



Τα Μεσογειακά Δάση απέναντι στην Παγκόσμια Κλιματική Αλλαγή

Pedro Regato



Τα Μεσογειακά Δάση απέναντι στην Παγκόσμια Κλιματική Αλλαγή

Pedro Regato

Συγγραφείς: Pedro Regato, Ευαγγελία Κορακάκη (για το 2ο Κεφάλαιο της ελληνικής έκδοσης)

1η Έκδοση: IUCN, Gland, Switzerland and Malaga, Spain

Ελληνική Έκδοση: Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση - WWF Ελλάς

ISBN: 978-960-7506-13-9

Μετάφραση: Χαράλαμπος Πέτσικος και Χριστίνα Ζωγράφου

Γλωσσική Επιμέλεια: Αριάδνη Χατζηανδρέου

Επιμέλεια 1ης Έκδοσης: IUCN, WWF and FAO

Επιμέλεια Ελληνικής έκδοσης: Ευαγγελία Κορακάκη και Κωνσταντίνος Λιαρικός

Φωτογραφία εξωφύλλου: Pedro Regato

Δημιουργία σχήματος 1: Μάριος Βόντας

Σχεδιασμός: Σπυριδούλα Βονίτση

Εκτύπωση: Μιχάλης Ορφανός AEBE - www.orfanosm.gr

Copyright 1ης Έκδοσης: © 2008 International Union for Conservation of Nature and Natural Resources

Copyright: © 2010 WWF Ελλάς

Η έκδοση έχει τυπωθεί σε πιστοποιημένο FSC χαρτί Era Silk 130 gsm της Sappi.

*Η προσαρμογή και έκδοση
του "Adapting to Global Change: Mediterranean Forests"
στα ελληνικά εντάσσεται στο πρόγραμμα
«Το Μέλλον των Δασών», το οποίο εκπονείται από το WWF Ελλάς
και συγχρηματοδοτείται από τα Κοινοφελή Ιδρύματα
Ι.Σ. Λάτση, Α.Γ. Λεβέντη και Μποδοσάκη,
καθώς και από τις εισφορές των υποστηρικτών της οργάνωσης.*



Περιεχόμενα

Πρόλογος	5
1- Εισαγωγή	7
2- Ελληνικά Δάση και Κλιματική αλλαγή	9
2.1 Θετική επίδραση των δασικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή	10
2.2 Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής στα δασικά οικοσυστήματα	12
2.3 Ευπαθή δασικά οικοσυστήματα	17
2.4 Δάση και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή	18
2.5 Δασική διαχείριση – Δασοπροστασία	19
2.6 Συμπεράσματα	20
3- Τάσεις Παγκόσμιας Θέρμανσης	23
3.1 Ενδείξεις αλλαγής του κλίματος στη Μεσόγειο	24
3.2 Προβλεπόμενες τάσεις αλλαγής του κλίματος στη Μεσόγειο	28
4- Τι μπορούμε να μάθουμε από τις κλιματικές αλλαγές στο παρελθόν για να αντιμετωπίσουμε τις μελλοντικές αλλαγές;	33
4.1 Η μετανάστευση των ειδών ως απόκριση στις κλιματικές αλλαγές του παρελθόντος.....	34
4.2 <i>In Situ</i> προσαρμογή σε προηγούμενες κλιματικές αλλαγές	39
5- Οι Σημερινές και οι Προβλεπόμενες Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στα Μεσογειακά Δάση	41
5.1 Οικολογικές αλλαγές	41
5.2 Δασικές Πυρκαγιές μεγάλης κλίμακας	48
5.3 Μαρασμός των δασών.....	51
5.4 Δασικά παράσιτα	52
5.5 Είδη εισβολείς.....	52
6- Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή	53
6.1 Τι είναι προσαρμογή;	53
6.2 Δάση και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή	54
6.3 Επιλογές προσαρμογής για τα Μεσογειακά δάση	57
6.4 Προσαρμογή για την Αύξηση της Κοινωνικής Προσαρμοστικότητας ..	69
6.5 Ανάγκες Ανάπτυξης Ικανοτήτων για την Προσαρμογή.....	75
6.6 Θεσμικό και πολιτικό πλαίσιο για την υποστήριξη των επιλογών προσαρμογής	83
7- Παράρτημα	89
Βιβλιογραφία	95

Τα δάση περιλαμβάνονται αναμφίβολα ανάμεσα στα πιο σημαντικά οικοσυστήματα της Μεσογείου. Είναι πολύ πλούσια σε βιοποικιλότητα και παρέχουν μια σειρά περιβαλλοντικών υπηρεσιών. Οι ταχείες και ξαφνικές αλλαγές στις χρήσεις γης λόγω των κακών πρακτικών διαχείρισης, συμπεριλαμβανομένης της υπερεκμετάλλευσης, η ανάπτυξη και οι πιέσεις της διεθνούς αγοράς, η υποβάθμιση και απώλεια φυσικών ενδιαιτημάτων και η ρύπανση, είναι λίγοι μόνο από τους κύριους παράγοντες που επιδρούν στα Μεσογειακά δάση και προκαλούν την υποβάθμισή τους. Αν προστεθεί και η κλιματική αλλαγή σε αυτούς τους παράγοντες, συνοδευόμενη από ακραία καιρικά φαινόμενα όπως κύματα καύσωνα, καταρρακτώδεις βροχές, περιόδους ξηρασίας και δυνατές ανεμοθύελλες, η ανθεκτικότητα και η ικανότητα προσαρμογής των δασών μειώνεται δραστικά.

Οι μεγάλης κλίμακας πυρκαγιές των δασών βρίσκονται ανάμεσα στις πιο άμεσες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής που επηρεάζουν τα Μεσογειακά δάση. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε συνδυασμό με τις αλλαγές χρήσεων γης και την κακοδιαχείριση των δασών, προκαλούν αύξηση της συχνότητας, της έντασης και της έκτασης των πυρκαγιών. Αυτή η τάση παρατηρήθηκε κυρίως στις χώρες της βόρειας Μεσογείου (π.χ. Πορτογαλία, νότια Γαλλία, Ισπανία, Ιταλία και Ελλάδα) κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών. Εάν οι συνθήκες αυτές επικρατήσουν στις νότιες περιοχές της Μεσογείου, οι επιπτώσεις στα δασικά οικοσυστήματα ολόκληρης της Μεσογείου θα είναι δραματικές.

Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής αποτελεί μέγιστη προτεραιότητα για τις κυβερνήσεις, τα ερευνητικά ινστιτούτα και τους διεθνείς οργανισμούς που εργάζονται στην περιοχή. Η IUCN, το WWF και, γενικότερα, φορείς για την προστασία της φύσης αναλαμβάνουν δράση σε σχέση με τα δάση και την κλιματική αλλαγή, που περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την ανάπτυξη στρατηγικών προσαρμογής για τη διαχείριση των αβεβαιοτήτων που δημιουργούνται από την κλιματική αλλαγή και την ανάπτυξη ικανοτήτων οικολογικής και κοινωνικής προσαρμογής.

Το Κέντρο για τη Συνεργασία στη Μεσόγειο της IUCN (IUCN-Med), το γραφείο του WWF για τη Μεσόγειο και το WWF Ελλάς έφεραν σε επαφή οργανισμούς, συνεργάτες και ειδικούς σε μια συνάντηση εργασίας με τίτλο «Προσαρμογή

της Διαχείρισης και της Προστασίας των Μεσογειακών Δασών στην Κλιματική Αλλαγή», που έλαβε χώρα στην Αθήνα στις 14-17 Απριλίου 2008. Κατά τη διάρκεια της συνάντησης, οι συμμετέχοντες από ΜΚΟ, ερευνητικά ινστιτούτα, κυβερνητικούς και διακυβερνητικούς οργανισμούς, καθώς και διαχειριστές δασών και προστατευόμενων περιοχών, ανέλυσαν την αναγκαιότητα και τις ευκαιρίες για την αύξηση της ικανότητας προσαρμογής των δασών και των κοινωνιών υπό το πρίσμα των παγκόσμιων αλλαγών. Συζητήθηκαν οι προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή στην περιοχή και παρουσιάστηκαν στρατηγικές και εργαλεία προσαρμογής που έχουν αποδειχθεί επιτυχημένα σε άλλες περιοχές.

Οι συμμετέχοντες στη συνάντηση εργασίας προετοίμασαν μια κοινή διακήρυξη (η Διακήρυξη των Αθηνών περιλαμβάνεται ως παράρτημα σε αυτήν την έκδοση), παρακινώντας όλες τις Μεσογειακές χώρες να αναπτύξουν από κοινού, να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα και να συντονίσουν στρατηγικές και εργαλεία για τη μείωση των κινδύνων και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Η Διακήρυξη εξέφρασε, επίσης, την επείγουσα ανάγκη για συνεργασία βορρά και νότου στην περιοχή της Μεσογείου.

Η συνάντηση εργασίας συγχρηματοδοτήθηκε από το Κέντρο για τη Συνεργασία στη Μεσόγειο της IUCN (IUCN-Med), το γραφείο του WWF για τη Μεσόγειο, καθώς και τα Κοινωφελή Ιδρύματα Α. Γ. Λεβέντη, Ι. Σ. Λάτση και Μποδοσάκη, τα οποία συγχρηματοδοτούν το πρόγραμμα του WWF Ελλάς «Το Μέλλον των Δασών».

Η έκδοση αυτή αποτελεί ένα πρώτο βήμα για την ανάπτυξη ενός κοινού προγράμματος εργασίας και στρατηγικής για την προσαρμογή των Μεσογειακών δασών στην κλιματική αλλαγή. Υλοποιήθηκε με τη συμβολή διεθνών οργανισμών όπως οι FAO, UNDP, GTZ, WWF και IUCN, συνεργατών και συμμετεχόντων οργανισμών, χρηστών και διαχειριστών του δάσους, κυβερνήσεων, ερευνητικών ινστιτούτων και του ιδιωτικού τομέα.

Η έκδοση αυτή πραγματοποιήθηκε με την οικονομική υποστήριξη του Ισπανικού Οργανισμού για τη Διεθνή Συνεργασία και Ανάπτυξη (AECID).

1 | Εισαγωγή

Τα οικοσυστήματα είναι δυναμικά συστήματα τα οποία προσαρμόζονται συνεχώς στις περιβαλλοντικές μεταβολές. Τα Μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα έχουν περάσει κατά το παρελθόν πολυάριθμες μεταβολές στο κλίμα, ανταποκρινόμενα με διάφορους τρόπους σε αυτές (ανοχή στις περιβαλλοντικές αλλαγές λόγω της φαινοτυπικής πλαστικότητας ορισμένων ειδών, προσαρμογή μέσω εξελικτικών διαδικασιών με την εμφάνιση νέων ειδών, υποειδών ή γονοτύπων, μετανάστευση σε κατάλληλες περιοχές, εξαφάνιση). Ο σημαντικός αριθμός υπολειμματικών ειδών της Τριτογενούς περιόδου και παλαιο-ενδημικών ειδών στα Μεσογειακά δάση αποτελεί απόδειξη της ικανότητάς τους να προσαρμόζονται σε απότομες περιβαλλοντικές αλλαγές και να διατηρούνται κατά τη διάρκεια των χιλιετιών. Ωστόσο, υπάρχουν αποδείξεις και για την ταχεία κατάρρευση δασικών ειδών και οικοσυστημάτων σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, κυρίως λόγω προηγούμενων παγκόσμιων αλλαγών (συνδυασμός προηγούμενων αλλαγών στο κλίμα και ανθρώπινων επιδράσεων). Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι προερχόμενες από πυρκαγιές εξαφανίσεις – σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο – ολόκληρων δασικών κοινοτήτων και ειδών ως συνδυασμός των κλιματικών αλλαγών του Ολόκαινου και των Νεολιθικών πυρκαγιών που έγιναν με σκοπό τη μετατροπή των δασών σε καλλιεργήσιμη γη και βοσκότοπους (Tinner *et al.*, 2005; Carrion, 2003).

Οι προβλεπόμενες ταχείες και έντονες αλλαγές στις κλιματικές συνθήκες μέσα στα επόμενα 100 χρόνια αναμένεται να επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις στα Μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα. Καθώς η ανθρώπινη επίδραση στην περιοχή είναι μεγάλη, τα δάση θα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στις μελλοντικές περιβαλλοντικές αλλαγές και τις επιπτώσεις τους. Για παράδειγμα, σύμφωνα με παλαιο-οικολογικά δεδομένα, εάν η συχνότητα των πυρκαγιών αυξηθεί σημαντικά στην περιοχή της Μεσογείου ως αποτέλεσμα των προβλεπόμενων κλιματικών αλλαγών (το οποίο ήδη συμβαίνει στο Ευρωπαϊκό τμήμα της περιοχής κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών), τα ευπαθή δασικά οικοσυστήματα, όπως τα διάφορα ορεινά δάση ενδημικών κωνοφόρων, θα τεθούν σε σοβαρό κίνδυνο. Επομένως, οι πολιτικές και οι πρακτικές προστασίας και διαχείρισης των Μεσογειακών δασών θα πρέπει να συμβάλουν στην εφαρμογή στρατηγικών προσαρμογής με στόχο την παρεμπόδιση και την αντιστροφή τής τρέχουσας περιβαλλοντικής υποβάθμισης και, συγχρόνως, να μειώνουν τον κίνδυνο ανεπιθύμητων απωλειών στο μέλλον.

2 | Ελληνικά Δάση και Κλιματική αλλαγή

Ευαγγελία Κορακάκη

Η Ελλάδα παρουσιάζει υψηλή βιοποικιλότητα ειδών φυτών και ζώων και αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά κέντρα βιοποικιλότητας στην Ευρώπη. Η χλωρίδα της Ελλάδας είναι, αναλογικά με την έκτασή της, από τις πλουσιότερες της Ευρώπης, με περισσότερα από 6.000 είδη και υποείδη φυτών, από τα οποία τα 300 θεωρούνται σπάνια και απειλούμενα, σύμφωνα με το τελευταίο δημοσιευμένο Βιβλίο Ερυθρών Δεδομένων των Σπάνιων και Απειλούμενων Φυτών της Ελλάδας (Φοίτος, Κωνσταντινίδης & Καμάρη 2009¹). Η έντονη γεωμορφολογία της, η γεωγραφική της θέση και οι επιρροές που αυτή συνεπάγεται, καθώς και ιστορικοί παράγοντες έχουν συντελέσει ώστε η χώρα να παρουσιάζει, πέρα από πλούτο ειδών, και υψηλό ενδημισμό. Η Ελλάδα αποτελεί επίσης το νοτιότερο όριο εξάπλωσης Ευρωπαϊκών δασικών ειδών, όπως η δασική πεύκη, η ερυθρελάτη και η σημύδα, ψυχρόβια κωνοφόρα της Κεντρικής και Βόρεια Ευρώπης.

Η χλωριδική ποικιλότητα της Χώρας αντικατοπτρίζεται και στο μεγάλο εύρος των δασικών της διαπλάσεων, από τα μεσογειακά ξηροφυτικά οικοσυστήματα, τα ορεινά δάση, και ως τα υποαλπικά και αλπικά λιβάδια των υψηλών ορέων.

Τα δάση καλύπτουν σήμερα το ένα τέταρτο της συνολικής έκτασης της Ελλάδας (25,5% ή 33.590.000 στρ.) τα οποία στην πλειοψηφία τους είναι φυσικά. Επιπλέον, το 23,9% (31.540.000 στρ.) της ελληνικής επικράτειας καλύπτεται από δασικές εκτάσεις, οι οποίες όμως συχνά είναι υποβαθμισμένες εξαιτίας κυρίως ανθρώπινων δραστηριοτήτων και ραγδαίων αλλαγών χρήσεων γης, όπως η επέκταση των οικονομικών δραστηριοτήτων και του αστικού χώρου, ο κατακερματισμός των δασικών εκτάσεων από τις μεταφορικές υποδομές, η υπερεκμετάλλευση των πόρων και η ρύπανση του περιβάλλοντος. Τα παραπάνω αποτελούν τις βασικές απειλές των δασικών οικοσυστημάτων και ευρύτερα στη Μεσόγειο².

1 Φοίτος, Δ., Κωνσταντινίδης, Θ. & Καμάρη, Γ. (εκδ.), Βιβλίο Ερυθρών Δεδομένων των Σπάνιων & Απειλούμενων Φυτών της Ελλάδας, Ελληνική Βοτανική Εταιρεία, Πάτρα 2009.

2 Βασικά συμπεράσματα της Διεθνούς Συνάντησης Εργασίας με θέμα «Προσαρμογή της Διαχείρισης και της Προστασίας των Μεσογειακών Δασών στην Κλιματική Αλλαγή», που διοργάνωσαν το Κέντρο για τη Συνεργασία στη Μεσόγειο της IUCN (IUCN-Med), το γραφείο του WWF για τη Μεσόγειο και το WWF Ελλάς στην Αθήνα, Απρίλιος 2008.

Στις απειλές αυτές προστίθενται οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως η άνοδος της θερμοκρασίας, τα ακραία καιρικά φαινόμενα και η ξηρασία, με αποτέλεσμα να εξαντλούνται οι αντοχές και οι δυνατότητες προσαρμογής των δασικών οικοσυστημάτων.

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα φαινόμενο το οποίο βιώνουμε, πλέον, και οι επιπτώσεις του άρχισαν ήδη να γίνονται αισθητές και στην Ελλάδα. Παρατεταμένες περίοδοι ξηρασίας, συχνές και έντονες καταιγίδες, πλημμύρες, αυξημένες ημέρες καύσωνα και περισσότερες mega-πυρκαγιές μαρτυρούν τη μεταβολή του κλίματος.

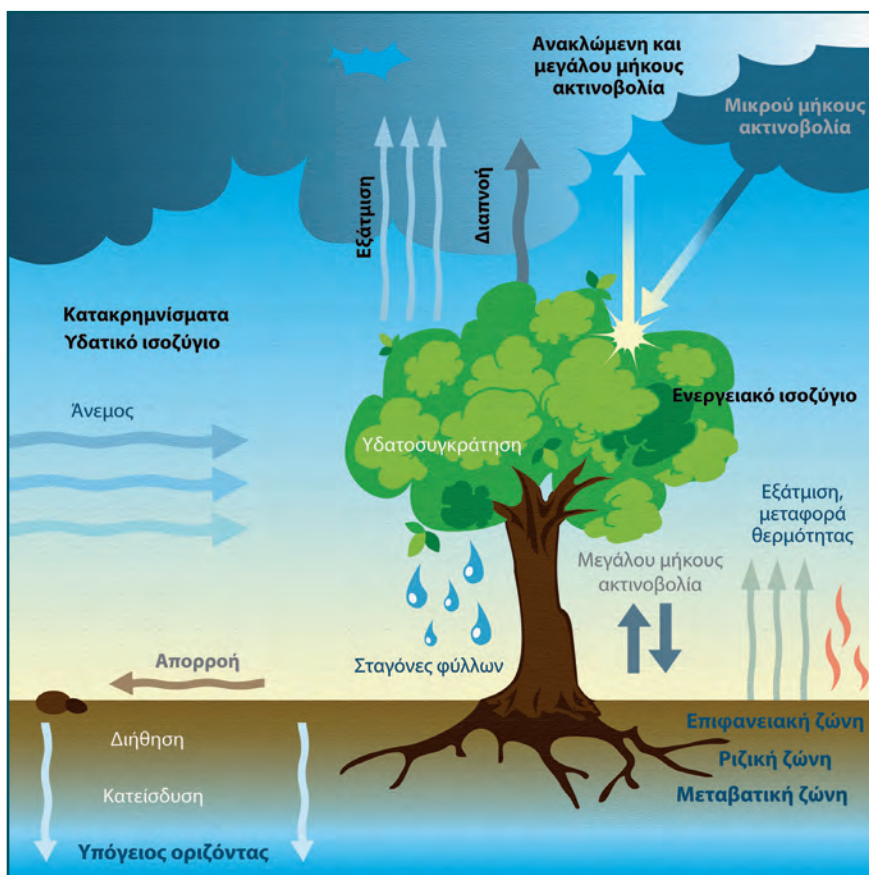
Προκειμένου να διαφυλάξουμε τα σημαντικά αυτά οικοσυστήματα θα πρέπει να αναγνωρίσουμε την απειλή που αποτελεί η κλιματική αλλαγή για τα δάση μας, να μελετήσουμε τις επιπτώσεις της και να προσδιορίσουμε τρόπους διαχείρισης των δασών μας, με σκοπό την ήπια προσαρμογή τους, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες σε περιβαλλοντικό, αλλά και κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο.

2.1 Θετική επίδραση των δασικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή

Τα δασικά οικοσυστήματα διατηρούν σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, αμβλύνοντας τις επιπτώσεις της· πιο συγκεκριμένα:

- ✓ Τα δάση και τα δασικά εδάφη δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) της ατμόσφαιρας και το μετατρέπουν σε βιομάζα. Με τη διαδικασία τής φωτοσύνθεσης, τα δάση αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες CO_2 ετησίως, περιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο τα αέρια του θερμοκηπίου. Παράλληλα, με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης απελευθερώνουν οξυγόνο (O_2).
- ✓ Τα δάση μειώνουν την επίδραση των ακραίων καιρικών φαινομένων, ως εξής (Σχήμα 1):
 - Οι κόμρες των δένδρων και η βλάστηση, γενικότερα, λειτουργούν ως ένα πρώτο εμπόδιο που μετριάξει την ορμή του νερού (π.χ. καταιγίδες), ενώ, παράλληλα, απορροφούν και μέρος της ποσότητας που πέφτει. Νερό απορροφά και το ριζικό σύστημα των φυτών, το οποίο, επιπλέον, επιδρά θετικά και στη διήθηση των κατακρημνισμάτων, αφού διασωληνώνει το έδαφος, αυξάνοντας τα πορώδεις του. Οπότε, το δάσος συγκρατεί το νερό της βροχής, εμπλουτίζει τον υδροφόρο ορίζοντα και βελτιώνει την ποιότητα του νερού.
 - Το φύλλωμα των δένδρων απορροφά μέρος της υπερϊώδους ακτινοβολίας και απελευθερώνει προς το έδαφος μεγάλους μήκους ακτινοβολία, με αποτέλεσμα να λειτουργεί ως φυσικό φίλτρο και να μειώνει τη θερμοκρασία.

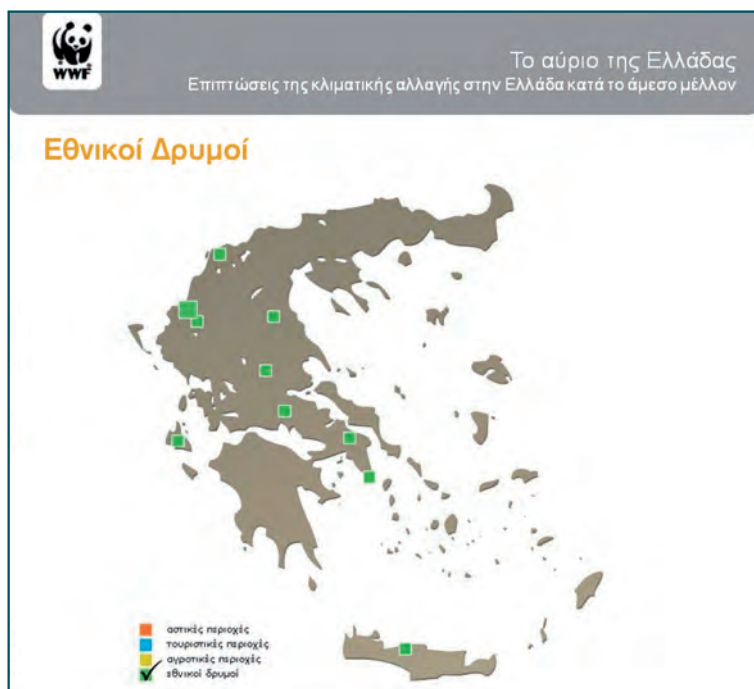
- Τα δάση ανακόπτουν, επίσης, την ταχύτητα του ανέμου και μειώνουν την ένταση των ισχυρών ανέμων.
 - Το φύλλωμα των δένδρων συγκρατεί αιωρούμενα μικροσωματίδια του αέρα, με αποτέλεσμα να απορροπείται την ατμόσφαιρα.
- ✓ Τα δάση, ως μεγαδιαπλάσεις (biota), διατηρούν σημαντική βιοποικιλότητα, ενώ επιφέρουν οικολογική ισορροπία στα χερσαία οικοσυστήματα. Η απουσία τους δε μπορεί να επιτείνει το φαινόμενο της ερημοποίησης.



Σχήμα 1: Σχηματική αναπαράσταση μείωσης επίδρασης έντονων καιρικών φαινομένων από τα δάση.

2.2 Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής στα δασικά οικοσυστήματα

Οι κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας αναμένεται να μεταβληθούν, με αποτέλεσμα άμεσες ή έμμεσες επιπτώσεις στις δασικές μας περιοχές στο προσεχές μέλλον. Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα³ του WWF Ελλάς και του Εθνικού Αστεροσκοπείου, τα δασικά οικοσυστήματα θα γίνουν πιο ευπαθή, ιδιαιτέρως κατά την περίοδο 2021-2050. Η εκτενής ανάλυση των κλιματικών παραμέτρων για τις σημαντικότερες προστατευόμενες δασικές περιοχές στην Ελλάδα, τους 10 εθνικούς δρυμούς της (Σχήμα 2, Βίκο-Αώο, Πρέσπες, Λευκά Όρη, Όλυμπο, Πάρνηθα, Πίνδο, Παρνασσό, Οίτη, Αίνο και Σούνιο), καταδεικνύει ότι οι ημέρες με υψηλό ρίσκο εμφάνισης πυρκαγιάς θα αυξηθούν κατά την περίοδο 2021-2050, από 5 ημέρες στον Αίνο της Κεφαλονιάς, έως 15 ημέρες σε Οίτη και Πάρνηθα.



Σχήμα 2: Οι 10 εθνικοί δρυμοί της Ελλάδας, για τους οποίους έγινε ανάλυση των κλιματικών παραμέτρων και προβλέψεις μεταβολής τους κατά την περίοδο 2021-2050.

3 WWF Ελλάς, «Το αύριο της Ελλάδας: επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα κατά το άμεσο μέλλον», Αθήνα, Σεπτέμβριος 2009.

Η εν λόγω έρευνα αναλύει, επίσης, για κάθε Εθνικό Δρυμό, τις αλλαγές στις μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες το χειμώνα, στις μέσες μέγιστες θερμοκρασίες το καλοκαίρι, στη διάρκεια της ξηρής περιόδου (αριθμός ημερών) και τις ποσοστιαίες μεταβολές στις χειμερινές βροχοπτώσεις και στις φθινοπωρινές βροχοπτώσεις (Πίνακας 1).

Πίνακας 1:

Συμπεράσματα για τους Εθνικούς Δρυμούς (κόκκινο: αύξηση, μπλε: μείωση)

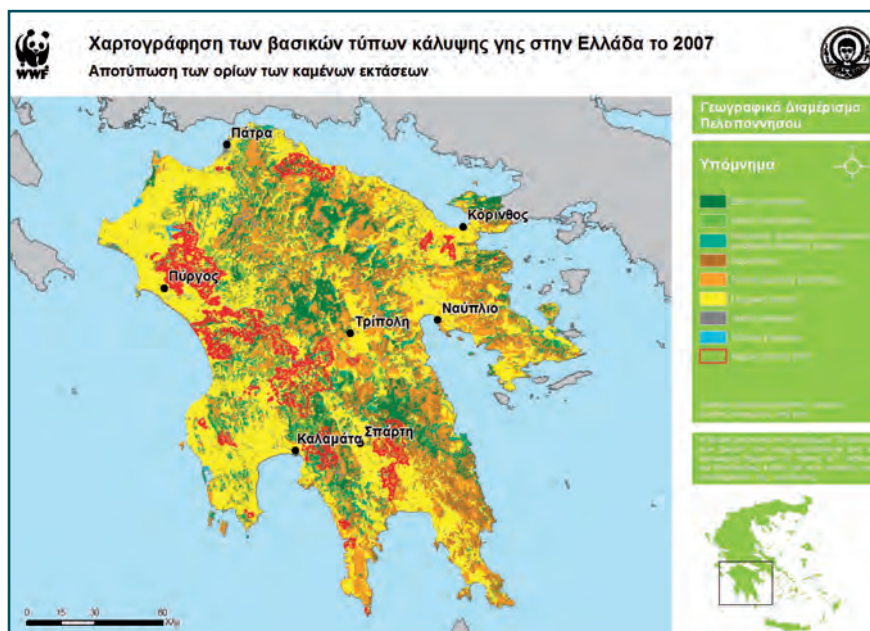
Εθνικός Δρυμός	Μεταβολή της μέσης ελάχιστης χειμερινής θερμοκρασίας (°C)	Μεταβολή της μέσης μέγιστης θερινής θερμοκρασίας (°C)	Χειμερινή Βροχόπτωση (%)	Φθινοπωρινή Βροχόπτωση (%)	Κίνδυνος εμφάνισης πυρκαγιάς (ημέρες)	Διάρκεια περιόδων ανομβρίας (ημέρες)
Αίνας	1	1.5	15	-	5	15
Βίκος - Αώος	1.3	2	-	10	10	7
Πίνδος	1.3	2	-	10	10	7
Όλυμπος	1.3	2	15	15	10	7
Οίτη	1	2	10	15	15	7
Παρνασσός	1.3	1.5	10	15	10	15
Πάρνηθα	1	1.5	10	15	15	15
Σούνιο	1	1	10	15	10	7
Πρέσπες	1.3	2	15	15	10	15
Λευκά Όρη	1	1.5	15	10	10	15

□ Δασικές πυρκαγιές

Η πιο άμεση και ραγδαία επίπτωση της κλιματικής αλλαγής στα μεσογειακά δάση αφορά στις **δασικές πυρκαγιές**. Η αύξηση της συχνότητας και της έντασης των πυρκαγιών, καθώς και της έκτασης των καμένων εκτάσεων, ευνοείται από τις συνθήκες ξηρασίας, τις παρατεταμένες περιόδους υψηλών θερμοκρασιών, τα ακραία καιρικά φαινόμενα, σε συνδυασμό με τις αλλαγές χρήσεων γης – συνθήκες που παρατηρούνται κυρίως στις βορειότερες περιοχές της Μεσογείου (Πορτογαλία, Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία).

Οι επιπτώσεις αυτές έχουν αρχίσει να γίνονται ήδη ορατές στη χώρα μας με τις καταστροφικές πυρκαγιές (πυρκαγιές μεγάλης κλίμακας) που βιώσαμε κατά το καλοκαίρι του 2007 αλλά και του 2009. Ιδιαίτερως το 2007, στην Ελλάδα κάηκαν εκατομμύρια στρέμματα φυσικών εκτάσεων (περίπου 2,5 εκ. στρέμματα), σε ένα θερμό καλοκαίρι με αλληπάλληλες περιόδους καύσωνα. Ανεξάρτητα από τα αίτια έναρξης των πυρκαγιών αυτών και τα προβλήματα αντιμετώπισής τους, οι κλιματικές συνθήκες έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην ένταση και εξάπλωσή τους, με σημαντικές επιπτώσεις στο δασικό οικοσύστημα. Για παράδειγμα, απόρροια των πυρκαγιών μεγάλης κλίμακας στην Πελοπόννησο το καλοκαίρι του 2007 ήταν να πληγούν προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000,

οικότοποι προτεραιότητας, αλλά και γεωργικές γαίες (Σχήμα 3), με σημαντικές οικολογικές επιπτώσεις στα είδη της χλωρίδας και πανίδας, στους δασικούς τύπους οικοτόπων, στο φυσικό χώρο και στο τοπίο, αλλά και στην ποιότητα ζωής των κατοίκων των περιοχών αυτών.



Σχήμα 3: Εκτάσεις που πλήγηκαν από τις πυρκαγιές του 2007 (με κόκκινο) στην Πελοπόννησο – προβολή σε χάρτη καλύψεων γης.

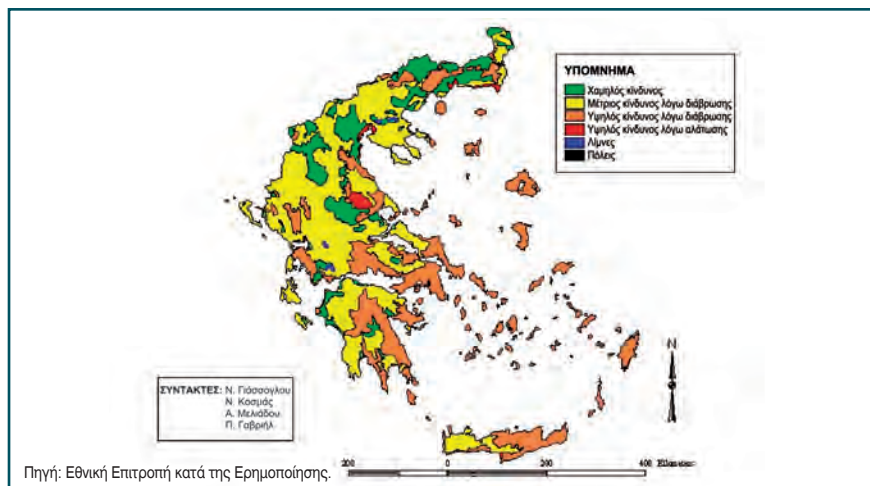
Χαρακτηριστικό των πυρκαγιών αυτών ήταν ο σαρωτικός τους χαρακτήρας, καθώς κατέστρεφαν τα πάντα στο πέρασμά τους, αφήνοντας ελάχιστες, μόνο, άκαυτες νησίδες βλάστησης.

Οι μεγάλης κλίμακας πυρκαγιές, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη συχνότητα παρουσίας πυρκαγιών, θέτει, επίσης, ευπαθή δασικά οικοσυστήματα, όπως τα διάφορα ορεινά δάση κωνοφόρων, σε σοβαρό κίνδυνο. Σημαντικό παράδειγμα αποτελούν τα δάση ελάτης που καταστράφηκαν από πυρκαγιές το 2007 στον Εθνικό Δρυμό της Πάρνηθας, στον Γράμμο και στον Ταΰγετο. Οι πυρκαγιές αυτές αποτελούν ένα ορόσημο στη μεταβολή των δασών και στη διαδοχή των οριακών οικοσυστημάτων. Για παράδειγμα, το ελατοδάσος του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας, στα κλιματικά όρια της εξάπλωσής του, καταπονημένο από τη ρύπανση, την πυρκαγιά και τη μεταβολή στις κλιματικές παραμέτρους που προαναφέραμε, είναι πιθανό να μην αποκατασταθεί πλήρως, να μην επανέλθει, δη-

λαδή, στη μορφή που είχε πριν την πυρκαγιά. Για την επανεγκατάσταση του ελατοδάσους απαιτείται πρόδρομο δάσος που θα δημιουργήσει τις ιδανικές συνθήκες φύτευσης νέων σπόρων ελάτης (αναγέννησης)· τι θα πρέπει, όμως, να περιμένουμε τα επόμενα 50 με 100 χρόνια που θα μεταβληθεί το κλίμα (τοπικά και παγκόσμια); Θα υπάρχουν οι ιδανικές συνθήκες φύτευσης και εξαπλώσης του ελατοδάσους στην Αττική;

□ Ερημοποίηση

Η αλλαγή του κλίματος και ο ανησυχητικός ρυθμός αύξησης της συχνότητας, της έντασης και της έκτασης των πυρκαγιών, σε συνδυασμό με μη βιώσιμες αλλαγές στις χρήσεις γης και κακές πρακτικές διαχείρισης, ανεπαρκή αποκατάσταση ορεινών οικοσυστημάτων, κακές πρακτικές αποκατάστασης (π.χ. με χρήση μη ενδεδειγμένου γενετικού υλικού), οδηγούν στην υποβάθμιση των δασών και δασικών εκτάσεών μας, με αποτέλεσμα να κάνουν την εμφάνισή τους φαινόμενα διάβρωσης. Η απώλεια εδάφους, ιδιαίτερα σε περιοχές με μεγάλη κλίση και έντονο ανάγλυφο, καθιστά αδύνατη την ανάκαμψη ενός οικοσυστήματος, εντείνοντας τον κίνδυνο **ερημοποίησής**⁴ του. Μελέτες δείχνουν ότι το 35% του ελλαδικού χώρου βρίσκεται σε υψηλό κίνδυνο ερημοποίησης ή έχει ήδη ερημοποιηθεί, ενώ το 49% θεωρείται ότι βρίσκεται σε μέτριο κίνδυνο ερημοποίησης. Σημαντικό κίνδυνο ερημοποίησης αντιμετωπίζουν, επίσης (Σχήμα 4), η Πελοπόννησος, η δυτική Στερεά Ελλάδα, η Κρήτη, η Εύβοια, η Ήπειρος, η Θεσσαλία και η Θράκη.



Σχήμα 4: Δυνητικός κίνδυνος ερημοποίησης της Ελλάδας.

⁴ **Ερημοποίηση** είναι η διαδικασία υποβάθμισης ξηρών, ημίξηρων και ύψιγρων γαιών, που προκαλείται από βιοφυσικούς και ανθρώπινους (κοινωνικο-οικονομικούς και θεσμικούς) παράγοντες. Υποβάθμιση της γης σημαίνει μείωση ή απώλεια της βιολογικής και οικονομικής παραγωγικότητας και πολυπλοκότητας αρδευόμενης και μη αρδευόμενης γεωργικής γης, λειμώνων, βοσκοτόπων, δασών και δασικών εκτάσεων.

□ Μεταβολές στα δασικά οικοσυστήματα

Τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα δάση μαρτυρούν, επίσης, οι **μαζικές ξηράνσεις** πεύκων (π.χ. Νομός Ηλείας) ή ελάτων (π.χ. Χελμό, Όρος Γκιώνα, Πάρνηθα). Το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων (ΕΘΙΑΓΕ) μελέτησε τις νεκρώσεις ελάτης⁵ στον Εθνικό Δρυμό της Πάρνηθας και την παρουσία ξερών πεύκων στην ευρύτερη περιοχή της Ηλείας και κατέληξε και στις δυο περιπτώσεις ότι οι νεκρώσεις/ξηράνσεις των δένδρων σχετίζονται άμεσα με περιόδους ξηρασίας.

