον

Το όζον δεν αφήνει κανένα στοιχειώδες υπόλειμμα που μπορεί να ανιχνευθεί με τις αναλυτικές τεχνικές. Επομένως, οι ορατές εκτιμήσεις των ζημιών πραγματοποιήθηκαν στις βελόνες και τα φύλλα από τα κύρια είδη δέντρων, καθώς επίσης και στην πτώδη βλάστηση, από εννέα χώρες σε 72 επιφάνειες το έτος 2001. Ένας δικτυακός χώρος που συμπεριλαμβάνει ένα σύνολο φωτογραφιών με τα παραδείγματα των συμπτωμάτων όζοντος στα φύλλα και τις βελόνες, είναι διαθέσιμος για να υποστηρίξει τη διαπίστωση των ζημιών του όζοντος (<http://www.gva.es/ceam/ICP-forests>). Η διεξαγωγή διαφόρων εκπαιδευτικών σεμιναρίων βοήθησε ώστε να αποκτηθεί η απαραίτητη πείρα σε αυτόν τον τομέα και να επιτευχθεί εναρμονισμός των μεθόδων. Αναπτύχθηκαν ειδικές μικροσκοπικές μέθοδοι για να επικυρώσουν τα συμπτώματα σε αμφισβητήσιμες περιπτώσεις.

Η ορατή ζημιά στα δέντρα καταγράφηκε σε 17 από τις επιφάνειες. Στην κεντρική Ευρώπη οι έρευνες εστιάστηκαν στην κοινή (δασική) οξυά. Για το σημαντικό



Σχήμα 4-2: Σύγκριση του μέσου όρου συγκεντρώσεων όζοντος δύο εβδομάδων με την καταγραφική και συσσωρευτική μέθοδο παρακολούθησης στην Ισπανία. Η στενή σχέση μεταξύ των μετρημένων συγκεντρώσεων δείχνει ότι η δειγματοληψία με συσσωρευτικούς δειγματολήπτες μπορεί να δώσει αξιόπιστες μετρήσεις. Οι συσσωρευτικές δειγματοληπτικές συσκευές περιέχουν τις χημικές ουσίες που αντιδρούν στο όζον του αέρα. Μετά από μια έως τέσσερις εβδομάδες, οι δειγματοληπτικές συσκευές συλλέγονται και αναλύονται στο εργαστήριο.



Ορατή ζημιά από το όζον στα φύλλα και τις βελόνες της κοινής οξυάς, της γκρίζας σκλήθρας, και της χαλεπίου πεύκης. Η ικανότητα αντίληψης της διαφοροποίησης από άλλα συμπτώματα ζημιάς απαιτεί ιδιαίτερη πείρα.

αυτό είδος δέντρων, η ζημιά αναφέρθηκε σε 24% των εξεταζόμενων επιφανειών. Πολλά από τα είδη της ποώδους βλάστησης που παρουσίασαν ορατά συμπτώματα ζημιάς-βλάβης από το όζον στο ύπαιθρο, δεν ήταν γνωστά από πριν ότι παρουσίαζαν ευαισθησία στο όζον.

#### Επιτεύγματα και προοπτική

Κατά τη διάρκεια της φάσης δοκιμής έχει αρχίσει ένα σύστημα παρακολούθησης για τις προσβολές του όζοντος στα δάση σε ευρωπαϊκή κλίμακα και έχει αποδειχθεί λειτουργικό. Αποκτήθηκε η πείρα στη δειγματοληψία με συσσωρευτικούς δειγματολήπτες σε πολλές χώρες. Η εκτίμηση της ζημιάς από το όζον στα κύρια είδη δέντρων καθώς επίσης και στην ποώδη βλάστηση πρέπει να θεωρηθεί ως η πρώτη φάση για να εφαρμοστεί ένα μοναδικό σύστημα παρακολούθησης επιπτώσεων σε ευρωπαϊκή κλίμακα, βασισμένο στις επαληθευμένες παρατηρήσεις στο ύπαιθρο. Το σύστημα αυτό θα διευρύνει επίσης τη γνώση σχετικά με τα ευαίσθητα στο όζον είδη. Προγραμματίζεται να εξειδικεύσει τις μεθόδους και να συνεχίσει τις δραστηριότητες της δειγματοληψίας με συσσωρευτικούς δειγματολήπτες. Οι πληροφορίες και από τις δύο έρευνες θα συνδεθούν, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS). Αυτό θα βοηθήσει να γίνουν καλύτερα κατανοητές οι επιδράσεις του όζοντος στη δασική βλάστηση και θα παράσχει επίσης μια καλή βάση για τη βαθμονόμηση μοντέλων του

προγράμματος της ΕΕ/ΔΠΣ-Δάση, καθώς και για άλλα προγράμματα, στο πλαίσιο της Συνθήκης για τη μεγάλη ακτίνας διασυννοριακή ατμοσφαιρική ρύπανση.

---

#### Περαιτέρω ανάγνωση :

De Vries, W., G.J. Reinds, M. Posch, M.J. Sanz, G.H.M. Krause, V. Calatayud, J.P. Renaud, J.L. Dupouey, H. Sterba, M. Dobbertin, P. Gundersen, J.C.H. Voogd και E.M. Vel, 2003. Εντατική παρακολούθηση των δασικών οικοσυστημάτων στην Ευρώπη. Τεχνική έκθεση. ΕC, UNECE 2003, Βρυξέλλες, Γενεύη, 170 σελ.

---



Πείραμα με προσβολή όζοντος στο ύπαιθρο στο Freising, Γερμανία

## Όζον

### Σφαιρική επισκόπηση για την κατάσταση του όζοντος

- Το (τροποσφαιρικό) όζον κοντά στην επιφάνεια του εδάφους ( $O_3$ ) υπολογίζεται να έχει αυξηθεί κατά 35% περίπου από την προβιομηχανική εποχή, με μεγαλύτερες ή μικρότερες αυξήσεις κατά περιοχή. Το 2001, η Διακυβερνητική Επιτροπή για τις κλιματικές αλλαγές (IPCC) ταξινόμησε το τροποσφαιρικό όζον ως το τρίτο σημαντικότερο αέριο θερμοκηπίου μετά από το διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ , βλέπε επίσης Κεφάλαιο 5) και το μεθάνιο ( $CH_4$ ).
- Ενώ οι συγκεντρώσεις του τροποσφαιρικού όζοντος κοντά στην επιφάνεια του εδάφους αυξάνουν, μειώσεις έχουν

παρατηρηθεί στη στρατόσφαιρα στα ύψη μεταξύ 15 και 50 χλμ κατά τη διάρκεια των δύο προηγούμενων δεκαετιών. Αυτή η ελάττωση προκαλείται κυρίως από παραγωγή αλογονιδίων και βάζει σε κίνδυνο τη φυσική ασπίδα της γήινης ατμόσφαιρας.

### Ζημιές από το όζον.

Τα δέντρα αποκρίνονται αρχικά στο όζον όταν αυτό εισέρχεται στα φύλλα μέσω των στομάτων τους, (μικρά ανοίγματα στις επιφάνειες των φύλλων μέσω των οποίων πραγματοποιείται η ανταλλαγή αερίων). Μέσα στο φύλλο, το όζον μετασχηματίζεται, παράγοντας ποικίλες ενώσεις (ελεύθερες ρίζες) που καταστρέφουν τα κύτταρα. Υπάρχει επιστημονική σύμφωνη γνώμη

ότι στα επίπεδα σε ένα μεγάλο μέρος της Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής, το όζον προκαλεί ζημιές στο φύλλωμα των δέντρων, μειώνει την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη, το ρυθμό της φωτοσύνθεσης, επιταχύνει τη γήρανση των φύλλων, μειώνει την αύξηση, αλλάζει την κατανομή του άνθρακα και προδιαθέτει τα δέντρα στην επίθεση από παράσιτα. Η ανεκτικότητα των δέντρων στο όζον ποικίλλει πολύ ανάμεσα στα είδη δέντρων και στα μεμονωμένα δέντρα μέσα στα είδη.

### Έρευνα για το όζον

Οι υπεύθυνοι επιστήμονες για τις δραστηριότητες παρακολούθησης του προγράμματος της ΕΕ/ΔΠΣ- Δάση, συνεργάζονται στενά με τα ερευνητικά ιδρύματα που εκπονούν, μεταξύ των άλλων, τα δύο πειράματα που απεικονίζονται.

Με ημερομηνία έναρξης το 2000, μελετήθηκαν οι επιδράσεις της χρόνιας έκθεσης των ενήλικων δέντρων στις συγκεντρώσεις όζοντος σε μικτό δάσος οξυάς καιερυθρελάτης κοντά στο Freising της Γερμανίας. Μέχρι σήμερα, τα φύλλα της οξυάς εμφάνισαν ορατά συμπτώματα και επιταχυνόμενη φθινοπωρινή γήρανση λόγω της τεχνητής προσβολής των φυτών με όζον (fumigation) στο ύπαιθρο, ενώ οι ερυθρελάτες εμφανίστηκαν να είναι λιγότερο ευαίσθητες. Τα αποτελέσματα θα βοηθήσουν να εξηγήσουν το πλήθος των διαθέσιμων συμπερασμάτων που έχουν προκύψει από πειράματα με νεαρά φυτάρια σε ελεγχόμενες συνθήκες, των οποίων τα αποτελέσματα, δεν μπορούν να επεκταθούν στην αντίδραση των ώριμων δέντρων στην προσβολή από το όζον.

Το πρόγραμμα Aspen FASE (εμπλουτισμός διοξειδίου του άνθρακα στον ελεύθερο αέρα) στο βόρειο Wisconsin των ΗΠΑ συμπεριλαμβάνει επιστήμονες από τη βόρεια Αμερική και πέντε ευρωπαϊκές χώρες. Σε μία έρευνα υπαίθρου οι επιδράσεις αυξημένων συγκεντρώσεων  $CO_2$ ,  $O_3$  και  $CO_2 + O_3$  συγκρίνονται με αυξημένη ανάπτυξη δέντρων υπό την επίδραση  $CO_2$ . Κάτω από την επίδραση αυξημένων συγκεντρώσεων  $O_3$  η ζημιά επέδρασε εξ' ολοκλήρου από το επίπεδο γονιδίων στο επίπεδο οικοσυστημάτων. Σε συνδυασμό, οι ευεργετικές επιδράσεις του  $CO_2$  αναιρέθηκαν εξ' ολοκλήρου από το χειρισμό που περιελάμβανε αυξημένες συγκεντρώσεις  $O_3$ .



