



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ LIFE+
Περιβαλλοντική Πολιτική και Διακυβέρνηση
ΕΡΓΟ LIFE08 ENV/GR/000554

AdaptFor

«Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην
κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα»

Κατευθύνσεις για την προσαρμογή της διαχείρισης των ελληνικών δασών στην **κλιματική αλλαγή**



ΜΟΥΣΕΙΟ ΓΟΥΛΑΝΑΡΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΤΟΠΩΝ - ΥΔΡΟΤΟΠΩΝ



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ &
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ
ΑΛΛΑΓΗΣ

Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης
και Προστασίας Δασών
και Αργοπεριβάλλοντος

Δάση και κλιματική αλλαγή

3.1. Γενικά στοιχεία

Η αλλαγή του κλίματος θεωρείται συνέπεια των προγενέστερων και τρεχουσών ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στον Πλανήτη⁸. Η μέση θερμοκρασία του Πλανήτη έχει ανέβει κατά 0,8 °C περίπου (σε σχέση με τα επίπεδα της προβιομηχανικής εποχής) και εξακολουθεί να αυξάνεται. Στην Ευρώπη, η άνοδος της θερμοκρασίας ήταν ακόμη ταχύτερη από τον παγκόσμιο μέσο όρο (1,3 °C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα)⁹. Ολόκληρη η Ευρώπη είναι εκτεθειμένη στην κλιματική αλλαγή, ωστόσο, ορισμένες περιοχές όπως η λεκάνη της Μεσογείου, οι ορεινές περιοχές, οι πυκνοκατοικημένες κατακλυζόμενες πεδιάδες, οι παράκτιες ζώνες και η Αρκτική θεωρούνται ιδιαίτερα τρωτές και κινδυνεύουν περισσότερο από τις άλλες¹⁰. Στη Μεσόγειο συγκεκριμένα, η θερμοκρασία φαίνεται να εμφανίζει αύξηση και οι βροχοπτώσεις να μειώνονται στατιστικώς σημαντικά, κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο (στοιχεία που αφορούν στο τελευταίο μισό του 20ου αιώνα)¹¹.

8. IPCC. 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K. and A. Reisinger (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104p.

9. Έκθεση αριθ. 12/2012 του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (ΕΟΠ): Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 (Κλιματική αλλαγή – Επιπτώσεις και τρωτότητα στην Ευρώπη το 2012).

10. COM. 2013. ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ. Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

11. Giannakopoulos, C., Bindi, M., Moriondo, M., LeSager, P. and T. Tin. 2005. Climate change impacts in the Mediterranean resulting from a 2°C global temperature rise. Rapport préparé pour le WWF. Observatoire national d'Athènes, Grèce.



Μικτό δάσος μαύρης πεύκης, οξιάς και ελάτης στον Ασπροπόταμο Καλαμπάκας
Φωτ. Αρχείο ΕΚΒΥ/Λ. Λογοθέτης

Τα κυριότερα γνωρίσματα της κλιματικής αλλαγής, εκτός από τη βαθμιαία αύξηση της θερμοκρασίας, είναι:

- Μείωση της διάρκειας των βροχοπτώσεων και αύξηση της έντασής τους, επιμήκυνση του καλοκαιριού καθώς και επικράτηση πιο ξηρών ανοίξεων και ακανόνιστων χειμώνων.
- Συχνότερη και εντονότερη εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων (περιόδων ξηρασίας, κυμάτων καύσωνα, καταιγίδων, χαλαζοπτώσεων κ.λπ.).
- Αύξηση επιφανειακής απορροής και μείωση της δυνατότητας ταμίευσης νερού στο έδαφος, λόγω της ραγδιότητας των βροχοπτώσεων (καταιγίδων) και της πτώσης μεγάλου όγκου βροχής σε μικρό χρονικό διάστημα. Ως αποτέλεσμα, αυξάνονται οι καταστροφικές πλημμύρες και ο κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους.