Η αύξηση στις μέσες μέγιστες θερινές θερμοκρασίες (π.χ. Πίνακας 1), οι παρατεταμένες περίοδοι ανομβρίας και η μεταβολή των βροχοπτώσεων επηρεάζουν τον υδρολογικό κύκλο και, κατά συνέπεια, τη φυσιολογική διεργασία των δένδρων. Τα δένδρα καταπονούνται και προσβάλλονται από έντομα (κυρίως φλοιοφάγα), επειδή οι μηχανισμοί άμυνας κατά των εντόμων έχουν εξασθενήσει. Μία αύξηση στη θερμοκρασία μπορεί να μεταβάλει το μηχανισμό με τον οποίο τα έντομα ρυθμίζουν τους κύκλους τους σε επίπεδο μικροκλίματος, καταλήγοντας σε γρηγορότερη ανάπτυξη και σε ένα μεγαλύτερο διατροφικό ρυθμό (Battisti, 2004).

Επιπρόσθετες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα οικοσυστήματα αποτελούν:

- **Οι μεταβολές στα εύρη των ειδών και στα όρια των οικοσυστημάτων**, με την προς τα πάνω μετατόπιση των υψομετρικών ζωνών βλάστησης. Τα όρια κατανομής των ειδών αναμένεται να μετατοπιστούν προς τα πάνω σε υψόμετρο ή γεωγραφικό πλάτος.

Για παράδειγμα, η αναμενομένη άνοδος στη μέση ελάχιστη χειμερινή θερμοκρασία (Πίνακας 1) μπορεί να επηρεάσει τα δάση που είναι συνηθισμένα σε ψυχρότερες συνθήκες (π.χ. δάση ελάτης), με αποτέλεσμα τη μεταβολή της κατανομής των ειδών πιο βόρεια και σε μεγαλύτερα υψόμετρα.

- **Η μετανάστευση των φυτικών ειδών**, η οποία αποτελεί μια σημαντικότερη αβεβαιότητα στην πρόβλεψη της απόκρισης της βλάστησης στην κλιματική αλλαγή. Οι δυνατότητες μετανάστευσης των ειδών μπορεί να περιορίζονται από φυσικούς παράγοντες, όπως ο τύπος εδάφους, η διαθεσιμότητα νερού

5 Τσόπελας Π., Μπαλούτσος Γ., Οικονόμου Α., Σουλιώτη Ν., Αγγελόπουλος Α., 2003. Νεκρώσεις ελάτης στον Εθνικό Δρυμό της Πάρνηθας. Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Αρχαία Ολυμπία 2003.

και τα όρια μετανάστευσης σπόρων, και εξαιτίας ανθρωπογενών διαταραχών (κατακερματισμός δασών, αλλαγές χρήσης γης, κ.ά.) (Beniston, 2003).

Η μείωση του διαθέσιμου χώρου για κάποια είδη στις ανώτερες περιοχές των βουνών και στα νησιά μπορεί, επίσης, να μειώσει τις μεταναστευτικές ευκαιρίες για πολλά είδη, ιδιαίτερα τα ενδημικά, που αντιπροσωπεύουν τη Μεσογειακή βιοποικιλότητα.

- **Οι αλλαγές στη φαινολογία των ειδών**, με μετατόπιση της επικονίασης εξαιτίας των αλλαγών στη βροχόπτωση και στη διαθεσιμότητα νερού. Απόρροια των αλλαγών αυτών θα είναι οι μεταβολές στη δομή, τη σύνθεση και τη λειτουργία των δασών.
- **Η μεταβολή της δυναμικής δέσμευσης του ατμοσφαιρικού άνθρακα**, οι δεξαμενές του οποίου στο έδαφος έχουν ήδη, σε μεγάλο βαθμό, εξαντληθεί, λόγω της κατάχρησης και υποβάθμισης των εδαφών τού περασμένου αιώνα.
- Τέλος, η κλιματική αλλαγή είναι βέβαιο πως θα αυξήσει την ικανότητα **εισβολής και εγκατάστασης των ξενικών ειδών**, τα οποία μπορεί, διαχρονικά, να αντικαταστήσουν τα αυτόχθονα και ενδημικά είδη.

2.3 Ευπαθή δασικά οικοσυστήματα

Στην Ελλάδα, τα πιο ευπαθή δασικά οικοσυστήματα είναι όσα βρίσκονται στα όρια της εξάπλωσής τους, ιδιαιτέρως στη Μεσογειακή ξηροφυτική ζώνη. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται τα δάση της νησιωτικής και παράκτιας χώρας και τα ορεινά δάση της Νότιας Ελλάδας, όπως ο Ταΰγετος και ο Πάρνωνας.

Ως ευπαθή χαρακτηρίζονται, επίσης, τα δάση της Ηπειρωτικής ζώνης που βρίσκονται στα όρια της ευρωπαϊκής τους εξάπλωσης, καθώς έχει αρχίσει να γίνεται εμφανής η μετατόπιση των υψομετρικών ζωνών βλάστησης βορειότερα, καθώς ξηρότερες και θερμότερες συνθήκες επικρατούν τώρα σε περιοχές που χαρακτηρίζονταν από ψυχρότερα και πιο υγρά κλίματα. Παραδείγματα τέτοιων περιπτώσεων έχουμε από άλλες μεσογειακές χώρες (για την Ελλάδα δεν έχουμε ακόμα στοιχεία), όπως η μετατόπιση της Χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*) 200 μ. προς τα πάνω, στις πλαγιές των βουνών της νότιας Γαλλίας, τα δάση οξυάς (*Fagus sylvatica*) έχουν μετατοπιστεί προς τα πάνω κατά 70 μ. στα όρη Montseny της ΒΑ Ισπανίας κ.ά.

Τέλος, οικοσυστήματα τα οποία πλήττονται από πυρκαγιές και ασθένειες τα τελευταία χρόνια είναι τα περιαστικά δάση (Πάρνηθα, Πεντέλη, Υμηττός, Σέηχ Σου κ.ά.), τα οποία έχουν καταστεί εξαιρετικά ευπαθή, εξαιτίας των συχνών πυρκαγιών και της μόλυνσης της ατμόσφαιρας, που οφείλονται σε ανθρώπινες, κυρίως, δραστηριότητες (αύξηση του πληθυσμού στα μεγάλα αστικά κέντρα, ζώνη μίξης δασών-οικισμών κ.ά.).

2.4 Δάση και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Τα δασικά οικοσυστήματα αναμένεται να προσαρμοστούν αυτόνομα στην κλιματική αλλαγή, όπως έχουν κάνει κατά τη διάρκεια των περασμένων χιλιετιών, χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης μεσολάβησης. Ωστόσο, ο ρυθμός της σημερινής θέρμανσης, ο οποίος, ενδεχομένως, είναι ο μεγαλύτερος που σημειώνεται κατά τη διάρκεια της Τεταρτογενούς Περιόδου (2 εκατομμύρια χρόνια πριν), σε συνδυασμό με τις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες εξαιτίας της ανθρώπινης επίδρασης στο τοπίο (έντονος κατακερματισμός και υποβάθμιση των φυσικών ενδιαιτημάτων), έχουν συντελέσει στη μείωση της ικανότητας προσαρμογής των ειδών και οικοσυστημάτων.

Έχοντας ως δεδομένα τα παραπάνω, θα πρέπει να αποφασίσουμε αν επιθυμούμε να επηρεάσουμε τα όρια, την κατεύθυνση και το χρόνο αυτής της προσαρμογής των ειδών, με σκοπό την άμβλυνση της διαταραχής που θα επέλθει από την αλλαγή του κλίματος, σε κοινωνικο-οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Η κοινωνία μας απαιτεί πολυ-λειτουργικά δασικά συστήματα, όχι μόνο για την παροχή επαρκούς ποσότητας και ποιότητας ξυλείας, αλλά και για την παροχή μιας μεγάλης ποικιλίας αγαθών και υπηρεσιών, από τη δέσμευση άνθρακα, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την επαρκή ποσότητα και ποιότητα νερού, έως αισθητικές και συναισθηματικές αξίες.

Είναι απαραίτητος ο σχεδιασμός στρατηγικών προσαρμογής των δασικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή, για την αποτροπή μεγαλύτερων αλλαγών (π.χ. διαδικασίες εξαφάνισης, τις συνέπειες ακραίων φαινομένων) και τη διευκόλυνση της *in situ* προσαρμογής των δασών και της μετανάστευσης των ειδών, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι επιθυμητές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες. Τέτοιες στρατηγικές θα πρέπει να έχουν προληπτική προσέγγιση, για την αποφυγή ανεπιθύμητων συνεπειών και μη αναστρέψιμων απωλειών και βλαβών στα δασικά οικοσυστήματα.

Υψίστης σημασίας κατά το σχεδιασμό στρατηγικών είναι η διατήρηση των οικολογικών δομών και διεργασιών στα φυσικά οικοσυστήματα, η μείωση των υφιστάμενων πιέσεων σε αυτά και η ενσωμάτωση της διατήρησης της βιοποικιλότητας.

τητας σε άλλους τομείς χρήσης γης, έτσι ώστε οι κοινωνικές αποκρίσεις στην κλιματική αλλαγή να μη θέτουν σε κίνδυνο τη βιοποικιλότητα. Επομένως, η καλύτερη στρατηγική προσαρμογής θα πρέπει να υποστηρίζει την αύξηση της ποικιλότητας σε όλα τα επίπεδα του δασικού οικοσυστήματος (γένους, είδους, κοινότητας και τοπίου), έτσι ώστε αυτό να γίνεται πιο σταθερό και ανθεκτικό σε εξωγενείς παράγοντες που τείνουν να διαταράξουν την ισορροπία του.

Παράλληλα, επιβάλλεται να δημιουργηθούν στρατηγικές διατήρησης των γενετικών πόρων που προέρχονται από τα δασικά μας οικοσυστήματα, καθώς η ένταση της κλιματικής αλλαγής αναμένεται να μειώσει το μέγεθος και την πυκνότητα του πληθυσμού τους (Papageorgiou, 2008). Ο κύριος στόχος της διατήρησης των γενετικών πόρων είναι, πέρα από κάθε οικονομική συλλογιστική, η διατήρηση της εξελικτικής-προσαρμοστικής ικανότητας των ειδών, των κοινοτήτων και των οικοσυστημάτων. Οι στρατηγικές για την προσαρμοστική προστασία και διαχείριση των Μεσογειακών δασών μπορούν να λάβουν χώρα *in situ* ή *ex situ*, δηλαδή με δημιουργία Τραπεζών Σπόρων και Σποροπαραγωγών Κήπων, αντίστοιχα. Γίνεται επιτακτική η ανάγκη για τη διατήρηση και την ενίσχυση της λειτουργίας του γενετικού συστήματος, που εξασφαλίζει τη μεταφορά της γενετικής ποικιλότητας από τη μία γενιά στην άλλη και επιτρέπει την εξέλιξη (Papageorgiou, 2008).

2.5 Δασική διαχείριση – Δασοπροστασία

Για τη διατήρηση των ελληνικών δασών είναι απαραίτητη μια νέα αντίληψη για τη δασοπροστασία, γύρω από τρεις βασικούς άξονες: (i) διαχείριση των δασών σε επίπεδο μεγάλης κλίμακας με καλύτερο συντονισμό των συναρμώδιων υπηρεσιών, (ii) ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος προστασίας της φύσης μέσα από ένα δίκτυο λειτουργικών προστατευόμενων περιοχών που θα διαφυλάσσουν τα πιο ευαίσθητα και πολύτιμα δάση, με παράλληλη ανάπτυξη δικτύου σύνδεσης (οικολογικών διαδρομών) των προστατευόμενων περιοχών, ώστε να διευκολύνεται η μετακίνηση ειδών και (iii) ουσιαστική αναβάθμιση του ρόλου των δασικών υπηρεσιών και της εφαρμοσμένης δασικής έρευνας.

Η κλιματική αλλαγή επιτείνει την ανάγκη για **ανάπτυξη διαχειριστικών στρατηγικών για την προσαρμογή των δασών**, οι οποίες θα πρέπει να περιλαμβάνουν **διαχειριστικά μέτρα** όπως:

- Ενέργειες για την αύξηση της συγκράτησης του εδαφικού/υπόγειου νερού.
- Ενέργειες για την αύξηση των αποθεμάτων άνθρακα σε ένα βέλτιστο επίπεδο, ώστε να μην έχουμε συσσώρευση βιομάζας που αυξάνει τον κίνδυνο

πυρκαγιάς, αλλά, παράλληλα, να διατηρείται η βιοποικιλότητα που υποστηρίζει η νεκρή οργανική ύλη. Τα αποθέματα δεν μπορούν και δεν πρέπει να αυξάνουν εσασεί, πρέπει να διατηρούνται σε επίπεδα χρήσιμα ως αποθήκες άνθρακα, αλλά όχι επικίνδυνα για πυρκαγιές.

- Αραιώσεις για τη μη συσσώρευση βιομάζας και χρήση της ξυλείας σε κατασκευές ή ως καύσιμο για αντικατάσταση ορυκτών καυσίμων.
- Αραιώσεις για τη διατήρηση και αύξηση της παραγωγικότητας του εδάφους.
- Ανόρθωση των πρεμνοφυών δασών/θαμνώνων ώστε να επιτευχθούν περισσότερο ποικίλα και καλύτερα δομημένα ώριμα δάση, τα οποία είναι πιο προσαρμόσιμα στην κλιματική αλλαγή, λιγότερο υδροβόρα και αποθηκεύουν μεγαλύτερες ποσότητες άνθρακα.
- Διατήρηση και αύξηση των μικτών δασικών συστάδων και της ποικιλότητας των ειδών, συνδυάζοντας διάφορες δομές δασών, δίνοντας προτεραιότητα σε ξηρανθεκτικά είδη.

Αναγκαία είναι, επίσης, η ανάπτυξη σχεδίων προσαρμογής στο πλαίσιο της εθνικής στρατηγικής διατήρησης της βιοποικιλότητας και του σχεδίου δράσης που θα την εφαρμόζει.

Τέλος, για τον ορθολογικό σχεδιασμό στρατηγικών διαχείρισης και προσαρμογής των δασών στην κλιματική αλλαγή, απαιτείται η άμεση αναβάθμιση του ρόλου των δασικών υπηρεσιών και της εφαρμοσμένης δασικής έρευνας, καθώς η εμπειρία και η χρήση επιστημονικών δεδομένων αποτελούν απαραίτητα εργαλεία για επιτυχημένες και ακμαίες αποφάσεις. Για την επίτευξη των παραπάνω, είναι αναγκαία η διεπιστημονική προσέγγιση, καθώς και η διασύνδεση και συνεργασία της δασικής επιστήμης με άλλες συναφείς επιστημονικές πειθαρχίες.

2.6 Συμπεράσματα

Η κλιματική αλλαγή, σε συνδυασμό με κακές πρακτικές και χρήσεις της γης (π.χ. μη βιώσιμες, ταχύρρυθμες αλλαγές χρήσης της γης, εγκατάλειψη της υπαίθρου και υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων), είναι πιθανό να αυξήσει τη συχνότητα και την ένταση των επιδημιών από έντομα, των ανεξέλεγκτων πυρκαγιών και άλλων, μεγάλης κλίμακας διαταραχών στα δασικά οικοσυστήματα.

Έχοντας ως δεδομένο ότι μέρος των υψηλών δασών στη χώρα μας έχει ήδη χαθεί ή υποβαθμιστεί σε θαμνώδη, κυρίως, βλάστηση, εξαιτίας ανθρωπίνων, κυρίως, δραστηριοτήτων, όπως πυρκαγιών, υπερβόσκησης, μη βιώσιμων αλλαγών χρήσης γης (εκχερνώσεις δασών για οικοδομήσιμη και γεωργική γη), ληστρικών υλοτομιών κ.ά., θα πρέπει να αναρωτηθούμε: ποιο θα είναι το μέλλον των δασικών οικοσυστημάτων σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα σαν αυτό που βιώνουμε;

Επιπλέον των ανθρωπογενών μεταβολών στα δάση της χώρας μας, η κλιματική αλλαγή θα τα καταστήσει πολύ πιο ευάλωτα, αλλά και πολύ πιο σημαντικά. Οι δυσοίυνες αυτές προβλέψεις επιβάλλουν την ενεργό μέριμνα της Πολιτείας, η οποία οφείλει να αντιμετωπίσει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής με καλύτερα συντονισμένες και πιο αποτελεσματικές παρεμβάσεις. Είναι αναγκαίος ο σχεδιασμός στρατηγικών για την προσαρμογή των δασών στην κλιματική αλλαγή, εφαρμόζοντας αναθεωρημένα διαχειριστικά μέτρα για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και των γενετικών πόρων, καθώς και για την καταπολέμηση της ερημοποίησης.

Οι στρατηγικές που θα αναπτυχθούν θα πρέπει να συνάδουν με αυτές όλων των Μεσογειακών κρατών που βιώνουν κοινά προβλήματα και απειλές. Για το σκοπό αυτόν, παρατίθεται στο τέλος της έκδοσης η «Διακήρυξη των Αθηνών», την οποία συνέταξαν οι συμμετέχοντες στη συνάντηση εργασίας που συνδιοργάνωσε το WWF με την IUCN στην Αθήνα, τον Απρίλιο 2008, με σκοπό την προσαρμογή της διαχείρισης και της προστασίας των Μεσογειακών Δασών στην κλιματική αλλαγή.

Τέλος, το WWF Ελλάς κάνει ό,τι μπορεί προκειμένου να συμβάλλει στην προσπάθεια διατήρησης του φυσικού πλούτου της χώρας, έχοντας ήδη διαθέσει στην Πολιτεία ολοκληρωμένες προτάσεις για την ουσιαστική βελτίωση του συστήματος προστασίας των δασών από τις πυρκαγιές⁶, την ουσιαστική και αποτελεσματική συμμετοχή των εθελοντών στην προστασία των δασών⁷, μελέτη για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα κατά το άμεσο μέλλον⁸,

6 «Ένα βιώσιμο μέλλον για τα δάση της Ελλάδας - Πρόταση για ουσιαστική βελτίωση του συστήματος προστασίας των δασών από τις πυρκαγιές». Αθήνα, WWF Ελλάς, Μάιος 2008.

7 «Εθελοντισμός, δασοπροστασία και δασοπυρόσβεση στην Ελλάδα: Πρόταση για την ουσιαστική και αποτελεσματική συμμετοχή των εθελοντών στην προστασία των δασών». Αθήνα, WWF Ελλάς, Ιούνιος 2009.

8 «Το αύριο της Ελλάδας: επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα κατά το άμεσο μέλλον». Αθήνα, WWF Ελλάς, Σεπτέμβριος 2009.

πρόταση για ένα ολοκληρωμένο νομικό πλαίσιο για την προστασία της βιοποικιλότητας⁹ και δουλεύοντας διαρκώς για την προστασία της φύσης, συντάσσοντας συγκεκριμένες προτάσεις για τη διευκόλυνση της Πολιτείας και των αρμοδίων για το περιβάλλον φορέων, καθώς και για την ενημέρωση του ευρέος κοινού.

9 «Πρόταση για ένα ολοκληρωμένο νομικό πλαίσιο για την προστασία της βιοποικιλότητας». Αθήνα, WWF Ελλάς, Greenpeace, Αρκτούρος, Αρχέλων, Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, Ελληνική Εταιρεία Προστασίας Περιβάλλοντος και Πολιτισμού, Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσης, ΜΟπ, Καλλιστώ και Δίκτυο Μεσόγειος SOS, Οκτώβριος 2009.

Η Τέταρτη Έκθεση Αξιολόγησης (Fourth Assessment Report, Solomon *et al.*, 2007) της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) παρέχει πιο έγκυρες προβλέψεις για τη μελλοντική κλιματική αλλαγή, με νέα ευρήματα και πρόοδο στην κατανόηση των αιτιών της κλιματικής αλλαγής, των διεργασιών και των προβλεπόμενων μελλοντικών τάσεων. Σήμερα, είμαστε *πρακτικά σίγουροι*¹⁰ ότι η παγκόσμια θέρμανση μετά το 1750 οφείλεται αποκλειστικά στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής εποχής παρατηρήθηκε ο μεγαλύτερος ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια των τελευταίων 10.000 χρόνων.

Αέρια του θερμοκηπίου	Συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα	Ρυθμός αύξησης	Κύρια πηγή
Διοξείδιο του άνθρακα	Υπερβαίνει κατά πολύ τα φυσικά όρια διακύμανσης των τελευταίων 650.000 ετών, όπως προκύπτουν από πυρήνες πάγου	Μεγαλύτερος ετήσιος ρυθμός αύξησης την τελευταία δεκαετία	Χρήση ορυκτών καυσίμων και, σε μικρότερο βαθμό, οι αλλαγές χρήσεων γης
Μεθάνιο			Γεωργία/ κτηνοτροφία και ορυκτά καύσιμα, χωρίς ωστόσο να είναι απολύτως γνωστή η σχετική συνεισφορά κάθε πηγής
Υποξείδιο του αζώτου	Σημαντικά αυξημένη από την προ-βιομηχανική συγκέντρωση	Σταθερός ρυθμός αύξησης από το 1980	Περισσότερο από το 1/3 των συνολικών εκπομπών N ₂ O οφείλονται στη γεωργία/ κτηνοτροφία

¹⁰ Με πιθανότητα 9 στις 10.

Συνολικά, η μέση παγκόσμια θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά $0,76^{\circ}\text{C}$ (από $0,57$ έως $0,95^{\circ}\text{C}$) από το 1850, και 11 από τα 12 τελευταία έτη (1995-2006) βρίσκονται στα 12 πιο θερμά έτη από την ίδια χρονιά (Kettunen *et al.*, 2007). Η Τέταρτη Έκθεση Αξιολόγησης της IPCC προβλέπει θέρμανση κατά περίπου $0,2^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία για τις επόμενες δύο δεκαετίες, ενώ τα περισσότερα σενάρια δείχνουν αυξήσεις μεγαλύτερες των 2°C στη μέση ετήσια θερμοκρασία μέχρι το 2080, σε σχέση με τη μέση θερμοκρασία της περιόδου 1960-1990 (Lindner, 2006).

Όσον αφορά στα κατακρημνίσματα, παρά το γεγονός ότι έχουν παρατηρηθεί μορφώματα αλλαγών, υπάρχει ακόμη σημαντική χωρική και εποχιακή διακύμανση μεταξύ των προβλέψεων των διαφόρων μοντέλων, με αποτέλεσμα τον μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας. Υπάρχει μια τάση υγρές περιοχές να γίνουν πιο υγρές και ξηρές περιοχές να γίνουν πιο ξηρές (Lindner, 2006).

Η Τέταρτη Έκθεση Αξιολόγησης της IPCC αναφέρει τις κύριες μακροπρόθεσμες αλλαγές που παρατηρούνται:

- Αλλαγές στη θερμοκρασία και στους πάγους στις αρκτικές περιοχές.
- Εκτεταμένες αλλαγές στην ποσότητα των κατακρημνισμάτων, με τάση ξήρανσης στην περιοχή Σαχέλ, στη Μεσόγειο, στη νότια Αφρική και στη νότια Ασία.
- Αλλαγές στην αλατότητα των ωκεανών.
- Αλλαγές στα μορφώματα των ανέμων, με ενδυνάμωση των δυτικών ανέμων στα μεσαία γεωγραφικά πλάτη και των δύο ημισφαιρίων.
- Ακραίες αλλαγές του καιρού οι οποίες περιλαμβάνουν εντονότερες και μακρύτερες περιόδους ξηρασίας σε πιο εκτεταμένες περιοχές σε σχέση με το 1970, πιο συχνές καταιγίδες σε περισσότερες περιοχές, πιο συχνούς καύσωνες και μεγαλύτερης έντασης τροπικούς κυκλώνες.

3.1 Ενδείξεις αλλαγής του κλίματος στη Μεσόγειο

Η περιοχή της Μεσογείας έχει ήπιο τύπο κλίματος με θερμό και ξηρό καλοκαίρι. Βρίσκεται σε μια μεταβατική ζώνη μεταξύ δύο σημαντικά διαφορετικών ζωνών (την υγρή/κρύα εύκρατη ζώνη και τη ζεστή ζώνη της ερήμου) και, κατά συνέπεια, είναι πολύ ευαίσθητη σε περιβαλλοντικές αλλαγές. Πράγματι, αλλαγές στην κλιματική ζώνη μόνο κατά λίγους βαθμούς κατά γεωγραφικό πλάτος προς το βορρά ή το νότο μπορεί να προκαλέσουν δραματικές αλλαγές, όπως απερίμωση περιοχών που προηγουμένως είχαν υγρό κλίμα (Ortolani & Pagliuca, 2006).

Εκτιμήσεις από την IPCC (Solomon *et al.*, 2007) και τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος διαπιστώνουν ότι η ανθρωπογενής κλιματική αλλαγή ήδη έχει σημαντική δυσμενή επίπτωση σε είδη και ενδιαιτήματα σε όλον τον κόσμο, και πιθανόν είναι η πιο σημαντική απειλή στην παγκόσμια βιοποικιλότητα. Οι προβλεπόμενες αλλαγές θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις επιπτώσεις των ανθρωπογενών διαταραχών του παρελθόντος, του παρόντος και του μέλλοντος στα φυσικά οικοσυστήματα, οι οποίες έχουν μειώσει σημαντικά τη δυνατότητα προσαρμογής τους στις κλιματικές αλλαγές.

Η χρηματοδοτούμενη από το WWF μελέτη «Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στη Μεσόγειο από την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά 2°C» (Giannakopoulos *et al.*, 2005) παρουσιάζει στοιχεία για την κλιματική αλλαγή κατά το δεύτερο μισό του 20ού αιώνα, που καταδεικνύουν θέρμανση σε πολλές περιοχές της Μεσογείου, τόσο τους καλοκαιρινούς όσο και τους χειμερινούς μήνες, και μια στατιστικά σημαντική μείωση των κατακρημνισμάτων. Οι τάσεις αυτές διαφέρουν, ωστόσο, μεταξύ περιοχών και εποχών. Αναφέρουμε τα σημαντικότερα ευρήματα:

- Αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας κατά 0,75°C τον 20ό αιώνα, με ελαφρά υψηλότερες τιμές το χειμώνα και το καλοκαίρι (Giorgi, 2002).
- Μια ξεκάθαρη διαφοροποίηση μεταξύ ανατολής και δύσης: η τάση αύξησης των καλοκαιρινών θερμοκρασιών είναι μεγαλύτερη στο δυτικό τμήμα (μέχρι 3°C/50 έτη), εμφανιζόμενη σε δύο φάσεις: από τα μέσα της δεκαετίας του 1920 μέχρι το 1959 και από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 και ύστερα (Brunet *et al.*, 2002· Galan *et al.*, 2001).
- Την περίοδο 1900-2005 παρατηρήθηκε τάση μείωσης των χειμερινών κατακρημνισμάτων (κατά 20% περίπου, κυρίως μετά το 1970) στη λεκάνη της Μεσογείου, μια περιοχή όπου οι βροχοπτώσεις είναι κύριος περιοριστικός παράγοντας για τους οργανισμούς (Solomon *et al.*, 2007, Petit *et al.*, 2005, Giorgi, 2002). Ο Jacobbeit (2003) έδειξε πως τις τελευταίες τρεις δεκαετίες υπήρχαν κάποιες αυξήσεις στις φθινοπωρινές βροχοπτώσεις (δυτική Ιβηρική και Τουρκία), επικρατούν, ωστόσο, οι μειώσεις το χειμώνα και την άνοιξη.
- Τάση μείωσης των ημερών με βροχή και τάση για πιο έντονες βροχοπτώσεις σε ορισμένες παράκτιες περιοχές της Μεσογείου, και κυρίως στην Ισπανία και στην Ιταλία.
- Αύξηση στη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας: οι μέγιστες θερμοκρασίες αυξήθηκαν σε μεγαλύτερο βαθμό από τις ελάχιστες.

Είναι πολύ πιθανό μια σειρά από καιρικές ανωμαλίες και περιβαλλοντικές αλλαγές που συμβαίνουν στη Μεσόγειο τις τελευταίες δεκαετίες να οφείλονται στην παγκόσμια θέρμανση. Θα παρουσιάσουμε μερικά σημαντικά ευρήματα που επηρεάζουν τα χερσαία συστήματα της Μεσογείου, τα οποία μπορούν να θεωρηθούν ανθρωπογενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

□ Υποχώρηση παγετώνων

Μεσογειακή ηπειρωτική Ισπανία¹¹

Οι λίγοι υφιστάμενοι παγετώνες στην Ισπανία, στη νότια πλευρά των Πυρηναίων, λιώνουν γρήγορα: το 1980 υπήρχαν 27 παγετώνες, από τους οποίους παρέμειναν 10 το 2010. Η συνολική τους επιφάνεια μειώθηκε από 1.779 εκτάρια το 1984 σε 290 εκτάρια το 2000, παρουσιάζοντας μείωση στην επιφάνειά τους κατά 85%. Το 52% αυτής σημειώθηκε τα τελευταία 20 χρόνια, ενώ το 30% μεταξύ του 1991 και 2001. Οι σημερινές τάσεις προβλέπουν ότι η επιφάνεια των παγετώνων θα μειωθεί στα 65 εκτάρια το 2005 και στα 9 μόνο εκτάρια το 2050, ενώ η ολική τους εξαφάνιση αναμένεται μεταξύ του 2050 και 2070.

Μεσογειακή Τουρκία

Τα δύο τρίτα των σημερινών παγετώνων στην Τουρκία είναι συγκεντρωμένα στην κεντρική και ανατολική πλευρά της οροσειράς του Ταύρου. Τα διαθέσιμα στοιχεία για τους παγετώνες της Τουρκίας δείχνουν ότι η υποχώρηση των παγετώνων πιθανόν ξεκίνησε στις αρχές του 20ού αιώνα και επιταχύνθηκε μετά το 1930 (Çiner, 2003).

□ Ακραία κλιματικά φαινόμενα

Τα ακραία φαινόμενα είναι η αληθινή πρόκληση στην κλιματική αλλαγή και πιθανότατα αποτελούν τις πιο σημαντικές δυνάμεις μεταβολής των οικοσυστημάτων. Επιπλέον, τα ακραία κλιματικά φαινόμενα προκαλούν ανωμαλίες στη ροή του άνθρακα και σημαντικές αυξήσεις στο CO₂ της ατμόσφαιρας. Σε παγκόσμια κλίμακα, το έτος 2003 σχετίζεται με μία από τις μεγαλύτερες ροές άνθρακα προς την ατμόσφαιρα που έχει καταγραφεί από το 1980. Το έτος αυτό στην Ευρώπη παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη αύξηση στη ροή άνθρακα από τη γη στην ατμόσφαιρα, η οποία συνδεόταν με το εξαιρετικά ξηρό και ζεστό καλοκαίρι στις δυτικές και κεντρικές περιοχές (Jones & Cox, 2005).

11 Πληροφορία από: <http://www.iberianature.com/material/glaciers.htm>

Κύματα καύσωνα

Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, οι καταγραφές τής θερμοκρασίας επιβεβαιώνουν αύξηση στην ένταση και τη συχνότητα καλοκαιρινών κυμάτων καύσωνα (μικρές περιόδους με πολύ ζεστές ημέρες, πολύ χαμηλή ατμοσφαιρική υγρασία και συχνά με τη συνοδεία δυνατών ανέμων) και μείωση στη συχνότητα των περιόδων με πολύ κρύες ημέρες. Τα κύματα καύσωνα αποτελούν τοπικό φαινόμενο το οποίο δεν εμφανίζεται την ίδια στιγμή, αλλά ούτε και κατά το ίδιο έτος, στα διαφορετικά μέρη της Μεσογείου¹².

Ξηρασία

Η ξηρασία είναι ένα φυσικό φαινόμενο στην περιοχή της Μεσογείου, κυρίως λόγω του ακανόνιστου κλίματος με περιοδική παράταση των τυπικά χαμηλών καλοκαιρινών κατακρημνισμάτων για μεγαλύτερες περιόδους. Στη δυτική Μεσόγειο, οι περίοδοι ξηρασίας σχετίζονται με την επίδραση του υποτροπικού μετώπου υψηλής πίεσης του βορείου Ατλαντικού, το οποίο αποτρέπει τα πολικά μέτωπα να φτάσουν στην Ιβηρική χερσόνησο.

Ωστόσο, η συχνότητα και η ένταση της ξηρασίας έχουν αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες και προβλέπεται ότι το φαινόμενο θα επιδεινωθεί περισσότερο με τις κλιματικές αλλαγές, την αύξηση των θερμοκρασιών και τη μείωση των κατακρημνισμάτων. Η ξηρασία του 2005 ήταν πολύ έντονη σε διάφορα τμήματα της βορειοδυτικής Ευρώπης (π.χ. σε μεγάλα τμήματα του Ηνωμένου Βασιλείου και της Γαλλίας), αλλά ήταν ακόμα χειρότερη στην περιοχή της Μεσογείου, επηρεάζοντας σχεδόν ολόκληρη την Πορτογαλία, τη Συρία, την Αίγυπτο και τη Λιβύη, καθώς επίσης και μεγάλες εκτάσεις της νότιας και ανατολικής Ισπανίας, της βόρειας Ιταλίας, της κεντρικής Ανατολίας και του ανατολικού Μαρόκο (Isendahl & Schmidt, 2006).

Σύμφωνα με την Τέταρτη Εθνική Έκθεση της Πορτογαλίας προς τη Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (Fourth National Communication to the UNFCCC), η ξηρασία ήταν περισσότερο έντονη τα έτη 1991/1992, 1992/1993, 1994/1995, 1998/1999, 1999/2000 και 2004/2005. Τον Ιανουάριο του 2005, στα κεντρικά και νοτιότερα τμήματα της χώρας οι τιμές των κατακρημνισμάτων ήταν χαμηλότερες από τις ελάχιστες τιμές που έχουν καταγραφεί τα τελευταία 100 χρόνια.

¹² Η Τέταρτη Εθνική Έκθεση της Πορτογαλίας προς τη Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (Fourth National Communication to the UNFCCC, 2006) αναφέρει ότι τα κύματα καύσωνα είναι σήμερα πιο συνηθισμένα στην ηπειρωτική Πορτογαλία, όπου η μεγαλύτερη συχνότητα κυμάτων καύσωνα καταγράφηκε κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '90. Ιδιαίτερα μεγάλης διάρκειας και εκτεταμένα περιστατικά παρατηρήθηκαν το 1981, 1991 και το 2003 και δύο κύματα καύσωνα εμφανίστηκαν διαδοχικά ανάμεσα στα τέλη Μαΐου και τον Ιούνιο του 2005.

Τα χερσαία οικοσυστήματα φαίνεται να αντιδρούν στην ξηρασία με αύξηση στη ροή άνθρακα προς την ατμόσφαιρα που προκαλείται από τη μείωση στη μεικτή πρωτογενή παραγωγή (χοάνη άνθρακα) σε σχέση με την αναπνοή του οικοσυστήματος (πηγή άνθρακα). Μία συγκριτική μελέτη πολλαπλών μοντέλων υποδεικνύει ότι τα χερσαία οικοσυστήματα στη Δυτική Ευρώπη απελευθέρωσαν περισσότερο άνθρακα στην ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα της ξηρασίας του 2003 σε σχέση με τη βάση αναφοράς (1998-2002) (Vetter *et al.*, 2007). Επιπλέον, ένας σημαντικός αριθμός μελετών υποδεικνύει ότι οι επιπτώσεις μιας μεγάλης κλίμακας ξηρασίας στις ροές άνθρακα ενός οικοσυστήματος είναι δυνατό να εντοπιστούν για τουλάχιστον 3-5 χρόνια μετά την εμφάνιση του φαινομένου. Επομένως, η κατανόηση της απόκρισης των οικοσυστημάτων σε μεγάλης κλίμακας περιστατικά ξηρασίας είναι σημαντική, δεδομένου ότι τέτοια φαινόμενα προβλέπεται ότι θα συμβαίνουν πιο συχνά και με μεγαλύτερη ένταση στο μέλλον και ότι η περιοδικότητα των μεγάλων κλίμακας ξηρασιών θα γίνει μικρότερη (π.χ. τα Ευρωπαϊκά οικοσυστήματα επηρεάστηκαν από ξηρασία ξανά το 2005), περιορίζοντας, έτσι, την ανάκαμψη των οικοσυστημάτων, η οποία πιθανότατα θα διαρκεί περισσότερο, και αυξάνοντας τις εκπομπές άνθρακα για μεγαλύτερες χρονικές περιόδους.

Δυνατές καταιγίδες

Ένας άλλος τύπος καταιγίδας έκανε την πρώτη του εμφάνιση στην Ιβηρική χερσόνησο το 2005: ο πρώτος τυφώνας της Ευρώπης — ο τυφώνας Vince — έπληξε τη νοτιοδυτική ακτή της Ισπανίας τον Οκτώβριο. Ήταν η μεγαλύτερη βορειοανατολική τροπική καταιγίδα που είχε δημιουργηθεί ποτέ στον Ατλαντικό και δημιουργήθηκε πάνω από νερά που θεωρούνται πολύ παγωμένα για τη δημιουργία τροπικής καταιγίδας. Ακολουθώντας τον τυφώνα Vince, η τροπική καταιγίδα Delta έπληξε τα Κανάρια νησιά και τη Μαδέρα το Νοέμβριο του 2005, αφήνοντας πίσω σοβαρές καταστροφές, διακοπές ρεύματος και θανάτους. Ωστόσο, οι επιστήμονες δεν μπορούν να πουν ακόμα εάν υπάρχει σχέση μεταξύ τέτοιων ασυνήθιστων καταιγίδων και της κλιματικής αλλαγής (WWF, 2006).

3.2 Προβλεπόμενες τάσεις αλλαγής του κλίματος στη Μεσόγειο

Παρά την αβεβαιότητα για τις προβλεπόμενες κλιματικές αλλαγές σε επίπεδο περιφέρειας, υπάρχει ευρεία ομοφωνία για κάποιες γενικές τάσεις στην Ευρώπη και τη λεκάνη της Μεσογείου στο σύνολό της, μια περιοχή που αναμένεται να είναι περισσότερο επηρεασμένη από την κλιματική αλλαγή σε σχέση με τα περισσότερα άλλα μέρη του πλανήτη (McCarthy *et al.*, 2001). Στην πραγματικότητα, όλες οι περιοχές με Μεσογειακό κλίμα αναμένεται να υποστούν σημαντι-

κή αύξηση στη θερμοκρασία και την ξηρασία σε σχέση με άλλες περιοχές (McCarthy *et al.*, 2001).