Το διεθνές πείραμα του προγράμματος "Aspen FASE" στο Wisconsin των ΗΠΑ



Εξέλιξη παλαιάς συστάδας δρυός και οξυάς στη Γερμανία.

## 5. Δέσμευση του άνθρακα στα ευρωπαϊκά δάση και η επίπτωσή του στην αλλαγή του κλίματος

### Περίληψη

- Τα δάση προσλαμβάνουν τον άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Τα πιο πρόσφατα αποτελέσματα του προγράμματος παρακολούθησης δείχνουν ότι η καθαρή αύξηση στη δέσμευση άνθρακα των δασών στην Ευρώπη (δέντρα και έδαφος), είναι περίπου 0,1 GigaTons ετησίως. Αυτό αντιπροσωπεύει περίπου το 25 έως 50% της κατ'εκτίμηση συνολικής ευρωπαϊκής συσσώρευσης άνθρακα.
- Η εναπόθεση αζώτου υπολογίστηκε ότι συνεισφέρει κατά 5% στην αύξηση της πρόσληψης άνθρακα με την υποκίνηση της δασικής αύξησης κατά τη διάρκεια των τελευταίων 40 ετών σε ολόκληρη την Ευρώπη.
- Οι δεξαμενές συσσώρευσης άνθρακα στα δένδρα είναι αρκετά μικρότερες απ' ό,τι στο έδαφος. Εντούτοις η ετήσια δέσμευση άνθρακα στα δένδρα είναι προς το παρόν περίπου 5-7 φορές υψηλότερη απ' ό,τι στα δασικά εδάφη. Με την αύξηση της ηλικίας των δασοσυστάδων, η δέσμευση του άνθρακα θα μειωθεί και έτσι θα

αυξηθεί η σχετική σπουδαιότητα των εδαφών, όσον αφορά τη συσσώρευσή του.

### Εισαγωγή

Η πρόσληψη του άνθρακα από τα δάση (δέσμευση) καθυστερεί την αύξηση των CO<sub>2</sub> συγκεντρώσεων στην ατμόσφαιρα και επιβραδύνει έτσι το βαθμό αλλαγής του κλίματος. Οι σημαντικές ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν είναι:

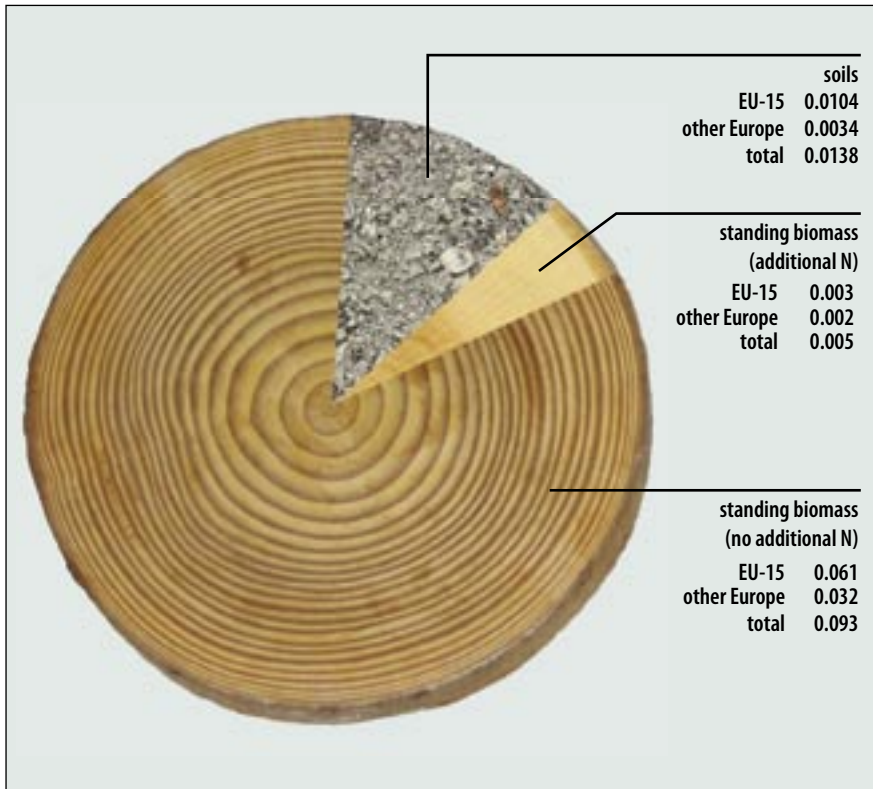
- Πόσος άνθρακας δεσμεύεται από τα ευρωπαϊκά δασικά οικοσυστήματα;
- Ποια είναι η αιτία της αύξησης της καθαρής δέσμευσης του άνθρακα στις πρόσφατες δεκαετίες;

Τα διαθέσιμα σχήματα για την πρόσληψη άνθρακα ποικίλλουν αρκετά, κατά ένα μεγάλο μέρος, λόγω των διαφορετικών μεθοδολογιών που εφαρμόζονται και εν μέρει λόγω του μικρού αριθμού πειραματικών περιοχών. Οι ανθρώπινες επιρροές, όπως η αύξηση εναπόθεσης αζώτου στα δάση και η διαχείριση των δασών, μπορούν να διαδραματίσουν

έναν σημαντικό ρόλο στη δέσμευση του άνθρακα. Άλλοι πιθανοί παράγοντες που συνεργούν είναι η αύξηση των συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών CO<sub>2</sub> και η θερμοκρασία. Τα στοιχεία από 120 εντατικής παρακολούθησης πειραματικές επιφάνειες του επιπέδου I και από 6.000 επιφάνειες του Επιπέδου I, παρέχουν μια εξαιρετική βάση για να απαντηθούν αυτά τα ερωτήματα.

### Δέσμευση άνθρακα στις Επιφάνειες Εντατικής Παρακολούθησης και στις Επιφάνειες του Επιπέδου I.

Τα αποτελέσματα στις επιφάνειες εντατικής παρακολούθησης δείχνουν ότι η ετήσια πρόσληψη του άνθρακα από την επίγεια ιστάμενη βιομάζα είναι γενικά 5-7 φορές υψηλότερη από την κατ'εκτίμηση αποθήκευση του άνθρακα στο έδαφος (σχέδιο 5-2). Όπως αναμένεται, η πρόσληψη άνθρακα από τα δέντρα, λόγω της δασικής ανάπτυξης, αυξάνεται από τη βόρεια στην κεντρική Ευρώπη. Οι εκτιμήσεις για τις επιφάνειες του Επιπέδου I δείχνουν ότι



Σχήμα 5-1: Ετήσια καθαρή δέσμευση άνθρακα στη βιομάζα των συστάδων και των εδαφών στα ευρωπαϊκά δάση σε Gton/ha/yr όπως προέκυψε από τις εντατικές πειραματικές επιφάνειες παρακολούθησης του επιπέδου I. Η δέσμευση άνθρακα στην βιομάζα των συστάδων που προκαλείται από πρόσθετες εισροές αζώτου είναι συγκριτικά μικρή. Συνολικά η Ευρώπη αναφέρεται στη δασική περιοχή όπως καθορίζεται στο παράρτημα I.

τα ίδια πρότυπα ισχύουν σε ολόκληρη την Ευρώπη (σχέδιο 5-3).

**Δέσμευση άνθρακα στα ευρωπαϊκά δάση και η επίδραση της εναπόθεσης αζώτου**  
Μοντελοποιημένα αποτελέσματα που βασίστηκαν στα στοιχεία των 6.000 επιφανειών του Επιπέδου I υπολογίζουν τη συνολική πρόσληψη άνθρακα στο ξύλο των δέντρων, λόγω της ανάπτυξης, έως 0.3 Gton/χρόνο για τα ευρωπαϊκά δάση κατά τη διάρκεια της περιόδου 1960-2000. Αυτή η τιμή είναι παρόμοια με τα αποτελέσματα άλλων ερευνητικών προγραμμάτων.

Υπολογίζοντας τις απώλειες του άνθρακα λόγω, μεταξύ των άλλων, της συγκομιδής ξύλου, των καταιγίδων και των δασικών πυρκαγιών με μια μέση αναλογία των δύο τρίτων για ολόκληρη την Ευρώπη, η καθαρή δέσμευση του άνθρακα υπολογίστηκε έως 0.1 Gton/χρόνο για τα ευρωπαϊκά δάση. Η συμβολή της εναπόθεσης αζώτου σε αυτήν την ετήσια αύξηση του άνθρακα στην ιστάμενη βιομάζα ήταν 0.005 Gton/χρόνο

