



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ LIFE+
Περιβαλλοντική Πολιτική και Διακυβέρνηση

ΈΡΓΟ LIFE08 ENV/GR/000554

AdaptFor

Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών
στην κλιματική αλλαγή στην **Ελλάδα**



ΔΡΑΣΗ 4

Προτάσεις προσαρμογής της διαχείρισης
στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα του έργου

Β' ΕΚΔΟΣΗ - ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2014



ΜΟΥΣΕΙΟ ΓΟΥΛΑΝΔΡΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΤΟΠΩΝ - ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ &
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ
ΑΛΛΑΓΗΣ

ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΑΣΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΔΑΣΩΝ
ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στο πλαίσιο του έργου LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα» (www.life-adaptfor.gr) που υλοποιείται από το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (Τελικός Δικαιούχος) και τη Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος / Υ.Π.Ε.Κ.Α. (Συνδικαιούχος) σε συνεργασία με τη Διεύθυνση Δασών Πιερίας και τα Δασαρχεία Καλαμπάκας, Πάρνηθας και Σπάρτης. Το έργο συγχρηματοδοτείται από το χρηματοδοτικό μέσο LIFE της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, τον Τελικό Δικαιούχο και τον Συνδικαιούχο.

The present study has been prepared in the framework of the LIFE08 ENV/GR/000554 «Adaptation of forest management to climate change in Greece» (www.life-adaptfor.gr) which is implemented by the Greek Biotope-Wetland Centre (Coordinating Beneficiary) and the General Directorate for the Development and Protection of Forests and the Natural Environment / Y.P.E.K.A. (Associated Beneficiary) in cooperation with the Forest Directorate of Pieria and the Forest Services of Kalambaka, Parnitha and Sparti. The project is co-funded by the LIFE financial instrument of the European Community, the Coordinating and Associated Beneficiaries.

Ως πλήρης αναφορά της παρούσας μελέτης προτείνεται:

Χρυσοπολίτου Βασιλική και Σ. Ντάφης (συντονιστές έκδοσης) 2014. Προτεινόμενα μέτρα για την προσαρμογή της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα του έργου LIFE+ AdaptFor - Β' έκδοση. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (EKBY). Θέρμη. 58 σελ.

This document may be cited as follows:

Chrysopolitou Vasiliki and S. Dafis (editors) 2014. Proposed measures for the adaptation of forest management to climate at the four forest ecosystems of the project LIFE+ AdaptFor - 2nd version. Greek Biotope-Wetland Centre (EKBY). Thermi. 58 p.

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΕΙΔΙΚΟΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΕΣ

- Μύκητες και Έντομα (Πιέρια Όρη)

Στέφανος Διαμαντής, *Τακτικός Ερευνητής* ΙΔΕ/ΕΘΙΑΓΕ
Δημήτριος Αβτζής, *Δόκιμος Ερευνητής* ΙΔΕ/ΕΘΙΑΓΕ
Χαρίκλεια Περλέρου, *Ειδικός Επιστήμονας* ΙΔΕ/ΕΘΙΑΓΕ

- Φλοιοφάγα Έντομα (Πάρνηθα και Ταΰγετος)

Νικόλαος Αβτζής, *Καθηγητής*, ΤΕΙ Καβάλας, Δράμα

- Φυτοκοινωνίες (τέσσερις περιοχές)

Ιωάννης Τσιριπίδης, *Επίκουρος Καθηγητής* ΑΠΘ
Παναγιώτης Δημόπουλος, *Καθηγητής* Πανεπιστήμιο Πατρών

- Φυσιολογία (τέσσερις περιοχές)

Καλλιόπη Ραδόγλου, *Τακτική Ερευνήτρια* ΙΔΕ/ΕΘΙΑΓΕ
Γαβριήλ Σπύρογλου, *Ειδικός Επιστήμονας* ΙΔΕ/ΕΘΙΑΓΕ

- Έδαφος (τέσσερις περιοχές)

Δημήτριος Αλιφραγκής, *Καθηγητής* ΑΠΘ

ΕΚΒΥ

Αντώνης Αποστολάκης, *Γεωπόνος MSc.*
Σωτηρία Κατσαβούνη, *Περιβαλλοντολόγος MSc.*
Δήμητρα Κεμιτζόγλου, *Βιολόγος MSc.*
Νικόλαος Κυφονίδης, *Βιολόγος, Ειδικός Συνεργάτης*
Δημήτρης Παπαδήμος, *Γεωπόνος MSc.*
Γεώργιος Πουλής, *Δασολόγος MSc.*
Βασιλική Τσιαούση, *Βιολόγος MSc.*
Ελένη Χατζηϊορδάνου, *Γεωλόγος MSc.*
Έλενα Χατζηχαραλάμπους, *Βιολόγος MSc.*
Βασιλική Χρυσοπολίτου, *Βιολόγος MSc.*

ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΑΣΩΝ

Παναγιώτης Δρούγας, *Δασολόγος*
Αργυρώ Ζέρβα, *Δασοπόνος MSc.*
Ιφιγένεια Συνοδινού, *Δασολόγος MSc.*

ΔΑΣΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

- Δ/ση Δασών Πιερίας

Αθανάσιος Παπαγιάννης, Ελένη Τζιουμέρκα, Παντελής Κλαπάνης

- Δασαρχείο Καλαμπάκας

Αναστασία Κάκια, Φωτεινή Πελεκάνη, Χριστόφορος Καρανίκας, Βασιλική Κοντοτόλη, Παναγιώτης Πουλιανίδης

- Δασαρχείο Πάρνηθας

Γεώργιος Πόθος, Κωνσταντίνα Ψαρρή, Θεόδωρος Αλεξανδρής, Κωνσταντίνα Καρατζά, Ηλίας Ντούφας, Γεώργιος Ζαρέιφης

- Δασαρχείο Σπάρτης

Σαράντος Βουραντώνης, Αγγελική Μαλαβάζου, Παναγιώτα Σημάδη, Γεώργιος Ζάκκας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
EXECUTIVE SUMMARY	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1.1. Δάση και κλίμα	5
1.2. Δασική διαχείριση και κλιματική αλλαγή	6
1.3. Το έργο LIFE+AdaptFor	8
<u>1.3.1. Δράσεις επίδειξης της προσέγγισης προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή στις τέσσερις περιοχές μελέτης</u>	8
<u>1.3.2. Δράσεις ενδυνάμωσης των δασικών υπηρεσιών στο να προσαρμόσουν τη δασική διαχείριση στις περιοχές αρμοδιότητάς τους</u>	9
<u>1.3.3. Δράσεις ενημέρωσης και επικοινωνίας</u>	9
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	10
2.1. Περιοχές Μελέτης	10
2.2. Μέθοδος	11
3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	12
3.1. Γενικά διαχειριστικά μέτρα	12
<u>3.1.1. Δημιουργία μόνιμων επιφανειών παρακολούθησης</u>	12
<u>3.1.2. Παρακολούθηση μονάδων βλάστησης</u>	14
<u>3.1.3. Εγκατάσταση δικτύου φερομονικών παγίδων</u>	15
3.2. Ειδικά διαχειριστικά μέτρα ανά περιοχή μελέτης	16
<u>2.2.1. Η νέκρωση της δασικής πεύκης (<i>Pinus sylvestris</i>) στο Δάσος Ρητίνης – Βρίας στα Πιέρια Όρη</u>	16
<u>2.2.2. Η εισβολή κωνοφόρων ειδών (<i>Abies borisii regis</i> και <i>Pinus nigra</i>) σε δάση πλατύφυλλων ειδών, στο Δάσος Ασπροποτάμου – Καλαμπάκας</u>	25
<u>2.2.3. Η νέκρωση της κεφαλληνιακής ελάτης (<i>Abies cephalonica</i>) στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας</u>	36
<u>2.2.4. Η νέκρωση της κεφαλληνιακής ελάτης (<i>Abies cephalonica</i>) στον Ανατολικό Ταύγετο</u>	45
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	52

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα προτεινόμενα από το έργο LIFE+ AdaptFor μέτρα προσαρμογής των πρακτικών δασικής διαχείρισης στοχεύουν στη μείωση της τρωτότητας των δασικών οικοσυστημάτων και στην ενίσχυση της ελαστικότητάς τους στην κλιματική αλλαγή. Περαιτέρω, περιλαμβάνουν κατευθύνσεις για την αντιμετώπιση περιστατικών έκτακτης ανάγκης, όπως επιδημίες εντόμων, ξηρασίες κ.ά. Κατά τον σχεδιασμό των εν λόγω διαχειριστικών μέτρων (γενικών και ειδικών ανά περιοχή μελέτης) λήφθηκαν υπόψη:

- τα αποτελέσματα της εκτίμησης τρωτότητας των τεσσάρων δασών
- οι ανάγκες διαχείρισης των τεσσάρων δασικών οικοσυστημάτων
- η σχετική διεθνής βιβλιογραφία
- πρακτικά θέματα (π.χ. εφαρμοσιμότητα των μέτρων, κόστος, ευρύτερη αποδοχή)
- οι αρχές και πρακτικές της φυσικής δασοπονίας
- οι κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής κατά τη διαχείριση του Δικτύου NATURA 2000
- στοιχεία υφιστάμενων και προηγούμενων Δασικών Διαχειριστικών Σχεδίων
- η γνώση και εμπειρία των τοπικών αρμόδιων αρχών,
- τα αποτελέσματα/σχόλια που λήφθηκαν: α) κατά τη δημόσια διαβούλευση στην ιστοσελίδα του Έργου και β) κατά τη συνάντηση διαβούλευσης με τις αρμόδιες δασικές υπηρεσίες (τοπικές και κεντρική).

Με βάση τα ανωτέρω, ορίστηκαν αρχικά οι ειδικοί διαχειριστικοί σκοποί για κάθε περιοχή μελέτης. Για την επίτευξή τους, σχεδιάστηκαν τα διαχειριστικά μέτρα προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή. Επί της ουσίας, τα μέτρα βασίζονται στη φυσική δασοπονία και αποσκοπούν στην ενίσχυση της παραγωγικότητας και των υπηρεσιών οικοσυστημάτων αφενός και, αφετέρου στη διατήρηση της βιοποικιλότητας και της δομικής ποικιλότητας, της διαθεσιμότητας του νερού, την ενίσχυση της αναγέννησης, την προστασία του εδάφους, την προώθηση της ετερογένειας των οικοσυστημάτων και την αύξηση της συνεκτικότητας. Αυτά τα μέτρα προσαρμογής θα καταστήσουν τελικά λιγότερο ευάλωτα τα οικοσυστήματα και θα συμβάλουν επίσης στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής (αύξηση της δεσμευτικής και αποθηκευτικής ικανότητας του CO₂). Σε γενικές γραμμές, προτιμήθηκαν ως επί το πλείστον μέτρα «μηδενικών ή ελαχίστων επιπτώσεων» για την αντιμετώπιση των αβεβαιοτήτων.

Προτεινόμενα μέτρα προσαρμογής ανά περιοχή μελέτης

Δάσος Ρητίνης-Βρίας στα Πιέρια Όρη: Για την αντιμετώπιση των επιδημιών μυκήτων και εντόμων και την αποτροπή παρόμοιων περιστατικών στο μέλλον προτάθηκε η άμεση υλοτομία νεκρών ή νεκρούμενων (προσβεβλημένων) δέντρων. Επίσης, η ενθάρρυνση της αναγέννησης προκρίθηκε ως απαραίτητο μέτρο για τη διατήρηση αυτού του σημαντικού πληθυσμού δασικής πεύκης (η περιοχή αποτελεί το νοτιότερο άκρο εξάπλωσης του είδους στην Ευρώπη).

Δάσος Ασπροποτάμου-Καλαμπάκας: Σε μέτριες και κακές ποιότητες τόπου, προτάθηκαν η ενίσχυση του δάσους των πλατυφύλλων ειδών, με παράταση του χρόνου διαχείρισης (υλοτομίας) και η εφαρμογή κατάλληλων δασοκομικών χειρισμών, για τη βελτίωση της ποιότητας του ξυλαποθέματος. Αντίθετα, σε καλές ποιότητες τόπου, προκρίθηκε η ευνόηση της ελάτης (εισβολικό είδος) με σκοπό τη δημιουργία μικτού δάσους ελάτης-πλατυφύλλων.