□ Θερμοκρασία

Η συμφωνία μεταξύ των μοντέλων σχετικά με τις τάσεις αλλαγής της θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερη για τις χειμερινές θερμοκρασίες στη νότια Ευρώπη, ενώ η ασυμφωνία είναι μεγαλύτερη για τις καλοκαιρινές θερμοκρασίες. Ωστόσο, όλα τα μοντέλα παρουσιάζουν μια γενική τάση θέρμανσης στο σύνολο της Ευρώπης και για όλες τις εποχές. Οι Kettunen *et al.* (2007) συνοψίζουν τις παρακάτω προβλέψεις για τη θερμοκρασία στην Ευρώπη, βασισμένοι στην έκθεση του 2001 του IPCC και στην Έκθεση για τις Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στην Ευρώπη (EEA, 2004):

- Η ετήσια θερμοκρασία θα μεταβάλλεται μεταξύ 0,1-0,4°C ανά δεκαετία στην Ευρώπη, με τη μεγαλύτερη θέρμανση να εμφανίζεται στη νοτιότερη Ευρώπη.
- Ο τρόπος θέρμανσης των καλοκαιριών παρουσιάζει μια έντονη βαθμιαία μεταβολή από το νότο προς το βορρά, με τη νοτιότερη Ευρώπη να θερμαίνεται με ένα ρυθμό 0,2-0,6°C ανά δεκαετία, ενώ στη βορειότερη Ευρώπη ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας θα είναι σημαντικά χαμηλότερος, στους 0,08-0,3°C.
- Οι ψυχροί χειμώνες θα γίνουν αρκετά σπάνιοι έως το 2020 και θα εξαφανιστούν σχεδόν τελείως έως το 2080, ενώ τα θερμά καλοκαίρια θα γίνουν πολύ συχνότερα.

Οι Γιαννακόπουλος *et al.* (2005) συνοψίζουν τις παρακάτω προβλέψεις βασισμένες σε δύο σενάρια κλιματικής αλλαγής για την περιοχή της Μεσογείου:

- Και στα δύο σενάρια θα υπάρξει μια μέση αύξηση κατά 1-2°C στη μέση ημερήσια θερμοκρασία κατά μήκος των Γαλλικών ακτών (θερμική αδράνεια της θάλασσας), και κατά 2-3°C στην ενδοχώρα. Η μέση αύξηση είναι μεγαλύτερη στις μέγιστες θερμοκρασίες από ό,τι στις ελάχιστες θερμοκρασίες, γεγονός ιδιαίτερα εμφανές στην Ιβηρική χερσόνησο.
- Οι μέσες και μέγιστες θερμοκρασίες θα αυξηθούν σημαντικά περισσότερο το καλοκαίρι και στην ενδοχώρα (έως 4°C) και ελαφρώς περισσότερο το φθινόπωρο (2-3°C), ενώ το χειμώνα και την άνοιξη θα αυξηθούν λιγότερο από 2°C.
- Ο αριθμός των θερμών ημερών ($T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$) και των καλοκαιρινών ημερών ($T_{max} > 25^{\circ}\text{C}$) θα αυξηθεί διαφορετικά κατά τόπους. Τη μεγαλύτερη άνοδο θα την έχει η ενδοχώρα, που θα έχει ένα μήνα περισσότερο θερμές ημέρες

και ένα μήνα περισσότερο καλοκαιρινές ημέρες. Η Μέση Ανατολή και τα παράλια της Ιβηρικής θα έχουν λίγο μεγαλύτερη αύξηση με 1-3 επιπλέον εβδομάδες με θερμές ημέρες και 2-3 επιπλέον εβδομάδες με καλοκαιρινές ημέρες. Οι κεντρικές παραθαλάσσιες περιοχές θα έχουν μόνο έναν επιπλέον μήνα με καλοκαιρινές ημέρες και τα νησιά της Κύπρου, της Κορσικής και της Σαρδηνίας θα έχουν περίπου δύο επιπλέον εβδομάδες με καλοκαιρινές ημέρες.

- Ο αριθμός των νυχτών με παγετό ($T_{min} < 0^{\circ}C$) θα ελαττωθεί κατά 1-2 εβδομάδες κατά μήκος των ακτών και ως ένα μήνα στην ενδοχώρα, ενώ ο αριθμός των πολύ ψυχρών νυχτών ($T_{min} < -5^{\circ}C$) θα εμφανίσει ελαφρώς μειωτική τάση. Φαίνεται, επίσης, ότι θα πραγματοποιηθεί μείωση κατά 50% στον αριθμό των πιο ψυχρών ημερών, κυρίως στο νοτιοανατολικό τμήμα της Μεσογείου.
- Από πλευράς θερμοκρασιών, οι πιο ζεστές περιοχές θα είναι η Τουρκία, τα Βαλκάνια, η Ιβηρική χερσόνησος, η βόρεια Ιταλία και η περιοχή Μαγκρέμπ, ενώ οι πιο δροσερές περιοχές θα είναι η Κύπρος, η Σικελία και η Σαρδηνία.

□ Κατακρημνίσματα

Αν και υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των προβλέψεων των μοντέλων σε σχέση με αλλαγές στα κατακρημνίσματα, η Έκθεση για τις Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στην Ευρώπη (ΕΕΑ, 2004) έχει προβλέψει ετήσια ελάττωση των κατακρημνισμάτων ως 1% και μείωση της καλοκαιρινής βροχόπτωσης ως 5% ανά δεκαετία στη νότια Ευρώπη. Ο χειμώνας ενδέχεται να γίνει πιο υγρός στην Ευρώπη, με εξαίρεση τα Βαλκάνια και την Τουρκία όπου θα γίνει ξηρότερος (Kettunen *et al.*, 2007).

Τα κατακρημνίσματα είναι, επίσης, η παράμετρος που παρουσιάζει τις μεγαλύτερες διαφορές ανάμεσα στα δύο σενάρια που έχουν χρησιμοποιηθεί από τους Γιαννακόπουλο *et al.* (2005):

- Η ετήσια βροχόπτωση, στο βορειότερο τμήμα της περιοχής, φαίνεται να αυξάνει ελαφρώς στο ένα σενάριο, ενώ στο άλλο προβλέπεται μια μείωση 0-10%. Στο νοτιότερο τμήμα της περιοχής και στην Ισπανία προβλέπεται μια μείωση από 0 έως 20%, σύμφωνα με τα σενάρια.
- Τα καλοκαιρινά κατακρημνίσματα θα μειθούν, εκτός από το νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής (συμπεριλαμβανομένης της Τουρκίας) όπου αναμένεται μια μικρή αύξηση.
- Τις υπόλοιπες εποχές αναμένεται μικρή μείωση ή και καμία αλλαγή στη βροχόπτωση, εκτός από το βορειότερο τμήμα της περιοχής, όπου η βροχόπτωση

ση το χειμώνα αναμένεται να αυξηθεί, και από το νοτιοανατολικό τμήμα, όπου αναμένεται μεγαλύτερη μείωση της χειμερινής βροχοπτώσης.

- Σχεδόν παντού αναμένεται αύξηση των ξηρών ημερών ($PP < 0,5 \text{ mm}$), που κυμαίνεται από έναν επιπλέον μήνα ξηρών ημερών στην Ιβηρική χερσόνησο, τρεις εβδομάδες στην ενδοχώρα (νότια Γαλλία, Βαλκάνια, Τουρκία και Ιταλία), δύο με τρεις εβδομάδες στην περιοχή Μαγκρέμπ (Μαρόκο, Αλγερία και Τυνησία), δύο περίπου εβδομάδες στις παράκτιες περιοχές, λίγες μόνο πρόσθετες ξηρές ημέρες στη Μέση Ανατολή, τη Λιβύη και τη Αίγυπτο, και μια ελαφριά μείωση στην Κύπρο.
- Η ένταση των κατακρημνισμάτων, με ημέρες ισχυρών βροχοπτώσεων, θα αυξηθεί στο βόρειο τμήμα της περιοχής (νότια Γαλλία, Ιταλία, δυτική Ελλάδα και βόρεια Ιβηρική χερσόνησο), ενώ στο νοτιότερο τμήμα της περιοχής θα παρουσιάσει μείωση.

Παρόλο που υπάρχουν σημαντικές αβεβαιότητες για τις μεταβολές στα κατακρημνίσματα, αναμένεται σημαντική αύξηση στο υδατικό έλλειμμα, η οποία οφείλεται περισσότερο στην αύξηση των θερμοκρασιών, παρά στα μειωμένα κατακρημνίσματα (Ohlemüller *et al.*, 2006).

□ Ακραία καιρικά φαινόμενα

Πολλοί ειδικοί συμφωνούν πως τα ακραία καιρικά φαινόμενα αποτελούν, πιθανώς, τις πιο σημαντικές δυνάμεις μεταβολής των οικοσυστημάτων (Lindner, 2006). Οι Kettunen *et al.* (2007) συνοψίζουν τις παρακάτω προβλέψεις για την Ευρώπη:

- Είναι πολύ πιθανό ότι η συχνότητα και η ένταση των καλοκαιρινών κυμάτων καύσωνα θα αυξηθούν σε ολόκληρη την Ευρώπη και στη Μεσόγειο.
- Φαινόμενα ισχυρών κατακρημνισμάτων θα αυξηθούν σε συχνότητα, ειδικά το χειμώνα.
- Ο κίνδυνος της καλοκαιρινής ξηρασίας θα αυξηθεί στη νότια Ευρώπη.

Οι Γιαννακόπουλος *et al.* (2005) προβλέπουν τις παρακάτω αλλαγές:

- Τρεις έως πέντε πρόσθετες εβδομάδες με καύσωνα θα εμφανιστούν στην Ισπανία, τη Μέση Ανατολή, την Τουρκία, τα Βαλκάνια, τη Βόρεια Αφρική και τη βόρεια Ιταλία, τέσσερις επιπλέον εβδομάδες στα νησιά του βόρειου Αιγαίου και μέτρια επίδραση ή καμία σημαντική αλλαγή στα υπόλοιπα νησιά, στη νότια Ιταλία και στην Πελοπόννησο.

- Μεγαλύτερες περιόδους ξηρασίας θα είναι συχνές, με αύξηση κατά δύο έως τέσσερις εβδομάδες στη νότια Ιταλία, την Πελοπόννησο, το νοτιότερο τμήμα της Ιβηρικής χερσονήσου, το Μαρόκο και τη Λιβύη, ενώ στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής και στην Αλγερία δεν αναμένονται αλλαγές. Παράταση περίπου τριών εβδομάδων της ξηρής περιόδου προς την άνοιξη αναμένεται στη νότια Γαλλία και στην κεντρική Ισπανία, ενώ μετακίνηση δύο με τεσσάρων εβδομάδων προς το φθινόπωρο αναμένεται στα κεντρικά και ανατολικά τμήματα της περιοχής, ενώ καμία αλλαγή δεν αναμένεται στη νοτιότερη Ιταλία/Σικελία. Αντιφατικά μορφώματα προέκυψαν από τα σενάρια για τη νότια Ισπανία, την περιοχή Μαγκρέμπ και την ηπειρωτική Ελλάδα.

4

Τι μπορούμε να μάθουμε από τις κλιματικές αλλαγές στο παρελθόν για να αντιμετωπίσουμε τις μελλοντικές αλλαγές;

Οι μελέτες των επιπτώσεων των προηγούμενων κλιματικών αλλαγών στη βιοποικιλότητα αποτελούν μια από τις καλύτερες πηγές δεδομένων για την επαλήθευση των οικολογικών και εξελεγκτικών επιπτώσεων των μελλοντικών αλλαγών που προβλέπουν τα μοντέλα (Petit *et al.*, 2005). Τα φυτά αντιπροσωπεύονται σε μεγάλο βαθμό στα παλαιοντολογικά ευρήματα και έτσι δίνουν πολύτιμα στοιχεία στην ανάλυση του κλίματος του παρελθόντος.

Σε όλη την ιστορία της Γης, το κλίμα δεν έπαψε ποτέ να μεταβάλλεται. Υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι το κλίμα ήταν θερμότερο, με πολύ λιγότερη κάλυψη πάγων και υψηλότερη στάθμη της θάλασσας, πριν από τρία, περίπου, εκατομμύρια χρόνια (Solomon *et al.*, 2007). Από την αρχή της Τεταρτογενούς περιόδου (2 εκατομμύρια χρόνια πριν), λίγες μόνο περίοδοι φαίνεται να ήταν τόσο ζεστές όσο η σημερινή (όπως π.χ. η τελευταία μεσοπαγετώδης περίοδος, 125.000 περίπου χρόνια πριν). Έτσι, η σημερινή ανθρωπογενής θέρμανση ενδεχομένως είναι η μεγαλύτερη που σημειώνεται κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς. Αναφέρουμε, επίσης, τα εξής γεγονότα, τα οποία ενδεχομένως να επηρεάσουν δυσμενώς την αντίδραση της βλάστησης στην κλιματική αλλαγή:

- Οι περιβαλλοντικές συνθήκες έχουν μεταβληθεί σημαντικά από την ανθρώπινη επίδραση στο τοπίο (έντονος κατακερματισμός και υποβάθμιση των φυσικών ενδιαιτημάτων), η οποία έχει αυξήσει τις συνθήκες ξηρασίας και έχει μειώσει την ικανότητα προσαρμογής των οικοσυστημάτων (οι συνθήκες του μικροκλίματος μειώνουν την επίδραση του εξωτερικού περιβάλλοντος), δημιουργώντας επίσης περισσότερα εμπόδια στη διασπορά. Τα γεγονότα αυτά θα επιτείνουν την επίδραση της κλιματικής θέρμανσης στη φύση.
- Ο πολύ γρήγορος, και άνευ προηγουμένου, ρυθμός της σημερινής θέρμανσης μπορεί να έχει επιπτώσεις στην ικανότητα των ειδών και των οικοσυστημάτων να προσαρμοστούν.

4.1 Η μετανάστευση των ειδών ως απόκριση στις κλιματικές αλλαγές του παρελθόντος

Συλλογές από γύρη έδειξαν έντονες και γρήγορες αποκρίσεις (0-20 έτη) της χερσαίας βλάστησης κατά τις προηγούμενες κλιματικές αλλαγές, με την ξαφνική κατάρρευση αρκετών ειδών, συνοδευόμενη από τη γρήγορη επέκταση άλλων ειδών. Όσον αφορά στη μεταναστευτική ικανότητα διαφόρων ειδών δέντρων, στοιχεία από τις προηγούμενες κλιματικές αλλαγές υποδεικνύουν ότι τα δέντρα είχαν την ικανότητα να εξαπλωθούν γρήγορα μετά την τελευταία παγετώδη περίοδο, με πραγματικά αξιοσημείωτους ρυθμούς μετανάστευσης [μεταξύ 150-500 μ./έτος, και εξαιρετικούς ρυθμούς των 2.000 μ./έτος να έχουν αναφερθεί για το *Alnus* spp. (Huntley, 1991 και Clark, 1998)]. Οι Ohlemüller *et al.* (2006), στα σενάρια κινδύνων που ανέπτυξαν για την κλιματική αλλαγή, προέβλεψαν ότι το 2100 στην Ευρώπη τα είδη δέντρων ίσως θα πρέπει να μεταναστεύουν σε ορισμένες περιοχές με ρυθμό μεταξύ 1.400 και 3.800 μέτρων ανά έτος, ρυθμό κατά πολύ υψηλότερο από αυτούς που έχουν αναφερθεί για τα περισσότερα Ευρωπαϊκά είδη δέντρων σε μετα-παγετώδεις περιόδους. Το γεγονός αυτό μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα στη διασπορά ειδών δέντρων, τουλάχιστον σε είδη τα οποία δεν είναι ανεκτικά σε θερμοκρασιακές μεταβολές μεγαλύτερες των $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Ωστόσο, η ταχύτητα διασποράς που υπολογίζεται από τις παραδοσιακές ερμηνείες των λιγοστών καταγραφών γύρης, βάσει των οποίων έχουν εξαχθεί συμπεράσματα για ευρύτερες περιοχές, ενδέχεται να είναι υπερεκτιμημένη. Νέα απολιθώματα και στοιχεία από μοριακές γενετικές αναλύσεις υποδεικνύουν ότι πληθυσμοί πολλών ειδών κατά την παγετώδη περίοδο ήταν περισσότερο άφθονοι και με ευρεία κατανομή σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη (Σχήμα 5), και επομένως η απόσταση της μετανάστευσης θα μπορούσε να είναι πολύ μικρότερη από ό,τι αρχικά θεωρούταν (Clark *et al.*, 2003, McLachlan *et al.*, 2005). Η υψηλή ετερογένεια του μεσογειακού τοπίου, όπου ένα μεγάλο εύρος περιβαλλοντικών συνθηκών και ένας μεγάλος αριθμός ειδών δέντρων και ενδιαιτημάτων με διαφορετικές βιοκλιματικές απαιτήσεις απαντώνται σε πολύ μικρή έκταση, ίσως βοηθήσει σημαντικά στη μείωση των απαιτούμενων αποστάσεων διασποράς.

Στην πραγματικότητα, μεγάλα τμήματα των μεσογειακών περιοχών είναι σχηματισμένα από ετερογενείς και πολύπλοκες γεωμορφολογικές οντότητες, όπου μπορούμε να περιμένουμε μια *in situ* αναδιοργάνωση για τα περισσότερα είδη στο τοπίο, όπου αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ειδών και διαφορετικοί μηχανισμοί διαδοχής (διευκόλυνση, ανοχή και παρεμπόδιση) θα προκαλέσουν αλλαγές στην κυριαρχία/αφθονία των διαφορετικών ειδών δέντρων και κοινοτήτων. Είδη δέντρων που αναπτύσσονται αποκλειστικά σε μεγάλα υψόμετρα (π.χ. τα Ορο-Μεσογειακά είδη κωνοφόρων) ίσως να έχουν ανάγκη διασποράς σε μεγάλες αποστάσεις, κάτι που μπορεί να είναι αδύνατο χωρίς την ανθρώπινη υποστήριξη. Ωστόσο, η διασπορά των Ορο-Μεσογειακών ειδών δέντρων προς μεγαλύτερα υψόμετρα μπορεί να ωφεληθεί από το γεγονός ότι τα σημερινά

δασοόρια εμφανίζονται χαμηλότερα (έως και 300 μ.) από τα δυνητικά δασοόρια, λόγω των ιστορικών πρακτικών βόσκησης στα ορεινά.



Σχήμα 5: Καταφύγια για τα δέντρα της εύκρατης ζώνης στις χερσονήσους της Μεσογείου κατά τη διάρκεια της τελευταίας παγετώδους περιόδου (100.000 – 16.000 χρόνια) (από Willis & Niklas, 2004).

Εάν αποδεχτούμε την υπόθεση της γρήγορης διασποράς, η γρήγορη χωρική εξάπλωση των οικολογικά παρόμοιων ειδών σε ένα τοπίο κατά τη διάρκεια προηγούμενων κλιματικών αλλαγών φαίνεται ως παράδοξο από έναν μεγάλο αριθμό ερευνητών, ειδικά στην περίπτωση ανταγωνιστικών ειδών¹³ (Moorcroft *et al.*, 2006). Η πρόοδος που έχει πραγματοποιηθεί την τελευταία δεκαετία στις μεθόδους και τα αποτελέσματα της παλαιοβοτανικής, καθώς και στη γενετική, αποτελεί πολύ σημαντικό βήμα για την κατανόηση των διαφορετικών στρατηγικών που τα δασικά είδη υιοθέτησαν για τη γρήγορη διασπορά τους ως απόκριση στις προηγούμενες κλιματικές αλλαγές. Οι παρακάτω θεωρίες βοηθούν στην κατανόηση του τρόπου που τα είδη δέντρων μπορούν να μεταναστεύουν προς μακρινές περιοχές σε μικρές χρονικές περιόδους.

□ Η θεωρία του «υπερ-είδους»

Μελέτες από τη βορειοδυτική Αμερική προτείνουν ότι γρήγορη εποίκιση μπορεί να λάβει χώρα όταν το δέντρο-έποικος προσωρινά διαφεύγει από τα

13 Ο κανόνας θα έπρεπε να είναι ότι η διασπορά των εποικούντων ειδών σε ένα τοπίο όπου ανταγωνιστικά είδη είναι παρόντα, θα έπρεπε να είναι σημαντικά πιο αργή.

εξειδικευμένα σε αυτό παθογόνα, συμπεριφερόμενο ως «*υπερ-είδος*» το οποίο βιώνει μια περίοδο προσωρινού ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος σε σχέση με τα αυτόχθονα είδη. Με αυτόν τον τρόπο, οι ερευνητές εξηγούν τη γρήγορη επέκταση της οξυάς πριν από 3.000-2.500 έτη στη βορειοδυτική Αμερική, έπειτα από την υποχώρηση της *Tsuga canadensis* (είδος ανταγωνιστής και αυτόχθον στην περιοχή λόγω μιας νωρίτερης επέκτασης στο Ολόκαινο) που σχετίστηκε με μια επιδημία στο δάσος (αρκετοί συγγραφείς στο Moorcroft *et al.*, 2006).

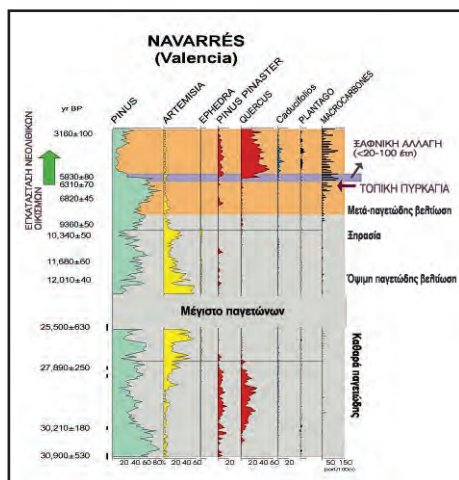
Μια σημαντική διαφορά μεταξύ της διασποράς των ειδών στις μετα-παγετώδεις περιόδους και των αναγκών για διασπορά στο πολύ ετερογενές και πλούσιο σε είδη και ενδιαιτήματα μεσογειακό τοπίο κατά τη μελλοντική κλιματική αλλαγή, είναι ότι τα είδη δέντρων δεν θα βρουν κενές εκτάσεις για να εποίκισουν και οι συνθήκες για να γίνουν «*υπερ-είδη*» ίσως να μην υπάρξουν για αυτά. Αλλαγές στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ειδών και στους μηχανισμούς διαδοχής θα συμβαίνουν παράλληλα με αλλαγές στη δυναμική των πληθυσμών των παθογόνων, οι οποίες είναι πολύ δύσκολο να προβλεφθούν.

Μια διαφορετική περίπτωση είναι αυτή των ξενικών ειδών δέντρων, τα οποία μπορεί εύκολα να γίνουν «*υπερ-είδη*», όπως έχει ήδη συμβεί με μια σειρά ξενικών ειδών σε όλες τις βιογεωγραφικές περιοχές της Μεσογείου (π.χ. το *Pinus pinaster*, ένα είδος αυτόχθον στη δυτική μεσογειακή λεκάνη, έχει γίνει πολύ σημαντικός εισβολέας στην οικοπεριοχή Cape στη Νότια Αφρική) λόγω πολλών αιτιών που είναι δύσκολο να κατανοηθούν, συμπεριλαμβανομένης της απουσίας εξειδικευμένων παθογόνων. Το εάν η κλιματική αλλαγή θα βοηθήσει στην ενεργοποίηση χαρακτηριστικών εισβολέα στα ξενικά είδη που βρίσκονται στην περιοχή, τα οποία μέχρι τώρα δεν έχουν συμπεριφερθεί ως εισβολείς, αποτελεί ένα κρίσιμο ζήτημα για την προστασία και μια ερώτηση κλειδί, ανοιχτή για τους ερευνητές.

□ Η θεωρία των «ξαφνικών αλλαγών»

Σε ορισμένες περιπτώσεις, παλαιοβοτανικά στοιχεία από την περιοχή της Μεσογείου δείχνουν μια αντίθετη με την προηγούμενη θεωρία περίπτωση: η επέκταση ορισμένων ειδών στη νότια Ευρώπη καθυστέρησε σε σύγκριση με τη γρηγορότερη επέκταση άλλων, οικολογικά παρόμοιων ειδών. Το γεγονός αυτό έχει συχνά εξηγηθεί από παράγοντες όπως η απόσταση από καταφύγια και η ταχύτητα διασποράς των σπερμάτων. Οι εξηγήσεις αυτές δεν ήταν, ωστόσο, συμβατές με τη μεταναστευτική συμπεριφορά των ίδιων ειδών στη βόρεια Ευρώπη. Ακριβέστερες αναλύσεις από προηγούμενες κλιματικές αλλαγές τελικά υποδεικνύουν ότι το ανταγωνιστικό μειονέκτημα συγκεκριμένων ειδών απέτρεψε την επέκτασή τους, μέχρι που μεγάλης κλίμακας διαταραχές, σχετιζόμενες τόσο με την κλιματική αλλαγή όσο και με την ανθρώπινη επίδραση, ενδεχομένως ωφέλησαν τη γρήγορη επέκτασή τους και τις αλλα-

γές στα εύρη κατανομής των ειδών. Αυτή είναι και η περίπτωση της καθυστερημένης εξάπλωσης της φουντουκιάς (*Corylus avellana*) κατά τη διάρκεια του Ολόκαινου στις νότιες Άλπεις (σε σύγκριση με την επέκταση παρόμοιων θερμόφιλων ειδών δέντρων δύο χιλιετίες νωρίτερα), που συνέβη μεταξύ 11.000-10.500 χρόνων πριν: αλλαγές στην εποχικότητα του κλίματος με υψηλότερες καλοκαιρινές θερμοκρασίες και πιο έντονες εποχιακές ξηρασίες σε συνδυασμό με έντονες ανθρωπογενείς δασικές πυρκαγιές ωφέλησαν την πολύ γρήγορη διασπορά τής φουντουκιάς σε ζώνες ανοιχτής βλάστησης (Finsinger *et al.*, 2006). Η θεωρία αυτή έχει χρησιμοποιηθεί από διάφορους συγγραφείς (π.χ. Carrion, 2003, Tinner *et al.*, 2000 και 2005), για να εξηγήσει γιατί κατά τη διάρκεια περασμένων κλιματικών αλλαγών πραγματοποιήθηκαν απότομες αλλαγές στη βλάστηση μέσα σε πολύ σύντομες χρονικές περιόδους, με τη γρήγορη επέκταση ξηρικών ειδών δέντρων και τη σημαντική μείωση ή ακόμα και την εξαφάνιση πιο εύκρατων ειδών (Σχήμα 6).



Σχήμα 6: Διάγραμμα γύρης που υποδεικνύει τη διαταραχή των πυρκαγιών ως αιτία για απότομη αλλαγή στη βλάστηση πριν από 6.000 χρόνια περίπου (Carrion, 2003).

Σύμφωνα με παλαιοβοτανικά δεδομένα, μεγάλες εκτάσεις στην περιοχή της Μεσογείου καταλαμβάνονται σήμερα από πιο ξηρικούς τύπους βλάστησης σε σχέση με αυτούς που επικρατούσαν πριν την εμφάνιση μιας σειράς από προϊστορικές, ανθρωπογενείς εξάρσεις διαταραχών οι οποίες προκάλεσαν δραστικές αλλαγές στα τοπία. Αυτό είναι ιδιαίτερα σχετικό όταν μελετούμε την τρέχουσα τάση αλλαγής του κλίματος, για δύο αντίθετους λόγους:

- Από τη μια πλευρά, η ύπαρξη, κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, πιο συχνών και πιο έντονων διαταραχών μεγάλης κλίμακας (π.χ. ανεξέλεγκτες δασικές πυρκαγιές) μπορεί να προκαλέσει δραστικές αλλαγές προς πιο ξη-

ρικούς τύπους βλάστησης με απρόβλεπτες οικολογικές και κοινωνικο-οικονομικές συνέπειες.

- Από την άλλη πλευρά, υπό βιώσιμες συνθήκες διαχείρισης της γης, ο πιο ξηρικός χαρακτήρας της παρούσας βλάστησης μπορεί να τη βοηθήσει να αντέξει μεγαλύτερου εύρους αλλαγές στο κλίμα.

□ Η θεωρία της «σπάνιας διασποράς μακρινών αποστάσεων»

Παλαιοπεριβαλλοντικά στοιχεία παρέχουν ενδείξεις για περιστατικά διασποράς μακρινών αποστάσεων ειδών δέντρων ως απόκριση στη θέρμανση του κλίματος στο τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου. Οι συγγραφείς εξηγούν ότι παράλληλα με τους κανονικούς ρυθμούς διασποράς των ειδών δέντρων, σποραδικά εμφανίζονται σπάνιες περιπτώσεις διασποράς σε μακρινές αποστάσεις (π.χ. μακρινής απόστασης ανεμόχωρη διασπορά των σπερμάτων από ανεμοθύελλες, τυφώνες κ.λπ., ζώοχωρη διασπορά των σπερμάτων που οφείλονται σε εξαιρετικά μακρινές μετακινήσεις θηλαστικών ή/και πτηνών) που οδηγούν στην ίδρυση μικρών, απομακρυσμένων πληθυσμών, ακολουθούμενες από μια αδρανή φάση ανεπαίσθητης μεταβολής του εύρους τους, και μια ενεργή φάση εκρηκτικής επέκτασης (Overpeck *et al.*, 2003).

Οι ερευνητές θα πρέπει να παρακολουθήσουν τις υφιστάμενες σπάνιες περιπτώσεις διασποράς μακρινών αποστάσεων, για να αποκομίσουν καλύτερη και περισσότερο σφαιρική κατανόηση των μηχανισμών διασποράς των Μεσογειακών ειδών δέντρων. Επιπλέον, οι διαχειριστές θα μπορούσαν να μιμηθούν αυτόν τον τύπο συμπληρωματικού συστήματος διασποράς, με την ίδρυση και παρακολούθηση μικρών πληθυσμών ειδών σε ενδιάμεσες περιοχές-κλειδιά που θα συνδέουν τους απομονωμένους πληθυσμούς.

Η ανεπαρκής κατανόηση των επιπτώσεων της μελλοντικής κλιματικής αλλαγής σε κλίμακες περιφέρειας/τοπίου και η πολυπλοκότητα των μηχανισμών αιτίου-αποτελέσματος και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των αλλαγών στο κλίμα και των αποκρίσεων της βλάστησης, καθιστούν τις μελλοντικές προβλέψεις πολύ αβέβαιες. Για ένα πλήθος συγγραφέων, η προβλεπόμενη παγκόσμια θέρμανση μπορεί να προκαλέσει ξαφνικές καταρρεύσεις, επεκτάσεις και εισβολές ειδών δέντρων (Tinner & Lotter, 2001). Πιστεύουν ότι η μετανάστευση των ειδών μπορεί να μην είναι αρκετά γρήγορη για να καλύψει τις απαιτήσεις για διασπορά υπό τον προβλεπόμενο ρυθμό της κλιματικής αλλαγής, παρά τις παλαιοβοτανικές ενδείξεις για γρήγορη ταχύτητα μετανάστευσης (> 100 μ./έτος) ορισμένων γενών δέντρων. Από την άλλη πλευρά, κάποιοι συγγραφείς τονίζουν το γεγονός ότι οι προβλέψεις για τις μελλοντικές αλλαγές στο εύρος κατανομής ή/και την εξαφάνιση των ειδών απορρέουν από τη χρήση υπεραπλουστευμένων μοντέλων αναφοράς και, επομένως, θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή. Οι Midgley *et al.* (2007) εκπόνησαν μια πολύ λεπτο-

μερή αξιολόγηση των αδυναμιών και των προκλήσεων των μαθηματικών μοντέλων στην πρόβλεψη των μελλοντικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα οικοσυστήματα. Οι αβέβαιες προβλέψεις για το κλίμα σε κλίμακα περιφέρειας/τοπίου και η αποτυχία της ενσωμάτωσης στα μοντέλα πρόβλεψης σημαντικών παραμέτρων (π.χ. την ετερογένεια του τοπίου, τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ ειδών και ανθρώπων, τις σχέσεις μεταξύ των ειδών και του κλίματος, ο δια-ειδικός ανταγωνισμός, οι δυναμικοί παράγοντες της μετανάστευσης), είναι πιθανό να παράγουν σημαντικά λάθη και να υπερεκτιμήσουν τις μεταναστευτικές ανάγκες των ειδών στα δασικά τοπία και μεταξύ των περιοχών.

4.2 *In Situ* προσαρμογή σε προηγούμενες κλιματικές αλλαγές

Η ανάλυση των παλαιότερων κλιματικών αλλαγών μάς παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την ικανότητα που παρουσιάζουν ορισμένα είδη να διατηρούνται στη φυσική τους θέση (*in situ*) κάτω από δυσμενείς και απρόβλεπτες συνθήκες. Τέτοια φαίνεται να είναι η περίπτωση φυτικών ειδών που προσαρμόστηκαν σε ακραία περιβάλλοντα, όπως το Μεσογειακό κλίμα. Έρευνες από την περιοχή της Μεσογείου υποδεικνύουν ότι η παρούσα χλωρίδα αποτελείται από πολύ προσαρμοσμένες παλαιές ταξινομικές μονάδες, οι οποίες έχουν βιώσει πολλές απότομες και έντονες κλιματικές αλλαγές κατά το παρελθόν (Petit *et al.*, 2005), και ήταν ικανές να διατηρήσουν αρκετά σταθερούς πληθυσμούς κατά τη διάρκεια περιόδων κατά τις οποίες οι κλιματικές συνθήκες άλλαζαν. Επιπλέον, τα εύκρατα είδη δέντρων και θάμνων, με νοτιότερα όρια κατανομής στη Μεσογειακή λεκάνη, έχουν το μέγιστο τμήμα της γενετικής τους ποικιλοότητας στους αποκαλούμενους «μετόπισθεν» Μεσογειακούς πληθυσμούς, παρόλο που αυτοί αντιπροσωπεύουν ένα μικρό τμήμα του εύρους κατανομής τους. Επομένως, υπό το σενάριο κλιματικής αλλαγής, η μεγάλη σταθερότητα και η γενετική ποικιλοότητα των πολυάριθμων «μετόπισθεν» υπολειμματικών πληθυσμών δέντρων, που είναι διασκορπισμένοι κατά μήκος των βουνών και των ετερογενών τοπίων της Μεσογείου, είναι πολύ σημαντικές για τις στρατηγικές διατήρησης *in-situ*. Αυτό δεν θα πρέπει να υποτιμηθεί χάριν στρατηγικών που επικεντρώνονται στις προβλεπόμενες δυναμικές μεταβολές των «προπορευόμενων» πληθυσμών προς τα βόρεια και τα υψηλότερα υψόμετρα (μετεγκατάσταση των πληθυσμών). Μια άλλη μελέτη για τη μετανάστευση και την προσαρμοστική απόκριση των ξυλωδών φυτών της Great Basin, ΗΠΑ, στις αλλαγές του Πλειστόκαινου-Ολόκαινου (Nowak *et al.*, 1994), υποδεικνύει την ύπαρξη ειδών με υψηλά επίπεδα γενετικής ποικιλομορφίας, που επιτρέπει την παραμονή τους *in situ* κατά τη διάρκεια περιόδων κλιματικής αλλαγής μέσω της τοπικής επιλογής προ-προσαρμοσμένων γονοτύπων («ορθοεπιλεκτικά» είδη).

Παρόλο που η προσαρμοστική πλαστικότητα των ειδών αποτελεί ένα σύνθετο και ειδικό για κάθε είδος ζήτημα, είναι ξεκάθαρο πως αυτός ο παράγοντας δια-

τήρησης των ειδών χρήζει περισσότερης προσοχής στο πλαίσιο των στρατηγικών προσαρμογής της διαχείρισης και της προστασίας, καθώς οι αποκρίσεις προσαρμογής *in situ* στην παγκόσμια θέρμανση φαίνεται να είναι σημαντικές σε κάποια είδη.

□ Οι αποκρίσεις των ειδών στις ατμοσφαιρικές μεταβολές του CO₂ στο παρελθόν

Η ανάλυση των προηγούμενων κλιματικών αλλαγών μάς παρέχει επίσης πολύ χρήσιμα δεδομένα σχετικά με τις επιπτώσεις στη βλάστηση των μεταβολών της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα. Αναλύσεις από την περιοχή της Μεσογείου παρέχουν ενδείξεις για την προσαρμογή ειδών δέντρων σε παλαιοκλιματικές αλλαγές του CO₂, οι οποίες συνίστανται στη μείωση του δείκτη στομάτων (αναλογία των στοματικών κυττάρων των φύλλων σε σχέση με τα επιδερμικά κύτταρα) και στην αύξηση του μεγέθους των στοματικών πόρων με την αύξηση του ατμοσφαιρικού CO₂ (Garcia-Amorena, 2007). Αυτό μπορεί να αποτελεί έναν τρόπο προσαρμογής για τα Μεσογειακά δάση, μειώνοντας τη διαπνοή του δέντρου (λιγότερα στόματα ανά επιφάνεια φύλλου), ενώ διατηρεί τη φωτοσυνθετική ικανότητα (μεγάλο μέγεθος πόρων) και παραγωγικότητα. Ωστόσο, αυτό είναι ακόμα ένα αμφισβητούμενο χαρακτηριστικό, ειδικά όταν σκεφτούμε ότι οι μεταβολές των στομάτων σταματούν μετά από κάποια αύξηση του ατμοσφαιρικού CO₂.

□ Συμπερασματικές επισημάνσεις, χρήσιμες για την προσαρμογή της διαχείρισης και της προστασίας των δασών

Οι απόρροιες για τη διαχείριση που προκύπτουν από τις αντικρουόμενες θεωρίες σε σχέση με τις απαιτήσεις και τους μηχανισμούς για την απόκριση των ειδών σε γρήγορη, μακρινής απόστασης μετανάστευση, και για ευκαιρίες για *in situ* διατήρηση σε καταφύγια στα ετερογενή τοπία της Μεσογείου, μπορεί να είναι αρκετά διαφορετικές. Κυμαίνονται από την πιθανή ανάγκη για μετεγκατάσταση ειδών με ανεπαρκείς ικανότητες διασποράς, έως την ανάγκη για προσδιορισμό, αποκατάσταση και προσεκτική διαχείριση απομονωμένων πληθυσμών που βρίσκονται έξω από το κυρίως εύρος κατανομής ενός είδους (Pearson *et al.*, 2005) και υψηλής ετερογένειας τοπίων με μεγαλύτερες ευκαιρίες για *in situ* αναδιόργάνωση μεγάλων συνόλων ειδών.