Τα δάση περιέχουν περίπου το 50% του συνόλου του άνθρακα που είναι αποθηκευμένο στα χερσαία οικοσυστήματα και αλληλεπιδρούν έντονα με το κλίμα, αφού δρουν ως αποθήκη CO₂ κατά την αύξησή τους και ως πηγή CO₂ στην ατμόσφαιρα όταν καταστρέφονται από φυσικά ή ανθρωπογενή αίτια (αποψίλωση, υποβάθμιση, ελλιπής διαχείριση, δασικές πυρκαγιές κ.λπ.)¹². Περαιτέρω, η κατάσταση διατήρησης των δασικών οικοσυστημάτων επηρεάζεται από κλιματικές παραμέτρους (θερμοκρασία, βροχοπτώσεις κ.λπ.) άμεσα και από τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει η μεταβολή αυτών των κλιματικών παραμέτρων στις αβιοτικές παραμέτρους (π.χ. διαθεσιμότητα του νερού και των θρεπτικών ουσιών), στις βιοτικές αλληλεπιδράσεις (π.χ. ανταγωνισμός μεταξύ ειδών), στην ένταση και τη συχνότητα των διαταραχών (π.χ. δασικές πυρκαγιές, επιδημίες παθογόνων οργανισμών, ακραία καιρικά φαινόμενα) κ.ά.

Η γνώση της επίδρασης των κλιματικών αλλαγών στα δασικά οικοσυστήματα είναι ουσιώδους σημασίας για τον ίδιο τον άνθρωπο, καθώς αυτά συμβάλλουν και στην ευημερία και την ποιότητα της ζωής του. Με τη σημερινή εφαρμοζόμενη στρατηγική διαχείρισης, και εάν δεν ληφθούν πρόσθετα μέτρα, εκτιμάται ότι έως το έτος 2100 θα υπάρξει χωρική ανακατανομή των δασών της χώρας, μείωση της συγκόμωσης των δασών (συγκεκριμένα για τα ψυχρόβια δάση ερυθρελάτης, ελάτης, οξιάς και μαύρης πεύκης προβλέπεται συρρίκνωση κατά 4% έως 8%), μείωση της αποθηκευτικής ικανότητας των δασικών οικοσυστημάτων σε άνθρακα (32% έως 45% σε σχέση με σήμερα), μείωση της παραγωγής προϊόντων ξύλου (κατά 27-35%), αλλά και πρόσθετο κόστος για την εφαρμογή κατασταλτικών μέτρων δασοπυρόσβεσης λόγω της αύξησης των πυρκαγιών¹³.

12. FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. 2005. Global Forest Resource Assessment 2005: Progress Toward Sustainable Forest Management. FAO Forestry Paper 147. FAO, Rome.

13. Νάσσης, Α., Καρμύρης, Η., Σαρτζετάκης, Ε. και Σ. Νάσσης, 2011. Επιπτώσεις κλιματικής μεταβολής στα δασικά οικοσυστήματα κατά τον 21ο αιώνα. Σε: Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα. Τράπεζα της Ελλάδος.

Climate – ADAPT

Μία πύλη για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή στην Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή πλατφόρμα συνεργασίας για την προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος Climate-ADAPT (<http://www.climate-adapt.eea.europa.eu>) αποτελεί μία πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που διευκολύνει την πρόσβαση σε πηγές πληροφορίας, τη διάδοση καλών πρακτικών και τη βελτίωση της συνεργασίας μεταξύ των διαφόρων μερών. Τα θέματα για τα οποία μπορεί κάποιος να αναζητήσει πληροφορίες είναι:

- Αναμενόμενη κλιματική αλλαγή στην Ευρώπη
- Τρέχουσα και μελλοντική τρωτότητα περιοχών και τομέων
- Εθνικές και υπερεθνικές στρατηγικές προσαρμογής
- Μελέτες περίπτωσης
- Εργαλεία που υποστηρίζουν τον σχεδιασμό της προσαρμογής

Εισβολή ελάτης και μαύρης πεύκης στο Δημοτικό Δάσος Καστανιάς
Φωτ. Αρχείο ΕΚΒΥ/Λ. Λογοθέτης