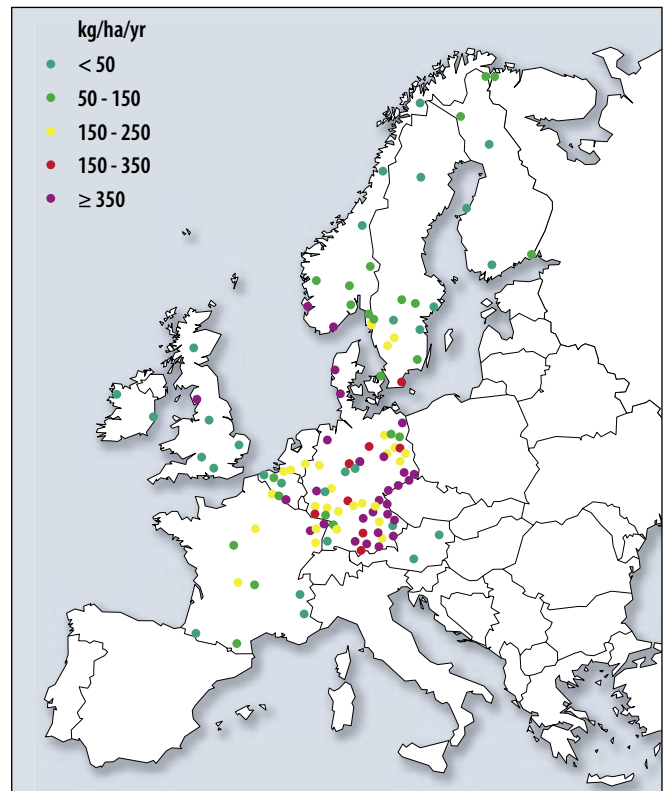
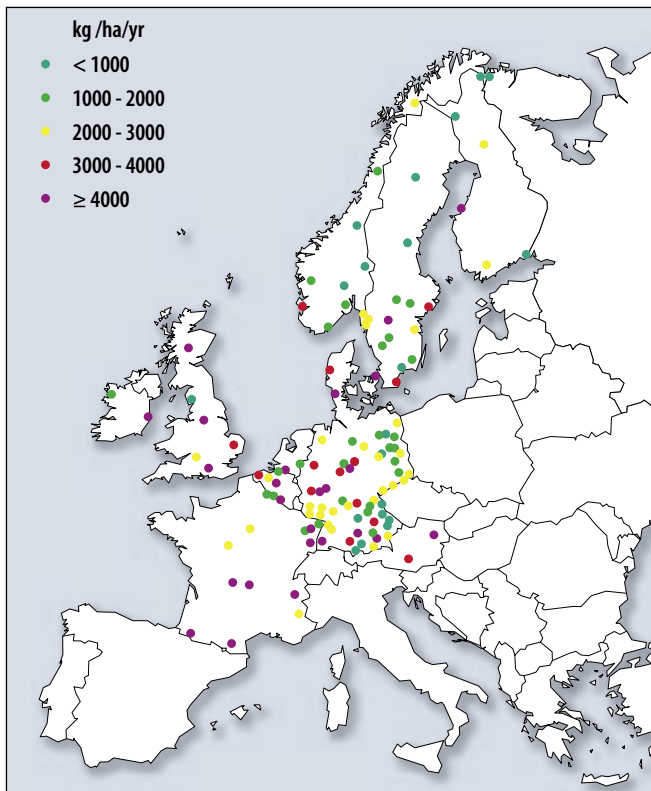
(σχέδιο 5-1), υπολογίζοντας περίπου 5% πρόσθετη πρόσληψη σε άνθρακα λόγω των αυξημένων εισροών από το 1960. Έτσι, για την Ευρώπη συνολικά, η εναπόθεση αζώτου άσκησε συγκριτικά μικρή επίδραση στη δέσμευση άνθρακα στα δέντρα, αλλά στις περιοχές με υψηλή εναπόθεση αζώτου, η τοπική επίδραση μπορεί να είναι ουσιαστική.

Η πρόσληψη άνθρακα από το έδαφος είναι δυσκολότερο να υπολογιστεί. Μια πρώτη εκτίμηση της αποθήκευσης άνθρακα στα εδάφη από έντεκα θέσεις-περιοχές της ΕΕ που υποστηρίζονται από το "CANIF" φανερώνει μία συγκέντρωση 0.128 Gton άνθρακα/χρόνο. Πολύ πρόσφατα η CarboEurope cluster (βλ. την ειδική εστίαση) υπολόγισε ακόμα μεγαλύτερες δεξαμενές συγκέντρωσης άνθρακα από 0.194 Gton στα εδάφη των ευρωπαϊκών δασών, έκτασης 2 περίπου εκατομμυρίων km<sup>2</sup>. Ο υπολογισμός της καθαρής δέσμευσης άνθρακα που βασίστηκε στα εδάφη των 120 εντατικής παρακολούθησης επιφανειών, έδειξε ότι

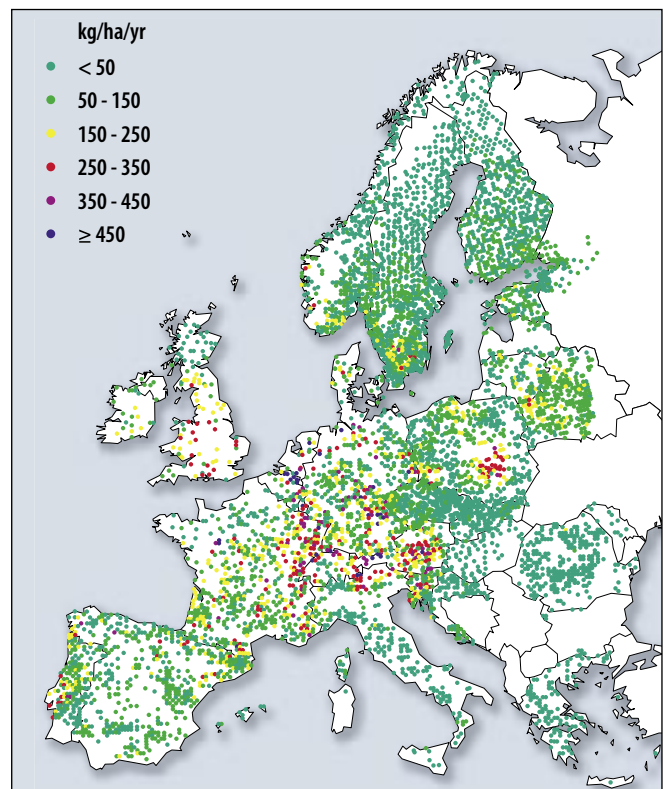
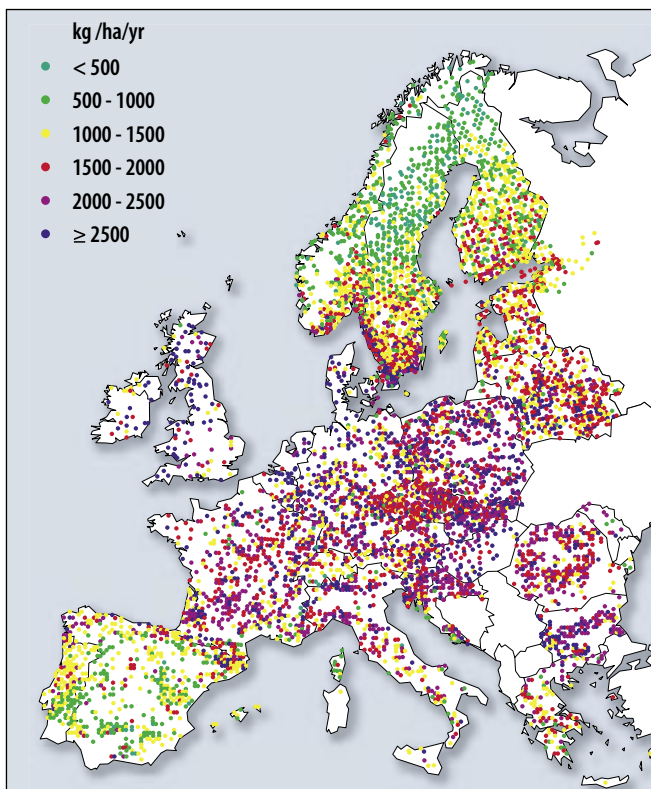
Για τις 120 εντατικές πειραματικές επιφάνειες παρακολούθησης με μια περιεκτική βάση δεδομένων, οι αποθηκευμένες ποσότητες άνθρακα στο ξύλο και το έδαφος υπολογίστηκαν άμεσα. Ήταν επίσης δυνατό να ευρεθούν οιστατιστικές σχέσεις για να μεταφέρουν τις αποθηκευμένες ποσότητες άνθρακα στις 6.000 πειραματικές επιφάνειες του Επιπέδου I, υποθέτοντας ότι είναι αντιπροσωπευτικές για περίπου 2,0 εκατομμύρια km<sup>2</sup> των δασών της Ευρώπης (παράρτημα I). Χρησιμοποιήθηκε το 1960 ως έτος αναφοράς για την εναπόθεση αζώτου και υπολογίστηκε ο αντίκτυπος της πρόσθετης εναπόθεσης αυτού μέχρι το έτος 2000.

Στις εντατικές πειραματικές επιφάνειες παρακολούθησης αλλαγές στις δεσμευμένες ποσότητες άνθρακα από τα δέντρα προήλθαν άμεσα από τις επαναλαμβανόμενες απογραφές αύξησης. Οι αλλαγές του άνθρακα στο έδαφος υπολογίστηκαν από τη δέσμευση αζώτου (εναπόθεση μείον την έκπλυση), την πρόσληψη αζώτου και μια αναλογία C/N (άνθρακας στο άζωτο) που υποτίθεται ότι ήταν σταθερές σε διαφορετικά επίπεδα εισροής αζώτου.

Για τις πειραματικές επιφάνειες του επιπέδου I η εναπόθεση αζώτου προήλθε από τις εκτιμήσεις μοντέλου. Η πρόσληψη αζώτου από την υπέργεια βιομάζα υπολογίστηκε από τις εκτιμήσεις παραγωγής μάζας ως ένδειξη της ποιότητας τόπου. Για τις υπόγειες δεξαμενές συσσώρευσης άνθρακα και τις αλλαγές, τα μέρη δέσμευσης αζώτου στις πειραματικές επιφάνειες του επιπέδου I αφορούσαν τις μετρούμενες αναλογίες C/N, χρησιμοποιώντας μια σχέση που προέκυψε από τις πειραματικές επιφάνειες του επιπέδου II



Σχήμα 5-2: Η υπολογισμένη ετήσια καθαρή δέσμευση άνθρακα (kgC/ha/yr) στα δέντρα (αριστερά) και στο έδαφος (δεξιά) σε 121 εντατικές πειραματικές επιφάνειες παρακολούθησης για το έτος 2000. Παρατηρήστε τις διαφορετικές κλίμακες στη λεζάντα!



Σχήμα 5-3: Η υπολογισμένη ετήσια καθαρή δέσμευση άνθρακα (kgC/ha/yr) στα δέντρα (αριστερά) και στο έδαφος (δεξιά) στις 6.000 πειραματικές επιφάνειες του επιπέδου I για το έτος 2000. Παρατηρήστε τις διαφορετικές κλίμακες στη λεζάντα!





Συστάδες με μεγάλους όγκους ξυλείας στις πειραματικές επιφάνειες επιπέδου II αποθηκεύουν μέχρι 250 τόνους άνθρακα ανά εκτάριο (ανώτερο), ενώ τα σκούρα εδάφη, πλούσια σε οργανική ουσία, συσσωρεύουν μέχρι 500 τόνους άνθρακα ανά εκτάριο (χαμηλότερο). Η δέσμευση άνθρακα μέσα στην επίγεια βιομάζα πραγματοποιείται γρηγορότερα σε σύγκριση με τα εδάφη. Η δέσμευση άνθρακα στα εδάφη είναι γενικά βραδεία και μπορεί σε πολλές περιπτώσεις να μετρηθεί μόνο μετά από δεκαετίες.