Παρά τις πολύ ταχύτερες κλιματικές αλλαγές που προβλέπονται για το κοντινό μέλλον, οι στρατηγικές και οι αποκρίσεις των διαφορετικών δασικών ειδών κατά τη διάρκεια προηγούμενων κλιματικών αλλαγών (κατά τη διάρκεια των οποίων περιστασιακά συντελούνταν, επίσης, μικρές περίοδοι ξαφνικών κλιματικών αλλαγών και μεγάλης κλίμακας διαταραχές) βοήθησαν να κατανοήσουμε καλύτερα τη δυναμική της Μεσογειακής δασικής βλάστησης και μας επιτρέπουν να σχεδιάσουμε στρατηγικές προσαρμογής με λιγότερες αβεβαιότητες και κινδύνους, ενόψει των μελλοντικών κλιματικών συνθηκών.

5 | Οι Σημερινές και οι Προβλεπόμενες Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στα Μεσογειακά Δάση

Η κλιματική αλλαγή σε συνδυασμό με κακές πρακτικές και χρήσεις της γης (π.χ. μη βιώσιμες, ταχύρρυθμες αλλαγές χρήσης της γης, εγκατάλειψη της υπαίθρου και υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων), είναι πιθανό να αυξήσουν τη συχνότητα και την ένταση των επιδημιών, των ανεξέλεγκτων πυρκαγιών και άλλων, μεγάλης κλίμακας διαταραχών. Αυτά μπορούν να συμβάλλουν σε:

- Μείωση των δασών στη λεκάνη της Μεσογείου και αντικατάστασή τους από πυρόφιλους θαμνώνες.
- Αύξηση του κατακερματισμού του τοπίου, με αποτέλεσμα την δυσχερέστερη μετανάστευση/διασπορά για πολλά είδη, με κίνδυνο την εξαφάνιση.
- Μείωση της ετήσιας προσαύξεσης των δέντρων και, ως συνέπεια, μείωση των προσόδων από τα δάση.

5.1 Οικολογικές αλλαγές

Οικολογικές αλλαγές στα εύρη κατανομής, τη φαινολογία και τις σχέσεις μεταξύ των ειδών, συμβαίνουν σε όλες τις υδρόβιες και χερσαίες ομάδες ειδών προς την κατεύθυνση που προβλέπεται από την παγκόσμια θέρμανση και συνδέονται με τοπικές ή περιφερειακές κλιματικές αλλαγές (Parmesan, 2006).

Για κάποια είδη και περιοχές στην Ευρώπη, η απώλεια κατάλληλων, από πλευράς κλιματικών συνθηκών, περιοχών όπως προβλέπεται από σενάρια μελλοντικά αλλαγής του κλίματος, είναι πιθανό να οδηγήσει σε απώλεια ενδιαιτημάτων και οικοσυστημάτων (Saxon *et al.*, 2005) και στην εξαφάνιση ειδών της πανίδας και της χλωρίδας (Bakkenes *et al.*, 2002, Thomas *et al.*, 2004, Thuiller *et al.*, 2005)¹⁴. Ο κίνδυνος απώλειας βιοποικιλότητας είναι μεγαλύτερος, αν οι εναπομείνουσες στο μέλλον περιοχές με κατάλληλο κλίμα για κάποια είδη είναι πολύ

14 Αναφορές από τους Ohlemüller *et al.*, 2006.

μακριά από τη σημερινή γεωγραφική κατανομή τους, δημιουργώντας ένα επιπλέον πρόβλημα σε λιγότερο ευμετακίνητα είδη (Ohlemüller *et al.*, 2006). Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, θα πρέπει να δοθεί προσοχή κατά την ερμηνεία αυτών των προβλέψεων, δεδομένων των αβεβαιοτήτων των υπεραπλουστευμένων μοντέλων στα οποία βασίζονται αυτές οι προβλέψεις, καθώς και της μεγάλης ετερογένειας των Μεσογειακών οικοσυστημάτων, όπου δέντρα μπορούν να βρουν κατάλληλες κλιματικές συνθήκες σε κοντινές αποστάσεις.

□ Μεταβολές στα εύρη των ειδών και τα όρια των οικοσυστημάτων

Μεταβολές στην κατανομή των φυτικών ειδών και των μεγαδιαπλάσεων ως απόκριση στη θέρμανση έχουν περιγραφεί σε προηγούμενες κλιματικές αλλαγές. Οι παρατηρήσεις μεταβολών των ορίων κατανομής, παράλληλα με την τρέχουσα κλιματική αλλαγή, είναι ιδιαίτερα άφθονες στη βόρεια Ευρώπη, όπου τα αρχεία παρατηρήσεων για πολλά πουλιά, πεταλούδες και φυτά χρονολογούνται από τα μέσα του 18ου αιώνα (Parmesan, 2006). Ενδείξεις για την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στα εύρη κατανομής των ειδών και στα όρια των οικοσυστημάτων έχουν παρατηρηθεί και στη Μεσογειακή βλάστηση, ωστόσο τα αναφερθέντα στοιχεία είναι ακόμα λιγοστά:

- Οι υψομετρικές ζώνες βλάστησης φαίνεται να έχουν μετατοπιστεί κάπως προς τα πάνω και ξηρότερες και θερμότερες συνθήκες χαρακτηρίζουν τώρα περιοχές που χαρακτηρίζονταν από ψυχρότερα και πιο υγρά κλίματα:
 - α) Η προς τα βόρεια και προς τα υψηλά εξάπλωση των Σαχάριων ειδών, όπως τα *Fredolia aretioides* και *Zilla macroptera*, στους πρόποδες του Ψηλού Άτλαντα και στα ανατολικά του Μέσου Άτλαντα (Medail & Quezel, 2003).
 - β) Η μετατόπιση της Χαλέπιας Πεύκης 200 μ. προς τα πάνω στις πλαγιές των βουνών της νότιας Γαλλίας (π.χ. στον ορεινό όγκο του Sainte-Baume), καταλαμβάνοντας το χαμηλότερο υψομετρικό εύρος κατανομής των δασών της Δασικής Πεύκης. Σε αυτήν τη μεταβατική ζώνη, η Δασική Πεύκη έχει τώρα χαμηλότερο ρυθμό αύξησης, ενώ κατά τη διάρκεια της εξαιρετικής ξηρασίας του 2003 πέρασε από διαδικασία μαρασμού (Vennetier *et al.*, 2005).
 - γ) Από το 1945, έχει καταγραφεί προοδευτική αντικατάσταση των ψυχρών εύκρατων οικοσυστημάτων από Μεσογειακά οικοσυστήματα στα όρη Montseny (Καταλονία, ΒΑ Ισπανία). Τα δάση οξιάς (*Fagus sylvatica*) έχουν μετατοπιστεί προς τα πάνω κατά 70 μ. στα υψηλότερα υψόμετρα (1.600-1.700 μ.). Τόσο τα δάση οξιάς όσο και οι θαμνώνες από ρείκια (*Calluna vulgaris*) έχουν αντικατασταθεί από δάση Αριάς (*Quercus ilex*) στα μεσαία υψόμετρα (800-1.400 μ.). Η αντικατάσταση των δασών γίνεται μέσω της

προοδευτικής απομόνωσης και υποβάθμισης των συστάδων Οξιάς (τα δέντρα Οξιάς έχουν χάσει τα φύλλα τους κατά 30% και η αναγέννησή τους είναι κατά 41% χαμηλότερη) που περιβάλλεται από τις επεκτεινόμενες συστάδες Αριάς, της οποίας η αναγέννηση είναι τρεις φορές μεγαλύτερη από αυτή της Οξιάς. Οι προφανείς αιτίες είναι οι σταδιακά θερμότερες συνθήκες, σε συνδυασμό με αλλαγές στις χρήσεις γης (κυρίως την παύση της παραδοσιακής διαχείρισης), παρέχοντας ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της επίδρασης των παγκόσμιων αλλαγών στις κατανομές των φυτικών ειδών και των μεγαδιαπλάσεων (Peñuelas & Boada, 2003).

- δ) Το δασοόριο και το ύψος στο οποίο απαντώνται τα Αλπικά φυτά στην Ευρώπη μετακινούνται προς μεγαλύτερα υψόμετρα (Walthers *et al.*, 2002)¹⁵. Ωστόσο, τουλάχιστον στην περίπτωση των δέντρων, οι προς τα πάνω μετατοπίσεις θα πρέπει να αναλύονται προσεκτικά, καθώς ενδέχεται να σχετίζονται με πρόσφατες αλλαγές στις χρήσεις γης, με την εγκατάλειψη των ορεινών βοσκοτόπων και τον επανεποικισμό τους από δασική βλάστηση, επαναφέροντας το δασοόριο στη θέση που ήταν πριν από την ανθρώπινη επέμβαση (μέχρι και 300 μ. ψηλότερα από το σημερινό δασοόριο).
- ε) Τα γεωγραφικά εύρη κατανομής πολλών ειδών έχουν μετατοπιστεί προς τους πόλους και υψομετρικά προς τα πάνω ως αποτέλεσμα της θέρμανσης του κλίματος, οδηγώντας σε αύξηση του πλούτου των ειδών σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη και υψόμετρα. Ωστόσο, λίγες μελέτες έχουν ασχοληθεί με τις αποκρίσεις στην κλιματική αλλαγή σε επίπεδο κοινότητας κατά μήκος όλων των υψομετρικών βαθμίδων των οροσειρών, ή σε θερμά μικρότερα γεωγραφικά πλάτη όπου η οικολογική ποικιλότητα αναμένεται να μειωθεί. Μεταβολές προς τα ορεινά στον πλούτο των ειδών και στη σύσταση των πεταλούδων παρατηρήθηκαν μεταξύ 1967-1973 και 2004-2005 στη Sierra de Guadarrama (κεντρική Ισπανία). Κοινότητες πεταλούδων με παρόμοιες συνθέσεις ειδών μετατοπίστηκαν προς τις κορυφές κατά 293 μ. ($\pm$ SE 26), σε ακολουθία με μια προς τα πάνω μετατόπιση των μέσων ετησίων ισόθερμων κατά περίπου 225 μ. Οι αλλαγές στον πλούτο και στη σύνθεση των ειδών, πρωτίστως αντιπροσωπεύουν την απώλεια από τα χαμηλότερα υψόμετρα ειδών, των οποίων οι κατανομές περιορίζονται στα βουνά. Μια καθαρή μείωση στον πλούτο των ειδών έχει εμφανιστεί περίπου στο 90% της περιοχής, με αυξανόμενη κυριαρχία στην κοινότητα των ευρέως διαδεδομένων ειδών. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η θέρμανση του κλίματος σε συνδυασμό με την απώλεια

15 Αναφορά που περιλαμβάνεται στη βιβλιογραφία του H. Reid, 2006.

των ενδιαιτημάτων και άλλες αιτίες βιολογικών αλλαγών, μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικές απώλειες στην οικολογική ποικιλότητα των βουνών και άλλων περιοχών όπου τα είδη βρίσκονται στο χαμηλότερο, κατά γεωγραφικό πλάτος, όριο της εξάπλωσής τους (Wilson *et al.*, 2007).

Υπάρχει ένας αριθμός ζητημάτων τα οποία θα έπρεπε να εξεταστούν προκειμένου να κατανοηθούν οι επιπτώσεις της μετατόπισης των ειδών και των μέτρων προστασίας:

- Τα όρια κατανομής των ειδών συχνά επεκτείνονται ως αποτέλεσμα της προς τα πάνω μετατόπισης σε υψόμετρο ή γεωγραφικό πλάτος του ανώτερου άκρου του εύρους κατανομής τους (ενώ το κατώτερο άκρο συνήθως παραμένει το ίδιο). Αυτό είναι ένα σημαντικό γεγονός το οποίο απαιτεί προσεκτική παρακολούθηση καθώς μπορεί να αποτελεί ένα θετικό αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής ή απλά μια χρονική υστέρηση στην απόκριση ενός είδους καθώς αποσύρεται από το κατώτερο όριο του εύρους κατανομής του.
- Η χρήση των δασοορίων ως δεικτών της κλιματικής αλλαγής θα πρέπει να προσεγγισθεί με προσοχή: Παρόλο που τα δασοόρια θεωρείται ότι ρυθμίζονται από τη θερμοκρασία, ιστορικοί (π.χ. η μετατροπή των δασών των ψηλών βουνών σε βοσκοτόπια) και βιοτικοί παράγοντες (π.χ. η αύξηση της δραστηριότητας των φυτοφάγων ζώων λόγω της μείωσης των περισσότερων φυσικών θηρευτών) μπορεί να ανατρέψουν τις ερμηνείες μας για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην προς τα πάνω εξάπλωση των δέντρων, φαινομενικά ισχυροποιώντας ή ελαχιστοποιώντας τις αναμενόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Cairns & Moen, 2004).
- Τα σύγχρονα όρια κατανομής των ειδών μπορεί να είναι σημαντικά διαφορετικά από το δυνητικό «κλιματικό θύλακα»¹⁶ των ειδών. Αυτό μπορεί να υποδηλώνει ότι ένας σημαντικός αριθμός ειδών ίσως να έχει μεγαλύτερα περιθώρια για *in situ* προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή πριν φτάσει στο κατώφλι της μετανάστευσης.

□ Μετανάστευση των ειδών

Η μεταναστευτική ικανότητα των ειδών εξαρτάται από την παραγωγή σπερμάτων και τις στρατηγικές διασποράς κάθε είδους. Ωστόσο, η πρόβλεψη της απόστασης την οποία τα σπέρματα μπορούν να διανύσουν δεν είναι εύκολη, καθώς εξαρτάται από μια μεγάλη ποικιλία διεργασιών (Higgings *et al.*, 2003).

¹⁶ Με το όρο «κλιματικός θύλακας» εννοείται το εύρος των κατάλληλων κλιματικών συνθηκών διαβίωσης ενός είδους.

Η ελλιπής γνώση για τους πιθανούς μεταναστευτικούς ρυθμούς των ειδών περιορίζει την ικανότητά μας να προβλέψουμε τις επιπτώσεις της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής στη μελλοντική γεωγραφική κατανομή των ειδών, το μέγεθος του εύρους κατανομής τους και την πιθανή τρωτότητά τους στην εξαφάνιση (Midgley *et al.*, 2007). Η μετανάστευση των φυτικών ειδών αποτελεί μια σημαντική αβεβαιότητα στην πρόβλεψη της απόκρισης της βλάστησης στην κλιματική αλλαγή, εξαιτίας μιας σειράς αιτιών (Midgley *et al.*, 2007):

- Τα τρέχοντα γεωγραφικά εύρη των ειδών ενδεχομένως να ελέγχονται από άλλους παράγοντες εκτός του κλίματος, όπως διαταραχές, ανθρωπογενή ενόχληση ή/και ισχυρές δια-ειδικές αλληλεπιδράσεις.
- Η δυναμική των αλλαγών στα εύρη των δασικών ειδών μπορεί να προβλεφθεί πολύ δύσκολα, λόγω της χρονικής υστέρησης στη θνησιμότητα των ενήλικων ατόμων και των μηχανισμών αυτο-ρύθμισης των δασικών πληθυσμών (π.χ. συνθήκες του μικροκλίματος μέσα σε ώριμες δασικές συστάδες), που δημιουργούν αντίδραση στη συρρίκνωση των ορίων.
- Η διπλή όψη των ανθρώπινων επιδράσεων που μπορεί από τη μία πλευρά να δημιουργούν φραγμούς και φίλτρα στη διασπορά αποτρέποντας ή επιβραδύνοντας τους ρυθμούς της μετανάστευσης, και από την άλλη πλευρά να επιταχύνουν τους ρυθμούς εξάπλωσης μέσω της εισαγωγής ξενικών ειδών.

□ Αλλαγές στη Φαινολογία

Οι αλλαγές στη φαινολογία ενδέχεται να επιφέρουν σοβαρές συνέπειες στα δασικά είδη, ειδικά όταν η εμφάνιση των επικονιαστών δεν συμπίπτει με την εποχή της άνθισης. Κάποιες επιπτώσεις που έχουν ήδη παρατηρηθεί είναι οι εξής:

- Η Άνοιξη έχει μετακινηθεί δύο εβδομάδες νωρίτερα στην Ισπανία και έχει 23 περισσότερες ζεστές ημέρες από ό,τι 30 χρόνια πριν (π.χ. η αμυγδαλιά, που συνήθως άνθιζε στα τέλη του Φεβρουαρίου/αρχές Μαρτίου, τώρα ανθίζει στα τέλη του Ιανουαρίου).
- Οι αλλαγές στη βροχόπτωση και στη διαθεσιμότητα νερού αποτελούν έναν σημαντικό παράγοντα που οδηγεί σε σημαντικές φαινολογικές αλλαγές στα Μεσογειακά είδη θάμνων (π.χ. *Erica multiflora* και *Globularia alypum* στην Καταλονία) με επακόλουθες αλλαγές στη δομή, τη σύνθεση και τη λειτουργία των κοινοτήτων τους (Peñuelas *et al.*, 2003).
- Οι φαινολογικές αλλαγές που σχετίζονται με τις θερμότερες κλιματικές συνθήκες μπορεί να μειώσουν την ανταγωνιστική ικανότητα των ορεινών κωνοφόρων (π.χ. τα διαφορετικά Μεσογειακά υποείδη του *Pinus nigra*), που είναι

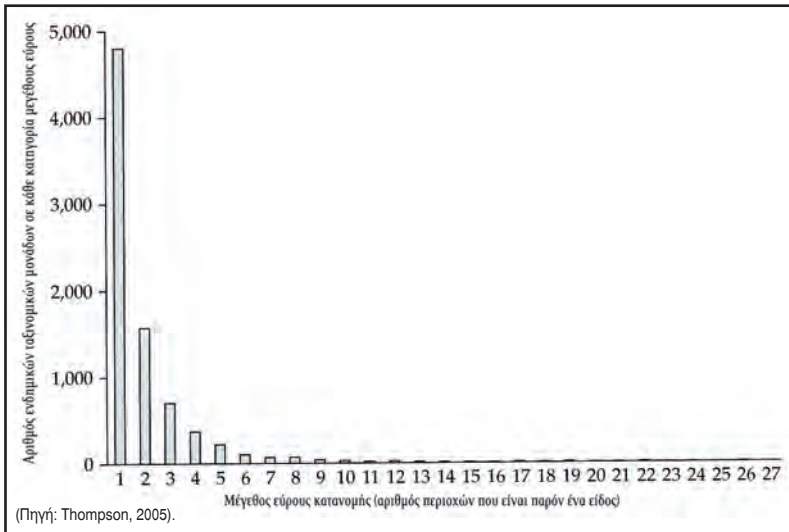
καλά προσαρμοσμένα σε ακραίες καιρικές συνθήκες (π.χ. όψιμοι παγετοί και χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες), ωφελώντας πλατύφυλλα είδη (π.χ. φυλλοβόλα είδη δρυός), τα οποία μπορεί να επεκτείνουν την αυξητική τους περίοδο που προηγουμένως περιοριζόταν στους ανεπαρκείς σε νερό καλοκαιρινούς μήνες, λόγω των παγετών της Άνοιξης και του Φθινοπώρου.

□ Ρυθμοί εξαφάνισης

Η κλιματική αλλαγή όχι μόνο θα μετατοπίσει τις ορεινές ζώνες βλάστησης προς τα πάνω, αλλά θα επηρεάσει, επίσης, τον ανταγωνισμό μεταξύ των ειδών, λόγω της μεταναστευτικής ικανότητας και της ταχύτητας του κάθε είδους. Τα φυτικά είδη μπορεί να μην είναι δυνατό να μεταναστεύσουν αρκετά γρήγορα και οι δυνατότητες μετανάστευσής τους μπορεί να περιορίζονται από παράγοντες όπως ο τύπος εδάφους, η διαθεσιμότητα νερού και ανθρωπογενείς φραγμούς στη μετανάστευση (Beniston, 2003). Επιπλέον, η μείωση του διαθέσιμου χώρου για κάποια είδη στις ανώτερες περιοχές των βουνών και η απουσία ορισμένων προϋποθέσεων σε σχέση με το ενδιαίτημα, μπορούν επίσης να μειώσουν τις μεταναστευτικές ευκαιρίες για πολλά είδη. Αυτό μπορεί να συμβεί στα πολυάριθμα ενδημικά Μεσογειακά φυτικά είδη με στενά εύρη κατανομής, τα οποία αποτελούν την κυρίαρχη ενδημική ομάδα στην περιοχή και αντιπροσωπεύουν το θεμέλιο λίθο της Μεσογειακής βιοποικιλότητας, ιδιαίτερα στα βουνά και τα νησιά (Thompson, 2005).

Η γενική εικόνα από αρκετά σενάρια παγκόσμιας αλλαγής (Thuiller *et al.*, 2004) είναι ότι σοβαρότατες εξαφανίσεις φυτικών ειδών/κοινοτήτων των ψηλών βουνών και σημαντική απώλεια βιολογικής ποικιλότητας είναι δυνατό να συμβούν στα Μεσογειακά βουνά, λόγω προβλημάτων στη μετανάστευση και του ανταγωνισμού μεταξύ των ειδών. Οι Thuiller *et al.* (2004) προβλέπουν σοβαρές εξαφανίσεις πολυάριθμων ορεινών περιοχών στην Ευρώπη, συμπεριλαμβάνοντας σημαντικές Μεσογειακές περιοχές (τα κεντρικά Πυρηναία, Sistema Central, Sistema Ibérico, Montes de Toledo και τα ανατολικά Betic Mountains στην Ισπανία, τα Γαλλικά Cevennes, την Κορσική και τις Maritime Alps, τα βόρεια και κεντρικά Απέννινα, τη βόρεια Σαρδηνία και τη Σικελική Etna/Nebrodi στην Ιταλία, τις Δυναρικές Άλπεις στα Βαλκάνια, την οροσειρά της Πίνδου στην Ελλάδα). Αυτό θα επηρεάσει πολλά ενδημικά είδη σε κάθε μία από τις κύριες οροσειρές της Μεσογείου. Οι Ohlemüller *et al.* (2006) προβλέπουν ότι οι ορεινές περιοχές στο Μεσογειακό τμήμα της Ευρώπης είναι πιο επιρρεπείς στην απώλεια βιοποικιλότητας, κάνοντας ιδιαίτερη αναφορά στην ενδημική πανίδα και χλωρίδα των κεντρικών και βόρειων Ιβηρικών οροσειρών για τις οποίες προβλέπεται ότι στο μέλλον δεν θα υπάρχουν κλιματικά ανάλογες περιοχές στην Ευρώπη. Οι Thuiller *et al.* (2004) προβλέπουν μικρότερη απώλεια ειδών στις πιο νότιες Μεσογειακές περιοχές της Ευρώπης, που χαρακτηρίζονται από την παρουσία ειδών που είναι καλά προσαρμοσμένα στη ζέστη και την ξηρασία, κάτι που θα τους επιτρέψει να

αντέξουν στις μελλοντικές συνθήκες. Παρόμοια συμπεράσματα δίνονται και από τους Ohlemüller *et al.* (2006) για τη νότια και νοτιοανατολική Ευρώπη, που είναι πιθανό να βιώσει ανάλογες κλιματικές συνθήκες με τις σημερινές.



Σχήμα 7: Διάδοση στενά ενδημικών φυτικών ειδών στην περιοχή της Μεσογείου.

Περισσότερη έρευνα χρειάζεται για να προσδιοριστεί κάτω από ποιες συνθήκες συνέβησαν στο παρελθόν οι περισσότερες εξαφανίσεις ειδών δέντρων (Petit *et al.*, 2005). Τα αποτελέσματα διαφορετικών αναλύσεων είναι σε μεγάλο βαθμό διφορούμενα σχετικά με τις αντιδράσεις διαφόρων ταξινομικών μονάδων δέντρων στο κλίμα, ιδιαίτερα όσον αφορά στα κατακρημνίσματα. Ένας σημαντικός αριθμός παλαιοβοτανικών μελετών συσχετίζει τις αλλαγές στην κυκλοφορία της ατμόσφαιρας και το καθεστώς κατακρημνισμάτων με την τοπική εξαφάνιση ή την απότομη μείωση πληθυσμών ειδών δέντρων [π.χ. κατά το παρελθόν, η παρουσία και εξαφάνιση του *Pinus pinaster* κατά μήκος των πορτογαλικών ακτών (Garcia-Amorena *et al.*, 2007), ή του *Abies alba* στις νότιες Άλπεις (Tinner *et al.*, 2005)]. Δυστυχώς, τα κατακρημνίσματα είναι ανεπαρκώς κατανοητά στα σενάρια κλιματικής αλλαγής. Ένα σχετικό ερώτημα είναι το πόση αδράνεια στην κλιματική αλλαγή υπάρχει στα Μεσογειακά οικοσυστήματα (Petit *et al.*, 2005): τα αποτελέσματα από διαφορετικές αναλύσεις είναι αντικρουόμενα.

□ Μεταβολικές και φυσιολογικές αλλαγές

Οι φυσιολογικές αλλαγές, ως αποτέλεσμα ενός μεταβαλλόμενου κλίματος, σχετίζονται με κυτταρικές διεργασίες που ελέγχουν τη χρήση και ανταλλαγή ύλης

και ενέργειας. Σύμφωνα με εργαστηριακές μελέτες, αλλαγές στο καθεστώς της βροχόπτωσης, στη θερμοκρασία και στη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά τις διεργασίες αυτές. Παρόλο που οι αποκρίσεις εξαρτώνται από τα υπό μελέτη είδη, γενικότερα, όλα τα είδη φυτών θα βιώσουν μεταβολικές και φυσιολογικές αλλαγές ως συνέπεια της κλιματικής αλλαγής. Αυτές οι αλλαγές θα εμφανιστούν τόσο βραχυπρόθεσμα (μεταβολές στην παραγωγικότητα και την εξατμισοδιαπνοή), όσο και μακροπρόθεσμα (μεταβολές των αποθεμάτων σε θρεπτικά και νέες φυτικές κοινότητες προσαρμοσμένες στις νέες συνθήκες) (Robledo & Forner, 2005).

□ Δυναμική του άνθρακα

Η φωτοσύνθεση και η αναπνοή αποτελούν τις μεγαλύτερες ροές μέσα και έξω από τη βιόσφαιρα (Molles, 1999). Οι χερσαίες ροές άνθρακα αντιστοιχούν σε περισσότερη από τη μισή ποσότητα άνθρακα που μεταφέρεται μεταξύ της ατμόσφαιρας και της επιφάνειας της Γης (περίπου 120 γιγατόνοι/έτος) (Breshears *et al.*, 2001).

Οι δεξαμενές άνθρακα του εδάφους παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στη δέσμευση του ατμοσφαιρικού άνθρακα ενώ, την ίδια στιγμή, βελτιώνουν την παραγωγικότητα της περιοχής (π.χ. κατακράτηση νερού και παραγωγικότητα εδάφους). Παρόλο που οι δεξαμενές άνθρακα του εδάφους έχουν σε μεγάλο βαθμό εξαντληθεί λόγω της κατάχρησης και υποβάθμισης των εδαφών του περασμένου αιώνα, οι πρακτικές προσαρμογής στη διαχείριση των εδαφών μαζί με την κλιματική αλλαγή έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν τις δεξαμενές άνθρακα στο έδαφος, μετριάζοντας τον κίνδυνο απώλειας εδαφικού άνθρακα από σχετιζόμενα με την κλιματική αλλαγή ακραία φαινόμενα (π.χ. διάβρωση των εδαφών από καταρρακτώδεις βροχοπτώσεις, δασικές πυρκαγιές και απώλεια της βλάστησης λόγω ξηρασίας).

5.2 Δασικές Πυρκαγιές μεγάλης κλίμακας

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μέρος της φυσικής διαταραχής της δυναμικής της Μεσογειακής βλάστησης. Ωστόσο, η μετατροπή της Μεσογειακής βλάστησης από τον άνθρωπο μέσα στις χιλιετίες έχει διαφοροποιήσει τη φυσική δυναμική των δασικών πυρκαγιών, καθιστώντας δύσκολη την κατανόηση ή/και το χαρακτηρισμό των φυσικών δασικών πυρκαγιών σήμερα. Επιπλέον, για πολλά Μεσογειακά είδη είναι δύσκολο να καθοριστεί εάν οι πυρκαγιές ή οποιαδήποτε άλλη φυσική ή ανθρωπογενής διαταραχή έδρασε ως ο κύριος παράγοντας επιλογής για την προσαρμογή τους στο περιβάλλον:

- Στην περίπτωση των ξηροφυτικών ειδών κωνοφόρων όπως η Χαλέπιος πεύ-

κη (*Pinus halepensis*), έχει περιγραφεί μια «διπλή στρατηγική επιβίωσης»¹⁷, ως απόκριση κυρίως στις πυρκαγιές και στις περιόδους έντονης ξηρασίας (Goubitz *et al.*, 2004):

- α) Ένας πολύ επιτυχής πρώιμος έποικος μετά από ανθρωπογενείς δασικές πυρκαγιές
- β) Ένα πρωτοπόρο είδος και εισβολέας με πολύ μεγάλη αναγέννηση στις άκαυτες περιοχές όπου οι έντονες περίοδοι ξηρασίας και η χαμηλή γονιμότητα των εδαφών αποτελούν έναν σημαντικό περιορισμό στην ανάπτυξη των δέντρων

Παρόλο που τα κωνοφόρα είδη τείνουν να αποκρίνονται πιο αποτελεσματικά στην ξηρασία και στους παγετούς, εξαντλούν το υπόγειο νερό πιο γρήγορα από ό,τι τα πλατύφυλλα είδη.

- Στην περίπτωση των ειδών αείφυλλων πλατύφυλλων, όπως η κουμαριά (*Arbutus unedo*), μπορεί επίσης να περιγραφεί μια «διπλή στρατηγική επιβίωσης», ως απόκριση κυρίως στη φωτιά και στην έντονη βόσκηση – ένα πολύ επιτυχημένο είδος παραβλασταίνει μετά από πυρκαγιά και μετά από έντονη βόσκηση από οικόσιτα και από άγρια ζώα.

Παρόλο που τα αείφυλλα πλατύφυλλα τείνουν να αποκρίνονται λιγότερο αποτελεσματικά από ό,τι τα κωνοφόρα στην ξηρασία και στον παγετό (προβλήματα στο αγωγό σύστημα, θανάτωση κυττάρων και πέσιμο των φύλλων), βοηθούν στην καλύτερη διατήρηση του νερού του εδάφους.

Τα προσαρμοσμένα στη φωτιά οικοσυστήματα έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής για να αντεπεξέλθουν στη διαταραχή αυτή ή στις νέες περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια και μετά από μια πυρκαγιά (Valdecantos, 2008). Ωστόσο, όταν η περίοδος μεταξύ δύο συνεχόμενων περιστατικών πυρκαγιάς είναι πολύ μικρή για να επιτρέψει την αναπαραγωγή γόνιμων σπερμάτων ή για να ανακάμψει η δεξαμενή σπερμάτων του εδάφους από είδη που αναπαράγονται αποκλειστικά από σπέρματα (π.χ. *Pinus spp.*, *Ulex parviflorus*, *Cistus spp.*, *Rosmarinus officinalis*), η ανάκαμψη του οικοσυστήμα-

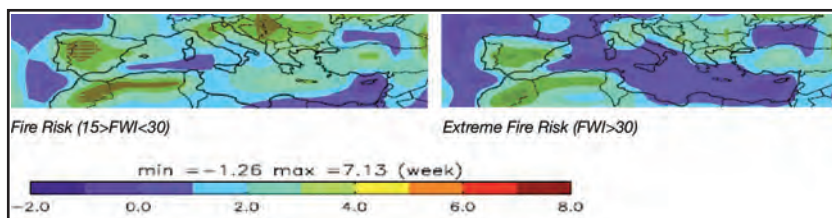
17 Ως προσαρμογή στη φωτιά και στην ξηρασία περιγράφονται μια σειρά αναπαραγωγικών χαρακτηριστικών, από τα οποία η βραδυχωρία (serotiny) θα πρέπει να αναφερθεί. Η βραδυχωρία περιγράφεται ως η διατήρηση ώριμων σπερμάτων σε μια τράπεζα σπέρματος αποθηκευμένη στην κώμη, με συγχρονισμένη καθυστερημένη διασπορά – άνοιγμα του κώνου και απελευθέρωση των σπερμάτων – σε περιόδους ευνοϊκότερων συνθηκών: φωτιάς και εξαιρετικά ξηρών καιρικών συνθηκών (Enright *et al.*, 1998). Η βραδυχωρία είναι συνηθισμένη στα είδη πεύκων και σε κάποια αγγειόσπερμα από το βόρειο ημισφαίριο (όπως Αυστραλία και Νότια Αφρική) που αναπτύσσονται σε οικοσυστήματα επιρρεπή στις πυρκαγιές.

τος στην προ διαταραχής κατάσταση του είναι απίθανο να συμβεί και οι διεργασίες αυτοδιαδοχής μεταβάλλονται (Valdecantos, 2008).

Οι σχετιζόμενες με την παγκόσμια θέρμανση αλλαγές στο καθεστώς των δασικών πυρκαγιών (μεγάλης κλίμακας πυρκαγιές, υψηλότερη περιοδικότητα με επανάληψη των περιστατικών πυρκαγιών στην ίδια περιοχή για διαδοχικά χρόνια ή έπειτα από λίγα χρόνια και αλλαγές στην εποχικότητα των δασικών πυρκαγιών, με την πιθανότητα πυρκαγιές να εμφανίζονται εκτός της θερινής περιόδου) όχι μόνο προκαλούν δραματικά περιβαλλοντικά (π.χ. απώλεια δασών και ειδών, διάβρωση εδαφών, πλημμύρες) και κοινωνικο-οικονομικά προβλήματα, αλλά, επίσης, οδηγούν σε αλλαγές στα οικοσυστήματα (π.χ. τα επιρρεπή στη φωτιά είδη όπως η Χαλέπιος πεύκη μπορεί να επηρεαστούν αρνητικά από πυρκαγιές που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της εποχής ωρίμανσης των κώνων και από μεγαλύτερης συχνότητας πυρκαγιές, καταλήγοντας σε υψηλή πιθανότητα εξαφάνισης του είδους από μια περιοχή).

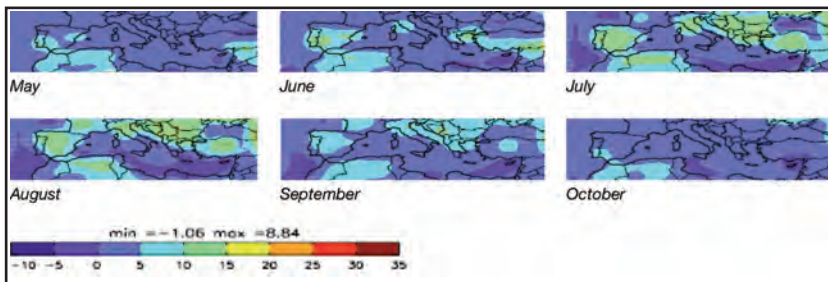
Οι Γιαννακόπουλος *et al.* (2005) προέβλεψαν τις ακόλουθες αλλαγές στην επικινδυνότητα των Μεσογειακών πυρκαγιών βασισμένες στον Καναδικό Δείκτη Επικινδυνότητας Πυρκαγιών (Canadian Fire Weather Index, FWI):

- Δύο έως έξι πρόσθετες εβδομάδες επικινδυνότητας πυρκαγιών αναμένονται παντού εκτός από την Προβηγκία, τη νότια Ιταλία/ Σαρδηνία, τη βόρεια Τυνησία και τη Λιβύη, όπου προβλέπεται μία παραπάνω εβδομάδα, και την Αίγυπτο και τη Μέση Ανατολή όπου δεν προβλέπεται αύξηση. Μεγαλύτερη αύξηση, έως και 6-7 εβδομάδες, προβλέπεται στην ενδοχώρα (στην κεντροδυτική Ιβηρική Χερσόνησο, τα βουνά και υψίπεδα του Άτλαντα στη βόρεια Αφρική, σε μεγάλα τμήματα της Σερβίας, της Βοσνίας-Ερζεγοβίνης και του Μαυροβουνίου στα Βαλκάνια, και στη βορειοανατολική Ιταλία), όπου ένα σημαντικό ποσοστό αυτής της αύξησης θα σχετίζεται με μέγιστη επικινδυνότητα πυρκαγιών. Μια μικρότερη αύξηση αναμένεται στις παράκτιες περιοχές με σχεδόν καμία μεταβολή στη μέγιστη επικινδυνότητα πυρκαγιών εκτός από την Ιβηρική Χερσόνησο, το Μαρόκο, τη βόρεια Ιταλία και την ανατολική ακτή της Αδριατικής.



Σχήμα 8 (Γιαννακόπουλος *et al.*, 2005): Αύξηση του αριθμού ημερών (σε εβδομάδες) επικινδυνότητας πυρκαγιών.

- Η μέγιστη αύξηση στην επικινδυνότητα πυρκαγιάς θα σημειωθεί τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, κυρίως στο κεντρικό τμήμα της Ιβηρικής Χερσονήσου, τη βόρεια Ιταλία, τα Βαλκάνια και την κεντρική Ανατολία. Εκτός των καλοκαιρινών μηνών, αύξηση της επικινδυνότητας πυρκαγιάς αναμένεται το Μάιο και τον Οκτώβριο στην Ιβηρική Χερσόνησο, το Μαρόκο, την Αλγερία, και μόνο το Μάιο στη νοτιοανατολική Τουρκία και Συρία.
- Πορτογαλία: Δασικές πυρκαγιές σχετιζόμενες με το κύμα καύσωνα του 2003 είχαν ως αποτέλεσμα μια εξαιρετικά μεγάλη καμένη έκταση (περίπου 450.000 ha), που αντιστοιχεί στο 13% περίπου της συνολικής δασικής έκτασης της χώρας.