Εθνικός Δρυμός Πάρνηθας: Για τον περιορισμό του μολυσματικού δυναμικού και την αποκατάσταση του δάσους κεφαλληνιακής ελάτης, προτάθηκε η εφαρμογή εξυγιαντικών υλοτομιών και ακολούθως η φύτευση τετραετών φυταρίων ελάτης. Ωστόσο, σε οριακές θέσεις, δηλαδή σε υποβαθμισμένα, καμμένα εδάφη, η ελάτη θα πρέπει να αντικατασταθεί από περισσότερο ανθεκτικά είδη, όπως η άρκευθος ή η δρυς, τα οποία απαντούν ήδη στην περιοχή.

Ανατολικός Ταΰγετος: Για την προσαρμογή του δάσους κεφαλληνιακής ελάτης στην κλιματική αλλαγή προτάθηκε η υλοτομία των προσβεβλημένων από έντομα δέντρων και η δημιουργία δάσους με υψηλά ξυλαποθέματα. Επίσης, η ενθάρρυνση της αναγέννησης θα συμβάλλει στη διατήρηση αυτού του σημαντικού πληθυσμού κεφαλληνιακής ελάτης, καθώς η περιοχή αποτελεί το νοτιότερο άκρο εξάπλωσης του είδους στην Ελλάδα.

EXECUTIVE SUMMARY

The proposed by the project LIFE+ AdaptFor adaptation measures regarding management practices aim at the reduction of forest ecosystems' vulnerability and at the strengthening of their resilience to climate change. Furthermore, they include instructions on how to address emergency issues such as insect outbreaks, droughts etc. During the design of adaptation measures (general and specific measures), the following have been taken into account:

- the results of the vulnerability assessment of the four forests (Action 2 and 3)
- the management needs of the four forest ecosystems
- International literature on the matter
- practical issues (i.e. applicability, in terms of cost and public acceptance)
- the close-to-nature silviculture principals and practices
- the guidelines of the European Commission on dealing with the impacts of climate change on the management of the NATURA 2000 Network,
- data from current and previous Forest Management Plans of the four study areas
- expertise and experience of local competent authorities
- the results/comments received during a) the public consultation on the Project website and b) the consultation meeting with the competent Forest Services (local and central).

Based on the above, the specific management objectives for each study area have been set. To achieve these objectives, management measures for the adaptation of forest management to climate change have been drafted. The measures have been actually based on close-to-nature silvicultural practices and aim at the enhancement of forest productivity and ecosystem services. At the same time, these measures aim at the conservation of biodiversity and structural diversity, the availability of water, the enhancement of regeneration, the protection of soil, the promotion of ecosystem heterogeneity and the increase in connectivity. The proposed adaptation measures will eventually render the ecosystems less vulnerable and will also contribute to the mitigation of climate change through an increase of the sequestration and storage capacity of CO₂. Mostly, "low or no-regret" measures were adopted to address the uncertainties.

Proposed adaptation measures per study area

Ritini-Vria Forest at Mount Pieria: To address the fungi and insects' outbreak and to prevent similar incidents in the future, the immediate logging of all dead or dying, affected trees has been proposed (sanitary loggings). Moreover, the encouragement of forest regeneration has been qualified as the most necessary measure for the preservation of this valuable Scots pine population (the area is the species' most southern distribution limit in Europe).

Aspropotamos-Kalampaka Forest: At medium and poor quality sites, the enhancement of the broadleaved species' forest through the extension of the rotation period (logging period) and the application of appropriate silvicultural treatments has been proposed, in order to improve quality of wood products. On the contrary, at good quality sites, the favoring of fir (invasive species) has been proposed, in order to create a mixed fir-broadleaved species' forest.

National Park of Parnitha: In order to reduce the infectious potential caused by bark beetles and to restore the Greek fir forest, the application of sanitary loggings and the

subsequent planting of four year-old fir seedlings have been proposed. However, at marginal sites (degraded, burned soils) fir is to be artificially replaced by more tolerant species, such as juniper and oak, which already occur in the area.

Mount East Taygetos: The immediate logging of affected, by bark beetles, trees and the creation of a high, standing forest with high growing stock has been proposed, aiming at the adaptation of this Greek fir forest to climate change. Furthermore, the encouragement of forest regeneration is expected to contribute to the preservation of this valuable Greek fir population (the area is the species' most southern distribution limit in Greece).

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Δάση και κλίμα

Σύμφωνα με την Τέταρτη Έκθεση Αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (IPCC 2007), η κλιματική αλλαγή αποτελεί αναπόφευκτη συνέπεια των προηγούμενων και τρεχόντων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στον πλανήτη. Οι Giannakopoulos *et al.* (2005) αναφέρουν ότι στην περιοχή της Μεσογείου υπάρχουν ενδείξεις αλλαγής του κλίματος το τελευταίο μισό του 20ου αιώνα, με τη θερμοκρασία να εμφανίζει αύξηση και τις βροχοπτώσεις να μειώνονται στατιστικά σημαντικά σε μεγάλα τμήματα της περιοχής κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο.

Τα δάση περιέχουν περίπου το 50% του συνόλου του άνθρακα που είναι αποθηκευμένο στα χερσαία οικοσυστήματα, αν και αντιπροσωπεύουν μόνο το 30,3% της ξηράς (FAO 2005). Συνεπώς, τα δάση αλληλεπιδρούν με το κλίμα, δρώντας ως αποθήκη CO₂ κατά την ανάπτυξή τους και ως πηγή CO₂ όταν καταστρέφονται από φυσικά ή ανθρωπογενή αίτια. Γενικά, όλα τα χερσαία οικοσυστήματα δυννητικά μπορούν να επηρεάσουν, με τις διάφορες λειτουργίες που ασκούν, την αλλαγή του κλίματος (Burke *et al.* 2003, Weltzin *et al.* 2003).

Η περιοχή της Μεσογείου δεν θεωρείται μόνο κέντρο βιοκοιλότητας (biodiversity hotspot) (Underwood *et al.* 2009) αλλά και κέντρο κλιματικής αλλαγής (climate change hotspot) (Giorgi 2006). Σύμφωνα με τους Barker *et al.* (2007) και Christensen *et al.* (2007), τα δασικά οικοσυστήματα της Μεσογείου αναμένεται να υποστούν τις μεγαλύτερες συνέπειες από την αλλαγή του κλίματος σε σχέση με τα δασικά οικοσυστήματα των εύκρατων και τροπικών περιοχών διότι σε αυτά οι ρυθμιστικοί αλλά και περιοριστικοί παράγοντες είναι σημαντικότεροι και περισσότεροι. Εξάλλου, οι συνθήκες των φυσικών πόρων διαφέρουν σε μεγάλα τμήματα της Νότιας Ευρώπης (σε σύγκριση με τις συνθήκες που επικρατούν στη Βόρεια Ευρώπη), καθώς πολλά δάση απαντούν σε περιοχές με χαμηλό δυναμικό περιβαλλοντικά αειφορικής παραγωγής ξυλείας, εξαιτίας ενός συνδυασμού περιοριστικών παραγόντων, όπως η χαμηλή γονιμότητα εδάφους, οι μεγάλες κλίσεις και ο κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους. Ωστόσο, στη Μεσόγειο, οι κοινωνικές και περιβαλλοντικές υπηρεσίες που παρέχουν τα δασικά οικοσυστήματα θεωρούνται πολύ πιο σημαντικές (π.χ. διατήρηση βιοποικιλότητας, προστασία λεκάνης απορροής, δέσμευση άνθρακα, ποικιλότητα τοπίου και αναψυχή) (Lindner *et al.* 2010).

Ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής αναμένεται να παρατηρηθούν νέες συννευσεις ειδών στον χώρο και στον χρόνο καθώς και μεγάλης κλίμακας αλλαγές στη γεωγραφική εξάπλωση της δασικής βλάστησης (Hebda 1997, Kirschbaum 2000, Hansen *et al.* 2001). Όσον αφορά στην Ευρώπη συγκεκριμένα, οι Bakkenes *et al.* (2002) εκτιμούν ότι περίπου το ένα τρίτο των φυτικών ειδών αναμένεται να εξαφανιστούν από την τρέχουσα θέση τους έως το έτος 2050. Η μελλοντική παρουσία ενός είδους εξαρτάται από την περίπλοκη ισορροπία που θα φέρουν η αλλαγή της θερμοκρασίας, το υδατικό στρες και οι συγκεκριμένες προσαρμοστικές δυνατότητες του εν λόγω είδους (Peñuelas 2008). Στη νότια Ευρωπαϊκή Μεσογειακή λεκάνη, τα ξηρο-ανθεκτικά είδη δέντρων ενδέχεται να ευνοηθούν με επακόλουθες αλλαγές στην κυριαρχία και εξάπλωσή τους.

Η ξηρασία και οι πυρκαγιές προβλέπεται να αποτελέσουν τις μεγαλύτερες απειλές για τα δασικά οικοσυστήματα, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου η διαθεσιμότητα νερού είναι περιορισμένη. Περαιτέρω, οι δασικές συστάδες αναμένεται να αποδυναμωθούν

εξαιτίας των δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών, γεγονός που θα οδηγήσει σε αύξηση του κινδύνου από βιοτικούς παράγοντες. Στο ανωτέρω πλαίσιο, η ξηρασία πιθανότατα θα αποτελέσει τον κύριο παράγοντα που θα προκαλέσει εξάρσεις επιδημικών φαινομένων (από έντομα, μύκητες και άλλους παθογόνους οργανισμούς) στη Μεσογειακή ζώνη (Lindner *et al.* 2008). Συγκεκριμένα, η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει τα δάση μεταβάλλοντας τη συχνότητα, την ένταση, τη διάρκεια και τον χρονισμό των διαταραχών, όπως η εκδήλωση επιδημιών εντόμων και παθογόνων οργανισμών (Dale *et al.* 2001). Το κλίμα δηλαδή επιδρά με άμεσο τρόπο τόσο στην επιβίωση και εξάπλωση των εντόμων και των παθογόνων οργανισμών όσο και στην ευπάθεια των ίδιων των δασικών οικοσυστημάτων. Μεταβολές στη θερμοκρασία ή στις βροχοπτώσεις επηρεάζουν τα ποσοστά επιβίωσης και αναπαραγωγής καθώς και τη διασπορά και γεωγραφική εξάπλωση των εν λόγω ειδών (Dale *et al.* 2001).

Η Ελλάδα, ως τμήμα της Νότιας Ευρώπης και της Μεσογειακής Λεκάνης, αναμένεται να είναι από τις πιο ευπαθείς χώρες στην κλιματική αλλαγή και ως εκ τούτου χρήζει άμεσης λήψης και εφαρμογής μέτρων προσαρμογής της δασικής διαχείρισης (CEC 2007).

1.2. Δασική διαχείριση και κλιματική αλλαγή

Καθώς τα δάση αλληλεπιδρούν έντονα με το κλίμα, γίνεται φανερό πως η αειφόρος διαχείριση, οι φυτεύσεις και η αποκατάσταση των δασών είναι δυνατό να αυξήσουν τον ρυθμό δέσμευσης και αποθήκευσης του διοξειδίου του άνθρακα, ενώ αντίθετα η ανορθολογική διαχείριση, οι αποψιλώσεις και η υποβάθμιση των δασών μειώνουν τον άνθρακα που αποθηκεύεται στα δάση (FAO 2005). Συνεπώς, τα δάση, όταν διαχειρίζονται κατάλληλα, πιστεύεται ότι μπορεί να αποτελέσουν ένα χρήσιμο εργαλείο στη μείωση του CO₂ της ατμόσφαιρας (mitigation) (Kurz *et al.* 2002).

Παρόλο που τα δέντρα, στα περισσότερα δάση του πλανήτη, θα προσαρμοστούν χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση στην κλιματική αλλαγή, πολλές δασικές περιοχές είναι δυνατόν να υφίστανται διαχείριση προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι ανεπιθύμητες επιπτώσεις της προβλεπόμενης αύξησης της θνησιμότητας των δέντρων (Sturrock *et al.* 2011). Το ίδιο ισχύει και για τα δασικά οικοσυστήματα: τελικά θα προσαρμοσθούν με τρόπο αυτόνομο, ωστόσο, η σπουδαιότητά τους για την κοινωνία μάς επιτρέπει να επηρεάσουμε την κατεύθυνση και τον χρονισμό αυτής της προσαρμογής σε ορισμένες περιοχές (Spittlehouse & Stewart 2003).