στο σύνολο, μόνο 0.0138 Gton δεσμεύτηκαν το έτος 2000. Αυτή η μεγάλη διαφορά από τους 0.128 Gton άνθρακα/χρόνο, υπονοεί ότι απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να τεκμηριωθεί ο ρόλος των δασικών εδαφών στη δέσμευση άνθρακα.

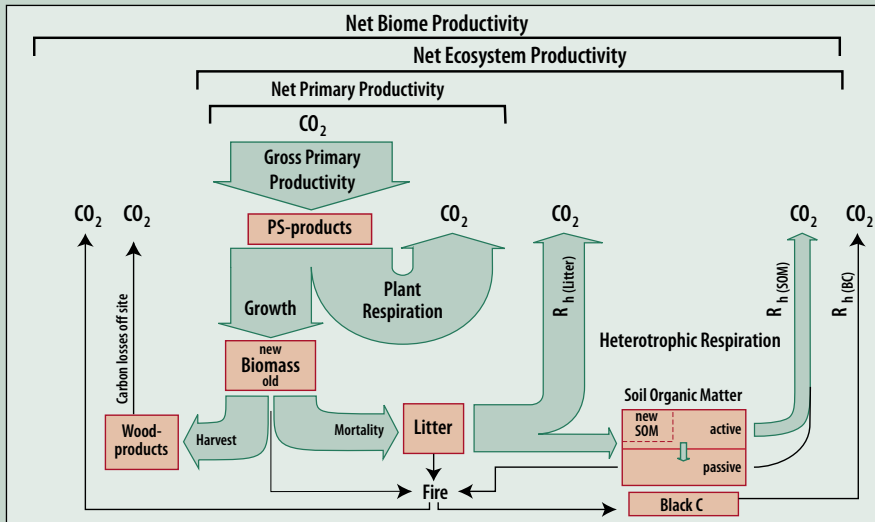
Συνολικά, η συμβολή της εναπόθεσης αζώτου στη δέσμευση του άνθρακα από το ξύλο των δέντρων και το δασικό έδαφος είναι πιθανό να είναι χαμηλή. Υποθέτοντας μια ακόμα μικρότερη επιρροή της αύξησης των συγκεντρώσεων CO<sub>2</sub> και της αυξημένης θερμοκρασίας, αυτό υπονοεί ότι η πλέον πιθανή αιτία για την αύξηση των δεξαμενών άνθρακα στην ιστάμενη βιομάζα στην Ευρώπη, είναι το γεγονός ότι η ολική απομάκρυνση των κορμών είναι μικρότερης σημασίας από την ολική αύξηση στις υπάρχουσες και πρόσφατα υλοτομημένες συστάδες. Αυτή η υπόθεση θα απαιτήσει αιτιολόγηση στα επερχόμενα έτη.

---

**Περαιτέρω ανάγνωση:**

De Vries, W., G.J. Reinds, M. Posch, M. J. Sanz, G.H.M. Krause, V. Calatayud, J.P. Renaud, J.L. Dupouey, X. Sterba, M. Dobbertin, P. Gundersen, J.C.H. Voogd και E.M. Vel, 2003. Εντατική Παρακολούθηση των Δασικών Οικοσυστημάτων στην Ευρώπη. Τεχνική έκθεση. ΕΚ, UNECE 2003, Βρυξέλλες, Γενεύη, 170 pp.

---



Ο κύκλος του άνθρακα: Η πρόσληψη του  $CO_2$  από τα χερσαία οικοσυστήματα, καθορίζεται από την καθαρή παραγωγή βιομάζας (NBP), η οποία είναι το ισοζύγιο της καθαρής παραγωγής του οικοσυστήματος και των απωλειών του άνθρακα από τις πυρκαγιές και τη συγκομιδή βιομάζας.

## Δέσμευση άνθρακα

**Διοξείδιο του άνθρακα:** Παγκόσμια κατάσταση, επιπτώσεις, έρευνα και πολιτικές αντιδράσεις

Τα αποτελέσματα της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) δείχνουν ότι:

- Το κλίμα της γης έχει αλλάξει με αποδείξεις από την προβιομηχανική εποχή. Από το 1750, η ατμοσφαιρική συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα ( $CO_2$ ) έχει αυξηθεί κατά 30% περίπου παγκόσμια. Ο ρυθμός αύξησης του διοξειδίου του άνθρακα ( $CO_2$ ) κατά τη διάρκεια του προηγούμενου αιώνα είναι πρωτοφανής, και είναι ο μεγαλύτερος,

τουλάχιστον κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 20.000 ετών.

- Η αύξηση του τρέχοντος ατμοσφαιρικού  $CO_2$  προκαλείται από τις ανθρωπογενείς εκπομπές. Περίπου τα τρία τέταρτα αυτών των εκπομπών οφείλονται στην καύση ορυκτών καυσίμων. Η αλλαγή χρήσης γης, και κυρίως η αποδάσωση, είναι υπεύθυνη για το υπόλοιπο των εκπομπών.
- Οι συγκεντρώσεις  $CO_2$  καθώς επίσης και η παγκόσμια υπολογισμένη κατά μέσο όρο θερμοκρασία επιφάνειας, προβλέπεται να αυξηθούν στον 21<sup>st</sup> αιώνα, σύμφωνα με όλα τα υπολογισμένα σενάρια.

## Αλληλεπιδράσεις άνθρακα

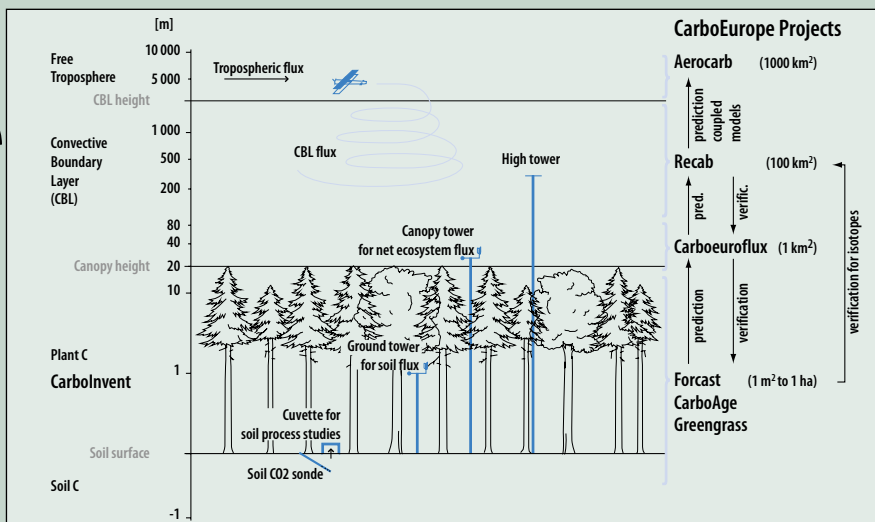
- Μέσω της φωτοσύνθεσης, τα αναπτυσσόμενα φυτά προσλαμβάνουν  $CO_2$ . Επίσης απελευθερώνουν το οξυγόνο στο περιβάλλον και χρησιμοποιούν τον άνθρακα ως κύριο συστατικό για την παραγωγή βιομάζας. Το ξύλο και το έδαφος δεσμεύουν τον άνθρακα για μεγάλα χρονικά διαστήματα και επομένως θεωρούνται σαν αποτελεσματικές δεξαμενές συσσώρευσης άνθρακα. Η διαχείριση των δασών μπορεί να ενισχύσει τη πρόσληψη άνθρακα μέσω της ίδρυσης πλουσίων σε βιομάζα συστάδων και μέσω της προστασίας των εδαφών.
- Παγκοσμίως, οι ωκεανοί είναι οι σημαντικότερες δεξαμενές συσσώρευσης άνθρακα. Εντούτοις, όσο υψηλότερη είναι η συγκέντρωση του  $CO_2$ , τόσο χαμηλότερος είναι ο άνθρακας που λαμβάνεται από τους ωκεανούς.

## Πρωτόκολλο του Κιότο

Το 2002 η Ευρωπαϊκή Ένωση επικύρωσε το πρωτόκολλο του Κιότο στα πλαίσια της Συνθήκης των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος και έτσι δεσμεύθηκε σε μια μείωση 8% των εκπομπών  $CO_2$  μέχρι το 2012, σε σχέση με τα επίπεδα το 1990. Οι υποχρεώσεις για τις μειώσεις ποικίλλουν μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών.

## CarboEurope

Η CarboEurope είναι μια ομάδα του ερευνητικού προγράμματος της ΕΕ που αναπτύσσει τις μεθοδολογίες για να αξιολογήσει την ισορροπία άνθρακα στην Ευρώπη, λαμβάνοντας υπόψη το πρωτόκολλο του Κιότο. Ο άνθρακας μετρείται και μοντελοποιείται σε διάφορες κλίμακες που κυμαίνονται από τις τροποσφαιρικές συγκεντρώσεις  $CO_2$  ως τις μετρήσεις ροής άνθρακα επάνω από την επιφάνεια της βλάστησης και τις μετρήσεις διαδικασίας στα εδάφη. Τα στοιχεία του προγράμματος ΕΕ/ΔΠΣ-Δάση, συμβάλλουν στο συγκεκριμένο πρόγραμμα. Υπάρχει ακόμα μια πολύ μεγάλη αβεβαιότητα στις εκτιμήσεις της γενικής ισορροπίας εισροών και εκροών άνθρακα. Εντούτοις, η πιο επιμελημένη σύνταξη των υπαρχουσών πληροφοριών προτείνει ότι, μέσα στην Ευρώπη, τα δάση αντιπροσωπεύουν τη μεγαλύτερη δεξαμενή συσσώρευσης άνθρακα.



Οργάνωση CarboEurope



Το *Cladonia chlorophaea* είναι ένα συνηθισμένο είδος λειχήνων στα Σκανδιναβικά κωνοφόρα δάση.