3.2. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα δάση¹⁴

3.2.1. Γενικά

Οι επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος στα δασικά οικοσυστήματα αναμένεται να είναι ποικίλες και να επηρεάσουν, όπως προαναφέρθηκε, την υγεία και τη σταθερότητα των δασών. Ως αποτέλεσμα, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει αρνητικά και τις λειτουργίες, τις κοινωνικές επιδράσεις των δασών και τις υπηρεσίες που προσφέρουν τα δάση στον άνθρωπο. Για παράδειγμα, οι αλλαγές στον υδρολογικό κύκλο (χωρικές και χρονικές μεταβολές των προτύπων κατανομής της βροχόπτωσης), αναμένεται ότι θα περιορίσουν τη διαθεσιμότητα του νερού που παράγεται από τα δάση και θα υποβαθμίσουν την ποιότητά του, μειώνοντας κατά αυτόν τον τρόπο τον προστατευτικό ρόλο των δασών ως προς τη διάβρωση του εδάφους, τις πλημμύρες, τους δυνατούς ανέμους κ.λπ.

Η κλιματική αλλαγή μπορεί να έχει αντιτιθέμενες επιπτώσεις στα δάση: από τη μία πλευρά, τα Ευρωπαϊκά δάση έρχονται αντιμέτωπα με αλλαγές που συμβαίνουν με σταδιακό τρόπο, όπως η μεταβολή ή η μετακίνηση των δασικών ειδών και των οικοσυστημάτων που σχηματίζουν και οι μεταβολές στην παραγωγικότητα. Από την άλλη, τα δάση είναι πιθανό να βρεθούν ακόμη περισσότερο εκτεθειμένα σε ακραία φαινόμενα (όπως δασικές πυρκαγιές, ξηρασία, επιδημίες παθογόνων οργανισμών). Οι επιπτώσεις στα δάση από τις σταδιακές μεταβολές και τα ακραία φαινόμενα μπορούν είτε να δρουν αθροιστικά είτε να αντισταθμίζουν και να εξουδετερώνουν η μία τη δράση της άλλης. Για παράδειγμα, η παρατηρούμενη αύξηση της παραγωγικότητας στη Βόρεια Ευρώπη αντισταθμίζεται από τις επιπτώσεις της αύξησης της συχνότητας και της έντασης φαινομένων όπως οι καταιγίδες και οι επιδημίες εντόμων. Αντίθετα, στη Νότια Ευρώπη, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής φαίνεται πως δρουν αθροιστικά, καθώς η σταδιακή μείωση της παραγωγικότητας σε συνδυασμό με την αύξηση των ακραίων φαινομένων (όπως η ξηρασία και οι πυρκαγιές) οδηγεί σε αύξηση της θνησιμότητας των δέντρων, ακόμη και σε αντικατάσταση δασών από νέους τύπους βλάστησης¹⁵.

Τα δασικά οικοσυστήματα της Μεσογείου αναμένεται να υποφέρουν σε μεγαλύτερο βαθμό από τις μεταβολές των κλιματικών παραμέτρων σε σχέση με τα δασικά οικοσυστήματα άλλων περιοχών, καθώς η Μεσόγειος θεωρείται κέντρο κλιματικής αλλαγής (climate change hotspot)¹⁶. Εξάλλου, στη Νότια Ευρώπη, οι αβιοτικές συνθήκες που επικρατούν έχουν ως αποτέλεσμα τη χαμηλή παραγωγικότητα των δασών, εξαιτίας ενός συνδυασμού περιοριστικών παραγόντων, όπως η χαμηλή γονιμότητα του εδάφους, οι μεγάλες κλίσεις και ο κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους. Ωστόσο, στη Μεσόγειο, οι κοινωνικές και περιβαλλοντικές υπηρεσίες που παρέχουν τα δασικά οικοσυστήματα στον άνθρωπο, όπως η διατήρηση βιοποικιλότητας, η προστασία από τις πλημμύρες, η ποικιλότητα του τοπίου και η αναψυχή, θεωρούνται πολύ πιο σημαντικές σε σχέση με τα δασικά οικοσυστήματα της Βόρειας Ευρώπης¹⁷.

Ακολούθως, παρουσιάζονται οι σπουδαιότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα δασικά οικοσυστήματα, με έμφαση σε εκείνες που αφορούν κυρίως στα μεσογειακά οικοσυστήματα.