Η προσαρμοζόμενη δασική διαχείριση (adaptation) είναι αναγκαία για τη διατήρηση υγιών, παραγωγικών δασών, τα οποία είναι σε θέση να αποθηκεύουν περισσότερο άνθρακα και να προσφέρουν αγαθά και υπηρεσίες στον άνθρωπο. Η προσαρμογή μετριάξει την ευπάθεια στην κλιματική αλλαγή. Τα δάση που διαχειρίζονται με ορθό τρόπο εμφανίζουν αυξημένες πιθανότητες επιβίωσης και προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή (Noss 2001). Ο σχεδιασμός της προσαρμογής, ιδιαίτερα στον δασικό τομέα, θεωρείται σημαντικός για τρεις βασικούς λόγους: α) η αλλαγή του κλίματος συμβαίνει ήδη σε ορισμένες περιοχές όπου τα δασικά οικοσυστήματα θεωρούνται ευπαθή, β) ακόμη και η εφαρμογή επιθετικών μέτρων για τον έλεγχο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου δεν επαρκεί για τον μετριασμό των επιπτώσεων αλλαγής του κλίματος (mitigation) και γ) τα μέτρα πρόληψης αναφορικά με την προσαρμογή είναι πιθανότερο να οδηγήσουν στην αποφυγή ή στη μείωση των

αρνητικών επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος από ότι τα μέτρα θεραπείας (Easterling *et al.* 2004, Ford *et al.* 2006, Hare & Meinshausen 2006).

Η προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος έχει οικολογική, κοινωνική και οικονομική διάσταση. Όπως αναφέρουν οι Spittlehouse (1997), Dale *et al.* (2001), Holling (2001) και Smit & Pilifosova (2001), ο σχεδιασμός και η εφαρμογή δράσεων προσαρμογής απαιτούν βήμα-βήμα: α) τον καθορισμό της ευπάθειας των δασικών οικοσυστημάτων, β) τον καθορισμό στόχων για το δάσος υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής, γ) την ανάπτυξη οικονομικά αποδοτικών μέτρων προσαρμογής, δ) την προσαρμογή της διαχείρισης με στόχο τη μείωση της ευπάθειας και τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, ε) την παρακολούθηση για την εκτίμηση της κατάστασης του δάσους και τον βαθμό επιτυχίας των μέτρων προσαρμογής, και στ) την ευαισθητοποίηση και εκπαίδευση του κοινού σχετικά με προβλήματα που ενδέχεται να προκύψουν στη δασοκομική κοινότητα (Spittlehouse & Stewart 2003).

Ωστόσο, σύμφωνα με τον Duinker (1990), τα μέτρα προσαρμογής, εάν εφαρμοστούν απερίσκεπτα ή χωρίς προηγουμένως να έχουμε κατανοήσει καλά τις βιο-φυσικές επιπτώσεις, είναι δυνατόν ακόμη και να επιδεινώσουν τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Δηλαδή, η ενσωμάτωση παραμέτρων σχετικών με την κλιματική αλλαγή στη διαχείριση των δασών απαιτεί κατανόηση της ευπάθειας των δασικών οικοσυστημάτων και της απόκρισής τους στις κλιματικές μεταβολές.

Από την άλλη πλευρά, η ακριβής πρόβλεψη των επιπτώσεων είναι δύσκολη εξαιτίας της περιορισμένης γνώσης σχετικά με α) την ευπάθεια των οικοσυστημάτων και των ειδών και β) τη χωρική και χρονική πρόβλεψη της μεταβολής του κλίματος. Ωστόσο, σύμφωνα με τον Fussel 2007, οι εκτιμήσεις που βασίζονται στην αξιολόγηση της ευπάθειας μπορεί να παράγουν χρήσιμα αποτελέσματα, ακόμη και απουσία αξιόπιστων προβλέψεων των επιπτώσεων (π.χ. σχεδιασμός και εφαρμογή μέτρων «μηδενικών ή ελαχίστων επιπτώσεων» που να ανταποκρίνονται σε ένα ευρύ φάσμα πιθανών μεταβολών του κλίματος). Εξάλλου, όπως αναφέρουν οι Milad κ.ά. (2013), οι στρατηγικές «μηδενικών επιπτώσεων» πιστεύεται πως είναι επωφελείς υπό διάφορα σενάρια μεταβολής κλιματικών συνθηκών. Αν και δεν υπάρχει ακόμη ξεκάθαρη εικόνα του πώς θα διαμορφωθεί το κλίμα στο μέλλον, είναι σημαντικό να αναπτυχθούν και να υιοθετηθούν στρατηγικές προσαρμογής, πολύ πριν γίνουν εμφανείς οι επιπτώσεις από την αλλαγή του κλίματος στα δάση (Spittlehouse & Stewart 2003).

Η προσαρμογή της διαχείρισης θεωρείται μία δυναμική διαδικασία. Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των διαχειριστικών μέτρων υπόκεινται συνέχεια σε παρακολούθηση και τα αποτελέσματα της παρακολούθησης χρησιμοποιούνται για τη συνεχή προσαρμογή/διόρθωση της διαχείρισης (Bolte *et al.* 2009). Εξάλλου, σύμφωνα με τους Bodin & Wiman (2007), η προσαρμογή της διαχείρισης των δασών, εξαιτίας των πολλαπλών στοιχείων αβεβαιότητας που μπορεί να επιφέρει η κλιματική αλλαγή, θα πρέπει να έχει σε ένα βαθμό τον χαρακτήρα του «μαθαίνοντας στην πράξη» (learning by doing).

Οι προτάσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής έχουν έως σήμερα, σε σημαντικό βαθμό, αγνοήσει τις κοινωνικές ανάγκες και επικεντρώνονται μόνο σε οικολογικά δεδομένα (Heller & Zavaleta 2009). Παρόλα αυτά οι ανθρώπινες ανάγκες και η συμπεριφορά είναι αυτή που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τις στρατηγικές διατήρησης (Watson 2005). Απαιτείται λοιπόν, μια ολιστική αντιμετώπιση των προβλημάτων και γενικά των νέων συνθηκών που θα δημιουργηθούν λόγω της

κλιματικής αλλαγής, η οποία θα λαμβάνει υπόψη θέματα οικολογίας και διατήρησης ειδών, αλλά και θέματα κοινωνικών αναγκών και τάσεων της αγοράς (Heller & Zavaleta 2009). Περαιτέρω, οι τάσεις στο εμπόριο των δασικών προϊόντων που θα εμφανιστούν λόγω της κλιματικής αλλαγής αναμένεται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη διαχείριση των δασών (Perez-Garcia *et al.* 2002).

1.3. Το έργο LIFE+AdaptFor

Το βασικό ερώτημα με το οποίο ασχολείται το Έργο LIFE+ AdaptFor (www.life-adaptfor.gr) είναι *πώς μπορούμε να προσαρμόσουμε τη διαχείριση των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα*. Συγκεκριμένα, το Έργο έχει ως σκοπό την επίδειξη της προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στην αλλαγή του κλίματος σε τέσσερα επιλεγμένα δασικά οικοσυστήματα της χώρας. Σε αυτά τα δάση έχουν παρατηρηθεί ήδη αλλαγές στη βλάστηση οι οποίες αποδίδονται στην κλιματική αλλαγή.

1.3.1. Δράσεις επίδειξης της προσέγγισης προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή στις τέσσερις περιοχές μελέτης

Προκειμένου να αξιολογηθούν οι μεταβολές των κλιματικών παραμέτρων, παρήχθησαν χρονοσειρές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης για τις χρονικές περιόδους 1950-2009 και 2010-2050 (Δράση 1) σε κάθε μία από τις περιοχές μελέτης.

Στο πλαίσιο της Δράσης 2, αξιολογήθηκαν η προηγούμενη και υφιστάμενη κατάσταση των τεσσάρων δασικών οικοσυστημάτων, κυρίως από άποψη υγείας του δάσους (εμφάνιση παθογόνων οργανισμών, όπως μύκητες και έντομα) αλλά και από άποψη οικοφυσιολογίας, φυτοκοινωνιολογική και εδαφολογική. Η περιγραφή βασίστηκε σε α) εργασία πεδίου, β) έρευνα των αρχείων των τοπικών δασικών και άλλων υπηρεσιών και γ) υπάρχουσα βιβλιογραφία. Περαιτέρω, έγινε προσπάθεια τεκμηρίωσης των αλλαγών στη βλάστηση με βάση τα κλιματικά δεδομένα για την περίοδο 1950-2009 που συλλέχθηκαν στο πλαίσιο της Δράσης 1. Επιπλέον, οι αλλαγές στη βλάστηση των τεσσάρων περιοχών κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών αποτυπώθηκαν με τη χρήση τηλεπισκοπικών δεδομένων.

Στη συνέχεια, με βάση τις πληροφορίες που προέκυψαν από τις ανωτέρω δράσεις (Δράσεις 1 και 2), έγινε προσπάθεια εκτίμησης της εν δυνάμει εξάπλωσης και της κατάστασης των εν λόγω δασικών οικοσυστημάτων εξαιτίας της μελλοντικής αλλαγής του κλίματος για τη χρονική περίοδο 2010-2050 (Δράση 3).

Στο πλαίσιο της παρούσας δράσης (Δράση 4), διατυπώνονται προτάσεις για την προσαρμογή των πρακτικών δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή σε καθεμία από τις τέσσερις (4) περιοχές μελέτης. Τα εν λόγω μέτρα προσαρμογής των πρακτικών δασικής διαχείρισης στοχεύουν στη μείωση της ευπάθειας των δασικών οικοσυστημάτων και στην ενίσχυση της ανθεκτικότητάς τους στην κλιματική αλλαγή και περιλαμβάνουν κατευθύνσεις για την αντιμετώπιση περιστατικών έκτακτης ανάγκης, όπως οι επιδημίες εντόμων, ξηρασίες κ.ά. Εξυπακούεται πως τα προτεινόμενα μέτρα προσαρμογής ανταποκρίνονται στην αξιολόγηση των επιδράσεων της αναμενόμενης κλιματικής αλλαγής στα δάση (Δράση 3), λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη κατάσταση και τις τάσεις των δασών (Δράση 2).

Το 2014, έπειτα από διαβουλεύσεις με τις αρμόδιες υπηρεσίες και με άλλους εμπλεκόμενους, τα ανωτέρω μέτρα – στρατηγικές προσαρμογής στην κλιματική

αλλαγή αναμένεται να ενσωματωθούν στα δασικά διαχειριστικά σχέδια των τεσσάρων περιοχών μελέτης (Δράση 5).

Περαιτέρω, προβλέπεται ο σχεδιασμός και η εγκατάσταση ενός προγράμματος παρακολούθησης στις τέσσερις περιοχές μελέτης (Δράση 6). Στόχος είναι η παρακολούθηση α) των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και β) της επιτυχίας της εφαρμογής των μέτρων προσαρμογής στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα.

1.3.2. Δράσεις ενδυνάμωσης των δασικών υπηρεσιών στο να προσαρμόσουν τη δασική διαχείριση στις περιοχές αρμοδιότητάς τους

Ταυτόχρονα με τις δράσεις επίδειξης της προσέγγισης προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή, το έργο προβλέπει την ενίσχυση της ικανότητας των ελληνικών δασικών υπηρεσιών ώστε να μπορούν να ανιχνεύουν εγκαίρως και να διαχειρίζονται κατάλληλα τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα δάση της αρμοδιότητάς τους.

Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της Δράσης 13 θα συνταχθούν και θα εκδοθούν κατευθύνσεις για την προσαρμογή της διαχείρισης των δασών της Ελλάδας και της Μεσογείου στην κλιματική αλλαγή. Οι κατευθύνσεις απευθύνονται στους υπεύθυνους άσκησης δασικής διαχείρισης, τους επαγγελματίες που συμμετέχουν στον σχεδιασμό δασικής διαχείρισης κ.ά. με στόχο την εξοικείωσή τους με θέματα όπως οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα δάση, οι πιθανές διαχειριστικές προσεγγίσεις για την προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος, οι προσεγγίσεις, οι μέθοδοι και τα εργαλεία για την παρακολούθηση και την αξιολόγηση της άσκησης διαχείρισης κ.ά.