## 6. Βιοποικιλότητα στις εντατικές πειραματικές επιφάνειες παρακολούθησης

### Περίληψη

- Η υπάρχουσα βάση δεδομένων του προγράμματος παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για διάφορες απόψεις που σχετίζονται με τη βιοποικιλότητα στα δάση, συμπεριλαμβανομένης της επίγειας βλάστησης, των ειδών, του μεγέθους των δέντρων, της ηλικίας των συστάδων και του ιστάμενου νεκρού ξύλου. Κατά την αξιολόγηση αυτού μαζί με άλλα στοιχεία που αξιολογούνται στις ίδιες πειραματικές επιφάνειες – όπως την εναπόθεση, τις καιρικές συνθήκες, τους βιοτικούς παράγοντες – το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να συμβάλει στη διεθνή συζήτηση σχετικά με τη βιοποικιλότητα στα δάση.
- Το 2003, προωθήθηκε η φάση δοκιμής του ΔΠΣ-Δάση για την περαιτέρω εξέλιξη των μεθόδων αξιολόγησης και του υπολογισμού δεικτών. Στοχεύει επίσης να ερευνήσει τις σχέσεις μεταξύ των βασικών παραγόντων βιοποικιλότητας όπως είναι η δομή των συστάδων και της βλάστησης.

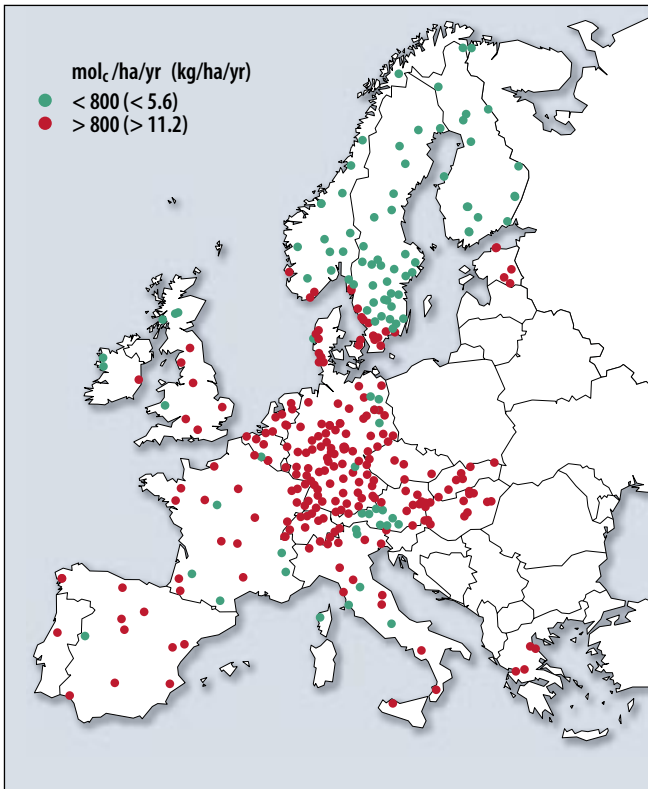
### Εισαγωγή

Μετά το συνέδριο των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (UNCED) που έγινε στο Rio de Janeiro το 1992, η βιοποικιλότητα έχει κερδίσει την προσοχή για τα δάση παγκοσμίως. Τώρα αναγνωρίζεται ευρέως ως σημαντική πτυχή στην αξιολόγηση και τη διαχείριση των οικοσυστημάτων. Αυτό συμφωνεί επίσης με τις διαδικασίες της Υπουργικής Διάσκεψης σχετικά με την Προστασία των Δασών στην Ευρώπη (MCPFE). Στα πλαίσια του προγράμματος παρακολούθησης των δασών της ΕΕ/ΔΠΣ-Δάση, μια μελέτη έχει ερευνήσει μέχρι ποιού βαθμού θα μπορούσαν να συμβάλουν τα υπάρχοντα στοιχεία εντατικής παρακολούθησης στην κατανόηση της βιοποικιλότητας στα δασικά οικοσυστήματα, λαμβάνοντας υπόψη το ρόλο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

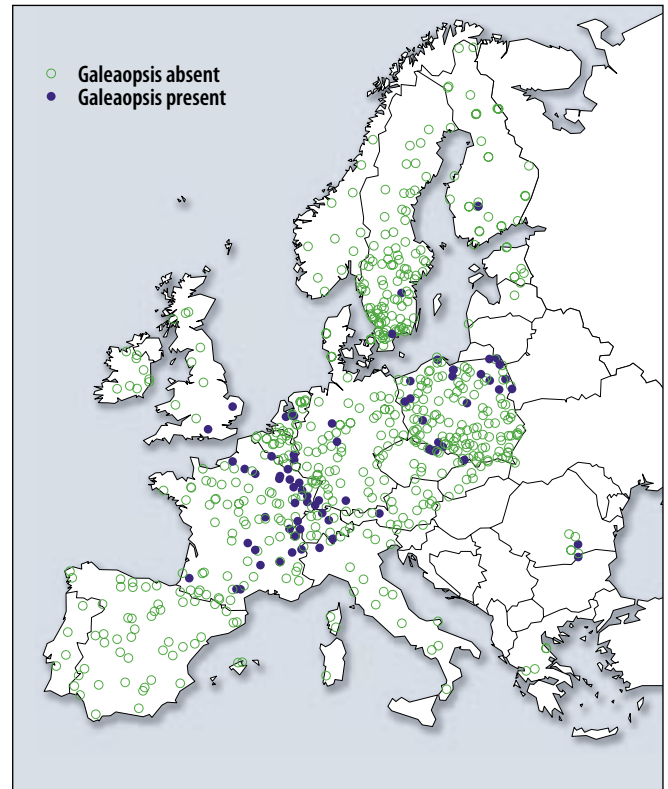
### Ποώδης βλάστηση σε σχέση με τις περιβαλλοντικές επιρροές

Εκτός από τα είδη δέντρων, η ποώδης βλάστηση είναι ο ισχυρότερος δείκτης

βιοποικιλότητας στις πειραματικές επιφάνειες του Επιπέδου II. Χρησιμοποιώντας τις στατιστικές πολλών μεταβλητών, η σχέση μεταξύ των ειδών ποώδους βλάστησης και της εναπόθεσης αζώτου αξιολογήθηκε, καθώς επίσης και πολλοί άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες. Στατιστικά, 20 από τα 63 είδη που ήταν παρόντα σε τουλάχιστον 50 πειραματικές επιφάνειες, παρουσίασαν σημαντική αντίδραση στην εναπόθεση αζώτου. Το (*Galeopsis tetrahit*) είναι ένα από τα είδη που εμφανίζονται ιδιαίτερα στις πειραματικές επιφάνειες με την υψηλότερη εναπόθεση αζώτου. Η ποώδης βλάστηση είναι ένας ισχυρός βιοδείκτης για διάφορες περιβαλλοντικές επιρροές. Μπορεί να δώσει ολοκληρωμένες πληροφορίες για την γονιμότητα του εδάφους, την οξύτητα, τις μορφές του αζώτου στο οικοσύστημα, τη διαθεσιμότητα ύδατος, ή τις κλιματικές συνθήκες καθώς επίσης και των αλλαγών τους.



Σχήμα 6-1: Συνολική εναπόθεση αζώτου στις πειραματικές επιφάνειες του Επιπέδου II, 1998 – 2000. Διαμορφωμένες τιμές σε kg/ha/yr



Σχήμα 6-2: Εμφάνιση του χορταριού Galeopsis tetrahit στις πειραματικές επιφάνειες του Επιπέδου II

### Διαθέσιμοι παράμετροι βιοποικιλότητας στο πρόγραμμα

Από τα υπάρχοντα στοιχεία, οι παράμετροι που εξετάστηκαν περιγράφουν τις πτυχές της βιοποικιλότητας σχεδόν σε 800 πειραματικές επιφάνειες του Επιπέδου II. Περιλαμβάνουν τη σύνθεση των ειδών και τη δομή της συστάδας, που είναι ένα σημαντικό συστατικό και ένας δείκτης της δασικής βιοποικιλότητας. Η ηλικία των συστάδων είναι σημαντική για δομικές πληροφορίες επειδή οι γηραιότερες συστάδες προσφέρουν γενικά τους πλουσιότερους βιότοπους για πολλές ομάδες ειδών. Επίσης οι διαφορετικές κλάσεις των διαμέτρων των δέντρων μέσα στις συστάδες μπορούν να υπολογιστούν από τα υπάρχοντα στοιχεία και είναι ιδιαίτερου ενδιαφέροντος από άποψη βιοποικιλότητας υπό την έννοια ότι μια τέτοια διαφοροποίηση διαμέτρων συνδέεται κυρίως με περισσότερες οικολογικές θέσεις σε ένα δάσος. Άλλες δομικές παράμετροι των συστάδων που μπορούν να υπολογιστούν από τα υπάρχοντα στοιχεία



Το συνηθώς αυξάνεται σε πλούσια με θρεπτικά συστατικά εδάφη και ανθίζει από τον Ιούνιο μέχρι τον Σεπτέμβριο.



Το νησί Zannone που βρίσκεται ανοιχτά της Tyrrhenian ακτής στην Ιταλία, είναι ένα από τα λίγα σημεία στη νότια Ευρώπη όπου τα δάση δοκιμάστηκαν έντονα από την άμεση ανθρώπινη επιρροή. Τέτοια υπολείμματα δασών προστατεύονται σήμερα συνήθως αυστηρά και χρησιμεύουν ως περιοχές αναφοράς για την αειφορική διαχείριση άλλων δασών. Εντούτοις, η χλωρίδα του νησιού έχει αλλάξει αποδεδειγμένα στις προηγούμενες δεκαετίες λόγω της μεταβολής του κλίματος.

είναι ο αριθμός γιγαντιαίων δέντρων και ο αριθμός νεκρών δέντρων ανά εκτάριο. Οι συνθετικές παράμετροι είναι ο αριθμός των δέντρων και των ειδών της πλώδους βλάστησης.