Σχήμα 9 (Γιαννακόπουλος et al., 2005): Μηνιαίες αλλαγές του μέσου FWI από τον Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο μεταξύ της περιόδου αναφοράς (1961-90) και της μελλοντικής περιόδου (2030-60).

- Ισραήλ (Pe'er G. & U.N. Safriel, 2000): Καθυστερημένες χειμερινές βροχοπτώσεις θα αυξήσουν την επικινδυνότητα πυρκαγιάς στις δασικές περιοχές, καθώς οι περισσότερες πυρκαγιές σημειώνονται το φθινόπωρο κατά τη διάρκεια της μέγιστης ξηρασίας της βλάστησης. Η συχνότητα, η ένταση και η έκταση των πυρκαγιών θα αυξηθούν λόγω της χαμηλότερης εδαφικής υγρασίας, της αυξημένης εξάτμισης και της αυξημένης συχνότητας και έντασης των κυμάτων καύσωνα. Η αυξημένη συχνότητα των πυρκαγιών μπορεί να επηρεάσει την υψηλή δυνατότητα αντίδρασης και αναγέννησης πολλών από τα δασικά είδη του Ισραήλ, και, επομένως, τα δασικά οικοσυστήματα ενδέχεται να επηρεαστούν σε μεγάλο βαθμό.

5.3 Μαρασμός των δασών

Η άνοδος της θερμοκρασίας, ως συνέπεια της κλιματικής αλλαγής, αυξάνει το κόστος της αναπνοής των ζωντανών ιστών. Επιπλέον, η μείωση των κατακρημνισμάτων μπορεί να περιορίσει σημαντικά τη μικτή πρωτογενή παραγωγή των δασών και, συνεπώς, τις ισορροπίες του άνθρακα σε κάποια Μεσογειακά δάση. Κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων με εξαιρετικά χαμηλή ετήσια βροχοπτώση, το κόστος της αναπνοής αντισταθμίζεται με τη χρήση υδρογονανθράκων που

είναι αποθηκευμένοι στα φυτά. Όταν η δεξαμενή αυτή εξαντληθεί, τα συμπτώματα του μαρασμού γίνονται ορατά. Έτσι, η παρακολούθηση των ποσοτήτων του αμύλου στα φυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας αποτελεσματικός δείκτης για την πρόληψη του μαρασμού. Η μείωση του κόστους της αναπνοής των δασών είναι σημαντική για την επιβίωσή τους σε δυσμενείς περιόδους. Η μείωση της πυκνότητας των παραβλαστημάτων έχει αποδειχθεί πειραματικά ως μια χρήσιμη διαχειριστική πρακτική για να ξεπεραστούν κάποιες από τις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Gracia, 2006).

5.4 Δασικά παράσιτα

Τα αυξημένα επίπεδα του CO₂ στην ατμόσφαιρα προκαλούν αύξηση στο λόγο C/N στους ιστούς των φυτών, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη χαμηλότερη ποιότητα τροφής για πολλά φυλλοφάγα έντομα. Κάποια έντομα αποκρίνονται αυξάνοντας τα επίπεδα κατανάλωσης φύλλων και, συνεπώς, τη ζημιά στο δέντρο, ενώ άλλα παρουσιάζουν υψηλότερη θνησιμότητα και μειωμένη λειτουργία. Το επίπεδο της χημικής άμυνας των φυτών μπορεί επίσης να επηρεαστεί από μια αλλαγή στο CO₂. Η θερμοκρασία επηρεάζει είτε την επιβίωση εντόμων που είναι ενεργά κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου, όπως η Πιτυοκάμπη, ή το μηχανισμό συγχρονισμού μεταξύ του ξενιστή και των φυτοφάγων, όπως στην περίπτωση του Φυλλοδέτη της Μελιάς (*Iarch bud moth*). Μία αύξηση στη θερμοκρασία μπορεί να μεταβάλει το μηχανισμό με τον οποίο τα έντομα ρυθμίζουν τους κύκλους τους στο τοπικό κλίμα (διάπαυση), καταλήγοντας σε γρηγορότερη ανάπτυξη και σε ένα μεγαλύτερο διατροφικό ρυθμό - μια τεχνική για να ξεπεραστούν κάποια δυσμενή αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής (Battisti, 2004).

5.5 Είδη εισβολείς

Η κλιματική αλλαγή είναι βέβαιο πως θα αυξήσει την ικανότητα εισβολής των ξενικών ειδών. Αποτελέσματα πειραμάτων δείχνουν ότι σε υψηλά επίπεδα CO₂ τα ξενικά είδη κάνουν πιο αποτελεσματική χρήση του διαθέσιμου νερού και έτσι γίνονται πιο αποτελεσματικά από τα αυτόχθονα είδη. Η αύξηση στη λίπανση αζώτου ωφελεί, επίσης, τα ξενικά είδη έναντι των αυτοχθόνων ειδών (Lloret *et al.*, 2004).

Ο αριθμός των ξενικών ειδών στην περιοχή της Μεσογείου έχει αυξηθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών. Παρόλο που τα ξενικά είδη έχουν ακόμα μια μέτρια παρουσία στο περιβάλλον των Μεσογειακών δασών (με εξαίρεση τα παρόχθια δασικά οικοσυστήματα), κάποια ξενικά είδη δέντρων (π.χ. *Ailanthus altissima*, *Acacia* spp., *Robinia pseudoacacia*) έχουν ήδη γίνει επιθετικά σε ορισμένες περιοχές, εποικώντας τις άκρες των δασών και μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις. Τα Μεσογειακά παρόχθια δάση αποτελούν ένα πολύ ευαίσθητο στα ξενικά είδη περιβάλλον, τα οποία συχνά εποικίζουν μεγάλες εκτάσεις με υψηλό δυναμικό ανάπτυξης (Lloret *et al.*, 2004).

6 Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή

Από την αρχή της δεκαετίας του 1990, οι εκτιμήσεις των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και οι συνέπειές τους στη διαχείριση των φυσικών πόρων είναι στο επίκεντρο πολλών ερευνητικών προγραμμάτων παγκοσμίως. Παρά αυτήν την έντονη επιστημονική προσπάθεια, ελάχιστα έχουν γίνει ως σήμερα στο σχεδιασμό και την εφαρμογή μέτρων προσαρμογής της διαχείρισης και προστασίας των δασών. Το γεγονός αυτό οφείλεται:

- Στις πολλές αβεβαιότητες που υπάρχουν ακόμη σχετικά με τις προβλέψεις της μελλοντικής κλιματικής διακύμανσης και τις εξομοιώσεις των αντιδράσεων.
- Στην έλλειψη προληπτικής συνεργασίας και διασύνδεσης μεταξύ των δασοδιαχειριστών και της επιστημονικής έρευνας και των αποτελεσμάτων της.
- Στις «όχι ακόμη ώριμες» συνθήκες (σε όρους ευαισθητοποίησης, δυνατοτήτων, πολιτικών, κινήτρων, προσέγγισης, συμπεριλαμβανομένης και της κλίμακας του σχεδιασμού και της παρέμβασης κ.ά.), τόσο σε εθνικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο.

6.1 Τι είναι προσαρμογή;

Σύμφωνα με τους Spittlehouse & Stewart (2003), η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή συνίσταται στις ρυθμίσεις σε οικολογικά, κοινωνικά και οικονομικά συστήματα, ως απόκριση στις συνέπειες της αλλαγής του κλίματος. Όσον αφορά στα τρωτά οικοσυστήματα, η προσαρμογή απαιτεί ευέλικτες πρακτικές διαχείρισης που θα προάγουν την έμφυτη προσαρμοστικότητα των ειδών και ενδιαιτημάτων και θα μειώσουν τις ανθρωπογενείς πιέσεις που αυξάνουν την τρωτότητα στην κλιματική διακύμανση και αλλαγή (Hulme, 2005). Αυτό συχνά συνεπάγεται την ανάληψη προσπαθειών οικολογικής αποκατάστασης για την επαναφορά ανεκτών περιβαλλοντικών συνθηκών για τους πληθυσμούς των δασικών ειδών, των δασικών συστάδων και των τοπίων τα οποία έχουν αλλάξει σε μεγάλο βαθμό λόγω της προηγούμενης χρήσης γης από τον άνθρωπο.

Η φύση, γενικά, και τα δασικά οικοσυστήματα, πιο συγκεκριμένα, θα προσαρμοστούν αυτόνομα στην κλιματική αλλαγή όπως έχουν κάνει κατά τη διάρκεια των

περασμένων χιλιετιών. Ωστόσο, εμείς ίσως επιθυμούμε να επηρεάσουμε τα όρια, την κατεύθυνση και το χρόνο αυτής της προσαρμογής, έτσι ώστε να αμβλύνουμε το κοινωνικο-οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος των διεργασιών τής διαταραχής που επιτείνεται από την κλιματική αλλαγή και να διατηρήσουμε αξίες για την κοινωνία των σημερινών οικονομικών και οικολογικών συστημάτων (π.χ. *in situ* διατήρηση των ειδών και των ενδιαιτημάτων προτεραιότητας που αναφέρονται στα παραρτήματα της Οδηγίας για τα Ενδιαιτήματα, προστασία και βιώσιμη διαχείριση των δασών από Φελλοδρύ στη δυτική Μεσόγειο για τη διατήρηση των οικονομιών που σχετίζονται με το φελλό και των ανθρώπων που βιοποριστικά εξαρτώνται από αυτόν).

Θεωρώντας ότι ενδείξεις για την κλιματική αλλαγή έχουν ήδη παρατηρηθεί τις τελευταίες δεκαετίες, οι δράσεις προσαρμογής δεν αποτελούν απλά κάτι που θα πρέπει να εφαρμοστεί στο μέλλον, αλλά μια επείγουσα αναγκαιότητα για το παρόν.

6.2 Δάση και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Τα δάση είναι πολύ δυναμικά οικοσυστήματα, τα οποία βρίσκονται σε μια συνεχή διαδικασία αλλαγής και αναδιάρθρωσης στο χώρο και το χρόνο, και σε διαφορετικές κλίμακες. Αυτό είναι γνωστό ως οικολογική διαδοχή, μια διαδικασία η οποία περιλαμβάνει:

- Την εσωτερική δυναμική των ειδών: διαφορετικοί τύποι αλληλεπιδράσεων των ειδών και δυνατοτήτων για διευκόλυνση, αναστολή ή ανοχή άλλων ειδών, όταν ανταγωνίζονται για περιορισμένους πόρους (όπως θρεπτικά, νερό και χώρος).
- Την τροποποίηση του περιβάλλοντος: διαμόρφωση εδάφους, μικροκλιματικές συνθήκες κ.λπ.
- Την ύπαρξη εξωτερικών δυνάμεων ή διαταραχών, συμπεριλαμβανομένων των κλιματικών αλλαγών οι οποίες κάνουν τους πόρους διαθέσιμους ξανά, αλλάζουν τη δεξαμενή των ειδών μέσα στο χρόνο και αδιάκοπα ξανασχηματίζουν δασικές κοινότητες.

Επομένως, τα δάση επηρεάζονται από κλιματικές συνθήκες και απρόβλεπτες αλλαγές του κλίματος, και τα δάση επηρεάζουν το κλίμα με τη σειρά τους:

- Στοχαστικές διαταραχές, συχνά οδηγούμενες από ακραία κλιματικά γεγονότα, ενεργοποιούν αποκρίσεις προσαρμογής των δασικών ειδών, που μονίμως προσαρμόζονται σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον ακολουθώντας τις τάσεις της περιβαλλοντικής αλλαγής.

- Η εξέλιξη, με το χρόνο, των δασικών κοινοτήτων βοηθά στη δημιουργία συνθηκών μικροκλίματος στον υπόροφο του δάσους, κάτι που επιτρέπει την ύπαρξη ειδών τα οποία ίσως να μην άντεχαν στις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες. Χάρη σε αυτό το χαρακτηριστικό, η διατήρηση και αποκατάσταση των ώριμων, μεγάλων σε ηλικία δασικών συστάδων, είναι εξαιρετικά πολύτιμη για την ανάπτυξη ανθεκτικότητας απέναντι στη μελλοντική κλιματική αλλαγή.

Κάτω από μία τέτοια δυναμική προσέγγιση, η ανθεκτικότητα των δασών συνίσταται στις συνθήκες που επιτρέπουν σε ένα δασικό οικοσύστημα να απορροφά τις αλλαγές στο περιβάλλον και να παραμένει σταθερό (Holling, 1973). Η προσαρμογή των δασικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή συνεπάγεται την κατανόηση και την επενέργεια σε αυτές τις συνθήκες που θα βοηθήσουν στην αύξηση της ανθεκτικότητας του δάσους.

Οι επιλογές προσαρμογής των δασών στην κλιματική αλλαγή θα εξαρτηθούν από τους πρωταρχικούς στόχους των δασικών πολιτικών (π.χ. προϊόντα ξύλου και/ή άλλα προϊόντα, διατήρηση των ορεινών δασών για αναψυχή, διατήρηση των γενετικών πόρων και της βιοποικιλότητας των φυσικών δασών) όταν θα αξιολογείται η τρωτότητα στην κλιματική αλλαγή. Ωστόσο, η κοινωνία σήμερα απαιτεί πολυ-λειτουργικά δασικά συστήματα, όχι μόνο για την παροχή επαρκούς ποσότητας και ποιότητας ξυλείας, αλλά και για την παροχή μιας μεγάλης ποικιλίας αγαθών και υπηρεσιών, από τη δέσμευση άνθρακα, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την επαρκή ποσότητα και ποιότητα νερού, έως αισθητικές και συναισθηματικές αξίες. Οι επιλογές προσαρμογής θα απαιτήσουν συμβιβασμούς, έτσι ώστε να ισορροπήσουν όλες οι απαιτήσεις.

Οι αλλαγές στο κλίμα συμβαίνουν ταυτόχρονα με αλλαγές στις χρήσεις γης, την απόθεση αζώτου και τη ρύπανση του αέρα, με αποτέλεσμα οι επιλογές προσαρμογής να απαιτούν ρυθμίσεις για την αύξηση της ανθεκτικότητας των δασών απέναντι σε ένα πιο σύνθετο συνδυασμό αλλαγών.

Οι κύκλοι ζωής των δασών κυμαίνονται από μερικές δεκαετίες (όπως οι ταχυαυξείς φυτείες δέντρων), έως αιώνες (φυσικά δασικά οικοσυστήματα) και, επομένως, τα διαχειριστικά σχέδια θα πρέπει να λάβουν υπόψη τις προβλέψεις για βιολογικές μεταβολές λόγω της κλιματικής αλλαγής μέσα στον επόμενο αιώνα (Spittlehouse & Stewart, 2003). Σε γενικές γραμμές, οι βιολογικές μεταβολές θα συνίστανται σε:

- Ανοχή στην περιβαλλοντική αλλαγή και *in situ* διατήρηση (λόγω φαινοτυπικής πλαστικότητας η επιβίωση, η ανάπτυξη και η αναπαραγωγή είναι ακόμα δυνατές τοπικά, ακόμα και εάν το περιβάλλον αλλάξει).

Και/ή, παράλληλα:

- *In situ* προσαρμογή των ειδών με υψηλή φαινοτυπική πλαστικότητα¹⁸ (λόγω της υποκείμενης κληρονομήσιμης γενετικής ποικιλομορφίας /ποικιλότητας), τα οποία μπορούν να εξελιχθούν και να προσαρμοστούν γενετικά στις νέες συνθήκες.

Και/ή, παράλληλα:

- Περισσότερες ή λιγότερες μεταβολές μεγάλης κλίμακας των μεγαδιαστάσεων, με τη μετακίνηση των ορίων κατανομής των ειδών προς τα βόρεια και προς τα πάνω σε υψόμετρο, ακολουθώντας αλλαγές στο κατάλληλο για αυτά βιοτικό περιβάλλον και διατηρώντας το «κλιματικό τους θύλακα».

Και/ή (στην περίπτωση της ύπαρξης φραγμών), παράλληλα:

- Μειωμένος ρυθμός αύξησης και επιτυχίας αναγέννησης, η οποία μπορεί να οδηγήσει τελικά σε εξαφάνιση λόγω της έλλειψης ικανότητας αντιμετώπισης των βιοτικών αλλαγών.

Όλες αυτές οι αλλαγές πιθανότατα θα οδηγήσουν:

- Στην εμφάνιση νέων συναθροίσεων ειδών στο χώρο και στο χρόνο, οι οποίες μπορεί επίσης να επηρεαστούν από αλλαγές στην ανταγωνιστικότητα των διαφορετικών ειδών.
- Σε αυξημένο ανταγωνισμό από είδη εισβολείς.

Οι αποκρίσεις δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενες αλλά μπορεί να συμβαίνουν ταυτόχρονα, και θα καθοδηγηθούν από γεωγραφικούς παράγοντες (π.χ. την ύπαρξη φυσικών φραγμών ή μεταναστευτικών διαδρόμων), φυσικούς παράγοντες (π.χ. τη διαθεσιμότητα ή έλλειψη θρεπτικών, το βάθος του εδάφους, λιθολογία), ανθρωπογενείς παράγοντες (την ύπαρξη φραγμών ως αποτέλεσμα της μεταβολής του τοπίου, την εισαγωγή ή μη ειδών εισβολέων), και οικολογικούς παράγοντες (π.χ. αλλαγές στην ανταγωνιστικότητα των διαφορετικών ειδών). Ο κύριος περιοριστικός παράγοντας στο περιβάλλον της Μεσογείου είναι το νερό.

Δεδομένων των διαστάσεων και του ρυθμού της προβλεπόμενης κλιματικής αλλαγής, τα δέντρα και τα δάση θα επηρεαστούν σημαντικά. Η προσαρμογή απο-

¹⁸ Η φαινοτυπική πλαστικότητα αναφέρεται στη δυνατότητα ενός γονότυπου να επιδείξει εναλλακτικά μορφολογικά, συμπεριφοριστικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά (ένα εύρος φαινοτύπων) ως απόκριση στη διακύμανση των περιβαλλοντικών συνθηκών.

τελεί, επομένως, ένα σημαντικό ζήτημα και θα πρέπει να δρομολογηθεί το συντομότερο δυνατόν. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό λόγω του μακροπρόθεσμου χρονικού πλαισίου οποιασδήποτε διαχειριστικής απόφασης λαμβάνεται στη δασοπονία. Σε αντίθεση με άλλους τομείς, πέντε, είκοσι ή ακόμα και πενήντα χρόνια είναι βραχυπρόθεσμοι ορίζοντες σχεδιασμού για κάποια στοιχεία της διαχείρισης των δασών. Το 2080, μια δρυς που θα φυτευτεί σήμερα θα είναι μόνο στα μισά του περίτροπου χρόνου, ενώ ως συστατικό ενός ημιφυσικού δάσους θα βρίσκεται ακόμα σε νεανικό στάδιο. Η δυσκολία έγκειται στο να διασφαλιστεί ότι οι αποφάσεις που λαμβάνονται τώρα, ιδιαίτερα για το φυτευτικό υλικό, είναι κατάλληλες τόσο για τις τρέχουσες, όσο και για τις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες. Επίσης, οι αποφάσεις δεν θα πρέπει να περιοριστούν στην επιλογή του φυτευτικού υλικού — ο σχεδιασμός σε επίπεδο τοπίου είναι εξίσου ουσιώδης, με τις μεγαλύτερες και λιγότερο κατακερματισμένες δασικές εκτάσεις να είναι πιθανότατα πιο εύρωστες μπροστά σε οποιαδήποτε περιβαλλοντική διαταραχή. Τα δίκτυα δασών θα παρέχουν την ευκαιρία στην αυτόχθονη χλωρίδα και πανίδα να μεταναστεύει καθώς η κλιματική αλλαγή προχωρά¹⁹.

6.3 Επιλογές προσαρμογής για τα Μεσογειακά δάση

□ Τα Μεσογειακά δάση

θα προσαρμοστούν αυτόνομα στην κλιματική αλλαγή χωρίς την ανάγκη ανθρωπίνης μεσολάβησης. Ωστόσο:

- Η κοινωνία είναι σήμερα ιδιαίτερα εξαρτημένη από τα αγαθά και τις υπηρεσίες που παρέχονται από τα δασικά οικοσυστήματα ως έχουν σήμερα.
- Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα Μεσογειακά δάση θα επιδεινωθούν από τις μη βιώσιμες αλλαγές στις χρήσεις γης.

Αυτό υποδηλώνει την ανάγκη για τον εκ των προτέρων σχεδιασμό στρατηγικών και επιλογών για την αποτροπή μεγαλύτερων αλλαγών (π.χ. διαδικασίες εξασφάλισης, τις συνέπειες ακραίων φαινομένων) και τη διευκόλυνση της *in situ* προσαρμογής των δασών και της μετανάστευσης των ειδών, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι επιθυμητές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες.

Είναι απαραίτητο να εφαρμοστούν επεμβάσεις προσαρμογής πριν εμφανιστούν μη αναστρέψιμες απώλειες, ή πριν επιτευχθούν οι απολύτως βέβαιες, προερχόμενες από την κλιματική αλλαγή, βλάβες στα δασικά οικοσυστήματα. Ωστόσο, μια προληπτική προσέγγιση είναι επίσης απαραίτητη για την αποφυγή ανεπιθύ-

19 <http://www.forestresearch.gov.uk/website/forestresearch.nsf/ByUnique/INFD-5ZYFEX>.

μητων συνεπειών από σχεδιαζόμενες επιλογές προσαρμογής με υψηλή αβεβαιότητα και ισχνή επιστημονική βάση. Θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι:

- Σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα θα πρέπει να αναμένουμε το μη αναμενόμενο (και απρόβλεπτο) και να κρατάμε ανοιχτές όσες το δυνατό περισσότερες επιλογές απόκρισης (Walker & Steffen, 1997).
- Τις αβεβαιότητες και τους περιορισμούς των μοντέλων όσον αφορά τις προβλέψεις του εύρους κατανομής των ειδών, τις ευκαιρίες για *in situ* διατήρηση και για μετανάστευση, και τους ρυθμούς εξαφάνισης (Pearson *et al.*, 2006).
- Μια στρατηγική-κλειδί για προσαρμογή, ενώπιον της αβεβαιότητας, είναι η διατήρηση των οικολογικών δομών και διεργασιών σε όλα τα επίπεδα και η μείωση των υφιστάμενων πιέσεων στα φυσικά οικοσυστήματα (Markham & Malcolm, 1996), ενσωματώνοντας τη διατήρηση της βιοποικιλότητας σε άλλους τομείς χρήσης γης, έτσι ώστε οι κοινωνικές αποκρίσεις στην κλιματική αλλαγή να μη θέτουν σε κίνδυνο τη βιοποικιλότητα.

Τα Μεσογειακά δάση χαρακτηρίζονται από υψηλή βιολογική ποικιλότητα. Οι Μεσογειακοί πληθυσμοί ειδών δέντρων που έχουν μια ευρύτερη Ευρωπαϊκή κατανομή είναι γενετικά περισσότερο ποικίλοι από τους πληθυσμούς που είναι εγκατεστημένοι στα βορειότερα γεωγραφικά πλάτη. Πληθυσμοί και είδη συχνά χαρακτηρίζονται από διάσπαρτη, κατά τόπους, κατανομή και είναι ιδιαίτερα διαφοροποιημένοι. Την ίδια στιγμή, αρκετά είδη έχουν μεγάλη και εκτεταμένη κατανομή σε διαφορετικά περιβάλλοντα, ενώ τα δασικά τοπία της Μεσογείου παρουσιάζουν υψηλή ετερογένεια φιλοξενώντας πολλούς τύπους ενδιαιτημάτων και ειδών. Η καλύτερη στρατηγική προσαρμογής θα πρέπει να υποστηρίζει την αύξηση της ποικιλότητας σε όλα τα επίπεδα (γένους, είδους, κοινότητας και τοπίου).

□ Επιλογές προσαρμογής για τη διατήρηση των γενετικών πόρων

Οι πληθυσμοί των δέντρων που αρχικά έχουν υψηλά επίπεδα γενετικής ποικιλότητας ενδέχεται να προσαρμοστούν στις νέες κλιματικές συνθήκες, παρόλο που η ένταση της κλιματικής αλλαγής θα μειώσει σίγουρα το μέγεθος και την πυκνότητα του πληθυσμού και, επομένως, η γενετική ποικιλότητα του πληθυσμού μπορεί να μειωθεί λόγω στοχαστικών γεγονότων, γενετικής παρέκκλισης ή ομομιξίας (Parageorgiou, 2008). Την ίδια στιγμή, κάποιοι πληθυσμοί δέντρων θα πρέπει να εξειδικευτούν στις νέες συνθήκες τόσο πολύ, που η συνολική γενετική ποικιλότητα και προσαρμοστικότητα στις μελλοντικές αλλαγές ενδέχεται να μειωθεί.

Ο κύριος στόχος της διατήρησης των γενετικών πόρων είναι, πέρα από κάθε οικονομική συλλογιστική, η διατήρηση της εξελικτικής-προσαρμοστικής ικανό-

τητας των ειδών, των κοινοτήτων και των οικοσυστημάτων. Οι στρατηγικές για την προσαρμοστική προστασία και διαχείριση των Μεσογειακών δασών μπορούν να λάβουν χώρα *in situ* ή *ex situ*.

Οι *in situ* στρατηγικές θα πρέπει να βοηθήσουν στη διατήρηση και την ενίσχυση της λειτουργίας του γενετικού συστήματος που εξασφαλίζει τη μεταφορά της γενετικής ποικιλότητας από τη μία γενιά στην άλλη και επιτρέπει την εξέλιξη (Parageorgiou, 2008). Έμφαση θα πρέπει να δοθεί στα ακόλουθα:

- Η μακροπρόθεσμη προοπτική επιβίωσης των γενετικών αποθεμάτων θα πρέπει να αξιολογηθεί. Οι ακριανοί και απομονωμένοι πληθυσμοί εντός των περιοχών κατανομής μπορεί να παίξουν ένα σημαντικό ρόλο κατά αυτή την έννοια. Τα μέτρα προστασίας για τα «γενετικά αποθέματα» θα προϋποθέτουν μέτρα προστασίας για τα ενδιαιτήματα και όχι μόνο για τους γονότυπους ή τα σπάνια είδη (Fady, 2008).
- Η διατήρηση υψηλής γενετικής ποικιλότητας θα βοηθήσει στη διασφάλιση μεγαλύτερης ικανότητας προσαρμογής των δασών. Τα δασικά είδη και οι πληθυσμοί με υψηλότερη φαινοτυπική πλαστικότητα και ποικιλότητα γονοτύπων μπορούν να αντεπεξέλθουν καλύτερα στις αλλαγές του περιβάλλοντος.
- Θα πρέπει να αντιμετωπιστεί η ανάγκη για ενίσχυση της γονιδιακής ροής για προσαρμογή (υβριδοποίηση) (Fady, 2008).
- Προκειμένου να εξασφαλιστεί η μεταφορά της γύρης και των σπερμάτων, θα πρέπει να αποφευχθούν μέτρα που διαταράσσουν το γενετικό σύστημα των δασικών πληθυσμών (π.χ. ο κατακερματισμός των δασών και η χαμηλή πυκνότητα του δάσους) (Parageorgiou, 2008).
- Οι δραστηριότητες αποκατάστασης θα πρέπει να επικεντρωθούν στην προστασία της φυσικής αναγέννησης και όπου εφαρμόζεται ή απαιτείται φύτευση, το χρησιμοποιούμενο υλικό θα πρέπει να προέρχεται από τοπικά σπέρματα (Parageorgiou, 2008).
- Θα πρέπει να εξεταστεί η μετεγκατάσταση γενετικού υλικού σε ψυχρότερα και πιο υγρά κλίματα. Κάποιες άλλες, πιο ανθεκτικές στην ξηρασία προελεύσεις και γονότυποι μπορούν επίσης να εξετασθούν, παρόλο που είναι δύσκολο να εκτιμηθούν οι αποκρίσεις τους σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα. Η νέα Ευρωπαϊκή νομοθεσία για το Δασικό Αναπαραγωγικό Υλικό (ΔΑΥ, οδηγία 1999/105) επισημαίνει τον κίνδυνο από την αύξηση των μακρινών μεταφορών ΔΑΥ δια μέσου της Ευρώπης, που βασίζονται στη βραχεία οικονομική απόδοση και όχι σε οικολογικές συνιστώσες, προωθώντας, έτσι, τη χρήση μη προσαρμοσμένου (και μη τοπικού) υλικού (Fady, 2008).

Όταν τα είδη ή οι πληθυσμοί δεν είναι δυνατό να προσαρμοστούν και οι προσπάθειες για *in situ* διατήρηση δεν είναι δυνατό να αποτρέψουν την απώλεια ειδών, χρειάζονται μέτρα *ex situ* για τη διατήρηση της γενετικής ποικιλότητας:

- Συχνές και αντιπροσωπευτικές συλλογές σπερμάτων από τα πιο σημαντικά και περισσότερο απειλούμενα δασικά είδη θα πρέπει να αποτελέσουν προτεραιότητα. Αυτά τα σπέρματα μπορούν να διατηρηθούν σε τράπεζες γονιδίων και σε φυτείες και μπορούν να συνεισφέρουν στην αύξηση της γενετικής βάσης των φυσικών πληθυσμών μέσω της δημιουργίας σποροπαραγωγικών συστάδων που θα παρέχουν ποικίλους σπόρους για δραστηριότητες αποκατάστασης (Parageorgiou, 2008).

□ Επιλογές προσαρμογής στη διαχείριση των δασών

Αρκετές μελέτες²⁰ έχουν μοντελοποιήσει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε διαφορετικά δασικά οικοσυστήματα, υποδεικνύοντας πιθανά διαχειριστικά μέτρα για την άμβλυνση των δυσμενών επιπτώσεων της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής και την ταυτόχρονη επαύξηση των αποθεμάτων άνθρακα στα δάση.

Βάσει των προσομοιώσεων των μοντέλων, των παρατηρήσεων στο πεδίο και των απόψεων των ειδικών, προτείνονται μια σειρά από διαχειριστικές στρατηγικές προσαρμογής των δασών. Αναφέρουμε τα ακόλουθα:

Αλλαγές στη σύνθεση ειδών δέντρων

- Επιτάχυνση της μετανάστευσης με τη φύτευση νέων ειδών δέντρων τα οποία είναι καλύτερα προσαρμοσμένα στις προβλεπόμενες κλιματικές συνθήκες. Η επιλογή αυτή μπορεί, ωστόσο, να περικλείει υψηλούς κινδύνους λόγω των αβεβαιοτήτων της κλιματικής αλλαγής.
- Αύξηση των μικτών δασικών συστάδων και της ποικιλότητας των δέντρων, ειδικά στις ζώνες των οικοτόνων, συνδυάζοντας είδη με διαφορετικές στρατηγικές επιβίωσης (πρεμνοφυή, σπερμοφυή δέντρα κ.λπ.) και είδη ανεκτικά στην ξηρασία. Οι μικτές δασικές συστάδες θεωρούνται από τους ειδικούς πιο «φυσικές» και προσαρμόσιμες στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες ή στις πιθανές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής (π.χ. παράσιτα).

Προστασία/αποκατάσταση των φορέων βιόχωρης διασποράς

Αυτοί μπορεί να παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στη διασπορά μακρινών αποστάσεων (π.χ. πληθυσμοί πουλιών, μεταναστευτικά είδη).

20 Π.χ. το χρηματοδοτούμενο από την Ε.Ε. πρόγραμμα SilvStrat ερευνά επιλογές δασικής προσαρμογής σε πιλοτικές περιοχές στη βόρεια, κεντρική και νότια Ευρώπη, η μελέτη EUFORGEN για την Κλιματική Αλλαγή και τη Δασική Γενετική Ποικιλότητα στην Ευρώπη.

Αλλαγές στις δασοπονικές πρακτικές

- Αλλαγές στον περίτροπο χρόνο και στις περιόδους υλοτομιών: π.χ. μεγαλύτεροι περίτροποι χρόνοι αναμένεται να αντισταθμίσουν τη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης λόγω των υδατικών περιορισμών και να αυξήσουν το ποσό του άνθρακα που κατακρατείται στη βιομάζα των δέντρων, στο δασικό έδαφος και στην βλάστηση στο σύνολό της.
- Αραίωση: Στο πλαίσιο της επικείμενης κλιματικής αλλαγής, το ζήτημα της επίδρασης της πυκνότητας των συστάδων στη διαθεσιμότητα του εδαφικού νερού παραμένει καίριο και χρήζει διεξοδικής ποσοτικοποίησης. Σήμερα, η αραίωση παραμένει το κύριο δασοπονικό μέσο με το οποίο ο διαχειριστής του δάσους μπορεί να αποφύγει τις σοβαρές υδατικές πιέσεις και τους χαμηλούς ρυθμούς αύξησης που είναι σίγουρο ότι θα εμφανιστούν ως αποτέλεσμα της αυξημένης κλιματικής διακύμανσης. Σε κάποιο βαθμό, μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε την αραίωση για να ωθήσουμε τη συστάδα στον περίτροπο χρόνο τη στιγμή της περιβαλλοντικής αλλαγής. Απαιτείται περισσότερη έρευνα σε αυτήν την τεχνική, έτσι ώστε να την προσαρμόσουμε καλύτερα στην ποικιλία των ειδών, των ηλικιών και των πυκνοτήτων, και να τη χρησιμοποιήσουμε περισσότερο δραστικά για την αύξηση της οικολογικής σταθερότητας των υφιστάμενων συστάδων διαφόρων ηλικιών²¹.
- Ανόρθωση των πρεμνοφυών δασών/θαμνώνων και ενεργοποίηση της παραγωγής βιομάζας, με σκοπό:
 - α) Να επιτευχθούν περισσότερο ποικίλα και καλύτερα δομημένα ώριμα δάση, τα οποία είναι πιο προσαρμοσμένα στην κλιματική αλλαγή (μικροκλιματικές συνθήκες).
 - β) Την απόκτηση μεγαλύτερης αξίας ως χοάνες άνθρακα, αποθηκεύοντας μεγαλύτερες ποσότητες άνθρακα και αμβλύνοντας τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Αλλαγές στις πρακτικές διαχείρισης του εδάφους

Μία πολύ σημαντική παράμετρος στις πρακτικές διαχείρισης του εδάφους έγκειται στην προσαρμογή στις σοβαρές υδατικές πιέσεις που προκαλούνται από τη μη ισορροπημένη ροή κατακρημνισμάτων και την αύξηση της εξατμισοδιαπνοής λόγω των αυξημένων θερμοκρασιών. Επομένως, οι τεχνικές που αυξάνουν την αποθήκευση νερού στο έδαφος αποτελούν κύριο παράγοντα για πολλές από τις πολιτικές για την προσαρμογή των δασών στην κλιματική αλλαγή (Rego, 2008).

21 <http://www.eco-web.com/editorial/05934-03.html>.

- Ο άνθρακας του εδάφους όχι μόνο συνεισφέρει στη χοάνη άνθρακα, αλλά βελτιώνει, επίσης, την παραγωγικότητα της περιοχής (κατακράτηση νερού και διαθεσιμότητα θρεπτικών).
- Οι αποτελεσματικές πρακτικές διαχείρισης του εδάφους βοηθούν στην αποτροπή μεγάλων μειώσεων της εδαφικής κάλυψης (π.χ. βιώσιμη βόσκηση, συγκομιδή χαμηλών επιπτώσεων) και στη μείωση του ρυθμού διάβρωσης του εδάφους.
- Οι αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης πυρκαγιών (π.χ. αραίωση και ελεγχόμενη καύση) βοηθούν στην αποτροπή απώλειας άνθρακα από το έδαφος και τη βλάστηση.

Αλλαγές στις κατευθυντήριες αρχές της δασοπονίας: προώθηση φυσικής δασοπονίας

- Ο αυξημένος πλούτος ειδών δέντρων και η ποικιλότητα στη δομή καθιστά τις δασικές συστάδες πιο προσαρμόσιμες στην κλιματική αλλαγή. Καθώς ο κύριος σκοπός των περισσότερων δασικών πολιτικών σήμερα είναι η πολυλειτουργική διαχείριση του δάσους, και λαμβάνοντας υπόψη ότι η παραγωγή ξυλείας είναι συχνά ένα προϊόν οριακού κόστους στα Μεσογειακά δάση, θα είναι αρκετά εύκολο να υιοθετηθούν φυσικές δασοπονικές αρχές στην περιοχή αυτή, κάτι που θα βοηθήσει στη διατήρηση ισορροπημένης παραγωγής ενός μεγάλου εύρους δασικών προϊόντων και θα διασφαλίσει την παροχή σημαντικών περιβαλλοντικών υπηρεσιών (π.χ. δέσμευση άνθρακα, διατήρηση της βιοποικιλότητας κ.λπ.).

□ Επιλογές προσαρμογής των τοπίων

Αυτό είναι το κρίσιμο επίπεδο προσαρμογής για την αύξηση της προσαρμοστικότητας και τη μείωση της τρωτότητας απέναντι στα ακραία καιρικά φαινόμενα.

Εξετάζονται μια σειρά από δράσεις προτεραιότητας:

- Αξιολόγηση της τρωτότητας και της προσαρμοστικής ικανότητας των δασικών τοπίων προτεραιότητας (περιλαμβάνοντας περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις).
- Σχεδιασμός τοπίων ανθεκτικών στην πυρκαγιά: Θα πρέπει να εξεταστούν περισσότερο αποτελεσματικοί τρόποι για την αντιμετώπιση των αυξανόμενης δριμύτητας συνθηκών των δασικών πυρκαγιών που, λόγω της κλιματικής αλλαγής, γίνονται πιο έντονες και πιο συχνές.