Επιπρόσθετα, πρόκειται να διεξαχθεί σεμινάριο κατάρτισης για τους υπαλλήλους της Γενικής Διεύθυνσης Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος του Υ.Π.Ε.Κ.Α. και το προσωπικό των δασικών υπηρεσιών (Δράση 11). Η διεξαγωγή του θα πραγματοποιηθεί έπειτα από την ανάπτυξη των προτάσεων για τα μέτρα προσαρμογής (Δράση 4) και από τη σύνταξη των κατευθύνσεων για την προσαρμογή της ελληνικής δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή (Δράση 11) ώστε οι συμμετέχοντες να ενημερωθούν επί του συνόλου των αποτελεσμάτων του έργου.

1.3.3. Δράσεις ενημέρωσης και επικοινωνίας

Σκοπός των δράσεων πληροφόρησης είναι η ευρεία επικοινωνία της ανάγκης προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή και η διάδοση των αποτελεσμάτων του έργου σε άλλους εμπλεκόμενους αλλά και στο ευρύ κοινό. Πιο συγκεκριμένα, οι εν λόγω δράσεις περιλαμβάνουν τη δημιουργία δικτυακού τόπου (Δράση 7), την κατασκευή και ανάρτηση στις τέσσερις περιοχές του έργου πινακίδων δημοσιοποίησης (Δράση 8), την έκδοση ενημερωτικού εντύπου (Δράση 12), τη διοργάνωση συναντήσεων έναρξης και λήξης του έργου (Δράση 10), την έκδοση εκλαϊκευμένης έκθεσης (Layman's report) (Δράση 14), τη δημοσιοποίηση των δράσεων και των αποτελεσμάτων του έργου στα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης (δελτία τύπου, άρθρα, παρουσιάσεις σε τοπικά και εθνικά κανάλια κ.ά.) (Δράση 9) και το σχέδιο επικοινωνίας μετά το τέλος του LIFE (After-LIFE Communication Plan) το οποίο περιλαμβάνει επισκόπηση των στόχων, της μεθόδου και των αποτελεσμάτων του έργου καθώς και τη στρατηγική επικοινωνίας (Δράση 18).

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Περιοχές Μελέτης

Στο πλαίσιο του έργου, επιλέχθηκαν τέσσερις περιοχές μελέτης για την επίδειξη της προσέγγισης προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή. Σε αυτές τις περιοχές έχουν παρατηρηθεί αλλαγές στη βλάστηση οι οποίες αποδίδονται στην κλιματική αλλαγή. Οι περιοχές μελέτης βρίσκονται διάσπαρτες σε ολόκληρη την Ελλάδα και αποτελούν δημόσια δάση, διαχειριζόμενα από το Ελληνικό Κράτος (αρμόδιες δασικές υπηρεσίες). Αξίζει να αναφερθεί ότι και οι τέσσερις περιοχές του έργου εμφανίζουν αλληλεπικαλύψεις με περιοχές του Δικτύου Natura 2000. Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί παρέχεται μία σύντομη περιγραφή των περιοχών μελέτης καθώς και των επικρατούντων φαινομένων.

Πίνακας 1. Περιοχές μελέτης και επικρατούντα φαινόμενα.

Περιοχή Μελέτης	Τύπος Βλάστησης	Επικρατούν φαινόμενο
Δάσος Ρητίνης-Βρίας	Δασική πεύκη (<i>Pinus sylvestris</i>) σε αμιγείς συστάδες με υποόροφο θαμνώδους βλάστησης	Οι εκτεταμένες νεκρώσεις δασικής πεύκης που παρατηρούνται στην περιοχή κατά τα τελευταία 30 έτη οφείλονται στη συνδυασμένη δράση του πρωτογενούς παθογόνου μύκητα <i>Peridermium pini</i> και φλοιοφάγων εντόμων. Τα διαθέσιμα δεδομένα υποστηρίζουν την αρχική υπόθεση ότι οι μεταβολές των κλιματικών παραμέτρων τις τελευταίες δεκαετίες έχουν επιδράσει σημαντικά προς αυτήν την κατεύθυνση.
Δάσος Ασπροποτάμου - Καλαμιτάκας	Μικτές συστάδες φυλλοβόλων πλατύφυλλων ειδών, όπως είναι η ευθύφλοιη δρυς (<i>Quercus cerris</i>), πλατύφυλλη δρυς (<i>Quercus frainetto</i>), χνοώδης δρυς (<i>Quercus pubescens</i>), καστανιά (<i>Castanea sativa</i>), υβριδογενής ελάτη (<i>Abies borisii regis</i>) και μαύρη πεύκη (<i>P. nigra</i>)	Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, τα δάση κωνοφόρων έχουν εισβάλλει σε χαμηλότερες υψομετρικά επιφάνειες όπου κυριαρχούν κανονικά τα δάση πλατύφυλλων (700-1000 μ.). Ως αποτέλεσμα, η ελάτη εκτείνεται πέρα από τα χαμηλότερα θερμοορία της και έτσι καθίσταται ευάλωτη σε επιθέσεις εντόμων. Η μορφή διαχείρισης που ασκείται στην περιοχή για πολλά έτη (αποψιλωτικές υλοτομίες, πρεμνοφύης διαχείριση) ενδέχεται να έχει αποδυναμώσει το δάσος των πλατύφυλλων, καθιστώντας τα είδη του λιγότερο ανταγωνιστικά έναντι των κωνοφόρων ειδών, που έχουν την τάση να καταλαμβάνουν τους κενούς οικολογικούς θώκους.
Εθνικός Δρυμός Πάρνηθας	Κεφαληνιακή ελάτη (<i>Abies cephalonica</i>) σε αμιγείς ή μικτές συστάδες με χαλέπιο πεύκη (<i>Pinus halepensis</i>), άρκευθο (<i>Juniperus</i> sp.), πουρνάρι (<i>Quercus coccifera</i>) και πλατύφυλλους θάμνους	Η νέκρωση της κεφαληνιακής ελάτης που παρατηρείται στην περιοχή για πολλές δεκαετίες προκύπτει από τη δράση φλοιοφάγων εντόμων (κυρίως του είδους <i>Pityokteines spinidens</i> , το οποίο επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις μεταβολές κλιματικών παραμέτρων). Τα χαμηλά επίπεδα εντομο-βιοποικιλότητας υποδεικνύουν ένα ευαίσθητο και ασταθές οικοσύστημα. Η τεράστια ποσότητα αποσυντιθέμενου ξύλου που παρέμεινε στο δάσος έπειτα από την πυρκαγιά του 2007, σε συνδυασμό με τις αντίξοες εδαφικές και κλιματικές συνθήκες, ευνόησαν την επέκταση των επιβλαβών εντόμων.
Ανατολικός Ταΰγετος	Κεφαληνιακή ελάτη (<i>A. cephalonica</i>) σε αμιγείς ή μικτές συστάδες με μαύρη πεύκη (<i>Pinus nigra</i>), άρκευθο (<i>Juniperus</i> sp.) πλατύφυλλους θάμνους	Η κεφαληνιακή ελάτη έχει υποστεί αρκετές επιθέσεις από φλοιοφάγα έντομα (κυρίως από τα είδη <i>P. spinidens</i> and <i>Hylastes brunneus</i>). Ωστόσο, τα υψηλά επίπεδα εμφάνισης του ωφέλιμου εντόμου – θηρευτή <i>Thanasimus formicarius</i> σε συνδυασμό με τα υψηλά επίπεδα εντομο-βιοποικιλότητας υποδεικνύουν ένα μάλλον σταθερό οικοσύστημα, ικανό να αντισταθεί σε πιθανές μελλοντικές επιθέσεις επιβλαβών εντόμων.

2.2. Μέθοδος

Η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή μπορεί να περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα μέτρων που στόχο έχουν τη μείωση της ευπάθειας των δασικών οικοσυστημάτων στις μεταβολές των κλιματικών παραμέτρων. Οι προτάσεις προσαρμογής θα πρέπει να καθορίζονται επίσης από τη συνέργειά τους με άλλους τομείς πολιτικής (Fussler 2007). Στο πλαίσιο της προσαρμοσμένης διαχείρισης των δασών λόγω της κλιματικής αλλαγής, τα διαχειριστικά μέτρα θα πρέπει να αντιμετωπίζουν τα προβλήματα διαχείρισης με ολιστικό τρόπο ξεφεύγοντας από την κλασική αντίληψη της διαχείρισης του δάσους μόνο ως ξυλοπαραγωγικού.

Τα προτεινόμενα διαχειριστικά μέτρα (γενικά και ειδικά ανά περιοχή μελέτης) που παρατίθενται κατωτέρω ανταποκρίνονται στην αξιολόγηση των επιδράσεων της αναμενόμενης κλιματικής αλλαγής στα δάση (Δράση 3), λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη κατάσταση και τις τάσεις των δασών (Δράση 2). Τα εν λόγω μέτρα προσαρμογής των πρακτικών δασικής διαχείρισης στοχεύουν στη μείωση της ευπάθειας των δασικών οικοσυστημάτων και στην ενίσχυση της ανθεκτικότητάς τους στην κλιματική αλλαγή και περιλαμβάνουν κατευθύνσεις για την αντιμετώπιση περιστατικών έκτακτης ανάγκης, όπως οι επιδημίες εντόμων, ξηρασίες κ.ά.

Για τον σχεδιασμό των μέτρων, λήφθηκαν υπόψη τόσο κοινωνικο-οικονομικά ζητήματα που σχετίζονται με υλοτομικές δραστηριότητες, όσο και θέματα διατήρησης και προστασίας της βιοποικιλότητας των δασών. Αυτό πηγάζει από το γεγονός ότι οι περιοχές αποτελούν μέρος του Δικτύου Natura 2000 και αποτελούν φυσικά δάση, εκτατικά διαχειριζόμενα με τη φυσική μέθοδο pro-silva (<http://prosilvaeurope.ning.com/>). Ο σχεδιασμός των μέτρων προσαρμογής και διαχείρισης βασίστηκε στους Robledo & Forner (2005). Επιπρόσθετα, λήφθηκαν υπόψη οι κατευθυντήριες γραμμές της ΕΕ για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής κατά τη διαχείριση του δικτύου Natura 2000 (ΕΥ 2013).

Κατά τη σύνταξη των ειδικών διαχειριστικών μέτρων λήφθηκαν υπόψη τα σχετικά μέτρα (για τις αντίστοιχες δασικές συστάδες) που περιλαμβάνονται στα υφιστάμενα αλλά και προηγούμενα Δασικά Διαχειριστικά Σχέδια των τεσσάρων περιοχών μελέτης, καθώς και η γνώση και εμπειρία των τοπικών αρμόδιων αρχών. Δηλαδή, η διατύπωση των κατωτέρω διαχειριστικών μέτρων ώστε οι Δασικές Υπηρεσίες να προσαρμόσουν τη διαχείρισή τους στις περιοχές αρμοδιότητάς τους ενόψει της κλιματικής αλλαγής έγινε με βάση στοιχεία υφιστάμενων διαχειριστικών μελετών και πρακτικών που εφαρμόζονται έως σήμερα. Ακολούθως, τα εν λόγω στοιχεία συμπληρώθηκαν με νέα μέτρα διαχείρισης τα οποία λαμβάνουν υπόψη την υφιστάμενη κατάσταση όπως αυτή αντανακλάται στις ληφθείσες επιφάνειες και την επερχόμενη κλιματική αλλαγή.

Τα μέτρα ανταποκρίνονται με επιστημονικούς όρους στις ανάγκες διαχείρισης των τεσσάρων δασικών οικοσυστημάτων. Ωστόσο, πρακτικά θέματα όπως ο βαθμός εφαρμοσιμότητας των μέτρων, όσον αφορά στο κόστος και στην ευρύτερη αποδοχή, λήφθηκαν επίσης υπόψη, καθώς οι κατά τόπους κοινωνικές ανάγκες και οι ανάγκες της αγοράς αναμένεται ότι θα παίξουν σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή και στη ρύθμιση των μέτρων διαχείρισης. Περαιτέρω, πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας με σκοπό την αναζήτηση μέτρων για προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, τα οποία εφαρμόζονται σε παρόμοια δασικά οικοσυστήματα ανά τον κόσμο.