#### Προοπτική

Η Ομάδα Εργασίας του προγράμματος της ΕΕ/ΔΠΣ-Δάση για τη βιοποικιλότητα, έχει κάνει τις προτάσεις για τις πρόσθετες έρευνες που θα μπορούσαν να συμβάλουν στην αξιολόγηση της δασικής βιοποικιλότητας στην Ευρώπη. Αυτές οι μέθοδοι περιλαμβάνουν την παρακολούθηση των επιφύτων -λειχηνών, δομικές αξιολογήσεις για τη βελτίωση των συστάδων, την εφαρμογή μιας δασικής στρωματοποίησης τύπων, τις εκτεταμένες αξιολογήσεις της πλώδους βλάστησης και τις πιο λεπτομερείς αξιολογήσεις των νεκρών δέντρων. Η αξιολόγηση στοιχείων, συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας των συγκεκριμένων δεικτών και της πιθανής συνάθροισής τους στους περιεκτικότερους δείκτες, είναι ένας άλλος σημαντικός

στόχος για τους εμπειρογνώμονες του προγράμματος. Προγραμματίζεται επίσης η έρευνα των σχέσεων μεταξύ των βασικών παραγόντων βιοποικιλότητας όπως η δομή των συστάδων και της βλάστησης και έτσι να συμβάλει στην εξέλιξη των εφαρμόσιμων δεικτών σε έναν μεγαλύτερο αριθμό πειραματικών επιφανειών. Μέσα στο ΔΠΣ-Δάση, έχει προωθηθεί μια φάση δοκιμής για να πραγματοποιήσει αυτές τις δραστηριότητες. Η συνεργασία μεταξύ των διεθνών οργανισμών στον τομέα της βιοποικιλότητας είναι ουσιαστικό να φθάσει στην υψηλότερη πιθανή σύμπραξη.



## 7. Συμπεράσματα

### Κύρια συμπεράσματα

1. Τα δάση στην Ευρώπη αντιδρούν στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι μια από τις αιτίες για τη μεταβολή στη κατάσταση των δασών. Οι διαφορετικοί δείκτες απεικονίζουν αυτές τις αλλαγές:
  - Η φυλλόπτωση των κύριων ειδών δέντρων παρέμεινε υψηλή το 2002, με το ένα πέμπτο των αξιολογημένων δέντρων που ταξινομήθηκαν να έχουν υποστεί ζημιές. Η φυλλόπτωση οφειλόταν κυρίως στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες, τους βιοτικούς παράγοντες και την ατμοσφαιρική ρύπανση.
  - Οι μειωμένες συγκεντρώσεις θείου στις βελόνες του πεύκου και της ερυθρελάτης, απεικονίζουν τη μειωμένη εναπόθεση θείου των τελευταίων δεκαετιών.
  - Η πρόωρη έκπτυξη φύλλων και η μεγάλη διάρκεια αυξητική περίοδος της ερυθρελάτης, συσχετίστηκαν και με τις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες.
2. Αναλύσεις σεναρίων υποθέτοντας μειώσεις των εκπομπών σύμφωνα με

διεθνείς συμφωνίες, προβλέπουν μείωση των συγκεντρώσεων θείου και αζώτου στο εδαφικό διάλυμα. Η αποκατάσταση της στερεάς φάσης του εδάφους θα απαιτήσει περισσότερο χρόνο. Αυτό, μπορεί να δείξει ότι τα δασικά οικοσυστήματα θα υποφέρουν για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα από τα υψηλά φορτία εναπόθεσης.

3. Οι πρώτες αξιολογήσεις των μετρήσεων όζοντος στις δασικές πειραματικές επιφάνειες επιβεβαιώνουν τις υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος στη νότια Ευρώπη. Η ζημιά από το όζον ήταν ορατή στα φύλλα μερικών κύριων ειδών δέντρων όπως η οξυά, καθώς επίσης και μερικών ειδών ποώδους βλάστησης που δεν ήταν γνωστή η ευαισθησία τους στο όζον.
4. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η ετήσια καθαρή δέσμευση του άνθρακα στα δέντρα βρέθηκε να είναι 5-7 φορές υψηλότερη απ' ό,τι στα δασικά εδάφη. Η στατιστική επέκταση στη δασική περιοχή της Ευρώπης μειώθηκε κατά μία μέση τιμή 0,1 Gigatons ετησίως, λαμβάνοντας υπόψη τη συγκομιδή των δασικών προϊόντων και τις πυρκαγιές. Η

αύξηση της δασικής βιομάζας λόγω της εναπόθεσης αζώτου, οδήγησε σε μια αύξηση 5% στην ετήσια δέσμευση άνθρακα.

### Κατάσταση δασών

Η κατάσταση των ευρωπαϊκών δασών αλλάζει υπό τις παρούσες περιβαλλοντικές συνθήκες. Το ΔΠΣ-Δάση και η ΕΕ κατορθώνουν να είναι ένα από τα παγκοσμίως μεγαλύτερα δίκτυα βιοπαρακολούθησης, προκειμένου να ποσοτικοποιηθούν αυτές οι αλλαγές και να συμβάλουν στην κατανόηση των σχέσεων αιτίας-επίδρασης.

### Εναπόθεση

Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι μια από τις αιτίες της μεταβολής της κατάστασης των δασών και κύριος τομέας των δραστηριοτήτων παρακολούθησης του προγράμματος. Αυτή η έκθεση απεικονίζει την επιτυχία της μείωσης εκπομπής θείου τις τελευταίες δεκαετίες. Οι αναλύσεις του σεναρίου που είναι βασισμένες στο πρωτόκολλο της Συνθήκης του



Δάσος στη Νορβηγία

Γκέτεμποργκ, σχετικά με τη Μεγάλης ακτίνας Διασυνοριακή Ατμοσφαιρική Ρύπανση, προβλέπουν επίσης μια μείωση των συγκεντρώσεων νιτρικών στο εδαφικό διάλυμα των περισσότερων πειραματικών επιφανειών. Εντούτοις, η ατμοσφαιρική εναπόθεση αυξάνεται ακόμα σε πολλές περιοχές με την ανάπτυξη των βιομηχανιών, που απαιτούν τη συνεχή εξειδικευμένη παρακολούθηση της εναπόθεσης. Σε αυτό το πλαίσιο, τα επιτεύγματα του ΔΠΣ-Δάση και της ΕΕ έχουν αναγνωριστεί μέσω του Φόρουμ Ηνωμένων Εθνών στα δάση, στην τρίτη σύνοδό του και οι μέθοδοι παρακολούθησής τους έχουν συστηθεί και για άλλες περιοχές του κόσμου.

#### Όζον και δέσμευση του άνθρακα

Οι συγκεντρώσεις όζοντος επάνω από τα κρίσιμα επίπεδα και οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα έχουν γίνει μια απειλή για τα δασικά οικοσυστήματα. Το 2002, το ποσοστό των δέντρων των οποίων η κόμη έχει υποστεί ζημιά, παρέμεινε υψηλό και οι

ορατές ζημιές από το όζον ανιχνεύθηκαν σε πολλές πειραματικές επιφάνειες. Είναι ακόμα ασαφές, πώς ανταποκρίνονται τα δασικά οικοσυστήματα σε ευρεία κλίμακα, στις αυξανόμενες συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου, της αλλαγής του κλίματος και τις σύνθετες αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Ήδη, η έρευνα στο ύπαιθρο παρουσιάζει αλληλεπιδράσεις μεταξύ του διοξειδίου του άνθρακα και του όζοντος. Τα αποτελέσματα σε αυτή την έκθεση παρουσιάζουν την επίδραση της εναπόθεσης αζώτου στη δέσμευση άνθρακα. Με το μοναδικό σύστημα παρακολούθησης των πειραματικών επιφανειών και τη βάση δεδομένων του, το πρόγραμμα είναι σε ισχυρή θέση να παρέχει μια υγιή βάση για τις μελλοντικές πολιτικές για το περιβάλλον, σε αυτούς τους τομείς.

#### Βιοποικιλότητα

Οι διάφοροι δείκτες που αξιολογούνται στο πρόγραμμα δείχνουν ότι τα δασικά δέντρα αντιδρούν στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες με διαφορετι-

κούς τρόπους. Κατά τη διάρκεια μιας φάσης δοκιμής για τη βιοποικιλότητα από το ΔΠΣ-Δάση, θα αναπτυχθούν νέες μέθοδοι παρακολούθησης. Οι πρόσθετοι δείκτες θα βοηθήσουν να βελτιώσουν και να τελειοποιήσουν την τεκμηρίωση της ποικιλομορφίας των δασών, με διαφορετική δομή, σύνθεση και λειτουργία.

#### Προοπτική

Το πρόγραμμα θα συνεχίσει τις κανονικές εκτιμήσεις της κατάστασης των δασών στην Ευρώπη. Επιπλέον θα παρέχει τις πολιτικά σχετικές βασικές πληροφορίες για τους παράγοντες καταπόνησης όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση και σε αυτό το πλαίσιο θα παρέχει επίσης τις επειγόντως αναγκαίες πληροφορίες για την αλλαγή του κλίματος και τη δασική βιοποικιλότητα. Κατά συνέπεια οι δραστηριότητες παρακολούθησης θα παρέχουν μια υγιή βάση για τον καθαρό αέρα και την πολιτική για το περιβάλλον, καθώς επίσης και για την αειφορική διαχείριση των δασών στο μέλλον.