14. Προσαρμογή από: FAO. 2013. Climate change guidelines for forest managers. FAO Forestry Paper No. 172. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

15. Lindner, M., J.B. Fitzgerald, N.E. Zimmermann, C. Reyer, S. Delzon, E. van der Maaten, M.-J. Schelhaas, P. Lasch, J. Eggers, M. van der Maaten-Theunissen, F. Suckow, A. Psomas, B. Poulter and M. Hanewinkel. 2014. Climate Change and European Forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *Journal of Environmental Management* 146: 69-83.

16. Giorgi, F. 2006. Climate change hot-spots. *Geophys. Res. Lett.*, 33(8): L08707, doi: 10.1029/2006GL025734.W.L.

17. Lindner, M., M. Maroschek, S. Netherer, A. Kremer, A. Barbat, J. Garcia-Gonzalo, R. Seidl, S. Delzon, P. Corona, M. Kolström, M.J. Lexer and M. Marchetti. 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *For. Ecol. Manag.*, 259: 698-709.

3.2.2. Παραγωγικότητα των δασών

Η αλλαγή του κλίματος αναμένεται να επηρεάσει (θετικά ή αρνητικά) την παραγωγικότητα των δασών. Αφενός, η αύξηση του CO₂ στην ατμόσφαιρα θα επηρεάσει την ετήσια προσαύξηση των δέντρων και κατά συνέπεια αναμένεται πως θα οδηγήσει σε αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής κυρίως σε Βόρειες χώρες. Αφετέρου, η ξηρασία και η προβλεπόμενη αύξηση της έντασης και της συχνότητας των διαταραχών (π.χ. πυρκαγιές, επιδημίες παθογόνων) ενδέχεται να επιφέρουν την περαιτέρω καταπόνηση των δέντρων ή ακόμη και τη νέκρωσή τους, προκαλώντας μείωση της παραγωγικότητας των δασών σε χώρες της Μεσογείου¹¹. Οι θετικές επιπτώσεις από την αλλαγή του κλίματος (π.χ. αύξηση της παραγωγής) πιστεύεται ότι θα έχουν πρόσκαιρο χαρακτήρα, διότι τελικά θα αντισταθμιστούν από τις έμμεσες αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (π.χ. μείωση των βροχοπτώσεων ή μεταβολή στα πρότυπα κατανομής τους, αύξηση των διαταραχών κ.λπ.). Η μείωση της παραγωγικότητας των δασικών οικοσυστημάτων αναμένεται να επηρεάσει το εισόδημα των τοπικών κοινωνιών (παραδασόβιοι πληθυσμοί).

3.2.3. Βιοποικιλότητα

Η βιοποικιλότητα των δασικών οικοσυστημάτων αναμένεται να επηρεασθεί άμεσα ή έμμεσα, εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, καθώς ορισμένα είδη θα εξαφανισθούν (για παράδειγμα, λόγω απώλειας των ενδιαιτημάτων τους), ενώ κάποια θα αντικατασταθούν από άλλα, περισσότερο ανθεκτικά στις νέες αντίξοες συνθήκες ή πιο ανταγωνιστικά. Ακόμη και η απώλεια μεμονωμένων ειδών μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην ισορροπία των δασικών οικοσυστημάτων. Συγκεκριμένα στην Ευρώπη, εκτιμάται ότι περίπου το ένα τρίτο των φυτικών ειδών αναμένεται να εξαφανισθεί από την τρέχουσα θέση του έως το έτος 2050¹⁸.

Περαιτέρω, η αλλαγή του κλίματος αναμένεται να έχει ποικίλες επιπτώσεις και να επιφέρει μεταβολές, τόσο στην εξάπλωση των δασικών ειδών, όσο και στη δομή και τη σύνθεση των οικοσυστημάτων. Γενικά, προβλέπεται η μετατόπιση των δασικών οικοσυστημάτων προς μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος και προς μεγαλύτερα υψόμετρα. Στη Μεσόγειο, πιστεύεται ότι οι νέες κλιματικές συνθήκες θα ευνοήσουν τα ξηρο-ανθεκτικά είδη και, ως αποτέλεσμα, αυτά αναμένεται να αυξήσουν την εξάπλωσή τους. Στη χώρα μας, η οποία διακρίνεται για τη μεγάλη ποικιλότητα ειδών και την ενδοειδική γενετική ποικιλομορφία, δεν έχει παρατηρηθεί ακόμη εμφανής αλλοίωση της σύνθεσης των δασών, όπως συνέβη για παράδειγμα στη Νότια Πορτογαλία. Ωστόσο, στη Βόρεια Ελλάδα, στην υποηπειρωτική ζώνη των φυλλοβόλων δρυοδασών, παρατηρείται εισβολή ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων (μαύρη πεύκη, υβριδογενής ελάτη), η οποία ενδεχομένως να συνδέεται με την κλιματική αλλαγή.