Μέθοδος καθορισμού μέτρων: Με βάση τα ανωτέρω, ορίστηκαν αρχικά οι ειδικοί διαχειριστικοί σκοποί για κάθε περιοχή μελέτης. Για την επίτευξη των εν λόγω σκοπών, σχεδιάστηκαν τα διαχειριστικά μέτρα προσαρμογής (βραχυπρόθεσμα, μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, καθώς και συμπληρωματικά μέτρα). Τα μέτρα τέθηκαν α) σε δημόσια διαβούλευση στην ιστοσελίδα του έργου και β) σε εκτενή διαβούλευση με τις αρμόδιες δασικές υπηρεσίες (κεντρική και τοπικές), περιλαμβανομένης συνάντησης διαβούλευσης στην οποία μετείχαν όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς, οι διαχειριστές των δασών και οι ειδικοί επιστήμονες του έργου. Τα σχόλια και οι παρατηρήσεις που ελήφθησαν αξιολογήθηκαν και ενσωματώθηκαν στο κείμενο των μέτρων.

Στην επόμενη φάση, τα μέτρα πρόκειται να εξειδικευθούν περαιτέρω σε επίπεδο συστάδας (μικρότερη μονάδα του δασικού τμήματος / μονάδα δασοκομικών χειρισμών) και να ενσωματωθούν στα Δασικά Διαχειριστικά Σχέδια των τεσσάρων περιοχών μελέτης. Επιπλέον, η πείρα που αποκτήθηκε σε τοπικό επίπεδο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για τη συγγραφή και έκδοση κατευθύνσεων που θα απευθύνονται στο προσωπικό όλων των δασικών υπηρεσιών της χώρας.

Τέλος, θα πρέπει να τονισθεί ότι κανένα σχέδιο διαχείρισης, ειδικότερα στη δασοπονία, δεν μπορεί να είναι πάγιο και αμετάβλητο. Η ρύθμιση των προτεινόμενων μέτρων μπορεί να γίνει κυρίως μέσω της μεταβολής της έκτασης όπου εφαρμόζεται η κάθε μορφή διαχείρισης. Σημαντικά δεδομένα για την επαναξιολόγηση των μέτρων θα αποτελέσουν αυτά που θα προκύψουν από το σχέδιο παρακολούθησης.

3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

3.1. Γενικά διαχειριστικά μέτρα

3.1.1. Δημιουργία μόνιμων επιφανειών παρακολούθησης

Η παρακολούθηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις τέσσερις περιοχές μελέτης θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση για τον σχεδιασμό και τη λήψη των κατάλληλων διαχειριστικών μέτρων στο μέλλον. Συγκεκριμένα, η παρακολούθηση της πορείας των φαινομένων της νέκρωσης των ειδών κωνοφόρων και της εισβολής των κωνοφόρων στα πλατύφυλλα δάση επιτρέπει όχι μόνο την αποτύπωση της κατάστασης των δασικών οικοσυστημάτων αλλά και τη μέτρηση της επιτυχίας εφαρμογής των διαχειριστικών μέτρων προσαρμογής. Η μελέτη των διαφορών μεταβλητών θα πρέπει πάντοτε να γίνεται με τον ίδιο τρόπο, με τις ίδιες μεθοδολογίες δειγματοληψίας και αναλύσεων και μάλιστα στα ίδια ακριβώς σημεία.

Σε κάθε περιοχή μελέτης πραγματοποιήθηκε εγκατάσταση τεσσάρων επιφανειών παρακολούθησης, μέσα από τις οποίες λαμβάνεται ένας αριθμός κλιματικών και εδαφικών παραμέτρων και παραμέτρων σχετικών με τη βλάστηση, τη δομή, την αύξηση των δέντρων και την υγεία του δάσους. Κατά τη διαδικασία επιλογής προτιμήθηκαν οι επιφάνειες που συγκεντρώνουν τα περισσότερα δεδομένα (δηλαδή οι επιφάνειες που είχαν επιλέξει περισσότεροι των δύο ειδικών επιστημόνων). Κατά την επιλογή, επίσης, δόθηκε σημασία στην αντιπροσώπευση των διαφορετικών μονάδων βλάστησης (ποιοτήτων τόπου) ανά περιοχή μελέτης. Κάθε επιφάνεια έχει μέγεθος δύο στρέμματα (0,2 ha).

Τα δεδομένα συλλέγονται από τις τοπικές δασικές υπηρεσίες (πρωτογενή δεδομένα) και υφίστανται κατάλληλη επεξεργασία. Τα ψηφιακά πλέον δεδομένα αποστέλλονται στη Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος, η οποία διατηρεί ηλεκτρονική βάση δεδομένων για όλες τις περιοχές και έχει την υποχρέωση ανάρτησής τους στην ιστοσελίδα του έργου. Επίσης, χάρτες των τεσσάρων περιοχών μελέτης υποδεικνύουν τις θέσεις των δειγματοληπτικών επιφανειών. Η συλλογή και δημοσίευση των δεδομένων θα συνεχισθεί και έπειτα από το τέλος του έργου, με ευθύνη των αρμοδίων αρχών.

Στις τέσσερις περιοχές μελέτης είναι σκόπιμο να καταγράφονται συγκεκριμένα μετεωρολογικά δεδομένα που θα βοηθήσουν στη συσχέτιση των φαινομένων που παρατηρούνται με τις κλιματικές παραμέτρους. Για τον λόγο αυτό, σε κάθε περιοχή εγκαθίσταται μετεωρολογικός σταθμός ο οποίος έχει τη δυνατότητα μέτρησης και καταγραφής, κατ' ελάχιστο, των παραμέτρων βροχόπτωσης και θερμοκρασίας. Η επιλογή των σημείων εγκατάστασης των μετεωρολογικών σταθμών έχει γίνει με γνώμονα την καλύτερη δυνατή αντιπροσώπευση του οικολογικού εύρους των δασών της κάθε περιοχής.

3.1.2. Παρακολούθηση μονάδων βλάστησης

Εκτός από τις παραμέτρους προς παρακολούθηση που παρατίθενται και περιγράφονται αναλυτικά στις Κατευθύνσεις για την παρακολούθηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα του έργου LIFE+ AdaptFor (Τσιαούση κ.ά. 2012), προτείνεται επίσης να εντατικοποιηθεί η έρευνα για την παραγωγή αποτελεσμάτων και γνώσεων σε θέματα βλάστησης μέσω της δημιουργίας ενός εκτεταμένου δικτύου παρακολούθησης. Το δίκτυο αυτό περιλαμβάνει όλες τις μορφές διαχείρισης και όλες τις οικολογικές συνθήκες ανάπτυξης των κυρίαρχων ειδών της κάθε περιοχής καθώς και την παρακολούθηση πλήθους βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων. Συγκεκριμένα, για κάθε μία από τις περιοχές μελέτης:

- Πιέρια Όρη: Οι τρεις μονάδες βλάστησης που διακρίθηκαν στην περιοχή χρησιμοποιήθηκαν για την επιλογή των θέσεων εγκατάστασης. Οι παράγοντες που αφορούν στη βλάστηση και προτείνεται να παρακολουθούνται είναι: α) η χλωριδική σύνθεση των συστάδων και β) η αναγέννηση της δασικής πεύκης και άλλων βασικών για την περιοχή δενδρωδών ειδών (μαύρη πεύκη, οξιά και ελάτη). Όσον αφορά στη χλωριδική σύνθεση, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι πέρα από τη σύνθεση σε taxa, θα πρέπει να αξιολογείται και η σύνθεση σε λειτουργικές ομάδες φυτών. Οι τελευταίες μπορούν να αποδώσουν καλύτερα τη μεταβολή των λειτουργιών του οικοσυστήματος και να παράγουν αποτελέσματα κατάλληλα για να ανιχνευτούν τάσεις μεταβολών μεταξύ διαφορετικών οικοσυστημάτων (με διαφορετική σύνθεση). Οι λειτουργικές ομάδες προκύπτουν μέσω των λειτουργικών χαρακτηριστικών των φυτικών ειδών που εμφανίζονται στις συστάδες. Μερικά τέτοια χαρακτηριστικά είναι οι δείκτες Ellenberg, οι βιοτικές μορφές και οι χωρολογικές ενότητες.
- Ασπροπόταμος-Καλαμπάκα: Οι τέσσερις μονάδες βλάστησης που διακρίθηκαν στην περιοχή χρησιμοποιήθηκαν για την επιλογή των θέσεων εγκατάστασης. Οι βιοτικοί παράγοντες που αφορούν στη βλάστηση είναι η σύνθεση (χλωριδική και λειτουργική) των τεσσάρων μονάδων βλάστησης. Επιπλέον, προτείνεται η παρακολούθηση συγκεκριμένων ειδών, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν ως δείκτες απόκρισης των μονάδων βλάστησης στην αλλαγή των κλιματικών συνθηκών. Τέτοια είδη θα μπορούσαν να είναι τα: *Acer monspessulanum*, *Castanea sativa*, *Crepis fraasii*, *Epipactis exilis*, *Fagus sylvatica*, *Galium odoratum*, *Galium rotundifolium*, *Peucedanum officinale*, *Quercus frainetto*, *Quercus pubescens*, *Abies borisii-regis*, *Quercus cerris* και *Pinus nigra* ssp. *nigra*. Τα τελευταία τρία είναι κυρίαρχα είδη ή/και δείκτες που έχουν σχέση με διαταραχές ή διαδοχή βλάστησης. Τα υπόλοιπα είδη εμφάνισαν υψηλό ποσοστό της ποικιλότητας της κατανομής τους να ερμηνεύεται από τις εξισώσεις παλινδρόμησης με εξαρτημένες μεταβλητές το υψόμετρο, τη θερμοκρασία ή την υγρασία. Επιπλέον, κάποια είδη είναι κυρίαρχα στις μονάδες βλάστησης που εμφανίζονται. Τα δεδομένα που θα προκύψουν από την παρακολούθηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης και για τη ρύθμιση της δασικής διαχείρισης.
- Εθνικός Δρυμός Πάρνηθας: Οι βιοτικοί παράγοντες που αφορούν στη βλάστηση και πρέπει να παρακολουθούνται είναι η σύνθεση (χλωριδική και λειτουργική) των τριών μονάδων βλάστησης. Επιπλέον, προτείνεται η παρακολούθηση της κεφαλληνιακής ελάτης, όσον αφορά στην ανάπτυξή της, τις προσβολές της από παθογόνους οργανισμούς, την αναγέννησή της και τη ζωτικότητα της. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της διερεύνησης

της απόκρισης των ειδών στη θερμοκρασία και υγρασία στην Πάρνηθα, προτείνονται ως κατάλληλοι δείκτες για παρακολούθηση τα είδη *Cephalanthera damasonium*, *Carex halleriana* και *Centaurea raphanina* ssp. *mixta*.

- Ανατολικός Ταϋγγετος: Προτείνεται η συστηματική παρακολούθηση της κεφαλληνιακής ελάτης στον Ταϋγγετο και των τριών μονάδων βλάστησης που διακρίθηκαν στα δάση της. Ειδικότερα, θα πρέπει να παρακολουθείται η συνθετική και λειτουργική ποικιλότητά τους. Πέρα από την ελάτη, και βάσει των αποτελεσμάτων σχετικά με την απόκριση των ειδών στην θερμοκρασία και υγρασία, προτείνονται ως επιπλέον είδη-δείκτες για παρακολούθηση, τα *Scutellaria columnae* ssp. *columnae*, *Castanea sativa*, *Brachypodium retusum*, *Ruscus aculeatus*, *Galium rotundifolium*, *Carex halleriana* και *Silene multicaulis* ssp. *multicaulis*.

3.1.3. Εγκατάσταση δικτύου φερομονικών παγίδων

Προτείνεται η εγκατάσταση ενός δικτύου φερομονικών παγίδων, στις περιοχές οι οποίες βρίσκονται κάτω από την πίεση επιδρομών φλοιοφάγων εντόμων. Με τη χρήση των κατάλληλων προσελκυστικών ουσιών, επιδιώκεται μείωση του πληθυσμού των φλοιοφάγων εντόμων με τη μαζική παγίδευσή τους.