- Ενίσχυση της δυνατότητας των ειδών να παρακολουθούν μετακινούμενους κλιματικούς θύλακες διαμέσου των τοπίων
 - α) Διασφαλίζοντας κατάλληλα ενδαιτήματα στα προβλεπόμενα τελικά εύρη κατανομής των ειδών,
 - β) Διασφαλίζοντας κατάλληλα ενδαιτήματα σε όλα τα τμήματα των παραδοσιακών ευρών κατανομής των ειδών,
 - γ) Μιμούμενοι τη διασπορά μακρινών αποστάσεων μέσω της αποκατάστασης: ιδρύοντας μικρούς πληθυσμούς διαφορετικών ειδών δέντρων σε ιδιαίτερα τροποποιημένα τοπία,
 - δ) Προσδίδοντας ποικιλία στους τύπους ενδαιτημάτων, στους τύπους δασών και στις χρήσεις γης σε επίπεδο τοπίου.
- Αύξηση της γενετικής ποικιλότητας, της ποικιλότητας των ειδών και των τοπίων, ιδιαίτερα στις ζώνες των οικοτόνων.
- Διατήρηση και αποκατάσταση της διασύνδεσης σε ένα ποικίλο, δυναμικό τοπίο.
- Παρακολούθηση για να προσδιοριστούν πότε και τι είδους αλλαγές γίνονται.
- Προστασία περιοχών-καταφυγίων σε ετερογενή τοπία οι οποίες αποτέλεσαν σημαντικές περιοχές για *in situ* διατήρηση υπολειμματικών ειδών και ενδαιτημάτων κατά τη διάρκεια προηγούμενων κλιματικών αλλαγών.
- Μίμηση περιστατικών διασποράς μακρινών αποστάσεων που σχετίζονται με φάσεις εκρηκτικής επέκτασης²²: ανάληψη δράσεων αποκατάστασης των δασικών τοπίων με την ίδρυση μικρών πληθυσμών από διαφορετικά είδη δέντρων σε τοπία που έχουν έντονα μεταβληθεί σε εντατική και ομοιογενή γεωργική γη και σε περιοχές που, ενδεχομένως, αποτελούν τμήμα μεταναστευτικών διαδρόμων.

22 Ταχείς ρυθμοί μετανάστευσης παρατηρήθηκαν σε κάποιες περιπτώσεις σε παρελθούσες κλιματικές αλλαγές, και παρατηρούνται και σήμερα στην περίπτωση της εισβολής ξενικών ειδών, τα οποία συχνά υποβοηθούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες. Όπως και η εξάπλωση των ζιζανίων, τα σπάνια περιστατικά διασποράς μακρινών αποστάσεων που οδηγούν στην ίδρυση μικρών, απομακρυσμένων πληθυσμών, ακολουθούμενα από μια αδρανή φάση ελάχιστα αισθητής μεταβολής του εύρους κατανομής και μια ενεργή φάση εκρηκτικής επέκτασης, αποτέλεσαν, πιθανότατα, σημαντική συνιστώσα στις μεταναστεύσεις του Τεταρτογενούς.

Μεταπυρικές στρατηγικές/παρεμβάσεις αποκατάστασης για την αύξηση της ανθεκτικότητας των δασών στις μεγάλες δασικές πυρκαγιές που επιτείνονται από την κλιματική αλλαγή: Η περίπτωση της Βαλένθια (Ισπανία)

Alejandro Valdecantos

Η μεταπυρική βλάστηση μπορεί να χαρακτηρίζεται από πυκνούς θαμνώνες με μεγάλες ποσότητες ξηρής βιομάζας και το μεταπυρικό τοπίο να χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερο βαθμό ομοιογένειας, ανεξαρτήτως από τη βλάστηση πριν την πυρκαγιά. Το γεγονός αυτό δημιουργεί μια συνέχεια στην καύσιμη ύλη που οδηγεί σε υψηλότερο κίνδυνο πυρκαγιάς και συχνά γίνεται η αιτία τα συστήματα να εισέρχονται σε έναν κύκλο υποβάθμισης από επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές. Επομένως, η μεταπυρική αποκατάσταση θα πρέπει να μειώσει τον κίνδυνο πυρκαγιάς και να αυξήσει την ανθεκτικότητα και την προσαρμοστικότητα του τοπίου και των οικοσυστημάτων στις δασικές πυρκαγιές.

Οι δράσεις αποκατάστασης πρέπει να σπάσουν τον κύκλο υποβάθμισης και να προωθήσουν νέους, ταχύτερους τρόπους για την επίτευξη του επιθυμητού δασικού οικοσυστήματος. Στην περιοχή της Βαλένθια (Ισπανία), επεμβήκαμε σε ένα θαμνώνα *Ulex parviflorus* ηλικίας 24 χρόνων, με ένα συνδυασμό επιλεκτικής αφαίρεσης των εύφλεκτων, υποχρεωτικά σπερμοφυών ειδών (αφήνοντας άτομα παραβλαστογενών ειδών, τα οποία συνήθως αναγεννώνται γρηγορότερα από τα σπερμοφυή και προσφέρουν μεγαλύτερη προστασία από τη διάβρωση και την υποβάθμιση του εδάφους) και φύτευσης φυταρίων πρεμνοφυών ειδών. Τρία χρόνια μετά την επέμβαση, παρατηρήσαμε σημαντική αλλαγή στη δομή τής βλάστησης και στο μοντέλο καύσιμης ύλης. Η επιλεκτική αφαίρεση μετέτρεψε έναν ιδιαίτερα εύφλεκτο, πυκνό και συνεχή θαμνώνα με μεγάλες ποσότητες νεκρής βιομάζας, σε χορτολιβαδική έκταση με διάσπαρτους πρεμνοφυείς θάμνους και ασυνεχή καύσιμη ύλη. Η τοποθέτηση υλικού εδαφοκάλυψης από μικρά κομμάτια κλαδιών (mulching) μείωσε σημαντικά τους ρυθμούς βλάστησης των αποκλειστικά σπερμοφυών ειδών. Στις περιοχές που πραγματοποιήθηκε αραίωση, οι αριθμοί των παραβλαστημάτων ήταν δέκα φορές μεγαλύτεροι από αυτούς των σπερμοφυών φυταρίων σε σχέση με τις επιφάνειες αναφοράς. Αυτό προσδίδει υψηλότερη ανθεκτικότητα και ικανότητα προσαρμογής στο νέο οικοσύστημα.

Για να προάγουμε τη μακροπρόθεσμη επιβίωση των φυταρίων, προωθούνται τεχνικές που επικεντρώνονται στη διακοπή της άνυδρης περιόδου και στην αντιμετώπιση της ανεπάρκειας νερού. Η εμπειρία μας αυτήν τη

στιγμή στη Βαλένθια περιλαμβάνει τη χρήση της επιφανειακής απορροής και τη χρήση νερού που συλλέγεται από την ομίχλη.

- Η επιφανειακή απορροή που δημιουργείται στις επικλινείς επιφάνειες αποτελεί μια αρχαία γεωργική πρακτική στην περιοχή της Μεσογείου, που μπορεί να παίξει πολύ σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση των υποβαθμισμένων περιοχών. Συνίσταται στη δημιουργία πλευρικών καναλιών (επιφάνεια συλλογής της επιφανειακής απορροής) που οδηγούν στο λάκκο όπου έχει φυτευτεί το φυτάριο (*μικροσυλλέκτες*). Ο ρυθμός επιβίωσης των *Quercus ilex* που φυτεύτηκαν με αυτήν την τεχνική αυξήθηκε κατά 25% σε σύγκριση με τους λάκκους αναφοράς. Κατά τη διάρκεια του κρίσιμου πρώτου χρόνου μετά τη φύτευση, παρατηρήθηκε μια θετική σχέση μεταξύ της επιφάνειας συλλογής της επιφανειακής ροής και της υγρασίας του εδάφους στο λάκκο φύτευσης.
- Η ομίχλη μπορεί να αποτελέσει μια πολύ σημαντική πηγή ύδατος για τα οικοσυστήματα. Όταν η ομίχλη συναντήσει ένα φυσικό ή τεχνητό εμπόδιο, το νερό της ομίχλης υγροποιείται στην επιφάνεια του εμποδίου. Στη συνέχεια μπορεί να αποθηκευτεί για επακόλουθη χρήση στις δραστηριότητες αποκατάστασης κατά τη διάρκεια περιόδων έντονου υδατικού στρες. Στην περιοχή της Βαλένθια, οι Estrela *et al.* (2004) παρατήρησαν ότι η ποσότητα του νερού που συλλέχθηκε από την ομίχλη ενδέχεται να είναι παρόμοια με αυτή που προέρχεται από τα φυσιολογικά κατακρημνίσματα, ανάλογα με την έκθεση και την τοποθεσία του συλλέκτη. Η εφαρμογή 3-5 λίτρων νερού συλλεγμένου από ομίχλη στα φυτάρια *Quercus ilex* μία ή δύο φορές κατά τη διάρκεια του πρώτου καλοκαιριού μετά τη φύτευση, αύξησε τους ρυθμούς επιβίωσης κατά περίπου 100%.

Απόσπασμα από παράδειγμα της συνάντησης εργασίας IUCN-WWF με τίτλο «Προσαρμογή της Διαχείρισης και της Προστασίας των Μεσογειακών Δασών στην Κλιματική Αλλαγή» (Αθήνα, 14-16 Απριλίου 2008)

Η προσέγγιση και οι μεθοδολογίες Αποκατάστασης του Δασικού Τοπίου (Forest landscape restoration, FLR) παρέχουν ευκαιρίες για συνεργασία στην αναγνώριση, διαπραγμάτευση και εφαρμογή πρακτικών που επαναφέρουν μια συμφωνημένη βέλτιστη ισορροπία στα οικολογικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη από τα δασικά οικοσυστήματα και τοπία, μέσα σε ένα ευρύτερο πρότυπο χρήσεων γης (Saint-Laurent, 2008). Η μεταπυρική αποκατάσταση και η αναδάσωση

που χρησιμοποιούν την προσέγγιση FLR για την αύξηση της ανθεκτικότητας και της αντίστασης του τοπίου, διευκολύνουν την απόκριση στις ανάγκες προσαρμογής, συνεισφέροντας, παράλληλα, στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, καθώς συνεισφέρουν στην αποθήκευση άνθρακα. Μία Παγκόσμια Συνεργασία για την Αποκατάσταση του Δασικού Τοπίου ξεκίνησε το 2003, ως ένα δίκτυο κυβερνήσεων, οργανισμών, κοινοτήτων και ιδιωτών που αναγνωρίζουν την αναγκαιότητα της αποκατάστασης του δασικού τοπίου και επιθυμούν να λάβουν μέρος σε μία παγκόσμια, συντονισμένη προσπάθεια²³.

Ένα Εθνικό Σχέδιο για την Προστασία των Δασών από τις Πυρκαγιές αναπτύχθηκε το 2006 στην Πορτογαλία, ως απόκριση στις καταστροφικές πυρκαγιές του 2003, του 2004 και του 2005. Το σχέδιο, που είναι σε συμφωνία με τις αρχές του FLR, λαμβάνει υπόψη τις προβλεπόμενες κλιματικές αλλαγές και την πολυεπιστημονική φύση των φυσικών δασικών οικοσυστημάτων (συγκεκριμένα για συστάδες φελλοδρυός, κουκουναριάς, αριάς, κουμαριάς και χαρουπιάς), με σκοπό την προώθηση πιο αποτελεσματικών χρήσεων γης και, την ίδια στιγμή, πιο ευπροσάρμοστων τοπίων (Rego, 2008). Αναπτύχθηκαν οι ακόλουθες βασικές δράσεις:

- Στρατηγική εφαρμογή δασοκομικών χειρισμών και μείωσης της καύσιμης ύλης, στα πλαίσια εφαρμογής περιφερειακών δικτύων προστασίας των δασών, η οποία περιλαμβάνει τόσο τη δημιουργία ενός βασικού δικτύου διακοπής της καύσιμης ύλης και άλλων έργων υποδομής, όσο και τη διαχείριση των ενδιάμεσων ζωνών μεταξύ των δασικών/αγροτικών και δασικών/αστικών περιοχών.
- Δημιουργία «ζωνών δασικής παρέμβασης» που θα διευθύνονται από τοπικούς φορείς (ενώσεις δασοκτημόνων, δήμους, χρήστες γης)· θεωρείται απαραίτητη για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που σχετίζονται με το καθεστώς ιδιοκτησίας των δασικών εκτάσεων (πολύ μικρές ιδιοκτησίες) και για την αύξηση της αποτελεσματικότητας των εθνικών και Ευρωπαϊκών επιχορηγήσεων για τη διαχείριση και την προστασία των δασών. Αυτός είναι ο καλύτερος τρόπος για την εφαρμογή δασικής διαχείρισης σε επίπεδο τοπίου.
- Ολοκληρωμένος σχεδιασμός αποκατάστασης των δασών που επλήγησαν από πυρκαγιά το 2003 και το 2004 σε μια περιοχή περίπου 240.000 εκταρίων στο Algarve και το νότιο Alentejo, με την ενεργή συμμετοχή των τοπικών οργανισμών και υπηρεσιών που σχετίζονται με αυτά τα δασικά τοπία, και συντονισμός των έργων αποκατάστασης σε στενή συνεργασία με δημόσια και ιδιωτικά ιδρύματα με αρμοδιότητες σχετικές με τα δάση.

23 Για περισσότερες πληροφορίες: <http://www.unep-wcmc.org/forest/restoration/globalpartnership>

Ο FAO θα εξακολουθήσει να προωθεί τις Κατευθυντήριες Οδηγίες Εθελοντικής Διαχείρισης Πυρκαγιών (Voluntary Fire Management Guidelines) ως ένα σημαντικό εργαλείο που θα βοηθήσει στην ανάπτυξη των εθνικών πολιτικών και σχεδίων, δεδομένου ότι η διαχείριση των πυρκαγιών που βασίζεται στην κοινότητα εξακολουθεί να αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο των προγραμμάτων διαχείρισης πυρκαγιών του FAO (Castaneda, 2008).

Στρατηγικές προσαρμογής στα πλαίσια των παγκόσμιων, περιφερειακών και εθνικών σχεδίων διατήρησης της βιοποικιλότητας

Αξιολόγηση των προστατευόμενων περιοχών

- Ισορροπία ανάμεσα στη διατήρηση του αριθμού των ειδών και της οικολογικής πολυπλοκότητας με διατήρηση της ποικιλότητας του τοπίου (π.χ. το υψομετρικό εύρος εντός των προστατευόμενων περιοχών είναι σημαντικό για να επιτραπεί η καθ' ύψος μετανάστευση, τοπογραφική ετερογένεια, τα ενδιαιτήματα και το μικροκλίμα στις προστατευόμενες περιοχές επιτρέπουν μεγαλύτερη ευελιξία στις αποκρίσεις των οργανισμών στην κλιματική αλλαγή).
- Η ευέλικτη ζώνωση των συνόρων της προστατευόμενης περιοχής, η αποτελεσματικότερη διαχείριση της ενδιάμεσης ζώνης και η *inter situ* διαχείριση (ενεργή διαχείριση της άγριας ζωής έξω από τις προστατευόμενες περιοχές) θα παίξουν έναν αυξανόμενο ρόλο στην κατανομή των ειδών και στους μεταναστευτικούς διαδρόμους, με την επίδραση της κλιματικής αλλαγής.
- Ο κατακερματισμός (που έχει προκληθεί από την υπάρχουσα διάρθρωση των χρήσεων γης και τα εμπόδια που έχει επιφέρει) μπορεί να είναι το μοναδικό και μεγαλύτερο εμπόδιο στην προσαρμογή των οικοσυστημάτων μέσα σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα. Η επίδραση των άκρων που συνοδεύει τον κατακερματισμό εκθέτει τα πολύπλοκα ενδιαιτήματα σε κλιματικά άκρα.

Αξιολογώντας την τρωτότητα των προστατευόμενων περιοχών:

- Ένας από τους στόχους της προσαρμογής είναι να εξασφαλίσει ότι το υφιστάμενο δίκτυο προστατευόμενων περιοχών θα προστατέψει με επιτυχία τη βιοποικιλότητα στο μέλλον, αναγνωρίζοντας και διορθώνοντας τις υφιστάμενες αδυναμίες.

Ο σχεδιασμός της προστασίας έχει παραδοσιακά επικεντρωθεί στη διατήρηση μορφωμάτων και ενεργεί με τρόπο αντιδραστικό, μια προσέγγιση που δεν ταιριάζει πια σε έναν μεταβαλλόμενο κόσμο (Pressey *et al.*, 2007).

Χρειάζεται μια παραδειγματική αλλαγή που θα επικεντρώνεται περισσότερο στις διεργασίες και λιγότερο στα μορφώματα και που θα δίνει προτεραιότητα στον προληπτικό σχεδιασμό. Αυτό απαιτεί την ανάπτυξη εργαλείων πρόβλεψης από τους επιστήμονες, που θα βοηθούν τους εταίρους στην ανάπτυξη εργαλείων αποφάσεων που βασίζονται στις προβλέψεις της απόκρισης της βιοποικιλότητας στην τεκταινόμενη αλλαγή των χρήσεων γης και του κλίματος. Για παράδειγμα, τα μέτρα προστασίας που έχουν σκοπό να ενισχύσουν τη φυσική αναγέννηση ή/και την αναδημιουργία των χωρικών μορφωμάτων στα δάση της Ανδαλουσιανής ελάτης (*Abies pinsapo*), συνεπάγονται τη μη διαχείριση ή ελάχιστες επιλογές διαχείρισης. Συνεπώς, απουσία ενός φυσικού καθεστώτος ελάχιστης διαταραχής, τα δάση αυτά πύκνωσαν κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, κάτι που έχει μειώσει την ικανότητα των δέντρων να αντιμετωπίσουν επιτυχώς το κλιματικό στρες, ιδιαίτερα σε περιόδους ξηρασίας. Παραδόξως, κατά αυτόν τον τρόπο, το αποτέλεσμα των αυστηρών μέτρων προστασίας μπορεί να είναι η αύξηση στην τρωτότητα των ενδημικών ορεινών κωνοφόρων δασών απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι ανάγκες προσαρμογής στις κλιματικές αλλαγές απαιτούν προληπτική διαχείριση, η οποία θα κατευθύνεται στην ενίσχυση της δομικής ποικιλότητας της κόμης, τόσο σε επίπεδο συστάδας όσο και σε επίπεδο τοπίου²⁴.

Κάποια χαρακτηριστικά των Προστατευόμενων Περιοχών που επηρεάζουν την τρωτότητά τους απέναντι στην κλιματική αλλαγή

- Παρουσία ευαίσθητων τύπων οικοσυστημάτων
- Παρουσία ειδών/οικοσυστημάτων κοντά στα άκρα των ορίων κατανομής τους
- Παρουσία ειδών/οικοσυστημάτων που έχουν περιορισμένες γεωγραφικές κατανομές
- Τοπογραφική και γεωμορφολογική ομοιομορφία
- Μικρό μέγεθος και υψηλή αναλογία περιμέτρου/μεγέθους περιοχής
- Κατακερματισμός πληθυσμών και οικοσυστημάτων που οφείλεται στον άνθρωπο

24 Παράδειγμα από τους Carreira *et al.* (2008).

- Υφιστάμενες ανθρωπογενείς πιέσεις εντός και κοντά στα όρια της περιοχής
- Παρουσία φυσικών κοινοτήτων που εξαρτώνται σε μία ή περισσότερες διαδικασίες ή είδη κλειδιά.

6.4 Προσαρμογή για την Αύξηση της Κοινωνικής Προσαρμοστικότητας

Η προσαρμογή αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα της απόκρισης της κοινωνίας στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή. Η σχεδιασμένη, προνοητική προσαρμογή έχει τη δυνατότητα να μειώσει την τρωτότητα και να αντιληφθεί τις ευκαιρίες που σχετίζονται με τις επιπτώσεις και τους κινδύνους της κλιματικής αλλαγής (Smit & Pilfsova, 2001). Ουσιαστικοί περιορισμοί στις ζημιές από την κλιματική αλλαγή μπορούν να επιτευχθούν, ιδιαίτερα στις πιο τρωτές περιοχές όπως η Μεσόγειος, μέσω της έγκαιρης εφαρμογής μέτρων προσαρμογής.

Η κοινωνία είναι σήμερα εξαρτημένη σε μεγάλο βαθμό από αγαθά και υπηρεσίες που προσφέρουν τα οικοσυστήματα στη σημερινή τους μορφή. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα ενταθούν από τις μη βιώσιμες αλλαγές των χρήσεων γης και, συνεπώς, οι ευκαιρίες για κοινωνική προσαρμογή θα μειωθούν. Η πλειοψηφία των κατοίκων των Μεσογειακών δασών ζουν σε οριακές περιοχές όπως άγονες και ορεινές εκτάσεις, με περιορισμένους πόρους, οι οποίοι θα μειωθούν σημαντικά από την κλιματική αλλαγή. Επομένως, οι κάτοικοι των δασών θα αντιμετωπίσουν πρόσθετες προκλήσεις με περιορισμένες επιλογές προσαρμογής για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων, λόγω της οικονομικής τους εξάρτησης από τους φυσικούς πόρους και τη γεωργία που βασίζεται στο νερό της βροχής. Οι κίνδυνοι που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή έχουν τη δυνατότητα να υπονομεύσουν τη βιώσιμη ανάπτυξη και, επομένως, είναι σημαντικό κατά την ανάπτυξη σχεδίων και πολιτικών να πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη οι κίνδυνοι και το ρίσκο που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή για την ενίσχυση της προσαρμοστικότητας της κοινωνίας (Aruuli *et al.*, 2000).

Η κοινωνική προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα μιας κοινότητας να αντιμετωπίσει τις πιέσεις και τις διαταραχές που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή (Adger, 2000). Η ανοικοδόμηση της κοινωνικής προσαρμογής προϋποθέτει αρκετά όμοιες κοινωνικοοικονομικές και οικολογικές ρυθμίσεις με αυτές που απαιτούνται για την προώθηση των στρατηγικών βιώσιμης ανάπτυξης. Ουσιαστικά, μπορούμε να πούμε πως το πρώτο επείγον βήμα για την προσαρμογή είναι να σταματήσουμε ή να αντιστρέψουμε τις υφιστάμενες «μη βιώσιμες διεργασίες και πρακτικές» που συμβάλλουν στην υποβάθμιση και απώλεια των δασών.

Η ενίσχυση της ικανότητας προσαρμογής περιλαμβάνει μια σειρά από προϋποθέσεις, ανάμεσα στις οποίες πρέπει να αναφέρουμε τις εξής:

- Ανάγκη για βελτίωση των δικαιωμάτων πρόσβασης και των μηχανισμών πρόσβασης στους φυσικούς πόρους.
- Ανάγκη για υποστήριξη της κοινωνικής ισότητας και της ισότητας μεταξύ των φύλων και των γενεών στην κατανομή των πόρων και των ωφελειών.
- Ανάγκη για βελτίωση της εκπαίδευσης και της πληροφόρησης, με σεβασμό στην τοπική γνώση, τον πολιτισμό και τις παραδόσεις.
- Ανάγκη για διασφάλιση επαρκούς βιοτικού επιπέδου (υποδομές, ευκαιρίες εργασίας, πρόσβαση σε νέες τεχνολογίες, υγεία, εκπαίδευση, ευκαιρίες αναψυχής).
- Ανάγκη για αναγνώριση και αποτίμηση της αξίας των δασικών πόρων με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια και την αποζημίωση των δασικών κοινωνιών που διαχειρίζονται και προστατεύουν το δάσος, διασφαλίζοντας τη βιώσιμη χρήση των πόρων.
- Η σημασία της διαφοροποίησης του εισοδήματος των κατοίκων των ορεινών περιοχών με διαφορετικά δασικά προϊόντα (π.χ. αγροτουρισμός), για την παροχή συμπληρωματικών ωφελειών και ευκαιριών εργασίας καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζεται η αειφορία στην εκμετάλλευση.
- Ανάγκη για ενδυνάμωση και ανανέωση των παραδοσιακών αγρο-δασικών συστημάτων και για προώθηση του πολυ-λειτουργικού ρόλου των Μεσογειακών δασών, αναπτύσσοντας και προωθώντας νέες αγοραστικές ευκαιρίες για υψηλής ποιότητας δασικά προϊόντα και υπηρεσίες.
- Ανάγκη για διατήρηση βιώσιμων δασικών κοινοτήτων και για βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των αγροτικών περιοχών.

Οι επιλογές προσαρμογής για την αύξηση της κοινωνικής προσαρμοστικότητας θα χρειαστούν ανταλλάγματα, έτσι ώστε να εξισορροπηθούν όλες οι απαιτήσεις και να αντικατασταθούν οι μη βιώσιμες πρακτικές από προσαρμοσμένες χρήσεις γης. Οι δασικές εκτάσεις της Μεσογείου έχουν χαμηλή οικονομική αξία για την εξαγωγή ξυλείας και υψηλή αξία για *in situ* διατήρηση ενός μεγάλου εύρους αγαθών και περιβαλλοντικών υπηρεσιών (Regato & Salman, 2008), κάτι που παρέχει πολυάριθμες ευκαιρίες για προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Για να αναγνωριστούν και να προωθηθούν οι προσαρμοστικές στην κλιματική αλλαγή χρήσεις, απαιτείται η ενεργός συμμετοχή των εμπλεκόμενων φορέων, έτσι ώστε

να διασφαλιστεί ότι οι δράσεις ανταποκρίνονται στις τοπικές ανάγκες και πόρους, με την ενίσχυση των τοπικών προσαρμοστικών ικανοτήτων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο εκεί όπου η προσαρμογή γίνεται αντιληπτή ως μια διαδικασία που είναι από μόνη της προσαρμοστική και ευέλικτη για να αντιμετωπίσει τις τοπικά ιδιαίτερες και μεταβαλλόμενες συνθήκες που αποτελούν την πραγματικότητα στις ζωές των κατοίκων των δασικών περιοχών (Burton *et al.*, 2003).

Για παράδειγμα, στις δασικές περιοχές της νότιας Πορτογαλίας, οι οποίες υποβαθμίστηκαν σοβαρά από τις μεγάλης κλίμακας δασικές πυρκαγιές του 2003 και 2004, μια συμμετοχική αποτίμηση των επιτυχιών και των αποτυχιών του παρελθόντος υπέδειξε ότι μια ουσιαστική στρατηγική προσαρμογής απαιτεί τον ανασχεδιασμό της διαμόρφωσης του τοπίου, με χωρική ανακατανομή και αποκατάσταση προσαρμοστικών χρήσεων γης προς όφελος των παραδοσιακών διαχειριστικών πρακτικών και σε αντίθεση με τις μεγάλης κλίμακας φυτείες ευκαλύπτων. Η σχεδιασμένη προσαρμογή μπορεί να συνεισφέρει στη βιώσιμη ανάπτυξη, εάν οι ιδιοκτήτες και οι χρήστες των δασικών εκτάσεων αποζημιωθούν, σε αναγνώριση του ρόλου που έχουν ως διαχειριστές φυσικών/πολιτισμικών τοπίων με περιβαλλοντικούς περιορισμούς. Οι αποζημιώσεις για τη βελτίωση/διατήρηση ορθών ορεινών δασικών πρακτικών [π.χ. βελτίωση της διαχείρισης της φελλοδρυός, παραγωγή δέντρων κουμαριάς (*Arbutus unedo*), διαχείριση της βόσκησης σε επικίνδυνες για πυρκαγιά περιοχές], στρέφονται στην ενίσχυση του πολυ-λειτουργικού ρόλου των δασών, προωθώντας την οικολογική αποκατάσταση των οριακών γεωργικών εκτάσεων και την ανάπτυξη των χαμηλής παραγωγικότητας φυτειών ευκαλύπτου σε δασικές εκτάσεις με προσαρμοστικά είδη (π.χ. πρεμνοφυή δέντρα και θάμνους, όπως αειθαλείς δρύες και κουμαρίες, παραποτάμια δάση και χορτολίβαδα).

Αποζημιώσεις δίνονται στους ιδιοκτήτες εκτάσεων, σε συνεταιρισμούς και δήμους για αναδασώσεις, για αύξηση των οικονομικών, κοινωνικών και οικολογικών ωφελειών από τα δάση, για προώθηση νέων αγορών (π.χ. πιστοποιημένα προϊόντα), για πρόληψη φυσικών κινδύνων και αποκατάσταση των ζημιωμένων περιοχών.

Καλοί μηχανισμοί διακυβέρνησης απαιτούνται για να επιτευχθεί μια ευρεία κοινωνική συναίνεση στο τι εξυπηρετεί καλύτερα τα συμφέροντα της κοινότητας ως συνόλου και πώς αυτό μπορεί να επιτευχθεί. Μια ευρεία, μακροπρόθεσμη προοπτική σχετικά με το τι απαιτείται για τη βιώσιμη ανάπτυξη και το πώς θα επιτευχθούν οι στόχοι μιας τέτοιας ανάπτυξης είναι αναγκαία²⁵. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την κατανόηση του ιστορικού, πολιτισμικού και κοινωνικού πλαισίου της συγκεκριμένης κοινωνίας ή κοινότητας.

25 <http://www.unescap.org/pdd/prs/ProjectActivities/Ongoing/gg/governance.asp>

Θα πρέπει να αναπτυχθούν δίκαια νομικά πλαίσια και ένα αμερόληπτο δικαστικό σώμα που θα παρέχουν ολοκληρωμένη προστασία των ανθρώπινων δικαιωμάτων, ιδιαίτερα των περιθωριοποιημένων ομάδων. Έτσι, θα διασφαλιστεί η ελαχιστοποίηση της διαφθοράς και ότι οι απόψεις όλων των κοινωνικών ομάδων – και των πιο ευπαθών – θα εισακούγονται κατά τη λήψη αποφάσεων²⁶.

Οι αγροτικές κοινωνίες στις λιγότερο ευνοημένες περιοχές (π.χ. ορεινές δασικές περιοχές της Μεσογείου) είναι αυτές που επηρεάζονται περισσότερο, ενώ είναι οι λιγότερο ικανές να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Σε αναγνώριση του γεγονότος αυτού, το συμβούλιο του Παγκόσμιου Ταμείου Περιβάλλοντος (Global Environmental Facility, GEF) εισηγήθηκε ότι 10% των πόρων από τη Στρατηγική Προτεραιότητας για Προσαρμογή (Strategic Priority on Adaptation) θα πρέπει να κατευθυνθεί σε δραστηριότητες βασισμένες στην κοινότητα, μέσω του μηχανισμού του GEF Πρόγραμμα Μικρών Χρηματοδοτήσεων (Small Grants Programme, SGP) (αρχείο GEF/C.23/Inf.8/Rev.1, May 11, 2004).

Το Προγράμμα των Ηνωμένων Εθνών για την Ανάπτυξη (United Nations Development Programme, UNDP) σε συνεργασία με το GEF SGP, έχει σχεδιάσει το πρόγραμμα Προσαρμογής Βασισμένο στην Κοινότητα (Community-Based Adaptation, CBA) με σκοπό την επίτευξη του στόχου μείωσης της τρωτότητας και αύξησης της ικανότητας προσαρμογής στις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, στις περιοχές στις οποίες το GEF εστιάζει το έργο του, ανοικοδομώντας την προσαρμοστικότητα κοινωνιών, οικοσυστημάτων και των ανθρώπων που εξαρτώνται από τους φυσικούς πόρους για τη διαβίωσή τους στα πλαίσια της κλιματικής αλλαγής²⁷.

Το CBA χρησιμοποιεί ένα καινοτόμο σύστημα για την παρακολούθηση και αξιολόγηση, που αποκαλείται Αξιολόγηση της Μείωσης της Τρωτότητας (Vulnerability Reduction Assessment, VRA). Το VRA χρησιμοποιεί ένα σύστημα δεικτών βασισμένο σε ερωτηματολόγια για την αξιολόγηση των αλλαγών στην αντίληψη της κοινότητας για την ικανότητά της να προσαρμόζεται στο μεταβαλλόμενο κλίμα, και διαμορφώνει ένα δείκτη. Το UNDP εφαρμόζει ένα πιλοτικό πρόγραμμα στο Μαρόκο στο πλαίσιο του CBA, που επικεντρώνεται σε τρεις τομείς εστίασης, που περιλαμβάνουν τους δασικούς πόρους στα βουνά του Μεσαίου Άτλαντα²⁸.

26 <http://www.unescap.org/pdd/prs/ProjectActivities/Ongoing/gg/governance.asp>

27 <http://sdnhq.undp.org/gef-adaptation/projects>

28 <http://www.undp-adaptation.org/project/cba>

Αγροτικά Βιοποριστικά Μέσα και Οικοσυστημικές Υπηρεσίες, Η εμπειρία από το Plan Vivo

A. Morrison

Το Plan Vivo είναι ένα σύστημα παρακολούθησης της παραγωγής Εθελοντικών Μειώσεων Εκπομπών (Voluntary Emissions Reductions, VERs) από προγράμματα αειφορικών χρήσεων γης στις αναπτυσσόμενες χώρες. Έχει αναπτυχθεί και διευθύνεται από μια μη κερδοσκοπική εταιρεία, τη Βιο-Κλιματική Έρευνα και Ανάπτυξη (BioClimate Research and Development, BR&D), η οποία καταχωρεί και ελέγχει προγράμματα και εκδίδει πιστοποιητικά του Plan Vivo καθένα από τα οποία αντιπροσωπεύει έναν τόνο CO₂ και επιπρόσθετα οφέλη για το επίπεδο ζωής και τα οικοσυστήματα.

Μηχανισμοί της αγοράς, όπως αποζημιώσεις για οικοσυστημικές υπηρεσίες, βοηθούν στην κάλυψη των βραχυπρόθεσμων απωλειών που εμφανίζονται κατά τη μετάβαση σε μια πιο βιώσιμη χρήση γης και δημιουργούν ουσιαστικά κίνητρα για τους φτωχούς καλλιεργητές. Γενικά, έχει διαπιστωθεί ότι τα σχέδια αρωγής αδυνατούν να επιτύχουν μόνιμες αλλαγές στις χρήσεις γης, καθώς αποτυγχάνουν να δημιουργήσουν τις κατάλληλες συνθήκες ή να παρέχουν ουσιαστικά κίνητρα. Αντί να ενδυναμώνουν τις κοινότητες, συχνά διαιωνίζουν μια νοοτροπία εξάρτησης από τις επιχορηγήσεις.

Πώς επωφελούνται οι κοινότητες;

Πολλά αγροτικά νοικοκυριά είναι εξαιρετικά ευπαθή στις αλλαγές που μπορεί να φέρει η κλιματική αλλαγή, όπως καταστροφή της σοδειάς από ξηρασία ή καταστροφές από πλημμύρες ή πυρκαγιές. Ο βιοπορισμός είναι εφικτός μόνο εάν οι πληγέντες είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τις πιέσεις και το σοκ και να ανακάμψουν από αυτά. Τα προγράμματα του Plan Vivo συνεισφέρουν στην αύξηση της κοινωνικής και φυσικής προσαρμοστικότητας στην κλιματική αλλαγή δημιουργώντας κέρδος με τους ακόλουθους τρόπους:

- 1) Οικονομικά.** Οι σωστά διαχειριζόμενες δασοπονικές/αγροδασικές δραστηριότητες έχουν τη δυνατότητα να βοηθήσουν τις φτωχές αγροτικές οικογένειες να αντιμετωπίσουν καλύτερα τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, αυξάνοντας το εύρος των ευκαιριών για τροφή, καύσιμα και εισοδήματα. Διαφοροποιημένες πηγές εισοδήματος από πιστώσεις άνθρακα, από ξυλεία ή άλλα δασικά προϊόντα παρέχουν στους καλλιεργητές τη δυνατότητα να επενδύσουν σε αειφορικά, οικονομικά βιώσιμα συστήματα που μειώνουν την εξάρτησή τους από την οικονομική βοήθεια ή την κυβερνητική υποστήριξη.

2) Περιβαλλοντικά. Τα δέντρα κάνουν το φυσικό περιβάλλον πιο ανθεκτικό, βελτιώνοντας τη διατήρηση του νερού και της βιοποικιλότητας, προστατεύοντας τις καλλιέργειες, αποτρέποντας τη διάβρωση του εδάφους και αυξάνοντας την παραγωγικότητα (με λίγη εργασία) μέσω της ανακύκλωσης των θρεπτικών και της σκίασης. Με την εισαγωγή αγροδασικών συστημάτων, οι καλλιεργητές ωφελούνται από τα πιο ισορροπημένα καλλιεργητικά συστήματα και γίνονται λιγότερο ευπαθείς.

3) Ανθρώπινα και κοινωνικά. Οι καλλιεργητές γίνονται κοινωνικά πιο προσαρμοστικοί μέσω των σχέσεων που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια υλοποίησης ενός προγράμματος. Με τη συμμετοχή σε ομάδες και την ανταλλαγή δεξιοτήτων και τεχνογνωσίας, οι κοινότητες μπορούν να αναπτύξουν δίκτυα που να μειώνουν την ευπάθειά τους. Με σταδιακές επιδοτήσεις για κάποια χρόνια κατά τα οποία οι αγρότες λαμβάνουν συνεχή εκπαίδευση και υποστήριξη, βλέπουν την αξία των δέντρων τους και οι αειφορικές πρακτικές εδραιώνονται στην περιοχή. Οι κοινότητες μπορούν, επίσης, να αποκτήσουν καλύτερη πρόσβαση στη γη μέσω προγραμμάτων όπου οι συντονιστές τους μπορούν να βοηθήσουν τις ομάδες να διασφαλίσουν νόμιμη κατοχή της γης.

4) Υλικά. Οι αγρότες μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση σε καλύτερο εξοπλισμό, φυτάρια και άλλα μέσα, τα οποία αυξάνουν την ικανότητά τους να διαχειρίζονται αειφορικά τους πόρους τους.

Ικανές συνθήκες

- Η ύπαρξη ικανότητας οργάνωσης σε τοπικό επίπεδο και τοπικής προθυμίας για συμμετοχή, καθώς επίσης και η παρουσία δυναμικών συντονιστικών οργανισμών με μακροπρόθεσμη παρουσία στην περιοχή, που είναι ικανοί να δημιουργήσουν αποτελεσματικές διοικητικές δομές.
- Ασφάλεια των τίτλων κατοχής των εκτάσεων γης.
- Η ύπαρξη ξεκάθαρα ορισμένων διαχειριστικών στόχων σχετικά με τις πιστώσεις άνθρακα.

Διδάγματα που αποκτήθηκαν

- Ξεκινάμε από τα μικρά και μαθαίνουμε πράττοντας, χρησιμοποιώντας απλές διαδικασίες (αποφεύγοντας το δύσκαμπτο σχεδιασμό) και

αναπτύσσοντας ικανότητες μέσω της μεταφοράς γνώσης, τεχνολογίας και δεξιοτήτων. Η κλιμακωτή άνοδος από μικρότερα πιλοτικά σχέδια ενισχύει, επίσης, επιτυχή διαχείριση των κινδύνων, αυξάνοντας την διάρκεια του έργου.