# Παράρτημα Ι: Δάση, έρευνες και κατηγορίες φυλλόπτωσης στις ευρωπαϊκές χώρες (2002)

Αποτελέσματα των εθνικών ερευνών όπως υποβάλλονται από τα Εθνικά Εστιακά Κέντρα

Participating countries	Forest area (x 1000 ha)	% of forest area	Grid size (kmxkm)	No. of sample plots	No. of sample trees	Defoliation of all species by class (aggregates), national surveys		
						0	1	2-4
Albania	1028	35.8	10x10	299	8970	42.4	44.5	13.1
Austria	3878	46.2	8.7x8.7	264	7029	60.2	29.6	10.2
Belarus	7845	37.8	16x16	407	9690	34.9	55.6	9.5
Belgium	691	22.8	4x4/8x8	132	3079	38.7	43.5	17.8
Bulgaria	3314	29.9	4x4/8x8/16x16	141	5303	24.1	38.8	37.1
Croatia	2061	36.5	16x16	80	1910	38.4	41.0	20.6
Cyprus	298	32.2	16x16	15	360	30.8	66.4	2.8
Czech Republic	2630	33.4	8x8/16x16	140	7013	11.6	35.0	53.4
Denmark	468	10.9	7x7/16x16	20	480	61.5	29.8	8.7
Estonia	2249	49.9	16x16	93	2169	45.9	46.5	7.6
Finland	20032	65.8	16x16/24x32	457	8593	54.6	33.9	11.5
France	14591	26.6	16x16	518	10355	40.1	38.0	21.9
Germany	10264	28.9	4x4/16x16	447	13534	35.1	43.5	21.4
Greece	2512	19.5	16x16	75	1768	42.1	37.0	20.9
Hungary	1804	19.4	4x4	1143	26921	38.1	40.7	21.2
Ireland	436	6.3	16x16	21	424	43.9	35.4	20.7
Italy	8675	28.8	16x16	258	7165	20.3	42.4	37.3
Latvia	2902	44.9	8x8	364	8682	19.8	66.4	13.8
Liechtenstein	8	50.0						
Lithuania	1858	28.5	8x8/16x16	220	5162	16.4	70.8	12.8
Luxembourg	89	34.4						
Rep. of Moldova	318	9.4	2x2	480	11489	25.2	32.3	42.5
The Netherlands	334	9.6	16x16	11	231	57.1	21.2	21.7
Norway	12000	37.1	3x3/9x9	1504	7421	35.0	39.5	25.5
Poland	8756	28.0	varying	1229	24580	8.8	58.5	32.7
Portugal	3234	36.4	16x16	145	4350	47.8	42.6	9.6
Romania	6244	26.3	4x4	4028	104366	62.7	23.8	13.5
Russian Federation	8125	73.2	varying	183	4144	37.9	51.2	10.9
Serbia Montenegro			16x16	46	1104	80.8	15.3	3.9
Slovak Republic	1961	40.0	16x16	111	4207	17.3	57.9	24.8
Slovenia	1099	54.2	16x16	39	936	32.3	39.6	28.1
Spain	11588	23.4	16x16	620	14880	24.2	59.4	16.4
Sweden	23400	57.1	varying	4180	16671	49.2	35.0	15.8
Switzerland	1186	28.7	16x16	49	1064	23.4	58.0	18.6
Turkey	20199	25.9						
Ukraine	9316	15.4	16x16	49	1204	8.9	63.4	27.7
United Kingdom	2156	8.9	random	356	8532	27.3	45.4	27.3
<b>TOTAL</b>	<b>197549</b>		<b>varying</b>	<b>18124</b>	<b>333786</b>			

Ελλάδα: Εξαιρουμένων των θάμνων.  
 Σερβία και Μαυροβούνιο: Μαυροβούνιο μόνο.  
 Σουηδία, Νορβηγία: Ειδική μελέτη για τη σημύδα.  
 Ρωσική Ομοσπονδία: Μόνο περιφερειακές έρευνες σε μέρη της Ρωσικής

Ομοσπονδίας στη βορειοδυτική και κεντρική Ευρώπη. Σημειώνεται ότι μερικές διαφορές στο επίπεδο ζημιάς στα εθνικά σύνορα, μπορούν να οφείλονται τουλάχιστον εν μέρει, στις διαφορές στα χρησιμοποιούμενα πρότυπα. Αυτός

ο περιορισμός, εντούτοις, δεν έχει επιπτώσεις στην αξιοπιστία των τάσεων κατά τη διάρκεια του χρόνου.



## Παράρτημα II: Φυλλόπτωση όλων των ειδών (1991-2002)

Αποτελέσματα των εθνικών ερευνών όπως υποβάλλονται από τα Εθνικά Εστιακά Κέντρα

Participating countries	All species defoliation classes 2-4												change % points
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2001 / 2002
Albania								9.8	9.9	10.1	10.2	13.1	2.9
Austria	7.5	6.9	8.2	7.8	6.6	7.9	7.1	6.7	6.8	8.9	9.7	10.2	0.5
Belarus		29.2	29.3	37.4	38.3	39.7	36.3	30.5	26.0	24.0	20.7	9.5	-11.2
Belgium	17.9	16.9	14.8	16.9	24.5	21.2	17.4	17.0	17.7	19.0	17.9	17.8	-0.1
Bulgaria	21.8	23.1	23.2	28.9	38.0	39.2	49.6	60.2	44.2	46.3	33.8	37.1	3.3
Croatia		15.6	19.2	28.8	39.8	30.1	33.1	25.6	23.1	23.4	25.0	20.6	-4.4
Cyprus											8.9	2.8	-6.1
Czech Republic	45.3	56.1	51.8	57.7	58.5	71.9	68.6	48.8	50.4	51.7	52.1	53.4	1.3
Denmark	29.9	25.9	33.4	36.5	36.6	28.0	20.7	22.0	13.2	11.0	7.4	8.7	1.3
Estonia	*	*	*	*	*	*	*	8.7	8.7	7.4	8.5	7.6	-0.9
Finland	16.0	14.5	15.2	13.0	13.3	13.2	12.2	11.8	11.4	11.6	11.0	11.5	0.5
France	7.1	8.0	8.3	8.4	12.5	17.8	25.2	23.3	19.7	18.3	20.3	21.9	1.6
Germany	25.2	26.4	24.2	24.4	22.1	20.3	19.8	21.0	21.7	23.0	21.9	21.4	-0.5
Greece	16.9	18.1	21.2	23.2	25.1	23.9	23.7	21.7	16.6	18.2	21.7	20.9	-0.8
Hungary	19.6	21.5	21.0	21.7	20.0	19.2	19.4	19.0	18.2	20.8	21.2	21.2	0.0
Ireland	15.0	15.7	29.6	19.7	26.3	13.0	13.6	16.1	13.0	14.6	17.4	20.7	3.3
Italy	16.4	18.2	17.6	19.5	18.9	29.9	35.8	35.9	35.3	34.4	38.4	37.3	-1.1
Latvia		37.0	35.0	30.0	20.0	21.2	19.2	16.6	18.9	20.7	15.6	13.8	-1.8
Liechtenstein		16.0											
Lithuania	23.9	17.5	27.4	25.4	24.9	12.6	14.5	15.7	11.6	13.9	11.7	12.8	1.1
Luxembourg	20.8	20.4	23.8	34.8	38.3	37.5	29.9	25.3		23.4			
Rep. of Moldova			50.8		40.4	41.2				29.1	36.9	42.5	5.6
The Netherlands	17.2	33.4	25.0	19.4	32.0	34.1	34.6	31.0		21.8	19.9	21.7	1.8
Norway	19.7	26.2	24.9	27.5	28.8	29.4	30.7	30.6	28.6	24.3	27.2	25.5	-1.7
Poland	45.0	48.8	50.0	54.9	52.6	39.7	36.6	34.6	30.6	32.0	30.6	32.7	2.1
Portugal	29.6	22.5	7.3	5.7	9.1	7.3	8.3	10.2	11.1	10.3	10.1	9.6	-0.5
Romania	9.7	16.7	20.5	21.2	21.2	16.9	15.6	12.3	12.7	14.3	13.3	13.5	0.2
Russian Federation				10.7	12.5						9.8	10.9	1.1
Serbia Montenegro	9.8					3.6	7.7	8.4	11.2	8.4	14.0	3.9	-10.1
Slovak Republic	28.5	36.0	37.6	41.8	42.6	34.0	31.0	32.5	27.8	23.5	31.7	24.8	-6.9
Slovenia	15.9		19.0	16.0	24.7	19.0	25.7	27.6	29.1	24.8	28.9	28.1	-0.8
Spain	7.4	12.3	13.0	19.4	23.5	19.4	13.7	13.6	12.9	13.8	13.0	16.4	3.4
Sweden	*	*	*	*	14.2	17.4	14.9	14.2	13.2	13.7	17.5	15.8	-1.7
Switzerland	16.1	12.8	15.4	18.2	24.6	20.8	16.9	19.1	19.0	29.4	18.2	18.6	0.4
Turkey													
Ukraine	6.4	16.3	21.5	32.4	29.6	46.0	31.4	51.5	56.2	60.7	39.6	27.7	-11.9
United Kingdom	56.7	58.3	16.9	13.9	13.6	14.3	19.0	21.1	21.4	21.6	21.1	27.3	6.2

Τσεχία: Μόνο δέντρα > από 60 έτη που αξιολογούνται μέχρι το 1997.

Γαλλία: Εξ' αιτίας μεθοδολογικών αλλαγών, μόνο οι χρονικές σειρές των ετών 1990-1994 και 1997-2002 είναι συνεπείς, αλλά μη συγκρίσιμες η μία με την άλλη.

Γερμανία: Για το 1990, μόνο στοιχεία για την πρώην Ομοσπονδιακή Δημοκρατία

της Γερμανίας.

Ελλάδα: Εξαιρουμένων των θάμνων.

Ιταλία: Εξ' αιτίας μεθοδολογικών αλλαγών, μόνο οι χρονικές σειρές των ετών 1989-1996 και 1997-2002 είναι συνεπείς, αλλά μη συγκρίσιμες η μία με την άλλη.

Σερβία και Μαυροβούνιο: Το 2002, το Μαυροβούνιο μόνο.

Ρωσική Ομοσπονδία: Μόνο περιφερειακές έρευνες σε μέρη της Ρωσικής Ομοσπονδίας στη βορειοδυτική και κεντρική Ευρώπη.