3.2. Ειδικά διαχειριστικά μέτρα ανά περιοχή μελέτης

3.2.1. Η νέκρωση της δασικής πεύκης (*Pinus sylvestris*) στο Δάσος Ρητίνης – Βρίας στα Πιέρια Όρη

Ο πληθυσμός της δασικής πεύκης στα Πιέρια Όρη εμφανίζει μεγάλη ποικιλομορφία με μεγάλο εύρος κληρονομικών καταβολών, το οποίο εκδηλώνεται στη διαμόρφωση του κορμού και της κόμης των επιμέρους ατόμων, ανάλογα με την αρχική τους προέλευση. Στην περιοχή απαντούν καθαρά «αλπικές» μορφές, δηλαδή ψηλόλιγνα άτομα με στενή πυραμιδοειδή κόμη και λεπτούς κλάδους, ένδειξη προσαρμογής στις χιονοπτώσεις. Παράλληλα, απαντούν άτομα κοντόχοντρα με ευρεία ακανόνιστη κόμη, χονδρούς κλάδους που εκτείνονται οριζόντια ή κατανεύουν σχεδόν έως το έδαφος, τα οποία υποδηλώνουν μορφές πεδινής προέλευσης. Μεταξύ των δύο αυτών ακραίων μορφών εμφανίζονται άτομα ενδιάμεσης μορφής τα οποία πλησιάζουν τότε προς την πρώτη και τότε προς τη δεύτερη μορφή. Το πιθανότερο είναι οι ενδιάμεσες μορφές να οφείλονται σε σταυρεπικονίαση των δύο βασικών μορφών, ορεινής – αλπικής και πεδινής (Ντάφης 2013).

Ο πληθυσμός της δασικής πεύκης των Πιερίων Ορέων διαμορφώθηκε κατά τη διάρκεια της τελευταίας παγετωγενούς περιόδου, κατά τη μετανάστευση πολλών φυτικών ειδών της Μεσευρώπης προς νοτιότερες περιοχές-καταφύγια (*refugia*), οι οποίες δεν πλήγηκαν από τους παγετώνες (Passagianis 2000). Αντιπροσωπεύει έναν από τους νοτιότερους πληθυσμούς του είδους στην Ευρώπη (Carlisle & Brown 1968, EUFROGEN 2009, Strid & Tan 1997), αποτελώντας, μάλιστα, μια αρκετά απομακρυσμένη κηλίδα από την περιοχή της συνεχόμενης εξάπλωσης του είδους (κεντρική, βόρεια και βορειοανατολική Ευρώπη). Το γεγονός αυτό καθιστά τα δάση δασικής πεύκης των Πιερίων ως έναν «*rear edge*» πληθυσμό, που χρήζει ειδικής διαχείρισης με σκοπό τη διατήρηση της γενετικής και οικοτυπικής ποικιλότητας του είδους (Hampe & Petit 2005). Συνεπώς, ο εν λόγω πληθυσμός παρουσιάζει τεράστιο επιστημονικό ενδιαφέρον λόγω της μεγάλης γενετικής ποικιλότητας και αποτελεί μια πολύτιμη τράπεζα γονιδίων, όχι μόνο για τη χώρα μας αλλά και γενικότερα. Ως εκ τούτου, η διατήρηση της φυσικής γενετικής ποικιλότητας αποτελεί έναν από τους βασικούς στόχους διαχείρισης.

Επιπλέον, η περιοχή των Πιερίων μπορεί να αποτελεί καταφύγιο για ορισμένα είδη. Εκτός από τη δασική πεύκη και άλλα είδη των δασών της, όπως τα *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis arundinacea*, *Luzula luzulina*, *Luzula luzuloides* και *Vaccinium myrtillus*, βρίσκονται στα νοτιότερα όρια εξάπλωσής τους (Raus 1995, Schuler 2004).

Μύκητες και έντομα

Άτομα του πληθυσμού της δασικής πεύκης των Πιερίων Ορέων προσβάλλονται περιστασιακά από τον πρωτογενή παθογόνο μύκητα *Peridermium pini*. Ο εν λόγω μύκητας προσβάλλει αποκλειστικά τη δασική πεύκη. Θεωρείται πως ο μύκητας, στην περιοχή, συνεξελίχθηκε με τη δασική πεύκη. Οι πρώτες πληροφορίες από τις αρμόδιες δασικές υπηρεσίες σχετικά με επιδημικής μορφής νεκρώσεις της δασικής πεύκης στο Δάσος Ρητίνης-Βρίας στα Πιέρια Όρη καταγράφονται έπειτα από το έτος 1978. Δεν υπάρχουν καταγεγραμμένα στοιχεία για την κατάσταση του δάσους πριν από αυτό. Η επιδημική αυτή έξαρση που παρατηρείται στην περιοχή τα τελευταία 30 έτη φαίνεται να οφείλεται στη συνδυασμένη δράση του μύκητα *P. pini* και των φλοιοφάγων εντόμων, κυρίως του είδους *Ips acuminatus*, το οποίο απαντά στην περιοχή με εξαιρετικά υψηλή συχνότητα εμφάνισης (70%) (Διαμαντής κ.ά. 2010). Ο

μύκητας *P. pini* προσβάλλει αποκλειστικά τη δασική πεύκη και προκαλεί μία ασθένεια του φλοιού γνωστή ως «ρητινώδη σκωρίαση» (resin top disease). Ο εν λόγω μύκητας, ως πρωτογενές παράσιτο, προσβάλλει δέντρα ανεξαρτήτως ηλικίας, θέσης στη συστάδα και σταθμού, όταν βέβαια οι κλιματικές συνθήκες είναι κατάλληλες για την εκδήλωση της προσβολής. Στη συνέχεια, τα προσβλημένα από τον μύκητα δέντρα, ακόμη και αν δεν νεκρωθούν αμέσως, καθίστανται εξαιρετικά ευάλωτα σε δευτερογενείς προσβολές φλοιοφάγων εντόμων που ανήκουν στην υπό-οικογένεια Scolytinae, η οποία περιλαμβάνει κάποια από τα πιο επιβλαβή έντομα παγκοσμίως. Τα φλοιοφάγα έντομα που εγκαθίστανται πρώτα, εκλύουν σημιοχημικές ουσίες (semiochemicals) που προσελκύουν και άλλα άτομα του ίδιου είδους, φαινόμενο που οδηγεί σε ραγδαία αύξηση του πληθυσμού των φλοιοφάγων και συνεπώς στην κατάρρευση του αμυντικού μηχανισμού των δέντρων (Byers 2004). Σε υψηλές πληθυσμιακές πυκνότητες, τα φλοιοφάγα έντομα είναι δυνατόν να προσβάλλουν όχι μόνο προσβλημένα από την ασθένεια της ρητινώδους σκωρίασης δέντρα αλλά και υγιή άτομα.

Τα διαθέσιμα στοιχεία υποστηρίζουν την αρχική υπόθεση πως οι μεταβολές των κλιματικών παραμέτρων κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχουν συνεργήσει σημαντικά προς αυτήν την κατεύθυνση. Επίσης, ο πληθυσμός δασικής πεύκης στην περιοχή βρίσκεται σχεδόν στα θερμοόρια της οικολογικής ανοχής του είδους (νοτιότερο άκρο εξάπλωσης στην Ευρώπη), οπότε καθίσταται περισσότερο επιδεκτικός σε προσβολές μυκήτων και κυρίως φλοιοφάγων εντόμων κατά την περίοδο εμφάνισης ακραίων καιρικών φαινομένων (υψηλές θερμοκρασίες και παρατεταμένες ξηρές περιόδους) η συχνότητα εμφάνισης των οποίων αυξάνει λόγω της κλιματικής αλλαγής. Σήμερα, η κατάσταση της υγείας του δάσους συνεχίζει να είναι ανησυχητική. Κατά τη συνολική εκτίμηση, ένα γενικό ποσοστό έντασης προσβολής της τάξης του 20% οφειλόμενο στην ασθένεια της ρητινώδους σκωρίασης αλλά και στα φλοιοφάγα έντομα βρίσκεται πολύ κοντά στην πραγματικότητα (Διαμαντής κ.ά. 2010).

Πιο συγκεκριμένα, οι φυτοπαθολόγοι και οι εντομολόγοι που μελέτησαν την περιοχή συμφωνούν ότι συνθήκες ευνοϊκές για την εξέλιξη της ρητινώδους σκωρίασης, δηλαδή υψηλές βροχοπτώσεις και σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες αποτελούν συνθήκες δυσμενείς για την πληθυσμιακή έκρηξη των φλοιοφάγων εντόμων. Αντίθετα, χαμηλές βροχοπτώσεις και υψηλές θερμοκρασίες που εμφανίζονται για μερικά διαδοχικά έτη και δημιουργούν σχετικά μακρές ξηροθερμικές περιόδους, αφ' ενός μεν καταπονούν τα δέντρα και τα καθιστούν ευαίσθητα σε προσβολή από φλοιοφάγα έντομα, αφ' ετέρου δε ευνοούν την πληθυσμιακή έξαρση των εντόμων. Τέτοιες συνθήκες ωστόσο δεν ευνοούν την επέκταση της ασθένειας. Συνεπώς, η αξιολόγηση της επίδρασης των μελλοντικών κλιματικών μεταβολών στην υγεία του δάσους έδειξε πως στο πιθανό σενάριο της μηδενικής μεταβολής της θερμοκρασίας αέρα ή της αύξησης κατά 1°C με ταυτόχρονη αύξηση των βροχοπτώσεων κατά 10% και 20% (άκρως ευνοϊκές συνθήκες για την έξαρση της ασθένειας), οι απώλειες από φλοιοφάγα έντομα θα είναι χαμηλές. Αντίθετα, στο πιθανό σενάριο της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C και μείωσης των βροχοπτώσεων κατά 10% ή 20% (συνθήκες καταπόνησης της δασικής πεύκης), οι απώλειες από επιδημικές εξάρσεις των φλοιοφάγων εντόμων θα είναι υψηλές ενώ η επέκταση της ασθένειας θα είναι περιορισμένη. Στην περίπτωση αυτή, αναμένεται πως οι απώλειες θα είναι εντονότερες στη χαμηλότερη ζώνη του δάσους δασικής πεύκης και τα διάκενα που θα δημιουργηθούν θα καταληφθούν από τη μαύρη πεύκη. Το λιγότερο πιθανό σενάριο αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C και παράλληλης αύξησης των βροχοπτώσεων κατά 10% και 20% θα ευνοήσει την έξαρση της ασθένειας καθόσον οι

υψηλότερες θερμοκρασίες κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο θα αυξήσουν την καρποφορία του μύκητα αλλά θα συμβάλλουν στη μείωση των απωλειών από τα φλοιοφάγα έντομα (Διαμαντής & Αβτζής 2011).

Φυτοκοινωνίες

Στην περιοχή των Πιερίων βρέθηκαν τρεις μονάδες βλάστησης στα δάση δασικής πεύκης, οι οποίες αντιπροσωπεύουν δύο ποιότητες τόπου. Η ποικιλότητα εντός των δασών δασικής πεύκης είναι αρκετά υψηλή, με μεγάλο βαθμό διαφοροποίησης τόσο της χλωριδικής σύνθεσης, όσο και των ενδιαιτημάτων. Η χλωριδική σύνθεση των δασών δεν βρέθηκε να εμφανίζει (έως το 2010) επιπτώσεις που να σχετίζονται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Εκτός από την υψηλή θνησιμότητα (φαινόμενα νεκρώσεων) της δασικής πεύκης σε μεγάλες εκτάσεις, στην περιοχή παρατηρείται μία σταδιακή αντικατάσταση της δασικής πεύκης από ανταγωνιστικότερα είδη, όπως είναι η οξιά. Αυτό το τελευταίο αφορά σε συστάδες δασικής πεύκης με επαρκή για την οξιά υγρασία και θερμοκρασία, όχι ιδιαίτερα χαμηλή (Τσιριπίδης κ.ά. 2011).