18. Bakkenes, M., Alkemade, J.R.M., Ihle, F., Leemans, R. and J.B. Latour. 2002. Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Glob Change Biol* 8 (4): 390–407.



Εκτεταμένα δάση στην ορεινή Πελοπόννησο
Φωτ. Αρχείο ΕΚΒΥ/Λ. Λογοθέτης

Ιδιαίτερα ευπαθείς σε μεταβολές κλιματικών αλλά και περιβαλλοντικών παραμέτρων θεωρούνται οι πληθυσμοί ειδών που απαντούν στα όρια της γεωγραφικής τους εξάπλωσης, διότι καταλαμβάνουν συνήθως λιγότερο ευνοϊκά ενδιαιτήματα. Η απώλεια τέτοιων περιφερειακών πληθυσμών θεωρείται μεγάλο πλήγμα για τη βιοποικιλότητα μιας περιοχής καθώς αυτοί εμφανίζουν συνήθως μεγαλύτερη γενετική ποικιλότητα από ό,τι οι πληθυσμοί στο κέντρο εξάπλωσης των ειδών^{19, 20}. Η απώλειά τους συνεπώς θα προκαλέσει μείωση της γενετικής ποικιλότητας των αντίστοιχων ειδών^{21, 22}.

3.2.4. Υδατικοί πόροι

Η αλλαγή του κλίματος αναμένεται να προκαλέσει: α) μεταβολή των χωρικών και χρονικών προτύπων κατανομής των βροχοπτώσεων β) αύξηση της επιφανειακής απορροής²³, γ) αλλαγές στη φυσιολογία των ειδών (π.χ. αύξηση της εξατμισιοδιαπνοής) και δ) αλλαγές στη δομή (π.χ. μείωση του βαθμού συγκόμωσης) των δασικών οικοσυστημάτων. Ως αποτέλεσμα, προβλέπεται μείωση της διαθεσιμότητας του νερού, από άποψη ποσοτική αλλά και ποιοτική.

19. Petit, R.J., Aguinagalde, I., de Beaulieu, J.L., Bittkau, C., Brewer, S., Cheddadi, R. et al. 2003. Glacial refugia: hotspots but not melting pots of genetic diversity. *Science* 300: 1563-1565.

20. Hewitt, G.M. 2004. Genetic consequences of climatic changes in the Quaternary. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 359: 183-195.

21. Vucetich, J.A. and T.A. Waite. 2003. Spatial patterns of demography and genetic processes across the species range: null hypotheses for landscape conservation genetics. *Conserv. Gen.* 4: 639-645.

22. Hampe, A. and R.J. Petit. 2005. Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. *Ecol. Lett.* 8: 461-467.

23. Η αύξηση της επιφανειακής απορροής συνδέεται με φαινόμενα υποβάθμισης της ποιότητας του εδάφους και, σε ακραίες περιπτώσεις, με φαινόμενα ερημοποίησης.

Εκτός από τις προαναφερθείσες άμεσες επιπτώσεις στον υδρολογικό κύκλο, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να προκαλέσει υποβάθμιση του προστατευτικού ρόλου των δασών (ως προς τη διάβρωση του εδάφους, τις πλημμύρες, τους δυνατούς ανέμους κ.λπ.), καθώς θα επιδράσει στη συχνότητα και την ένταση των πλημμύρων και άλλων ακραίων καιρικών φαινομένων.