- Έμφαση θα πρέπει να δοθεί στο ρόλο της κοινότητας στο σχεδιασμό, στη διαχείριση του κινδύνου και στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα.

Αποσπάσματα από το παράδειγμα της συνάντησης εργασίας των IUCN-WWF με τίτλο «Προσαρμογή της Διαχείρισης και της Προστασίας των Μεσογειακών Δασών στην Κλιματική Αλλαγή».

6.5 Ανάγκες Ανάπτυξης Ικανοτήτων για την Προσαρμογή

Η Ανάπτυξη Ικανοτήτων (Capacity building) δίνει τη δυνατότητα στο κοινωνικό σύστημα, ιδιαίτερα στους οργανισμούς, να δημιουργούν επαρκή πλαίσια και να αναπτύσσουν δράσεις που αποσκοπούν στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Ο κύριος στόχος της ανάπτυξης ικανοτήτων είναι να βελτιώσει τα θεσμικά πλαίσια μέσω της ανάληψης δράσεων για την αύξηση των γνώσεων, των δεξιοτήτων και των κινήτρων των σχετικών ομάδων, για να εφαρμόσουν με επιτυχία και να παρακολουθούν μέτρα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή (Σχήμα 10) (Stein, 2008).

Στη διαδικασία της ανάπτυξης ικανοτήτων για την ενίσχυση της ικανότητας των σχετικών εταίρων στο δασικό τομέα για προσαρμογή, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες:

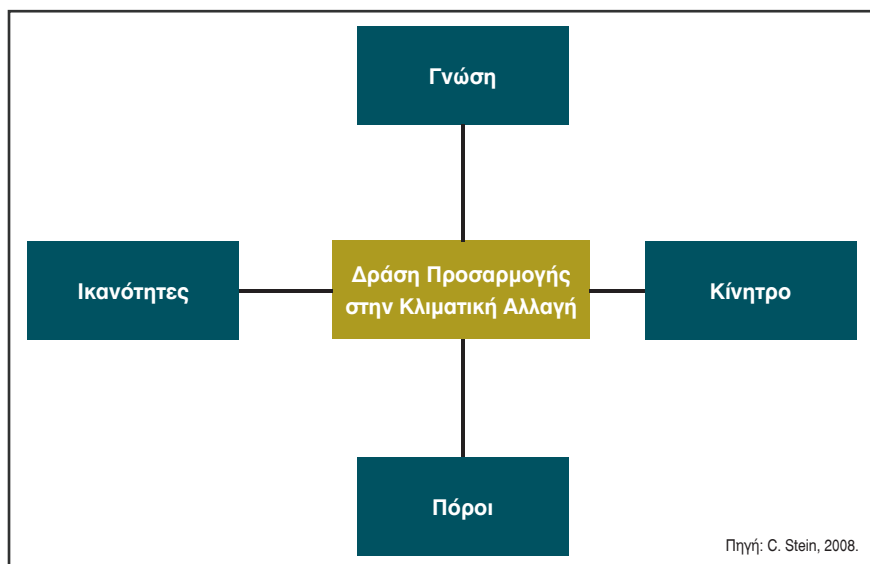
- Εμπλοκή της κοινωνίας:
 - α) Κατανόηση της αναγκαιότητας για λήψη μέτρων προσαρμογής
 - β) Αναγνώριση και διάδοση των καλύτερων πρακτικών από την παραδοσιακή γνώση για την προσαρμογή στις περιβαλλοντικές αλλαγές
 - γ) Εκπαίδευση, ενημέρωση και ενθάρρυνση της αλλαγής συμπεριφοράς
- Έρευνα
 - α) Αναγνώριση, έλεγχος και βελτίωση επαρκών μέτρων προσαρμογής

- β) Επιτυχής εφαρμογή των μέτρων αυτών
- γ) Παρακολούθηση σε όλα τα επίπεδα

δ) Μεγαλύτερη συνεργασία των αντικειμένων (γενετικής, οικολογίας, δασοπονίας, κοινωνικών και οικονομικών επιστημών κ.λπ.)

Τα προγράμματα ανάπτυξης ικανοτήτων θα πρέπει να οργανώνονται ακολουθώντας μια σειρά βημάτων (Stein, 2008):

- Βήμα 1: Αύξηση της ευαισθητοποίησης για την ανάγκη προσαρμογής και κατανόηση των τοπικών αντιλήψεων για τις περιβαλλοντικές αλλαγές, τις επιπτώσεις και την ευπάθεια.
- Βήμα 2: Καθορισμός μέτρων προσαρμογής, συμπεριλαμβάνοντας όλους τους εμπλεκόμενους εταίρους και λαμβάνοντας υπόψη τόσο την παραδοσιακή γνώση, όσο και καινοτόμες επιλογές.
- Βήμα 3: Καθορισμός των εμπλεκόμενων που απαιτούνται για την προώθηση και εφαρμογή των μέτρων προσαρμογής (Ανάπτυξη Ικανοτήτων Στοχευμένων Ομάδων).
- Βήμα 4: Καθορισμός των δεξιοτήτων προτεραιότητας και της απαραίτητης γνώσης που χρειάζονται οι στοχευμένες ομάδες για να θέσουν επιτυχημένα σε εφαρμογή τα μέτρα προσαρμογής (η ανάπτυξη ικανοτήτων χρειάζεται αξιολόγηση).
- Βήμα 5: Καθορισμός ενός σχεδίου Ανάπτυξης Τεχνογνωσίας: μέθοδοι, περιεχόμενο και εργαλεία.
- Βήμα 6: Συνεχής υποστήριξη μέσω μιας συνεργατικής υποδομής.
- Βήμα 7: Παρακολούθηση/Αξιολόγηση.



Σχήμα 10: Συνιστώσες της Ανάπτυξης Τεχνογνωσίας της Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή.

Τα προγράμματα ανάπτυξης ικανοτήτων θα πρέπει να πραγματοποιούνται σε τοπικά, εθνικά και περιφερειακά επίπεδα. Είναι σημαντικό για τους εταίρους και τους φορείς χρηματοδότησης να αναγνωρίζουν τόσο το ρόλο που μπορούν να διαδραματίσουν τα ερευνητικά ινστιτούτα ως κέντρα αριστείας, όσο και την αξία που μπορεί να έχει η παραδοσιακή γνώση για καινοτόμες επιλογές προσαρμογής. Για την εφαρμογή ενός σχεδίου ανάπτυξης ικανοτήτων απαιτείται σημαντική υποστήριξη, συμπεριλαμβανομένου ενός πακέτου επιλογών:

- Ίδρυση και ενδυνάμωση κέντρων αριστείας για τα Μεσογειακά δάση και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, στα βόρεια, νότια και ανατολικά τμήματα της Μεσογείου.
- Οικοδόμηση περιφερειακών δικτύων και προγραμμάτων ανταλλαγής, συνδέοντας τα κέντρα αριστείας με τις μειονεκτικές περιοχές.
- Πρόσθετη ολοκληρωμένη έρευνα (τόσο στη βιολογία όσο και στις κοινωνικές επιστήμες) για την κατανόηση και τη μοντελοποίηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα δασικά οικοσυστήματα και τους κατοίκους τους, και τον καθορισμό προτεραιοτήτων στις προσπάθειες για προστασία και περιφερειακή ανάπτυξη.

- Η ανάπτυξη πρωτοβουλιών μεταξύ διασυνοριακών δασικών περιοχών και περιοχών που μοιράζονται κοινές οικολογικές αξίες (π.χ. πρωτοβουλίες βορρά-νότου όπως το Δια-Ηπειρωτικό Απόθεμα Βιόσφαιρας, Transcontinental Biosphere Reserve, μεταξύ Ανδαλουσίας και βόρειου Μαρόκο), θα βοηθήσει τους εταίρους να συζητήσουν κοινά προβλήματα και ευκαιρίες, να μοιραστούν εμπειρία και να υιοθετήσουν λύσεις που ταιριάζουν στην εκάστοτε κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα.
- Η διεξαγωγή συναντήσεων εργασίας και προγραμμάτων εκπαίδευσης, ακολουθώντας την προσέγγιση «μαθαίνω κάνοντας», για τους εταίρους σε όλους τους τομείς, θα ενισχύσει την ανάπτυξη ειδικευμένων εργαλείων για το σχεδιασμό και την εφαρμογή των δραστηριοτήτων προσαρμογής.
- Αναθεώρηση του προγράμματος σπουδών στα πανεπιστήμια με την εισαγωγή θεωρίας και πρακτικής της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή σε όλες τις σχετικές σπουδές.
- Ανάπτυξη διαθέσιμων ειδικών προγραμμάτων ηγεσίας για την ενδυνάμωση εταίρων-κλειδιών σε τοπικά, περιφερειακά και εθνικά επίπεδα. Οι μακροχρόνιες προσπάθειες που πρέπει να επιτύχουν σε ένα τόσο προκλητικό εγχείρημα απαιτούν ισχυρούς «αρχηγούς» ανάμεσα στις διαφορετικές ομάδες εταίρων — ειδικά στα κατώτερα επίπεδα.

Μια καλή θεμελίωση της συνεργασίας ανάμεσα στους ερευνητές και στα ιδρύματα αποτελούν τα διαφορετικά προγράμματα που χρηματοδοτούνται από την Ε.Ε. για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και αφορούν θέματα των Μεσογειακών δασών, όπως:

- Το πρόγραμμα SilviStrat (Δασοπονικές Στρατηγικές για την Κλιματική Αλλαγή στη Διαχείριση των Ευρωπαϊκών Δασών), που έχει τους παρακάτω στόχους:
 - α) Να αναλύσει άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις του υφιστάμενου καθεστώτος διαχείρισης των δασών και πρακτικών δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα στα Ευρωπαϊκά δάση, και να αναπτύξει καλύτερη κατανόηση του τρόπου που το καθεστώς διαχείρισης των δασών μπορεί να βελτιωθεί για να διατηρήσει μια βιώσιμη δασική παραγωγή, ενώ ταυτόχρονα να αυξήσει την ικανότητα δέσμευσης άνθρακα των δασών υπό τις υφιστάμενες, αλλά και τις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες.
 - β) Να αναλύσει προσαρμοστικές στρατηγικές δασικής διαχείρισης που στοχεύουν στη μείωση των επιπτώσεων της ξηρασίας και άλλων δυσμενών επιδράσεων της κλιματικής αλλαγής.

- γ) Να αξιολογήσει πώς οι προσαρμοστικές στρατηγικές δασικής διαχείρισης για την αύξηση της δέσμευσης άνθρακα στους κυριότερους τύπους Ευρωπαϊκών δασών μπορεί να επηρεάσουν τα κόστη και τις αποδόσεις σε επίπεδο διαχειριστικής μονάδας.
- δ) Να αξιολογήσει πώς θα βελτιστοποιηθούν οι λειτουργίες της διαχείρισης σε αντιπροσωπευτικές διαχειριστικές μονάδες των κυριότερων τύπων Ευρωπαϊκών δασών, με στόχο την αύξηση της δέσμευσης άνθρακα και τη διατήρηση βιώσιμης δασικής παραγωγής κάτω από μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες.
- ε) Να εκτιμήσει το δυναμικό της διαχείρισης των δασών σε Ευρωπαϊκή κλίμακα στη δέσμευση άνθρακα και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεων της (<http://www.efi.fi/projects/silvistrat>).
- Το Ολοκληρωμένο Πρόγραμμα ADAM (Adaptation and Mitigation Strategies: Supporting European Climate Policy, Στρατηγικές Αντιμετώπισης και Προσαρμογής: Υποστήριξη στην Ευρωπαϊκή Κλιματική Πολιτική), με σκοπό:
 - α) Να αναπτύξει και να αξιολογήσει ένα σύνολο επιλογών που θα μπορέσουν να επιληφθούν των ελλειμμάτων των υφιστάμενων πολιτικών αντιμετώπισης και προσαρμογής.
 - β) Να αξιολογήσει κατά πόσο οι υφιστάμενες πολιτικές αντιμετώπισης και προσαρμογής μπορούν να επιτύχουν μια ανεκτή μετάβαση σε έναν κόσμο θερμότερο όχι περισσότερο από 2°C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα. Και
 - γ) Να αναπτύξει ένα Πλαίσιο Αξιολόγησης Πολιτικών που θα διευκολύνει την ανάπτυξη καλύτερων κλιματικών πολιτικών στο μέλλον. Το πρόγραμμα βασίζεται σε τέσσερις τομείς:
 - 1) Σενάρια τα οποία οδηγούν τις αναλύσεις του ADAM,
 - 2) Αξιολόγηση Πολιτικών για την αναλυτική και υπό διαβούλευση αξιολόγηση των επιλογών της πολιτικής για την κλιματική αλλαγή,
 - 3) Προσαρμογή για την ανάλυση των επιπτώσεων, των ευπαθειών και των επιλογών προσαρμογής για την καθυστέρηση της έναρξης των αλλαγών και της εμφάνισης ακραίων γεγονότων, και
 - 4) Αντιμετώπιση για την ανάλυση των επιλογών της πολιτικής αντιμετώπισης — παγκόσμια και για την Ευρωπαϊκή Ένωση και τα Κράτη Μέλη της.

- Το πρόγραμμα ENSEMBLES, με τους ακόλουθους στόχους:
 - α) Ανάπτυξη ενός ενιαίου συστήματος πρόβλεψης, βασισμένο στην υψηλότερη δυνατή ανάλυση, με παγκόσμια και περιφερειακά μοντέλα του πλανητικού συστήματος, αξιολογημένο βάσει υψηλής ανάλυσης, ελεγμένης ποιότητας σειράς δεδομένων για την Ευρώπη, για την παραγωγή για πρώτη φορά μιας αντικειμενικής πιθανοτικής εκτίμησης της αβεβαιότητας στο μελλοντικό κλίμα, σε κλίμακες εποχής, δεκαετίας και σε μεγαλύτερες χρονικές κλίμακες.
 - β) Ποσοτικοποίηση και μείωση της αβεβαιότητας στην αναπαράσταση των φυσικών, χημικών, βιολογικών και των σχετικών με τον άνθρωπο αναδράσεων στο Πλανητικό Σύστημα. Και
 - γ) Μεγιστοποίηση της εκμετάλλευσης των αποτελεσμάτων, συνδέοντας τα παραγόμενα αποτελέσματα με ένα εύρος εφαρμογών που περιλαμβάνουν τη γεωργία, την υγεία, την ασφάλεια τροφίμων, την ενέργεια, τους υδατικούς πόρους, την ασφάλεια και τη διαχείριση κινδύνου (<http://www.ensembleseu.org>).
- Το πρόγραμμα CIRCE, που αποσκοπεί στην ανάπτυξη, για πρώτη φορά, μιας αξιολόγησης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην περιοχή της Μεσογείου. Οι στόχοι του προγράμματος είναι οι ακόλουθοι:
 - α) Να προβλεφθούν και να ποσοτικοποιηθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στην περιοχή της Μεσογείου.
 - β) Να αξιολογηθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στην κοινωνία και την οικονομία των πληθυσμών που εντοπίζονται στην περιοχή της Μεσογείου.
 - γ) Να αναπτυχθεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την κατανόηση των συνδυασμένων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.
 - δ) Να προσδιοριστούν οι στρατηγικές προσαρμογής και αντιμετώπισης σε συνεργασία με τους εταίρους της περιφέρειας (<http://www.circeproject.eu>).
- Το πρόγραμμα DeSurvey, που αποσκοπεί στην ανάπτυξη ενός πρωτότυπου, χαμηλού κόστους και ευέλικτου συστήματος παρακολούθησης που επιτρέπει τα ακόλουθα:
 - α) Την κατανόηση της απερίημωσης με συστημικό και δυναμικό τρόπο.
 - β) Την αξιολόγηση της κατάστασης της απερίημωσης και της υποβάθμισης

του εδάφους, περιλαμβάνοντας την αναγνώριση των αιτιών και τον προσδιορισμό βασικών περιοχών απερίμωσης.

- γ) Πρόβλεψη της απερίμωσης για επιλεγμένα κλιματικά και κοινωνικοοικονομικά σενάρια.
 - δ) Παρακολούθηση της κατάστασης της απερίμωσης και της υποβάθμισης των εδαφών σε μεγάλες περιοχές, χρησιμοποιώντας αντικειμενικές μεθόδους, ικανές να αναπαραχθούν.
 - ε) Γεφύρωση του κενού ανάμεσα στη γνώση που παράχθηκε από το πρόγραμμα για τις διεργασίες της απερίμωσης και την πρακτική διαμόρφωσης πολιτικών για τον εντοπισμό, την πρόληψη και την επίλυση των κινδύνων απερίμωσης (<http://www.desurvey.net>).
- Το πρόγραμμα GLOCHAMORE (Global Change in Mountain Regions, Παγκόσμια Αλλαγή στις Ορεινές Περιοχές), μια από κοινού πρωτοβουλία της UNESCO-MAB και της Πρωτοβουλίας Έρευνας για τα Βουνά (Mountain Research Initiative, MRI), χρηματοδοτούμενο από την Ε.Ε.²⁹, με αντικείμενο τον εντοπισμό σημαδιών παγκόσμιας περιβαλλοντικής αλλαγής στα ορεινά Αποθέματα Βιόσφαιρας μέσω ενός δικτύου παρατήρησης, εμπλέκοντας φυσικά και κοινωνικοοικονομικά συστήματα. Δύο Μεσογειακά βουνά αποτελούν τμήμα του ερευνητικού δικτύου: το Καταφύγιο Βιόσφαιρας της Όασης του Νοτίου Μαρόκο και το Καταφύγιο Βιόσφαιρας στη Sierra Nevada της Ισπανίας.
 - Το πρόγραμμα EUFIRELAB, με πρωταρχικό στόχο να αποτελέσει ένα «δίκτυο αριστείας» στις σχετικές με τις πυρκαγιές επιστήμες και τεχνολογίες, που θα παρέχει ευρεία ανταλλαγή γνώσεων, τεχνογνωσιών, δεδομένων, αποτελεσμάτων και αναλύσεων για τη βελτίωση του επιπέδου των επιστημών και τεχνολογιών σχετικά με τις πυρκαγιές στην Ευρω-Μεσογειακή περιοχή. Επιπλέον αυτό το δίκτυο έρευνας:
 - α) θα αναπτύξει κοινές αντιλήψεις, προσεγγίσεις και «γλώσσες»,
 - β) θα εκπονήσει κοινές μεθόδους και πρωτοκόλλα για την έρευνα ή/ και τις δραστηριότητες τεχνολογικής ανάπτυξης, ενσωματώνοντας τις ιδιαίτερες διακριτές κλίμακες και τους ποικίλους ρόλους των Ευρω-Μεσογειακών περιοχών της υπαίθρου (<http://www.eufirelab.org>).
 - Το πρόγραμμα Fire Paradox, που προωθεί την έξυπνη χρήση της φωτιάς ως έναν τρόπο για την πρόληψη των δασικών πυρκαγιών. Η εκπαίδευση επαγ-

29 6ο Πρόγραμμα Πλαίσιο της Ε.Ε. «Παγκόσμια Αλλαγή και οικοσυστήματα».

γελματιών στην Πορτογαλία στη χρήση της φωτιάς ως κατασταλτικό μέσο αποτέλεσε μια σημαντική αλλαγή τα τελευταία δύο χρόνια, με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Rego, 2008).

Εκτός από αυτές τις περιφερειακές προσπάθειες, οι Μεσογειακές χώρες αναπτύσσουν δράσεις σε εθνικό επίπεδο, όπως για παράδειγμα το Ισπανικό δίκτυο *GlobiMed*³⁰ το οποίο αναλύει τις επιπτώσεις των έντονων και μεγάλης διάρκειας περιόδων ξηρασίας σε φαινόμενα μαρασμού ορεινών δασών στις βιογεωγραφικά Μεσογειακές περιοχές της χώρας.

Πρόσφατα, τα Ηνωμένα Έθνη ξεκίνησαν ένα πρόγραμμα από κοινού (οι συμμετέχοντες οργανισμοί των Ηνωμένων Εθνών είναι οι UNDP, UNEP, UNICEF, FAO και UNIDO) για την ενίσχυση της ικανότητας της Τουρκίας να προσαρμοστεί στην κλιματική αλλαγή (Zaim, 2008). Ο κύριος στόχος του Κοινού Προγράμματος είναι η ανάπτυξη ικανότητας διαχείρισης των κινδύνων της κλιματικής αλλαγής στην αγροτική και παράκτια ανάπτυξη της Τουρκίας. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, θα πρέπει η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή να αποκτήσει δεσπόζουσα θέση στο εθνικό πλαίσιο ανάπτυξης, να αναπτυχθούν ικανότητες στα εθνικά και περιφερειακά ιδρύματα, αναπτύσσοντας πιλοτικά προγράμματα βασισμένα στην κοινότητα στη λεκάνη του ποταμού Seyhan και ενσωματώνοντας την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή σε όλες τις υπηρεσίες των Ηνωμένων Εθνών στην Τουρκία.

Η Διεθνής Ένωση για την Προστασία της Φύσης (IUCN) εργάζεται για την ανάπτυξη ικανοτήτων προσαρμογής μέσω του Community-based Risk Screening Tool-Adaptation and Livelihoods (CRISTAL) (Riche, 2008). Το εργαλείο αυτό έχει σχεδιαστεί για να μειώσει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο επίπεδο ζωής των κοινοτήτων. Δοκιμάστηκε για πρώτη φορά με ένα πρόγραμμα της IUCN στο Mali (στο δέλτα του ποταμού Νίγηρα) και θα είναι ευρέως διαθέσιμο μετά από περαιτέρω δοκιμές.

Θα πρέπει να προωθηθεί η κοινωνική ευαισθητοποίηση σε ζητήματα δασοπονίας, ανταποκρινόμενη στην πραγματικότητα και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Τα θέματα που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όχι μόνο στα δίκτυα προστασίας των ειδών, των γονιδίων και των ενδιαιτημάτων, αλλά και στις καθημερινές πρακτικές και τη διαχείριση των δασών, τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο (Fady, 2008). Σύμφωνα με αυτόν το συγγραφέα, κάποια επείγοντα θέματα πρέπει να αντιμετωπισθούν και θα ήταν επιθυμητό να υπενθυμίσουμε στους πολιτικούς και στους διαχειριστές ότι η Μεσόγειος, ενδεχομένως, περιέχει γενετική καινοτομία που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στα Ευρωπαϊκά δάση υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής.

30 <http://www.globimed.net>

6.6 Θεσμικό και πολιτικό πλαίσιο για την υποστήριξη των επιλογών προσαρμογής

Ανάμεσα στις πολλές προκλήσεις που θέτει στην κοινωνία η κλιματική αλλαγή, ίσως η πιο σημαντική είναι η ολιστική προσέγγιση της κλιματικής αλλαγής, λαμβάνοντας υπόψη τις επιπτώσεις σε ένα μεγάλο αριθμό συστημάτων καθώς και στα συμφέροντα και στα προβλήματα διαφόρων μερών. Η ανάγκη για ενοποίηση των παγκόσμιων προσπαθειών προκύπτει από τρεις παράγοντες (Robledo & Forner, 2005):

- Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα ασκήσουν πίεση σε κάθε τομέα της κοινωνίας και στα συστήματα που υποστηρίζουν την ανάπτυξή της.
- Η κατανομή αυτών των επιπτώσεων έχει γίνει, και θα γίνεται, άνισα – κάποιοι θα επηρεάζονται περισσότερο από τους άλλους.
- Υπάρχει έλλειψη γνώσης για την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της.

Η ενσωμάτωση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή ως ενός στοιχείου των διαφορετικών τομεακών πολιτικών, αποτελεί μια απαραίτητη στρατηγική για τη βιώσιμη ανάπτυξη σε βάθος χρόνου. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής δεν παρουσιάζονται σε μεμονωμένους τομείς, αντίθετα, επιπτώσεις σε έναν τομέα μπορεί να επηρεάσουν θετικά ή αρνητικά έναν άλλον τομέα. Διάφοροι τομείς μπορεί να επηρεαστούν άμεσα ή/και έμμεσα από την κλιματική αλλαγή, ενώ κάποιες φορές μια αλλαγή σε έναν τομέα μπορεί να αντισταθμίσει την επίδραση της κλιματικής αλλαγής σε έναν άλλον τομέα (UNFCCC, 2007).

Η προσαρμογή απαιτεί ευέλικτες πολιτικές, χωρικό σχεδιασμό και διαχειριστικές πρακτικές για να ενισχύσει την έμφυτη προσαρμοστικότητα των ειδών και των ενδιαιτημάτων και να μειώσει τις ανθρωπογενείς πιέσεις που αυξάνουν την τρωτότητα στην κλιματική μεταβλητότητα. (Hulme, 2005).

Η διαδικασία της προσαρμογής εξαρτάται από την ύπαρξη μιας ισχυρής και συνεκτικής θεσμικής βάσης. Οι θεσμοί παρέχουν ή βρίσκουν οικονομικούς, τεχνολογικούς και ανθρώπινους πόρους και ιδρύουν οργανισμούς υπεύθυνους για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. Γενικά, η αντιμετώπιση κοινωνικών ζητημάτων και ζητημάτων ανάπτυξης σε εθνικό επίπεδο ξεκινά με τη θέσπιση πολιτικής. Στην περίπτωση της προσαρμογής ως εναλλακτικής στο σχεδιασμό μιας συγκεκριμένης πολιτικής προσαρμογής, είναι επίσης δυνατή η θέσπιση ενός πλαισίου πολιτικής το οποίο δημιουργεί το θεσμικό χώρο για την ενσωμάτωση της προσαρμογής ως ενός βασικού στοιχείου των υφιστάμενων εθνικών και τομεακών πολιτικών. Αυτή η προσέγγιση αναγνωρίζει τη διατομεακή φύση της κλιματικής αλλαγής και, συγχρόνως, συνεισφέρει στην πιο αποτελεσματική χρήση των πόρων και των υφιστάμενων θεσμών (Robledo & Forner, 2005).

Σε ένα πλαίσιο εθνικής πολιτικής για την προσαρμογή θα πρέπει να εμπλέκονται πλήρως όλοι οι εταίροι, συμπεριλαμβανομένων των κυβερνήσεων, των ιδρυμάτων, των ΜΚΟ και του ιδιωτικού τομέα, και να σχεδιάζεται σύμφωνα με την υφιστάμενη θεσμική, κοινωνική και οικονομική κατάσταση της εκάστοτε χώρας, έτσι ώστε να μπορεί να συνδεθεί με τις τρέχουσες πολιτικές. Θα πρέπει να παρέχει το περίγραμμα μιας εθνικής στρατηγικής για τη μείωση της ευπάθειας και να συντονίζει δράσεις που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή με δράσεις σε άλλους τομείς. Οι μηχανισμοί για την πολιτική προσαρμογής είναι:

- Νομικά και ρυθμιστικά μέτρα
- Χρηματοδοτικά και οικονομικά μέτρα
- Μέτρα συμμετοχής του κοινού

Εθνικές στρατηγικές για την προσαρμογή βρίσκονται σε φάση προετοιμασίας σε κάποιες Ευρωπαϊκές Μεσογειακές χώρες (π.χ. Γαλλία), αρκετές χώρες υλοποιούν εκτενή διατομεακή αποτίμηση της κλιματικής αλλαγής (π.χ. Πορτογαλία και Ισπανία) και άλλες θέτουν σε εφαρμογή μέτρα προσαρμογής στα πλαίσια της πρόληψης κινδύνου, της περιβαλλοντικής προστασίας και της βιώσιμης διαχείρισης πόρων (π.χ. Ιταλία και Γαλλία) (Meiner, 2006). Μέχρι σήμερα, η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή σπανίως αναφέρεται στις εθνικές πολιτικές, και τα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής εξακολουθούν να κυριαρχούνται από μέτρα αντιμετώπισης, είτε για την αύξηση της δέσμευσης άνθρακα είτε για σκοπούς σχετικά με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Δεν είναι ξεκάθαρο πώς η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή θα ενσωματωθεί στην υφιστάμενη νομοθεσία (π.χ. Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο, Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης, Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά, LIFE+, Οδηγία για τα Ενδιατήματα, Ευρωπαϊκή Στρατηγική για τα Δάση και Ευρωπαϊκό Σχέδιο Δράσης για τα Δάση) (Neufeldt, 2008). Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες γενικές ιδέες που έμμεσα τείνουν στην αύξηση της προσαρμοστικότητας απέναντι στην κλιματική αλλαγή μέσω καλύτερης συνεργασίας ανάμεσα στους εταίρους και καλύτερου συντονισμού των δραστηριοτήτων, έρευνας σε είδη που είναι πιο ανθεκτικά στην ξηρασία και σε πολυλειτουργικά τοπία, διαφοροποίησης της δασικής παραγωγής, παρακολούθησης των δασών και συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης. Η εφαρμογή αυτών των μέτρων στην εθνική και στην περιφερειακή νομοθεσία δεν είναι ολοκληρωμένη και φαίνεται να περιπλέκεται από το μεγάλο αριθμό των διαφορετικών εμπλεκόμενων και, ίσως, λόγω αντιφάσεων μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων (Neufeldt, 2008).

Η Πράσινη Βίβλος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Προσαρμογή³¹ αναφέρεται σε αυτά τα ζητήματα οπότε αναμένεται μια πιο σαφής Ευρωπαϊκή στρατηγική. Η Πράσινη Βίβλος αναγνωρίζει την αναγκαιότητα για «πολυεπίπεδη διακυβέρνηση», καθώς η «σοβαρότητα των επιπτώσεων θα διαφέρει από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με τη φυσική ευπάθεια, το βαθμό της κοινωνικοοικονομικής ανάπτυξης, τη φυσική και ανθρώπινη προσαρμοστική ικανότητα, τις υγειονομικές υπηρεσίες και τους μηχανισμούς παρακολούθησης των καταστροφών». Ορίζει τέσσερις επιλογές προτεραιότητας για μία ευέλικτη προσέγγιση, βασιζόμενη σε τέσσερις άξονες:

- Έγκαιρη δράση για την ανάπτυξη στρατηγικών προσαρμογής στις περιοχές όπου η τρέχουσα γνώση είναι επαρκής.
- Ενσωμάτωση των αναγκών για παγκόσμια προσαρμογή στην εξωτερική πολιτική της Ε.Ε. και τη σύναψη μιας νέας συμμαχίας με τους εταίρους από όλον τον κόσμο.
- Κάλυψη των κενών στην υφιστάμενη γνώση για την προσαρμογή μέσω έρευνας και ανταλλαγής πληροφοριών σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Δημιουργία μιας Ευρωπαϊκής συμβουλευτικής ομάδας στο θέμα της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή για την ανάλυση των συντονισμένων στρατηγικών και δράσεων.

□ Ευκαιρίες συνεργασίας

Η ενσωμάτωση των ζητημάτων προσαρμογής στις εθνικές πολιτικές δεν είναι εύκολη, ιδιαίτερα στις χώρες της νότιας και ανατολικής Μεσογείου, εξαιτίας μιας σειράς περιορισμών (UNFCCC, 2007):

- Ελλιπή δεδομένα για τις επιλογές προσαρμογής και έλλειψη μηχανισμών διαχείρισης και διάχυσης πληροφοριών μεταξύ των τομέων.
- Ανεπάρκεια προσωπικού για το σχεδιασμό, την εφαρμογή, την παρακολούθηση και την αξιολόγηση των επιλογών προσαρμογής.
- Εκτεταμένος αναλφαριθμητισμός και φτώχεια στον αγροτικό πληθυσμό.
- Περιορισμένη ενημέρωση των εταίρων και του πληθυσμού για την προσαρμογή.
- Πολιτική αστάθεια.

31 Για περισσότερες πληροφορίες, <http://ec.europa.eu/environment/climat/adaptation>

Η UNFCCC, το Πρωτόκολλο του Κιότο (ιδιαίτερα το Σχέδιο Εργασίας του Ναϊρόμπι) και άλλα εργαλεία, δημιούργησαν βοηθητικούς μηχανισμούς και προγράμματα για τη μείωση της ευπάθειας και την υποστήριξη των ανθρώπων και των οικοσυστημάτων, συμπεριλαμβανομένων των δασών, στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

Πρόσθετη πρόνοια και ευκαιρίες για αυτήν την ισχυρά προσβεβλημένη και ευπαθή περιοχή γύρω από τη Μεσόγειο θα μπορούσε να προέλθει από μια ισχυρή περιφερειακή συνεργασία και την εναρμόνιση των προσπάθειών σε μελλοντικές διαπραγματεύσεις για ένα μετά Κιότο καθεστώς (Castaneda, 2008).

Η συνεργασία Νότου-Νότου και Βορρά-Νότου στην προσαρμογή αποτελεί ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη διεύρυνση της γνώσης και την ανταλλαγή εμπειριών σχετικά με τις επιλογές προσαρμογής, και για την προώθηση πλαισίων συνεργασίας (π.χ. δίκτυα, δίδυμα πρωτόκολλα, διακυβερνητικές επιτροπές και φόρουμ) για την εφαρμογή μέτρων προσαρμογής (κοινά προγράμματα) στις Μεσογειακές χώρες που υπόκεινται σε παρόμοιες επιπτώσεις στα δασικά οικοσυστήματα από την κλιματική αλλαγή. Οι δραστηριότητες που θεωρούνται πιο αποτελεσματικές για τις περιφερειακές συνεργασίες είναι τα προγράμματα που βοηθούν στην αναγνώριση κοινών προβλημάτων και λύσεων, όπως η ανάπτυξη εθνικών σεναρίων για την κλιματική αλλαγή, η επίλυση διασυννοριακών ζητημάτων προσαρμογής όπως οι υδατικοί πόροι και η ανάπτυξη «αδελφών» προγραμμάτων μεταξύ των κρατών που αντιμετωπίζουν παρόμοιες προκλήσεις (UNFCCC, 2007). Οι μηχανισμοί για περιφερειακή συνεργασία περιλαμβάνουν ένα μεγάλο εύρος διμερών και πολυμερών πρωτοβουλιών συνεργασίας, καθώς και τη χρηματοδότηση από διακρατικές οργανώσεις, κυβερνήσεις, ινστιτούτα και μη κυβερνητικές οργανώσεις. Κατά το σχεδιασμό και την εφαρμογή της προσαρμογής, είναι σημαντική η πλήρης δέσμευση του ιδιωτικού τομέα που δραστηριοποιείται στο νότιο και ανατολικό τμήμα της Μεσογείου, για τη διασφάλιση μιας μακροπρόθεσμης και βιώσιμης προσέγγισης στην προσαρμογή.

Πολύ σημαντική είναι η προώθηση ευκολότερης πρόσβασης σε χρηματοδότηση και οι συνέργειες με πηγές χρηματοδότησης εκτός των διαδικασιών της κλιματικής αλλαγής. Οι UNEP και UNDP έχουν ξεκινήσει μια από κοινού πρωτοβουλία προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή (τη Σύμπραξη UNDP-UNEP για την Κλιματική Αλλαγή) που έχει στόχο να διευρύνει την υφιστάμενη συνεργασία μεταξύ των δύο οργανισμών στην υποστήριξη των κρατών να επιτύχουν βιώσιμη ανάπτυξη ενόψει της κλιματικής αλλαγής (UNEP, 2006). Ένας από τους δύο κεντρικούς στόχους της Σύμπραξης είναι «η ενσωμάτωση της προσαρμογής στα εθνικά σχέδια ανάπτυξης και στα Πλαίσια Συνεργασίας των Ηνωμένων Εθνών» μέσω μιας προσέγγισης βασιζόμενης σε τρεις άξονες:

- *Στρατηγικές εθνικής ανάπτυξης:* τα UNDP και UNEP θα βοηθήσουν τα κράτη να αξιολογήσουν την ευπάθειά τους στην κλιματική αλλαγή και να ενσωματώσουν τα ζητήματα προσαρμογής στη διαμόρφωση και στην εφαρμογή των εθνικών τους πολιτικών και επενδυτικών σχεδίων. Ισχυρές συνέργειες μεταξύ της μείωσης του κινδύνου από την κλιματική αλλαγή και της βιώσιμης ανάπτυξης μπορούν να πραγματοποιηθούν με την ενσωμάτωση των ζητημάτων προσαρμογής στις προσπάθειες για την επίτευξη των προτεραιοτήτων της ανάπτυξης, όπως διαχείριση γης και ιδιοκτησία, ασφάλεια τροφίμων και, κυρίως, διαθεσιμότητα και ποιότητα υδάτων, καθώς επίσης και με ευρύτερες προτεραιότητες ανάπτυξης όπως η διακυβέρνηση και τα ζητήματα των δύο φύλων.
- *UN Country Programming:* Η Σύμπραξη θα βοηθήσει τις Ομάδες Κρατών των Ηνωμένων Εθνών να ενσωματώσουν τον κλιματικό κίνδυνο στη διαμόρφωση και εφαρμογή των θεμελιωδών πλαισίων συνεργασίας των Ηνωμένων Εθνών και, επίσης, θα βοηθήσει τα κράτη να αντιμετωπίσουν τις πρακτικές που αυξάνουν την ευπάθεια στην κλιματική αλλαγή και θα ενδυναμώσει την ικανότητά τους να αντιμετωπίσουν τόσο την παρούσα μεταβλητότητα του καιρού όσο και το μεταβαλλόμενο κλίμα.
- *Πιλοτικά προγράμματα:* Η προσαρμογή αποτελεί ένα καινούριο και πολύπλοκο πεδίο εργασίας, που απαιτεί αποφάσεις για μακροπρόθεσμες επενδύσεις ενόψει υψηλής αβεβαιότητας. Ως διαχειριστής του συστήματος συνεργασίας των Ηνωμένων Εθνών σε επίπεδο χώρας, το UNDP θα διασφαλίσει τη συγκέντρωση της εξειδικευμένης γνώσης από όλες τις σχετικές υπηρεσίες των ΗΕ σε πιλοτικά μέτρα προσαρμογής στους κύρια επηρεαζόμενους τομείς όπως η γεωργία, η ασφάλεια τροφίμων, οι υδατικοί πόροι και η παράκτια ανάπτυξη. Επίσης, τα UNDP και UNEP θα διευκολύνουν την πρόσβαση όλων των σχετικών υπηρεσιών των ΗΕ σε χρηματοδοτήσεις για την κλιματική αλλαγή διαχειριζόμενες από το GEF. Τα προγράμματα αυτά θα βοηθήσουν τα κράτη να αξιολογήσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, να αποτιμήσουν τις επιλογές προσαρμογής, να αναπτύξουν πολιτική και μέτρα απόκρισης και να θέσουν προτεραιότητες για τις επόμενες επενδύσεις. Τα ευρήματα από αυτά τα πιλοτικά προγράμματα θα τροφοδοτήσουν πάλι συμβουλευτικές της πολιτικής υπηρεσίες που ενσωματώνουν την προσαρμογή στα εθνικά σχέδια ανάπτυξης και τα πλαίσια συνεργασίας των ΗΕ.