Φυσιολογία

Η κατάσταση των συστάδων δασικής πεύκης στο σύμπλεγμα Ρητίνης – Βρίας θεωρείται κρίσιμη καθώς τα δέντρα είναι υπέργηρα, με κακή υγεία και η προσβολή των υφιστάμενων δέντρων από τον μύκητα *P. pini* ανέρχεται σε περίπου 20%. Περαιτέρω, η συγκόμωση των συστάδων είναι αραιή, ενώ το δασικό έδαφος είναι καλυμμένο με παχύ στρώμα από *Vaccinium myrtillus* το οποίο, σε συνδυασμό με την υπάρχουσα βόσκηση, εμποδίζει τη φυσική αναγέννηση. Η διαρκής υλοτομία των προσβλημένων δέντρων είχε ως αποτέλεσμα οι συστάδες να αποκτήσουν ακανόνιστη δομή. Η μείωση των ετήσιων κατακρημνισμάτων της περιόδου 1957-2009 στην περιοχή, σε συνδυασμό με την αύξηση των μέγιστων θερμοκρασιών, την αύξηση της εξατμισιοδιαπνοής και το μεγάλο εύρος των διακυμάνσεων ευνόησαν την επικράτηση συνθηκών οι οποίες έθεσαν τα δέντρα σε κατάσταση έντονης καταπόνησης για ένα αρκετά μεγάλο και συνεχόμενο χρονικό διάστημα. Όλες οι ανωτέρω συνθήκες επηρέασαν τη φυσιολογική κατάσταση των δέντρων και την αύξηση, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά σε ένα δασοπονικό είδος το οποίο βρίσκεται στο νοτιότερο όριο της εξάπλωσής του στην Ευρώπη. Τα κλιματικά στοιχεία δείχνουν ότι το οικοσύστημα έχει υποστεί καταπόνηση, γεγονός που οδηγεί το δάσος σε σταδιακή υποβάθμιση. Η καταπόνηση αυτή είναι δυνατόν να επηρεάσει τη σχέση του οικοσυστήματος με τους παθογόνους οργανισμούς, καθώς αδύναμα και καταπονημένα δέντρα έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να υποστούν επίθεση παθογόνων μικροοργανισμών.

Η περιοχή σήμερα δέχεται μικρή μόνο πίεση από βόσκηση αιγοπροβάτων. Παλαιότερα, η πίεση αυτή ήταν πολύ μεγαλύτερη σε σημείο που καθιστούσε αδύνατη τη φυσική αναγέννηση της δασικής πεύκης και συνεργούσε στην υποβάθμιση του οικοσυστήματος. Ωστόσο, είναι δύσκολο να διαχωριστούν οι επιπτώσεις της ανθρωπογενούς επίδρασης (βόσκηση) από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να προσδιορισθεί ο βαθμός που επηρέασε η κάθε μία την καταπόνηση και υποβάθμιση του οικοσυστήματος (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2011).

Εδαφος

Η δομή των εδαφών στην περιοχή, εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας σε άμμο, είναι πολύ ασθενής με αποτέλεσμα την έντονη και γρήγορη υποβάθμισή τους, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου καταστρέφεται η προστατευτική βλάστηση ή ο δασικός τάπητας. Ο βαθμός αποσάθρωσης του γνευσίου (μητρικό υλικό) φαίνεται πως επιδρά σημαντικά στην ανάπτυξη της δασικής πεύκης. Οι επιφανειακοί εδαφικοί ορίζοντες είναι πλούσιοι σε οργανική ουσία και N, αλλά παρουσιάζουν μεγάλη έλλειψη διαθέσιμου P. Πιθανόν στην έλλειψη αυτή να οφείλεται το σύμπτωμα της ασύμμετρης και ανομοιομόρφης εμφάνισης της κορυφής των ατόμων δασικής πεύκης.

Η αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους σε νερό είναι μικρή. Αξίζει να σημειωθεί πως στην περιοχή, η μεγαλύτερη αποθηκευτική ικανότητα σε νερό παρουσιάζεται σε τόπους όπου το οικοσύστημα είναι μικτό, αποτελούμενο από ελάτη, οξιά, μαύρη και δασική πεύκη.

Γενικά, παρατηρείται μια σταδιακή βελτίωση των εδαφικών συνθηκών της περιοχής κατά τα τελευταία έτη. Λόγω όμως της ευαισθησίας των εδαφών αυτών (εξαιτίας της ασθενούς δομής και της αμμοπηλώδους υφής), ο κίνδυνος νέας υποβάθμισής τους είναι πολύ μεγάλος (Αλιφραγκής 2011).

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Σκοπός της διαχείρισης του συγκεκριμένου δάσους δασικής πεύκης είναι η αντιμετώπιση του κινδύνου περαιτέρω νεκρώσεων λόγω του μύκητα *P. pini*. Περαιτέρω, κρίνεται επιτακτική η ενθάρρυνση και προστασία της αναγέννησης της δασικής πεύκης την περιοχή, καθώς η κατάσταση της μητρικής συστάδας θεωρείται κρίσιμη. Τέλος, στους διαχειριστικούς σκοπούς θα πρέπει να προστεθεί και η διατήρηση των υποπληθυσμών δασικής πεύκης (γενετικής ποικιλότητας) καθώς πρόκειται για το νοτιότερο όριο εξάπλωσης του είδους στην Ευρώπη.

Τα διαχειριστικά – δασοκομικά μέτρα που προτείνονται για την αντιμετώπιση του κινδύνου είναι:

- Άμεση υλοτομία των νεκρών ή νεκρούμενων ατόμων δασικής πεύκης και στη συνέχεια άμεση αποφλοιώση του κορμού τους με σκοπό την έκθεση των λαρβών των εντόμων στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία και στον αέρα. Με τον τρόπο αυτό επέρχεται η νέκρωσή τους και αποτρέπεται η επιδημική έξαρση του πληθυσμού το επόμενο έτος. Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε στην υβριδογενή ελάτη του πανεπιστημιακού δάσους Περτουλίου με μεγάλη επιτυχία. Αξίζει να σημειωθεί πως από το έτος 1988 έως σήμερα δεν έχει σημειωθεί νέκρωση ατόμων ελάτης από φλοιοφάγα έντομα στο δάσος (Ντάφης 2013). Εναλλακτικά, εάν δεν υπάρχει η δυνατότητα άμεσης υλοτομίας, τα προσβλημένα από την ασθένεια της ρητινώδους σκωρίασης δέντρα που αποτελούν εστίες ανάπτυξης καρποσωμάτων και σπορίων του μύκητα *Peridermium pini* αλλά και εστίες πολλαπλασιασμού των φλοιοφάγων εντόμων θα πρέπει να απομακρύνονται κάθε έτος (έκτακτες εξυγιαντικές καρπώσεις) και όχι κάθε δέκα, διάστημα που έχει ορισθεί ως χρόνος περιφοράς στα δασικά διαχειριστικά σχέδια (το ίδιο ισχύει και για το Σύμπλεγμα Καταφυγίου). Η εκτίμηση του αριθμού των προς υλοτομία νεκρών ή νεκρούμενων ατόμων δασικής πεύκης θα προκύπτει μέσω καλλιεργητικών μελετών, οι οποίες θα εκπονούνται και θα υλοποιούνται από τη Δ/ση Δασών Ν. Πιερίας. Ήδη, από το έτος 2003, η αρμόδια δασική υπηρεσία εφαρμόζει

εξυγιαντικές υλοτομίες. Ο όγκος του ξύλου που απολαμβάνεται με αυτόν τον τρόπο αφαιρείται από το προβλεπόμενο λήμμα των κανονικών υλοτομιών, οι οποίες αναστέλλονται, με σκοπό τη διατήρηση του κανονικού ύψους του ξυλαποθέματος και τη διασφάλιση της αειφορίας. Με αυτό το μέτρο, το μολυσματικό δυναμικό της ασθένειας θα διατηρείται χαμηλό ενώ θα μειώνεται και ο κίνδυνος ανάπτυξης μεγάλου πληθυσμού φλοιοφάγων εντόμων χωρίς να ανατρέπεται το Δασικό Διαχειριστικό Σχέδιο (Διαμαντής κ.ά. 2012). Θα πρέπει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο, πως η Δ/ση Δασών Πιερίας δεν διαθέτει, προς το παρόν τουλάχιστον, τη δυνατότητα αποφλοιοποίησης του κορμού των υλοτομημένων δέντρων (χρονοβόρα και κοστοβόρα διαδικασία). Ωστόσο, προτείνεται τα δέντρα να απομακρύνονται άμεσα εκτός του Συμπλέγματος και να διατίθενται για την κάλυψη ατομικών αναγκών κατοίκων των όμορων οικισμών (σε καυσόξυλα και χρήσιμη ξυλεία), στο πλαίσιο άσκησης Δασικής και Κοινωνικής πολιτικής. Αντίστοιχα, στην περίπτωση του Συμπλέγματος Καταφυγίου (Δασαρχείο Κοζάνης), η αποφλοιοποίηση των υλοτομημένων ατόμων δασικής πεύκης προτείνεται να εφαρμόζεται μόνο στην τεχνική ξυλεία και στην ξυλεία θρυμματισμού. Σε περίπτωση που παραχθούν καυσόξυλα για κάλυψη ατομικών αναγκών, η ξυλεία θα απομακρύνεται άμεσα και συνεπώς η αποφλοιοποίηση δεν κρίνεται απαραίτητη. Κατά την υλοτόμηση των προσβλημένων δέντρων, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη δημιουργία νέων κλάσεων ηλικίας και δομών μέσα στα τμήματα. Διαφορετικά, όταν δηλαδή δεν λαμβάνεται υπόψη η κατανομή των ηλικιών και των δομών του δάσους, η διαχείριση είναι ατελέσφορη και οδηγεί σε διαχειριστική αταξία (ακανόνιστη δομή συστάδων και δημιουργία διάκενων μέσα στο δάσος) (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β). Τέλος, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το θέμα της προστασίας της βιοποικιλότητας μέσω της διατήρησης μεγάλης ηλικίας δέντρων στις συστάδες (συγκεκριμένα προτείνεται η διατήρηση 5-10 δέντρων μεγάλης ηλικίας ανά εκτάριο).

- Ενθάρρυνση και προστασία της αναγέννησης μέσω της περιφραξης έκτασης 50-100 στρεμμάτων / έτος, ή κατά την κρίση της αρμόδιας Δασικής Υπηρεσίας. Το εν λόγω μέτρο προτείνεται να εφαρμοσθεί στην ανατολική κλιτύ των Πιερίων Ορέων (Σύμπλεγμα Ρητίνης) καθώς το δάσος εκεί φαίνεται ότι ακόμη βόσκεται από γιδοπρόβατα. Η περιφραγμένη έκταση θα πρέπει να αναμοχλεύεται έως τα 10 περίπου εκατοστά βάθος ώστε να διασπάται ο χλοοτάπητας και να εκτίθεται το ορυκτό έδαφος για την επιτυχία της φυσικής αναγέννησης. Κατά το 6^ο έτος, και αφού αξιολογηθεί ότι το μέγεθος των δενδρυλλίων της πυκνοφυτείας που προέκυψε κατά το 1^ο έτος διασφαλίζει την επιβίωσή τους από τα ζώα, η έκταση θα πρέπει να διανοίγεται και να διατίθεται στη βόσκηση. Με αυτόν τον τρόπο, με το πέρας της πρώτης εξαετίας, θα μένουν σε κάθε περίπτωση περιφραγμένα 300 έως 600 στρέμματα δάσους σε σύνολο ~6.500 στρεμμάτων. Το μέτρο, το οποίο δεν αναμένεται να δημιουργήσει αντιδράσεις εκ μέρους των κτηνοτρόφων, θα πρέπει να εφαρμοσθεί έως ότου αναγεννηθεί όλο το Σύμπλεγμα (Διαμαντής κ.ά. 2012). Επισημαίνεται εδώ πως ο μέσος αριθμός κορμών ανά εκτάριο στο Σύμπλεγμα Ρητίνης ανέρχεται σε 320 άτομα (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β). Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, οι συστάδες δασικής πεύκης που πρόκειται να αναγεννηθούν με υπόσκιες υλοτομίες αραιώνονται σε πυκνότητες κορμών της τάξης των 200 ατόμων ανά εκτάριο (Béland *et al.* 2000). Η ενίσχυση της φυσικής αναγέννησης της δασικής πεύκης θα πρέπει να επικεντρωθεί επίσης στις περιοχές όπου έχουν υλοτομηθεί συστάδες με αυξημένο ποσοστό θνησιμότητας, σε εναπομένουσες συστάδες με μη ικανοποιητική αναγέννηση, όπως στα μεγάλα