Ηνωμένο Βασίλειο: Η διαφορά μεταξύ του 1992 και των επομένων ετών, οφείλεται κυρίως σε μια αλλαγή στη μέθοδο αξιολόγησης σύμφωνα με αυτήν που

## Παράρτημα III

### Είδη δέντρων που αναφέρονται στο κείμενο

Χαλέπιος πεύκη :	<i>Pinus halepensis</i>
Κοινή (δασική) οξυά:	<i>Fagus sylvatica</i>
Ευρωπαϊκή δρυς:	<i>Quercus robur</i>
Γκρίζο σκλήθρο:	<i>Alnus incana</i>
Αριά:	<i>Quercus ilex</i>
Θαλάσσιο πεύκο:	<i>Pinus pinaster</i>
Ερυθρελάτη Νορβηγίας:	<i>Picea abies</i>
Δασική πεύκη:	<i>Pinus sylvestris</i>
Απόδισκος δρυς:	<i>Quercus petraea</i>
Ασημένιο έλατο:	<i>Abies alba</i>

### Αναφορές φωτογραφιών

D. Aamlid: σελ. 7, 10, 22, 23, 33 κατώτατο σημείο, 35, 38/39, E. Beuker: σελ. 20, A. Fischer σελ. 31, P. Fischer: σελ.13, 18, 30, 33 κορυφή, 37, A. Furst: σελ. 21 δεξιά, H.-D. Gregor: σελ. 6, K. Haberle: σελ. 29 κορυφή, D. Karnosky: σελ. 29 κατώτατο σημείο, J. Kribbel: σελ. 36, M. Lorenz: σελ. 8/9, S. Meining: σελ. 19 δεξιά, M. Minaya: σελ. 26, E. Oksanen: σελ.11, 21 αριστερά, M.J. Sanz: σελ. 28 δεξιά, M. Schaub: σελ. 28 αριστερά, μέση, H. Schroter: σελ. 19/ αριστερά/μέση, W. Seidling: σελ. 14

---

Για περισσότερες πληροφορίες επίσης μπορείτε να έρχεστε σε επαφή με:  
Ομοσπονδιακό Ερευνητικό Κέντρο για τη Δασοπονία και τα Δασικά προϊόντα  
PCC του ΔΠΣ-Δάση  
Dr. M. Lorenz, P. Fischer  
(§ 396) Leuschnerstr. 91  
D- 21031 AMBOΥΡΓΟ

Ευρωπαϊκή Επιτροπή  
Γενική Διεύθυνση Γεωργίας, FL. 3  
Rue de la Loi 130  
B- 1040 Βρυξέλλες

Διαδίκτυο:  
<http://www.icp-forests.org> (δάση ICP)  
<http://europa.eu.int/comm/agriculture> (Ευρωπαϊκή Επιτροπή)  
<http://www.fimci.nl> (Δασικό Εντατικό Συντονιστικό Ίδρυμα Παρακολούθησης)

---

## Συμμετέχουσες χώρες και επαφές

- Albania:** Ministry of the Environment, Dep. of Biodiversity and Natural Resources Management, e-mail: cep@cep.tirana.al, Rruga e Durresit Nr. 27, Tirana.
- Austria:** Bundesamt und Forschungszentrum für Wald, Mr. Ferdinand Kristöfel, ferdinand.kristoefel@fbva.bmlf.gv.at, Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien.
- Belarus:** Forest Inventory republican unitary company "Belgosles", Mr. V. Kastsiukevich, e-mail: belgosles@open.minsk.by, 27, Zheleznodorozhnaja St., 220089 Minsk.
- Belgium:** Wallonia, Ministère de la Région Wallonne, Div. de la Nature et des Forêts, Mr. C. Laurent, c.laurent@mrw.wallonie.be, Avenue Prince de Liège, 15, B-5000 Namur.
- Flanders,** Institute for Forestry and Game Management, Mr. Peter Roskams, e-mail: peter.roskams@lin.vlaanderen.be, Gaverstraat 4, B-9500 Geraardsbergen.
- Bosnia and Herzegovina:** Federalno Ministarstvo Poljop. Vodop. Sum., Mr. Bajram Pescovic, Maršala Tita br. 15, Sarajevo.
- Bulgaria:** Ministry of Environment and Waters, Ms. Penka Stoichkova, e-mail: pafmon@nfp-bg.eionet.eu.int, 136, Tzar Boris III blvd., BG-1618 Sofia.
- Canada:** Canadian Forest Service, Mr. Harry Hirvonen, e-mail: hirvonen@nrcan.gc.ca, 580 Booth Street – 7th Floor, CDN-Ottawa, ONT K1A 0E4. Quebec: Ministère des Ressources naturelles, Mr. Rock Ouimet, rock.ouimet@mrn.gouv.qc.ca, 2700, Einstein, CDN-STE. FOY - Quebec G1P 3W8.
- Croatia:** Sumarski Institut, Mr. Joso Gracan, e-mail: josog@sumins.hr, Cvjetno Naselje 41, 10450 Jastrebarsko.
- Cyprus:** Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Mr. Andreas K. Christou, Publicity@cytanet.com.cy, P.O.Box 4157, CY-1414-Lefkosa.
- Czech Republic:** Forestry and Game Management Research Institute (VULHM), Mr Bohumir Lomsky, e-mail: lomsky@vulhm.cz, Strnady 136, CZ-15604 Praha 516, Zbraslav.
- Denmark:** Danish Forest and Landscape Research Institute, Ms Anne Marie Bastrup-Birk, e-mail: abb@fsl.dk, Hörsholm Kongevej 11, DK-2970 Hörsholm.
- Estonia:** Estonian Centre for Forest Protection and Silviculture, Mr. Kalle Karoles, e-mail: kalle.karoles@metsad.ee, Rõõmu tee 2, EE-51013 Tartu.
- Finland:** Finnish Forest Research Institute, Mr. Hannu Raitio, e-mail: hannu.rautio@metla.fi, Kaironiementie 54, FIN-39700 Parkano.
- France:** Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales, Mr. Jean Luc Flot, jean-luc.flot@agriculture.gouv.fr, 19, avenue du Maine, F-75732 Paris Cedex 15.
- Germany:** Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft – Ref. 533, Mr. Thomas Haußmann, thomas.hausmann@bmvvel.bund.de, Postfach 140270, D-53107 Bonn.
- Ελλάδα:** Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τ.Δ.Π, Δρ. Γ. Μπαλούτσος, mpag@fria.gr, Terma Alkmanos, GR-11528 Athens-Illissia, Δρ. Av. Οικονόμου, oika@fria.gr, Terma Alkmanos, GR-11528 Athens-Illissia.
- Hungary:** Forest Management Planning Service, Mr. Andras Szepesi, e-mail: szepesi.andras@aeszh.hu, Széchenyi u. 14, H-1054 Budapest 5.
- Ireland:** Coillte Teoranta, Research and Development, Mr. Pat Neville, e-mail: neville\_p@coillte.ie, Newtownmountkennedy, IRL- CO. Wicklow.
- Italy:** Ministry for Agriculture and Forestry Policy, Conecofor Service, Mr. Davide De Laurentis, conecofor@corpoforestale.it, Via Sallustiana 10, I-00187 Roma.
- Latvia:** State Forest Service of Latvia, Ms Liene Suveizda, e-mail: liene@vmd.gov.lv, 13. Janvara iela 15, LV-1932 Riga.
- Liechtenstein:** Amt für Wald, Natur und Landschaft, Mr. Felix Näscher, e-mail: felix.naescher@awnl.liv.li, Dr. Grass-Strasse 10, FL-9490 Vaduz.
- Lithuania:** State Forest Survey Service, Mr. Andrius Kuliesis, e-mail: vmt@lvmi.lt, Pramones ave. 11a, LT-3031 Kaunas.
- Luxembourg:** Administration des Eaux et Forêts, Jean-Pierre Arend, e-mail: Jean-Pierre.Arend@ef.etat.lu, 16, rue Eugène Ruppert, L-2453 Luxembourg-Ville (Cloche d'Or).
- Moldova:** State Forest Agency, Mr. Dumitru Galupa, e-mail: Galupa@moldovacc.md, 124 bd. Stefan Cel Mare, MD-2012 Chisinau.
- The Netherlands:** Ministry of Agriculture, Nature Management & Fisheries, Mr. G. Grimberg, g.t.m.grimberg@eclnv.agro.nl, Postbus 30, Marijke wag 24, NL-6700 AA Wageningen.
- Norway:** Norwegian Forest Research Institute, Mr. Dan Aamlid, e-mail: dan.aamlid@skogforsk.no, Høgskolevn. 12, N-1432 ÅS.
- Poland:** Forest Research Institute, Mr. Jerzy Wawrzoniak, e-mail: j.wawrzoniak@ibles.waw.pl, Bitwy Warszawskiej 1920 nr. 3, PL-00973 Warszawa.
- Portugal:** Ministerio da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, Direcção Geral das Florestas, Divisao de Defesa e Protecção dos Arvoredos, Ms Maria Barros, e-mail: mbarros@dgf.min-agricultura.pt, Av. Joao Crisostomo 28-6°, P-1069-040 Lisboa.
- Romania:** Forest Research and Management Institute, Mr. Romica Tomescu/ Mr. Ovidiu Badea, e-mail: biometrie@icas.ro, Sos. Stefanesti nr. 128 sector 2, RO-72904 Bukarest.
- Russian Federation:** St. Petersburg State University (SpbSU). Biological Research Institute, Ms Natalia Goltsova, e-mail: Natalia.Goltsova@pobox.spbu.ru, Oranienbaumskoe schosse 2, RUS-198504 Petrodvoretz.
- Serbia and Montenegro:** Institute for Forestry, Mr. Radovan Nevenic, e-mail: nevenic@Eunet.yu, Kneza Visislava street 3, YU-11000 Novi-Beograd.
- Slovak Republic:** Lesnický výskumny ústav, Mr. Tomáš Bucha, e-mail: tomas.bucha@fris.sk, T.G. Masaryka 22, SK-96092 Zvolen.
- Slovenia:** Gozdarski Institut Slovenije, Mr. Marko Kovac, e-mail: marko.kovac@gozdis.si, Vecna pot 2, SLO-1000 Ljubljana.
- Spain:** Dirección General de Conservación de la Naturaleza (DGCN), Mr. Sanchez Peña, e-mail: gsanchez@mma.es, Gran Vía de San Francisco, 4, E-28005 Madrid.
- Sweden:** National Board of Forestry, Mr. Sture Wijk, e-mail: sture.wijk@svo.se, Vallgatan 6, S-551 83 Jönköping.
- Switzerland:** Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Mr. Norbert Kräuchi, e-mail: kraeuchi@wsl.ch, Zürcherstr. 111, CH-8903 Birmensdorf.
- Turkey:** Ormancilik Arastirma Enstitüsü Müdürlüğü, Mr. Yasar Simsek, P.K. 24 Bahcelievler, TR-06561 Gazi-Ankara.
- Ukraine:** Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, Mr. Igor F. Buksha, e-mail: buksha@uriffm.com.ua, Pushkinskaja 86, UKR-61024 Kharkiv.
- United Kingdom:** Forest Research Station, Alice Holt Lodge, Wrecclesham, Mr. Andrew J. Moffat, e-mail: andy.moffat@forestry.gsi.gov.uk, UK-Farnham-Surrey GU10 4LH.
- United States of America:** Forest Health Monitoring Program, Forestry Sciences Laboratory, P.O. Box 12254, USA-Research Triangle Park, NC 27709.