Κάποιοι από τις νότιες μεσογειακές χώρες βρίσκονται σήμερα στη διαδικασία της ενσωμάτωσης μέτρων προσαρμογής στα εθνικά σχέδια δράσης ή/και στα εθνικά περιβαλλοντικά σχέδια δράσης, ως πρώτο βήμα για την προσαρμογή. Η Τυνησία έχει καλέσει τη Γερμανία να βοηθήσει στην ανάπτυξη ενός καινοτόμου και εκτενούς προγράμματος κλιματικής προστασίας. Το Πρόγραμμα Κλιματι-

κής Προστασίας για τις Αναπτυσσόμενες Χώρες του GTZ (CaPP) έχει ενισχύσει ένα πρόγραμμα στην Τυνησία με δύο βασικούς στόχους:

- α) Μια συνιστώσα σε σχέση με το Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism, CDM), έτσι ώστε να ανοίξουν νέες προοπτικές και να ωφεληθεί από τις οικονομικές και τεχνικές ευκαιρίες που παρέχονται στα προγράμματα στα πλαίσια του CDM.
- β) Την ανάπτυξη στρατηγικών και ιδεών για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (Benjamin, 2007).

Στο Μαρόκο, το χρηματοδοτούμενο από την Παγκόσμια Τράπεζα πρόγραμμα «Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή στον Αγροτικό Τομέα» έχει επίσης ως κύριο στόχο να παρέχει στους πολιτικούς μια τάξη μεγέθους των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στον αγροτικό τομέα, σε φυσικούς και οικονομικούς όρους, και να προσδιορίσει τις πολιτικές επιλογές προτεραιότητας για την προσαρμογή³².

Ο FAO βοηθά το Μαρόκο, στο πλαίσιο αυτού του προγράμματος, μέσω μιας μελέτης για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη σοδειά των καλλιεργειών³³. Τα διαδοχικά βήματα που ακολουθούνται σε αυτό το πρόγραμμα είναι:

- α) Ανάπτυξη προβλέψεων για την κλιματική αλλαγή.
- β) Εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία (καλλιέργειες).
- γ) Εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων στα γεωργικά συστήματα.
- δ) Εκτίμηση των οικονομικών επιπτώσεων.
- ε) Ανάπτυξη επιλογών πολιτικής, σχετικών με την προσαρμογή. Η προσέγγιση που υιοθετήθηκε για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις σοδείες των καλλιεργειών στο Μαρόκο βασίζεται στην εμπειρία του FAO στην ανάπτυξη και στο χειρισμό συστημάτων πρόβλεψης συγκομιδής καλλιεργειών πραγματικού χρόνου σε ένα σύνολο κρατών παγκοσμίως στα πλαίσια της ασφάλειας τροφίμων.

32 Για περισσότερες πληροφορίες:
<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/MENAEXT>

33 Για περισσότερες πληροφορίες: <http://www.fao.org/climatechange/49385/en/mar>

ΔΙΑΚΥΡΦΞΗ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ

Προσαρμογή της Διαχείρισης και της Προστασίας των Μεσογειακών Δασών στην Κλιματική Αλλαγή

Απρίλιος 2008

Εισαγωγή

Από τις 14 έως τις 16 Απριλίου του 2008, ειδικοί από την Μεσόγειο, επιστήμονες, περιβαλλοντολόγοι, ΜΚΟ, εκπρόσωποι κυβερνήσεων και διεθνών οργανισμών συναντήθηκαν στην Αθήνα για να συζητήσουν θέματα σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα Μεσογειακά δάση, η οποία προστίθεται στις υφιστάμενες απειλές και προκλήσεις που επιδρούν σε αυτά τα οικοσυστήματα και τους ανθρώπους που εξαρτώνται από αυτά, και να διερευνήσουν ευκαιρίες και επιλογές προσαρμογής που θα αυξήσουν την κοινωνική και περιβαλλοντική προσαρμοστικότητα.

Τα Μεσογειακά δάση και δασικές εκτάσεις, βρισκόμενα σε μια μεταβατική ζώνη μεταξύ της Ευρωπαϊκής, της Αφρικανικής και της Ασιατικής ηπείρου, αποτελούν ένα από τα κέντρα βιολογικής ποικιλότητας του πλανήτη και είναι συνδεδεμένα με εξαιρετικά πολιτιστικά χαρακτηριστικά. Η Μεσογειακή βλάστηση περιλαμβάνει 25.000 είδη φυτών, τα οποία αποτελούν το 10% του παγκόσμιου αριθμού ανθοφύτων σε έκταση λίγο μεγαλύτερη από το 1,6% της έκτασης της γης. Η Μεσόγειος είναι η δεύτερη περιοχή στον κόσμο σε ενδημισμό φυτών: υπολογίζεται ότι το 50% (13.000) από τα είδη αυτά δεν βρίσκονται πουθενά αλλού στον κόσμο. Ομάδες ειδών με πανευρωπαϊκή κατανομή όπως το έλατο, η οξιά, το πεύκο και η δρυς έχουν τη μεγαλύτερη ποικιλότητα ειδών, και οι Μεσογειακοί πληθυσμοί είναι συχνά οι πιο ποικίλοι από γενετική άποψη. Επιπρόσθετα, τα Μεσογειακά δάση φιλοξενούν μια εκπληκτική ποικιλότητα πανίδας, ειδικά όταν εκφράζεται ως λόγος μεταξύ του πλούτου ειδών και της έκτασης.

Τα δάση παρέχουν ζωτικής σημασίας περιβαλλοντικές υπηρεσίες — έδαφος, κατακράτηση νερού, ξυλεία, τρόφιμα και φάρμακα, σταθεροποίηση του αστικού μικροκλίματος, αναψυχή κ.ά. — στις οποίες βασίζεται η κοινωνία. Αυτό είναι

ιδιαίτερα σημαντικό σε ακραία περιβάλλοντα όπως το Μεσογειακό κλίμα, όπου η έλλειψη νερού αποτελεί τον κύριο περιοριστικό παράγοντα και η ακανόνιστη κατανομή του μπορεί εύκολα να προκαλέσει διάβρωση του εδάφους και αποστράγγιση στην περίπτωση που η δασική κάλυψη έχει χαθεί.

Οι ταχείες και ξαφνικές αλλαγές χρήσεων γης, κυρίως λόγω των αναπτυξιακών πιέσεων και της χωρίς σχεδιασμό δόμησης, ο κατακερματισμός των ενδιαιτημάτων, η υπερεκμετάλλευση των πόρων και η κακή διαχείριση είναι οι κύριες αιτίες της υποβάθμισης των Μεσογειακών δασών. Η κλιματική αλλαγή προστίθεται στις πιέσεις αυτές, κυρίως μέσω των αυξανόμενων περιστατικών καύσωνα, ξηρασίας και της γενικής αύξησης της θερμοκρασίας, και θα μπορούσε, τελικά, να επηρεάσει σημαντικά την ανθεκτικότητα και την ικανότητα προσαρμογής των Μεσογειακών δασικών οικοσυστημάτων.

Αναγνωρίζοντας ότι:

- η κλιματική αλλαγή συμβαίνει ήδη και επιδεινώνει τις υπάρχουσες πιέσεις και αιτίες υποβάθμισης και απώλειας του δάσους,
- οι δασικές πυρκαγιές είναι από τις πιο άμεσες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στα Μεσογειακά δάση, και οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως οι εκτεταμένες περίοδοι ξηρασίας και τα ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα (κύματα καύσωνα και δυνατοί άνεμοι), σε συνδυασμό με μη βιώσιμες αλλαγές στις χρήσεις γης, κακές πρακτικές διαχείρισης, έλλειψη γνώσης και έλλειψη επαρκών στρατηγικών διαχείρισης των πυρκαγιών, συμβάλλουν στον ανησυχητικό ρυθμό αύξησης της συχνότητας, της έντασης και της έκτασης των πυρκαγιών,
- οι Μεσογειακές χώρες μοιράζονται κοινά θέματα προστασίας της φύσης και κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης παρά τις σημαντικές διαφορές που υπάρχουν ακόμα κατά μήκος των ακτών της Μεσογείου όσον αφορά στο κατά κεφαλή ακαθάριστο εθνικό προϊόν, την κάλυψη δασικής γης και το καθεστώς ιδιοκτησίας της γης,
- παρά τις προσπάθειες που γίνονται, τα Μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα παρουσιάζουν ακόμη ανησυχητικό βαθμό υποβάθμισης, απειλώντας έτσι τους φυσικούς πόρους και την πολιτιστική κληρονομιά,
- η κλιματική αλλαγή, σε συνδυασμό με κακές πρακτικές και χρήσεις της γης (π.χ. μη βιώσιμες, ταχύρρυθμες αλλαγές χρήσης της γης, εγκατάλειψη της υπαίθρου και υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων) είναι πιθανό να μειώσουν την ικανότητα των Μεσογειακών δασών να προσαρμόζονται αυτόνομα στην κλιματική αλλαγή και να αυξήσουν τη συχνότητα και την ένταση των επιδημιών, των περιστατικών μαρασμού, των ανεξέλεγκτων πυρκαγιών και άλλων μεγάλης κλίμακας διαταραχών,

- οι πληθυσμοί και οι οικονομίες της Μεσογείου θα επηρεαστούν ιδιαίτερα από τη μείωση των δασικών εκτάσεων που συνήθως αντικαθίστανται από πυρόφιλους θαμνώνες, την αύξηση του κατακερματισμού των ενδιαιτημάτων, που μπορεί να παρεμποδίσει τις ευκαιρίες μετανάστευσης/διασποράς για έναν αριθμό ειδών στα όρια εξαφάνισης, και τη μείωση της ετήσιας προσάυξης των δασών και επομένως της προσόδου από αυτά,

οι συμμετέχοντες:

- **Καλούν όλες τις Μεσογειακές χώρες να συμπεριλάβουν τις ανάγκες για μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή σε όλες τις τομεακές πολιτικές, ρυθμίσεις και σχέδια για αστική και περιφερειακή ανάπτυξη που συνδέονται με τα δασικά οικοσυστήματα, σε επίπεδο εθνικό, περιφερειακό και ευρωπαϊκό.**
 - α) Συνεχίζοντας να προωθούν τη συνεργασία μεταξύ των κυβερνήσεων, της επιστημονικής κοινότητας, των ΜΚΟ, των κοινωνικών ομάδων και των διεθνών οργανισμών για το συμμετοχικό σχεδιασμό πυρανθεκτικών οικοσυστημάτων.
 - β) Ενδυναμώνοντας τις σχέσεις μεταξύ των διαχειριστών του δάσους και των αγροτικών περιοχών με τις τοπικές κοινωνίες, ώστε να διασφαλιστεί ότι τα δάση γίνονται αντιληπτά ως ευκαιρίες για την αύξηση του εισοδήματος και για την προώθηση μηχανισμών για τη βιώσιμη περιφερειακή ανάπτυξη, μέσω της διάχυσης της γνώσης και της ενημέρωσης του κοινού.
 - γ) Υποστηρίζοντας την ανάπτυξη συμμετοχικών διαδικασιών περιφερειακού σχεδιασμού που ενδυναμώνουν τους χρήστες της γης και τους αγροτικούς πληθυσμούς και τους προτείνουν κατάλληλες χρήσεις γης και καλές πρακτικές σχετικά με προσαρμόσιμους τρόπους γεωργικής καλλιέργειας και μείωσης της καύσιμης ύλης στα δασικά οικοσυστήματα.
 - δ) Ενημερώνοντας για την επείγουσα ανάγκη υιοθέτησης μια νέας προσέγγισης «μαθαίνουμε να ζούμε με τις πυρκαγιές», με σκοπό την αλλαγή της συχνότητας και των χαρακτηριστικών των πυρκαγιών σε αποδεκτά επίπεδα από κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντική πλευρά, αντί μιας αυστηρής στρατηγικής καταστολής των δασικών πυρκαγιών.
- **Καλούν όλες τις Μεσογειακές χώρες να μεταβούν από την κυρίαρχη στρατηγική αντιμετώπισης φυσικών καταστροφών, όπως η δασοπυρόσβεση, σε ολοκληρωμένες στρατηγικές και πολιτικές διαχείρισης των πυρκαγιών (ή άλλων διαταραχών), οι οποίες:**

- α) Ενσωματώνουν πέντε βασικές συνιστώσες: (1) έρευνα στη δυναμική των δασικών πυρκαγιών και στις βασικές αιτίες των πυρκαγιών, (2) μείωση του κινδύνου και πρόληψη, (3) ετοιμότητα, (4) αντιμετώπιση, και (5) αποκατάσταση.
 - β) Τονίζουν την ουσιαστική ανάγκη ανάδειξης μέτρων για την εφαρμογή καινοτόμων δράσεων διαχείρισης των πυρκαγιών, αξιολογώντας την αποτελεσματικότητα των εργαλείων και των πολιτικών μείωσης του κινδύνου πυρκαγιάς, πρόληψης και ελέγχου, και ενσωματώνοντας τη μείωση της ευπάθειας και την πρόληψη ως μέρος των εργαλείων σχεδιασμού και των πρακτικών διαχείρισης του ευρύτερου οικοσυστήματος.
 - γ) Αναγνωρίζουν τον ουσιαστικό ρόλο που μπορούν να έχουν οι άνθρωποι της υπαίθρου στη μείωση της ευπάθειας στις πυρκαγιές και την ανάγκη για συμμετοχικές διαδικασίες σχεδιασμού που υποστηρίζουν την αναγνώριση και την υιοθέτηση προσαρμοσμένων χρήσεων γης και μορφωμάτων του οικοσυστήματος.
- **Καλούν όλες τις Μεσογειακές χώρες να αναπτύξουν από κοινού, να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα και να προσδιορίσουν στρατηγικές και εργαλεία προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, μέσω της μελέτης παραδειγμάτων (case studies)**
- α) Επαναξιολογώντας τις προστατευόμενες περιοχές και τα περιφερειακά και εθνικά δίκτυα προστατευόμενων περιοχών, βασιζόμενοι στην ευρύτερη, σε κλίμακα τοπίου «οικοσυστημική προσέγγιση» και διασφαλίζοντας τους όρους τόσο για την *in situ* διατήρηση των μοναδικών Μεσογειακών αποθεμάτων δασικής ποικιλότητας (γονότυποι, είδη και κοινότητες), όσο και για τη διευκόλυνση της μετανάστευσης των ειδών.
 - β) Παρέχοντας υποδείξεις στους διαχειριστές του δάσους και της γης για την αύξηση της προσαρμοστικότητας των δασών στην κλιματική αλλαγή, όπως η αύξηση της ποικιλότητας σε όλα τα επίπεδα (σύνθεση γονοτύπων και ειδών στα δασικά τοπία), αλλαγές στις δασοκομικές πρακτικές (π.χ. αραιώσεις για τη βελτίωση της ανθεκτικότητας σε ξηρές συνθήκες και σε έλλειψη νερού, μεγαλύτεροι περιότροποι χρόνοι για την αύξηση της δέσμευσης άνθρακα), και αλλαγές στη διαχείριση των εδαφών (ελαφριά άροση και διαχείριση του εδάφους με σκοπό τη μείωση του ρυθμού διάβρωσης και των πλημμύρων και την αύξηση της απορρόφησης και κατακράτησης του νερού).
 - γ) Ενθαρρύνοντας τους δασοδιαχειριστές, τους επιστήμονες και τους επαγγελματίες να αξιολογήσουν και να προωθήσουν την οικονομική αποτίμηση και την αειφορική χρήση των δασικών προϊόντων και υπηρεσιών, ένα

βήμα-κλειδί για τη μείωση των υφιστάμενων πιέσεων στα φυσικά οικοσυστήματα και την αύξηση της ικανότητας των οικολογικών και των κοινωνικών συστημάτων να προσαρμοστούν στην κλιματική αλλαγή.

δ) Ενθαρρύνοντας τις πρωτοβουλίες αποκατάστασης του δασικού τοπίου που συμβάλλουν στη διατήρηση των βασικών οικολογικών διεργασιών και των αξιών της βιοποικιλότητας, στη διαμόρφωση τοπίων και στη σύνθεση ειδών και ενδιαιτημάτων που είναι πιο ανθεκτικά σε μεγάλης κλίμακας διαταραχές όπως η πυρκαγιά, και στην παροχή ενός εύρους ωφελειών για τις αγροτικές κοινωνίες.

ε) Πρωθώντας επιτυχημένα αποτελέσματα από υφιστάμενα έργα και πρωτοβουλίες που σκοπεύουν στην αύξηση της προσαρμοστικότητας των δασών και των ανθρώπων της Μεσογείου στις επιπτώσεις της παγκόσμιας αλλαγής και ενισχύοντας την επαναληψιμότητά τους και την προσαρμογή μέσω της περαιτέρω ανάπτυξης σχετικών πρωτοβουλιών που καλύπτουν τα διαφορετικά οικολογικά και κοινωνικο-οικονομικά πλαίσια στη Μεσόγειο.

• **Εκφράζουν την επείγουσα ανάγκη για συνεργασία Βορρά-Νότου στη Μεσόγειο, σε όλα τα επίπεδα, για την αντιμετώπιση των απειλών, ειδικά ενισχύοντας την ανταλλαγή γνώσης, την επιστημονική έρευνα, την ανάπτυξη ικανοτήτων και την ανάπτυξη συνεργασιών για την εφαρμογή επαρκών διαδικασιών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, σε όρους προστασίας της βιοποικιλότητας και των πολιτιστικών αξιών, και διαχείρισης των φυσικών πόρων**

α) Προτείνεται η σύσταση μιας ομάδας ειδικών από τις Μεσογειακές χώρες, η οποία θα κάνει τακτικές συναντήσεις για να μελετά και να αξιολογεί τις αλλαγές και τις αναμενόμενες επιπτώσεις τους που μπορεί να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό τα Μεσογειακά οικοσυστήματα και τις αγροτικές κοινωνίες και να προτείνει μέτρα και πολιτικές.

β) Η επιστημονική κοινότητα θα πρέπει να δεσμευτεί να κάνει τη γνώση και την επιστήμη εύκολα προσβάσιμες στο κοινό και τους πολιτικούς, και να συνεργαστεί με επικοινωνιολόγους και άλλους σχετικούς εταίρους για την προώθηση της χρήσης μιας κοινής γλώσσας, οικονομικών αποτιμήσεων, παραδειγμάτων και οπτικών εργαλείων.

γ) Όλοι οι επαγγελματίες θα πρέπει να δεσμευτούν για την ανταλλαγή πληροφοριών, εμπειριών και εξειδικευμένης γνώσης, και να συνεργαστούν μέσω περιφερειακών δικτύων σε μια ισορροπημένη προσέγγιση «Βορρά-Νότου» για την προώθηση συγκεκριμένων πρωτοβουλιών στην έρευνα και στην παρακολούθηση, όπως επίσης δράσεων που στοχεύουν στην ανάπτυξη ικανοτήτων σε όλα τα επίπεδα.

δ) Μια νοοτροπία συνεχούς εκπαίδευσης, ανάπτυξης τεχνογνωσίας και ανταλλαγής εμπειριών είναι απαραίτητη για την ύπαρξη ικανών χρηστών γης που θα συμμετέχουν σε δράσεις πρόληψης και μείωσης της ευπάθειας των πυρκαγιών και θα τις ενσωματώνουν στις πρακτικές διαχείρισης, για τη δημιουργία πλήρως λειτουργικών, μοντέρνων, εξοπλισμένων και εξειδικευμένων μονάδων δασοπυρόσβεσης για τη διασφάλιση αποτελεσματικών συστημάτων συντονισμού που περιλαμβάνουν δημόσιες υπηρεσίες, διαχειριστές γης, επιστημονικά ινστιτούτα και μονάδες πυρόσβεσης.

ε) Σημαντική είναι η συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα ως εταίρου στις εργασίες προστασίας, διαχείρισης και αποκατάστασης.

στ) Οι διεθνείς οργανισμοί του Μεσογειακού χώρου, όπως οι IUCN, WWF, FAO, UNDP, συμπεριλαμβανομένων των διαφόρων εθνικών και διεθνών δικτύων, θα πρέπει να δεσμευτούν για την προώθηση της συνεργασίας για τα Μεσογειακά δάση και την προσαρμογή τους στην κλιματική αλλαγή, με στόχο την εξασφάλιση ισχυρής εκπροσώπησης των Μεσογειακών δασών στη διεθνή περιβαλλοντική πολιτική και συναντήσεις.

η) Οι χώρες της περιοχής θα πρέπει επείγοντως να θέσουν την προστασία και τη βιώσιμη διαχείριση των δασών σε προτεραιότητα σε εθνικό, περιφερειακό και ευρωπαϊκό επίπεδο, και να αναπτύξουν αποτελεσματικά εργαλεία για την ευαισθητοποίηση και την εκπαίδευση των κοινωνιών σχετικά με τις υπηρεσίες που παρέχουν τα Μεσογειακά δάση.

Οι συμμετέχοντες, επίσης:

- Αναγνωρίζουν το σημαντικό ρόλο που παίζουν οι Μεσογειακές χώρες στην εξασφάλιση της παρουσίας εξειδικευμένης τεχνικής και πολιτικής εκπροσώπησης στις σχετικές με θέματα δασικής πολιτικής διεθνείς διαπραγματεύσεις και συναντήσεις.
- Ζητούν από τις κυβερνήσεις και όλους τους σχετικούς εταίρους της περιοχής να συνεργαστούν για τη διασφάλιση της ευρείας διανομής των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων της συνάντησης.

Οι συμμετέχοντες αναγνωρίζουν ότι αυτή η διακήρυξη μπορεί μόνο να εφαρμοστεί στο πλαίσιο συνεργασίας και αλληλεγγύης στην περιοχή μας.

Βιβλιογραφία

Adger WN. (2000) Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography*, 24(3).

AEE (2004) *Impacts du changement climatique en Europe*.

Apuuli B, Wright J, Elias C, Burton I. (2000) Reconciling national and global priorities in adaptation to climate change: with an illustration from Uganda. *Environmental Monitoring and Assessment*, 61(1), 145-159.

Bakkenes M *et al.* (2002) Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biol.*, 8, 390-407.

Battisti A. (2004) *Forests and climate change – lessons from insects*. [en-ligne] Forest@, 1(1), 17-24. [<http://www.sisef.it>]

Beniston M. (2003) Climatic Change in Mountain Regions: a Review of Possible Impacts. *Climatic Change*, 59, 5-31. © 2003 Kluwer Academic Publishers. Impression aux Pays-Bas.

Benjamin S. (2007) *Adaptation to climate change: development of a national strategy for agriculture, ecosystems and water resources in Tunisia*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)

Breshears D, Ebinger MH, Unkefer PJ, Allen CD. (2001) *Assessing Carbon Dynamics in Semiarid Ecosystems: Balancing Potential Gains With Potential Large Rapid Losses*. First National Conference on Carbon Sequestration Proceedings. Informations sur les services de conférence, NETL

Brunet M, Aguilar E, Saladie O, Sigró J, López D. (2002) *Warming phases in longterm Spanish temperature change*. In : *3th Symposium on Global change and Climate Variations*, Orlando 13-17 janvier 2002, American Meteorological Society, Boston, 30-32.

Burton I, Soussan J, Hammill A. (2003) *Livelihoods and Climate Change: Combining Disaster Risk Reduction, Natural Resource Management and Climate Change Adaptation in a new Approach to the Reduction of Vulnerability and Poverty*. IISD, UICN et SEI. Boston.

Cairns DM, Moen J. (2004) Herbivory influences tree lines. *Journal of Ecology*, 92.

Carreira JA, López-Quintanilla JB, Linares JC. (2008) *Conservation and Management Adaptation Options for In Situ Preservation of Endemic Mountain Conifer Forests: The Abies pinsapo case in Andalusia (Spain)*. In : Regato & Salman *Mediterranean Mountains in a Changing World: Guidelines for developing action plans* 2008. UICN.

Carrión JS. (2003) *Sobresaltos en el bosque mediterráneo: incidencia de las perturbaciones observables en una escala paleoecológica*. Ecosistemas 2003 [<http://www.aeet.org/ecosistemas/033/revision1.htm>].

Castaneda F. (2008) Exigencies for adapting forests and their management and conservation to climate change in the Mediterranean Region. In : *Compte-rendu présenté lors de l'atelier international UICN-WWF « Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes »*, Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].

CCNUCC. (2007) *Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries*. CCNUCC.

Ciner A. (2003) Glaciers and Late Quaternary Glacial Deposits of Turkey. *Geophysical Research Abstracts* 5, 04888. European Geophysical Society 2003.

Clark, JS. (1998) Why trees migrate so fast: confronting theory with dispersal biology and the paleorecord. *The American Naturalist*, 152(2).

Clark JS, Lewis M, McLachlan JS, HilleRisLambers J. (2003) Estimating population spread: what can we forecast and how well? *Ecology*, 84(8).

Enright NJ, Marsula R, Lamont B, Wissel C. (1998) The ecological significance of canopy seed storage in fire-prone environments: a model for non-sprouting shrubs. *Journal of Ecology*, 86.

Estrela MJ, Valiente JA, Corell D, Millán MM. (2004) Fog collection in a region of the Western Mediterranean basin: evaluation of the use of fog water for the

restoration of wildfire burnt areas. In : *The Third International Conference on Fog, Fog Collection and Dew*, 11-15 octobre, Cape Town, Afrique du Sud.

Fady B. (2008) Influence of climate change on the natural distribution of tree species. In : *Compte-rendu présenté lors de l'atelier international UICN-WWF « Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes »* Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].

Finsinger W, Tinner W, van der Knaap WO, Ammann B. (2006) The expansion of hazel (*Corylus avellana* L.) in the southern Alps: a key for understanding its earlyHolocene history in Europe? *Quaternary Science Reviews*, 25(2006), 612-631.

Galán E, Cañada R, Fernández F, Cervera B. (2001) *Annual temperature evolution in the Southern Plateau of Spain from the construction of regional climatic time series*. In : Brunet, M. and López, (Eds.) *Detecting and modelling regional climate change*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Etats-Unis 119-131.

García-Amorena I, Gómez Manzaneque F, Rubiales JM, Granja HM, Soares de Carvalho G, Morla C. (2007) The Late Quaternary coastal forests of western Iberia; a study of their macro-remains. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 254, 448-461.

Garcia-Amorena I. (2007). *Quaternary evolution of the Atlantic Iberian coastal forest. Palaeoclimatic Implications*. PhD. Ed. Fundación Conde del Valle de Salazar, 219p. Madrid, Espagne.

Giannakopoulos C, Bindi M, Moriondo M, LeSager P, Tin T. (2005) *Climate change impacts in the Mediterranean resulting from a °C global temperature rise*. Rapport préparé pour le WWF. Observatoire national d'Athènes, Grèce.

Giorgi F. (2002) Variability and trends of sub-continental scale surface climate inthe twentieth century. *Part I: Observations, Clim. Dyn.*, DOI 10.1007/s00382-001-0204-x.

Goubitz S, Nathan R, Roitemberg R, Shmida A, Ne'eman G. (2004) Canopy seedbank structure in relation to fire, tree size and density. *Plant Ecology*, 173, Kluwer Acad. Publishers, Pays-Bas.

Gracia C. (2006) Oak Decline and the Forest Carbon Balance. In : *Report on the Evora Conference: The Vitality of Cork and Holm Oak Stands and Forests* (25 au 27 octobre 2006) [http://www.aifm.org/page/doc/Evora06_rapport_gb.pdf].

Higgins SI *et al.* (2003) Forecasting plant migration rates: managing uncertainty for risk assessment. *Journal of Ecology*, 91, 341-347.

Hulme PE. (2005) Adapting to climate change: is there scope for ecological management in the face of a global threat? *Journal of Applied Ecology*, 42, 784-794.

Holling CS. (1973) Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23.

Huntley B. (1991) How Plants Respond to Climate Change: Migration Rates, Individualism and The Consequences For Plant Communities. *Annals of Botany*, 67 (suppl.).

Isendahl N, Schmidt G. (2006) *Drought in the Mediterranean: WWF Policy Proposals*. WWF.

Jacobeit J, Wanner H, Luterbacher J, Beck C, Philipp A, Sturm K. (2003) Atmospheric circulation variability in the North-Atlantic-European area since the mid seventeenth century. *Clim. Dyn.*, 20, 341-352.

Jones CD, Cox PM. (2005) On the significance of atmospheric CO₂ growth-rate anomalies in 2002-03, *Geophys. Res. Lett.*, 32, L14816, doi:10.1029/2005GL023027.

Kettunen M, Terry A, Tucker G, Jones A. (2007) *Guidance on the maintenance of landscape features of major importance for wild flora and fauna - Guidance on the implementation of Article 3 of the Birds Directive (79/409/EEC) and Article 10 of the Habitats Directive (92/43/EEC)*. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Bruxelles, Belgique, 114p et Annexes.

Lindner M. (2006) How to adapt forest management in response to the challenges of climate change? In : *IPGRI-IUFRO Workshop, Climate Change and forest genetic diversity: implications for sustainable forest management in Europe*. Paris, France, 15-16 mars 2006.

Lloret F, Médail F, Brundu G, Hulme PE. (2004) Local and regional abundance of exotic plant species on Mediterranean islands: are species traits important? *Global Ecology and Biogeography*, 13(1), 37-45. Publié en-ligne le 9 janvier 2004.

McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ, White KS (Eds.). (2001) *Climate Change 00: Impacts, Adaptation & Vulnerability*. Contribution of

Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (GIEC). Cambridge University Press, Royaume-Uni, 1000p.

McLahlan JS, Clark JS, Manos PS. (2005) Molecular indicators of tree migration capacity under rapid climate change. *Ecology*, 86(8).

Medail F, Quezel P. (2003) Conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen. *Bocconea*, 16(1), ISSN 1120-4060.

Meiner A. (2006) *Climate Change: a European Perspective*. Agence Européenne pour l'Environnement.

Midgley GF, Thuiller W, Higgins SI. (2007) *Plant Species Migration as a Key Uncertainty in Predicting Future Impacts of Climate Change on Ecosystems: Progress and Challenges*. In : Canadell JG, Pataki DE, Pitelka LF (Eds.) *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*, Global Change -The IGBP Series. Springer Berlin Heidelberg.

Molles M.C. (1999). *Ecology – Concepts and Applications*. WCB McGraw-Hill, Boston.

Moorcroft P.R, Pacala S.W, Lewis M.A. (2006) Potential role of natural enemies during tree range expansions following climate change. *Journal of Theoretical Biology*, 241.

Morrison A. (2008) Rural Livelihoods and Ecosystem Services, The Plan Vivo Experience. In : *Compte-rendu présenté lors de l'atelier international UICN-WWF « Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes »* Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].

Neufeldt H. (2008) Mediterranean forest adaptation to climate change: What can be learned from the ADAM project? In : *Compte-rendu présenté lors de l'atelier international UICN-WWF « Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes »* Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].

Nowak CL, Nowak RS, Tausch RJ, Wigand PE. (1994) Tree and shrub dynamics in northwestern Great Basin woodland and shrub steppe during the late-Pleistocene and Holocene. *American Journal of Botany*, 81, 265-277.

Ohlemüller R, Gritti ES, Sykes MT, Thomas CD. (2006) Towards European climate risk surfaces: the extent and distribution of analogous and non-analogous climates 1931-2100. *Global Ecology and Biogeography*, 15.

Ortolani F, Pagliuca S. (2006) *Geoarchaeological evidences of cyclical climatic-environmental changes in the Mediterranean area (500 bp-present day)*. Abstract GeoSed 2006, Modena.

Overpeck J, Whitlock C, Huntley B. (2003) *Terrestrial Biosphere Dynamics in the Climate System: Past and Future*. In : Alverson K, Bradley R, Pedersen T (Eds.) *Paleoclimate, Global Change and the Future*, IGBP Synthesis Volume. Springer-Verlag, Berlin, Allemagne, 81-111.

Papageorgiou AC. (2008) Mediterranean forest genetic diversity and adaptive conservation strategies. In : *Compte-rendu présenté lors de l'atelier international UICN-WWF « Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes »* Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].

Parmesan C. (2006) Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 006, 37, 637-69.

Pearson RG, Dawson TP. (2005) Long-distance plant dispersal and habitat fragmentation: identifying conservation targets for spatial landscape planning under climate change. *Biological Conservation*, 123.

Pearson RG, Thuiller W, Araujo MB, Martinez-Meyer E, Brotons L, McClean C, Miles L, Segurado P, Dawson TP, Lees DC. (2006) Model-based uncertainty in species range prediction. *Journal of Biogeography Special Issue*.

Pe'er G, Safriel UN. (2000) *Climate Change Israel National Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change: Impact, Vulnerability and Adaptation*. Ministry of Environment.

Peñuelas P, Boada M. (2003) A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain). *Global Change Biology*, 9(2), 131-140.

Petit JP, Hampe A, Cheddadi R. (2005) Climate changes and tree phylogeography in the Mediterranean. *TAXON*, 54(4): 877-885.

Pinho J. (2008) Spatial planning climate change adaptation options: Building “fire-smart” forest landscapes in Southern Portugal. In : *Compte-rendu présenté*

lors de l'atelier international UICN-WWF « Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes » Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].

PNUE. (2006) *Cooperation between the United Nations Environment Programme and the United Nations Development Programme*. UNEP/GC/24/INF/19.

Pressey RL, Cabeza M, Watts ME, Cowling RM, Wilson A. (2007) Conservation planning in a changing world. *Trends in Ecology & Evolution*, 22, 583-592.

Regato P, Salman R. (2008) *Mediterranean Mountains in a Changing World: Guidelines for developing action plans*. Malaga, Espagne : Centre de coopération pour la Méditerranée de l'UICN, xii & 88p.

Rego F. (2008) Forest strategies to prevent risks associated to climate change: The Case of Portugal. In : *Compte-rendu présenté lors de l'atelier international UICN-WWF « Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes »* Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].

Reid H. (2006) Climate change and biodiversity in Europe. *Conservation and Society* 4, 84-101.

Riche B. (2008) Integrating climate change adaptation in development processes and projects, using the CRISTAL tool. In : *Compte-rendu présenté lors de l'atelier international UICN-WWF « Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes »* Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].

Robledo C, Forner C. (2005) *Adaptation of forest ecosystems and the forest sector to climate change*. Forest and Climate Change Working Paper 2, FAO.

Saint-Laurent C. (2008) International Policy Context for Adaptation Within An Integrated Forest Sector Response. In : *Compte-rendu présenté lors de l'atelier international UICN-WWF « Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes »* Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].

Smit B, Pilfosova O. (2001) *Chapter 8: Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity*. In : Contribution of Working Group II to the IPCC Third Assessment Report, *Climate Change 00: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*.

Solomon S *et al.* (2007) *Technical Summary*. In : Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (Eds.) *Climate Change 007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, Etats-Unis.

Spittlehouse DL, Stewart RB. (2003) Adaptation to Climate Change in Forest Management. *BC Journal of Ecosystems and Management*, 4(1). FORREX.

Stein C. (2008) Capacity building for the development and implementation of forest adaptation measures. In : *Compte-rendu présenté lors de l'atelier international UICN-WWF « Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes »*, Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].

Thomas CD *et al.* (2004) Extinction risk from climate change. *Nature*, 427, 145-148.

Thompson JD. (2005) *Plant Evolution in the Mediterranean*. Oxford Univ. Press.

Thuiller W., Brotons L, Araujo MB, Lavorel S. (2004) Effects of restricting environmental range of data to project current and future species distributions. *Ecography* 27, 165-172.

Tinner W, Conedera M, Gobet E, Hubschmid P, Wehrli M, Ammann B. (2000) A palaeoecological attempt to classify fire sensitivity of trees in the southern Alps. *The Holocene*, 10, 565-574.

Tinner W, Lotter AF. (2001) Central European vegetation response to abrupt climate change at 8.2 ka. *Geology*, 29(6).

Tinner W, Conedera M, Ammann B, Lotter AF. (2005) Fire ecology north and south of the Alps since the last ice age. *The Holocene*, 15, 1214-1226.

UICN-WWF. *Atelier international « Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes »*, Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].

Valdecantos A. (2008) Post-fire restoration strategies/interventions to increase forest resilience against large forest fires exacerbated by climate change: The case of Valencia (Spain). In : *Compte-rendu présenté lors de l'atelier international*

UICN-WWF « *Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes* », Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].

Walther GR *et al.* (2002) *Ecological responses to recent climate change*. *Nature*, 416, 389-395.

Vennetier M, Vila B, Liang EY, Guibal F, Ripert C, Chandieux O. (2005) *Impacts du changement climatique sur la productivité forestière et le déplacement d'une limite bioclimatique en région méditerranéenne française*. *Ingénieries*, 44, 49-61.

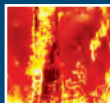
Vetter M *et al.* (2007) Analyzing the causes and spatial pattern of the European2003 carbon flux anomaly in Europe using seven models. *Biogeosciences Discuss.*, 4, 1201-1240.

Willis KJ, Niklas KJ. (2004) *The role of Quaternary environmental change in plant macroevolution: the exception or the rule?* *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* (2004) 359, 159-172.

Wilson RJ, Gutiérrez D, Gutiérrez J, Monserrat VJ. (2007) An elevational shift in butterfly species richness and composition accompanying recent climate change. *Global Change Biology*, 13 (9).

WWF. (2006) *Stormy Europe: the power sector and extreme weather*. Power-Switch Campaign.

Zaim K. (2008) Enhancing the Capacity of Turkey to Adapt to Climate Change. *In : Compte-rendu présenté lors de l'atelier international UICN-WWF « Adaptation au changement climatique dans la gestion et la conservation des forêts méditerranéennes »*, Athènes, 2008 [<http://www.uicnmed.org>].



ISBN 978-960-7506-13-9