3.2.5. Δασικές πυρκαγιές

Ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, αναμένεται δραματική αύξηση του κινδύνου πρόκλησης δασικών πυρκαγιών, λόγω της επικράτησης νέων μετεωρολογικών συνθηκών (αύξηση της θερμοκρασίας και παρατεταμένη ξηρασία κατά τους θερινούς μήνες, καταιγίδες, κεραυνοί κ.λπ.), αλλά κυρίως, λόγω της επιμήκυνσης της ευνοϊκής, για εκδήλωση πυρκαγιάς, περιόδου.

Υπάρχει γενική συναίνεση στο ότι η συχνότητα, η σοβαρότητα και η έκταση των περιοχών που πλήττονται από δασικές πυρκαγιές θα αυξηθούν στη Μεσόγειο. Περαιτέρω, με οικονομικούς όρους, αναμένεται να αυξηθεί και το κόστος καταστολής των πυρκαγιών καθώς και των δαπανών αποκατάστασης των ζημιών που αυτές προκαλούν. Επίσης, θα πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν σημαντική πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και αιωρούμενων σωματιδίων, επιτείνοντας ακόμη περισσότερο το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής.

Τέλος, σημαντικές είναι και οι επιπτώσεις των πυρκαγιών στον καθορισμό της σύνθεσης της βλάστησης²⁴, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για οικοσυστήματα τα οποία στο παρελθόν δεν κινδύνευαν από πυρκαγιές και συνεπώς δεν είναι ανθεκτικά ή προσαρμοσμένα στην εκδήλωσή τους.

3.2.6. Παθογόνοι οργανισμοί

Ως απόκριση στην κλιματική αλλαγή, αναμένεται περαιτέρω αύξηση των επιδημιών που οφείλονται σε παθογόνους οργανισμούς (μύκητες, έντομα κ.ά.) και οδηγούν σε νέκρωση των δέντρων²⁵. Η αλλαγή του κλίματος μπορεί να ευνοήσει τους παθογόνους οργανισμούς με δύο τρόπους: α) άμεσα, επιδρώντας στην ανάπτυξη, την επιβίωση, την αναπαραγωγή και την εξάπλωση των ίδιων των παθογόνων και β) έμμεσα, αυξάνοντας την ευπάθεια των δέντρων (δηλαδή αποδυναμώνοντας τους μηχανισμούς άμυνας του ξενιστή) και διαταράσσοντας την ισορροπία των οικολογικών σχέσεων (π.χ. μεταβάλλοντας τη σχετική αφθονία των θηρευτών τέτοιων παθογόνων οργανισμών).

Οι παθογόνοι οργανισμοί και οι ασθένειες που αυτοί προκαλούν μπορεί να αποτελούν πρώιμους ενδείκτες της κλιματικής αλλαγής σε τοπικό επίπεδο. Έχουν καταγραφεί είδη, όπως για παράδειγμα το φλοιοφάγο έντομο *Ips typographus*, τα οποία έχουν ήδη αποκτήσει την ικανότητα να αυξάνουν τον αριθμό των γενεών ανά έτος, ως απόκριση στην αύξηση της θερμοκρασίας²⁶.

Στην Ελλάδα, κατά τις τελευταίες δεκαετίες, έχει καταγραφεί αύξηση του ποσοστού νέκρωσης δέντρων εξαιτίας προσβολών από μύκητες ή φλοιοφάγα έντομα. Ωστόσο, οι προσβολές των εντόμων είναι συνήθως δευτερογενείς και οφείλονται στην εξασθένηση των δέντρων λόγω της παρατεταμένης ξηρασίας (η δυσκολία πρόσληψης νερού από το έδαφος, καθώς τα φαινόμενα ξηρασίας συχνά συνοδεύονται από υψηλές θερμοκρασίες εδάφους που καταστρέφουν το πλησίον του εδάφους, βιολογικά ενεργό, ριζικό σύστημα).

24. Flannigan, M.D., Stocks, B.J. and B.M. Wotton. 2000. Climate change and forest fires. *Sci. Total Environ.* 262: 221-229.

25. Logan, J.A., Regniere, J. and J.A. Powell. 2003. Assessing the impact of global warming on forest pest dynamics. *Front Ecol Environ* 1(3): 130-137.

26. Faccoli, M. 2009. Effect of weather on *Ips typographus* (Coleoptera, Curculionidae) phenology, voltinism and associated spruce mortality in the southeastern Alps. *Environ Entomol* 38(2): 307-316.