διάκενα που καλύπτονται από ποώδη βλάστηση και πιο συγκεκριμένα από φτέρη (*Pteridium aquilinum*). Στην τελευταία περίπτωση, θα πρέπει να γίνει κατάλληλη κατεργασία του εδάφους (π.χ. αναμόχλευση του εδάφους ή κατά θέσεις απομάκρυνση του δασικού τάπητα) (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β). Ήδη από το 2008, η Δ/νση Δασών Πιερίας έχει εγκαταστήσει περιφραγμένη πειραματική επιφάνεια ~70 στρεμμάτων για την ενθάρρυνση της αναγέννησης της δασικής πεύκης. Συγκεκριμένα, την εγκατάσταση της πειραματικής επιφάνειας πραγματοποίησαν ο κ. Παντελής Κλαπάνης, Δασολόγος και οι κ.κ. Γεώργιος Ρουπακιάς και Κων/νος Μυρωτής, Δασοφύλακες. Στην εν λόγω επιφάνεια εφαρμόστηκε αναμόχλευση κατά λωρίδες. Στη συνέχεια, σε συνεργασία με τον ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, ΙΔΕ Θεσ/νίκης (Γρηγοριάδης, Κλαπάνης κ.ά. 2011) οργανώθηκε δοκιμαστική επιφάνεια εντός της πειραματικής με σκοπό την εκτίμηση της αναγέννησης (πινάκια, σβόλους, λωρίδες) με συνεχείς μετρήσεις στις αναμοχλευμένες και μη αναμοχλευμένες λωρίδες. Τα πρώτα αποτελέσματα έδειξαν ότι η περίφραξη της πειραματικής επιφάνειας σε συνδυασμό με τους χειρισμούς αναμόχλευσης εδάφους που εφαρμόστηκαν επέδρασαν θετικά στην εγκατάσταση και την πρώτη εξέλιξη της φυσικής αναγέννησης. Ιδιαίτερα η αναμόχλευση του εδάφους έχει βρεθεί πως δρα ευεργετικά στην εγκατάσταση της φυσικής αναγέννησης της δασικής πεύκης, όταν εφαρμόζεται έγκαιρα (νωρίς το φθινόπωρο διότι η πτώση των βροχοπτώσεων παίζει ρόλο στην ανάπτυξη των αρτιφύτρων) σε έτος πληροκαρπίας και πριν από την πτώση των σπόρων (κώνων). Σε ανάλογα αποτελέσματα κατέληξαν μελέτες άλλων συγγραφέων (Απατσίδης 1977, Ζάγκας 1990, Βέργος κ.ά. 1994, González-Martínez & Bravo 2001, Béland *et al.* 2000). Μελλοντικά, ωστόσο, προτείνεται η διεξαγωγή πειραμάτων μέτρησης της ζωτικότητας και της ετήσιας προσαύξεσης σε επιλεγμένους, άριστους φαινότυπους (καθώς, όπως προαναφέρθηκε, η γενετική ποικιλότητα της δασικής πεύκης στην περιοχή αντανακλάται στη μεγάλη φαινοτυπική παραλλακτικότητα).

- Ευνόηση μικτών συστάδων δασικής πεύκης με ελάτη και οξιά, όπου οι σταθμικές συνθήκες το επιτρέπουν. Το εν λόγω μέτρο προτείνεται ως μία εναλλακτική λύση στην περίπτωση που το μολυσματικό δυναμικό του μύκητα και των φλοιοφάγων εντόμων είναι υψηλό. Γενικά, η επίτευξη μικτών συστάδων και δομών αποτελεί δασοκομικά ορθή επιλογή για τη σταθερότητα του δάσους αλλά και ενόψει της κλιματικής αλλαγής (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β).
- Φυτεύσεις ή σπορά με δασική πεύκη σε περιοχές που είναι καλυμμένες με πυκνό στρώμα από φτέρη και μύρτιλα και δεν περιλαμβάνουν μητρικά άτομα δασικής πεύκης. Σε αυτές τις θέσεις θα πρέπει να προηγηθεί κατεργασία του εδάφους ώστε να αποκαλυφθεί το ορυκτό έδαφος. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει μέσα στα επόμενα 20 έτη να αναγεννηθούν πλήρως όλες οι συστάδες δασικής πεύκης που έχουν ηλικία μεγαλύτερη των 130 ετών και να έχει απομακρυνθεί η μητρική συστάδα. Με την απομάκρυνση της μητρικής συστάδας θα απομακρυνθεί και ένα μεγάλο μέρος του μολυσματικού δυναμικού της ρητηνώδους σκωρίασης που προκαλεί ο μύκητας *P. pini*. Στις μελλοντικές διαχειριστικές μελέτες της περιοχής θα πρέπει να ληφθεί πρόνοια για την καλλιέργεια των νεοφυτειών που θα προκύψουν από την αναγέννηση των συστάδων (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β). Να σημειωθεί ότι τα φυτάρια θα πρέπει να παραχθούν από σπόρους που θα συλλεχθούν από τις γειτονικές συστάδες, ώστε να μην αλλοιωθεί η χωρική κατανομή της γενετικής σύστασης της δασικής πεύκης στα Πιέρια Όρη (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).

- Επέκταση του πληθυσμού, τεχνητά με φυτεύσεις ή σπορές, και σε άλλες περιοχές της βόρειας Ελλάδας, κλιματικά και εδαφικά ευνοϊκές για την ανάπτυξη του είδους (ζώνη ψυχρόβιων κωνοφόρων), ή της οξιάς. Το μέτρο αυτό σκοπό έχει τη διατήρηση του πολύτιμου γενετικού υλικού αυτού του μοναδικού πολύμορφου πληθυσμού δασικής πεύκης των Πιερίων Ορέων. Οι περιοχές όπου θα επεκταθεί το είδος θα πρέπει να εδράζονται σε όξινα πετρώματα –γνεύσιους, γρανίτες, χαλαζιακούς και μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους– τα οποία δημιουργούν εδάφη όξινα, πλούσια σε κάλιο και φτωχά σε ασβέστιο ή μαγνήσιο. Για τον σκοπό αυτόν θα συλλέγονται σπόροι από άτομα διαφορετικής μορφής ή για την καλύτερη διασφάλιση των γονιδίων αυτό θα γίνεται δια της δημιουργίας με αγενή πολλαπλασιασμό σποροπαραγωγών κήπων (Ντάφης 2013). Το εν λόγω γενετικό υλικό θα είναι πολύτιμο και για την επέκταση του συγκεκριμένου πληθυσμού προς μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη μέσω της διάθεσης σπερμάτων για δημιουργία συστάδων, ως υλικό καλύτερα προσαρμοσμένο στην επερχόμενη κλιματική αλλαγή, ιδιαίτερα εάν λάβουμε υπόψη μας την περίπτωση του δυσμενέστερου σεναρίου κλιματικής αλλαγής.
- Διατήρηση κατά το δυνατόν περισσότερων υποπληθυσμών δασικής πεύκης στην περιοχή. Αυτό μπορεί να γίνει με επιλογή και διατήρηση (π.χ. τράπεζα σπόρων) πολλαπλασιαστικού υλικού το οποίο να αντιπροσωπεύει τη γενετική ποικιλότητα της δασικής πεύκης στα Πιέρια Όρη ή / και με τη δημιουργία σποροπαραγωγού κήπου στην περιοχή με βάση το ανωτέρω πολλαπλασιαστικό υλικό. Προτείνεται η δημιουργία περισσότερων από έναν σποροπαραγωγών κήπων, οι οποίοι να εγκατασταθούν στη μεσαία και ανώτερη υψομετρική ζώνη της σημερινής εξάπλωσης του είδους στα Πιέρια, έτσι ώστε να αντιπροσωπεύεται όσο το δυνατόν μεγαλύτερο οικολογικό εύρος εξάπλωσης της δασικής πεύκης στην περιοχή. Στα χαμηλότερα υψόμετρα εξάπλωσης της δασικής πεύκης δεν προτείνεται η εγκατάσταση σποροπαραγωγού κήπου, καθώς εκεί αναμένονται οι πιο άμεσες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Περαιτέρω, απαιτείται λεπτομερής μελέτη της γενετικής ποικιλότητας της δασικής πεύκης στα Πιέρια Όρη, καθώς είναι σημαντικό για τη διαχείριση να είναι γνωστή η γενετική σύσταση των υποπληθυσμών. Η ανάγκη αυτή ενισχύεται και από το γεγονός ότι ο πληθυσμός της δασικής πεύκης στα Πιέρια Όρη θεωρείται υπολειμματικός και βρίσκεται στα άκρα της γεωγραφικής εξάπλωσης του είδους (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).
- Εφαρμογή των κατωτέρω διαφορετικών μορφών διαχείρισης με τη μορφή ενός μωσαϊκού στον χώρο:
 - α) Επιλογή συστάδων κατά μήκος της υψομετρικής βαθμίδας εξάπλωσης της δασικής πεύκης στα Πιέρια Όρη, οι οποίες θα τεθούν εκτός δασικής εκμετάλλευσης. Οι συστάδες αυτές θα πρέπει: α) να αντιπροσωπεύουν και τις τρεις φυτοκοινότητες που διακρίθηκαν στην περιοχή, β) να αντιπροσωπεύουν κατά το δυνατόν τη γενετική ποικιλότητα της δασικής πεύκης, γ) να έχουν κατά το δυνατό ποικιλότητα στη δομή τους και στις ηλικιακές κλάσεις της δασικής πεύκης, καθώς και λόχμες ώριμων ατόμων, και δ) να είναι απαλλαγμένες από προσβολές από μύκητες ή έντομα ή σε περίπτωση που είναι μικρή η προσβολή ή αυτή εμφανιστεί αργότερα, να γίνεται άμεση απομάκρυνση των προσβλημένων ατόμων. Σκοπός είναι οι συστάδες αυτές να αποκτήσουν κατά το δυνατό φυσική δομή και σύνθεση και, λόγω της έλλειψης ανθρωπογενών διαταραχών, να αποκτήσουν αυξημένη αντοχή έναντι της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον, μπορούν να λειτουργήσουν ως πηγές διασποράς της δασικής πεύκης και των ειδών των

δασών της. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει οι συστάδες που θα τεθούν εκτός δασικής εκμετάλλευσης να αντιπροσωπεύουν επαρκώς χωρικά τη σημερινή εξάπλωση της δασικής πεύκης στην περιοχή. Πρέπει όμως εδώ, να τονισθεί ότι η παύση της δασικής εκμετάλλευσης σε αυτές τις συστάδες δεν σημαίνει και παύση της δασικής διαχείρισης με σκοπό τη διατήρησή τους. Πιθανώς, σε κάποιες περιπτώσεις (π.χ. περιοχή εξάπλωσης της 2^{ης} μονάδας βλάστησης), να είναι απαραίτητη η διενέργεια υλοτομιών και η πρόκληση μικρής έντασης διαταραχών (π.χ. περιορισμένης έκτασης καύση ή απομάκρυνση του δασικού τάπητα) διότι η απόλυτη προστασία των συστάδων θα οδηγήσει, μέσω της φυσικής διαδοχής, στην αντικατάσταση της δασικής πεύκης από άλλα, ανταγωνιστικότερα είδη. Οι συστάδες αυτές θα έχουν τη λειτουργία των μικρο-αποθεμάτων (Laguna 2001) για τη δασική πεύκη, αλλά και των ειδών του υπορόφου της. Οι συστάδες που θα τεθούν εκτός δασικής εκμετάλλευσης θα αντιπροσωπεύουν ένα σχετικά μικρό ποσοστό (π.χ. 10-20%) της συνολικής έκτασης που καταλαμβάνει η δασική πεύκη στα Πιέρια Όρη.

β) Εφαρμογή ήπιας διαχείρισης με κύριο σκοπό i) τη διατήρηση ποικίλης ηλικιακής δομής και σύνθεσης στα δάση δασικής πεύκης, και ii) τη διατήρηση, για όσο το δυνατό πιο μακροχρόνιο διάστημα, μικτών συστάδων. Στα χαμηλότερα υψόμετρα οι μικτές συστάδες θα αποτελούνται κυρίως από δασική και μαύρη πεύκη, ενώ στα μεσαία υψόμετρα από δασική πεύκη, οξιά και ελάτη. Στα ανώτερα υψόμετρα, όπου η δασική πεύκη αναμένεται να μην επηρεαστεί αρνητικά από την κλιματική αλλαγή, δεν απαιτείται η διατήρηση ή η δημιουργία μικτών συστάδων. Η εν λόγω μορφή διαχείρισης προτείνεται να εφαρμοστεί σε μεγάλο ποσοστό της έκτασης της δασικής πεύκης στην περιοχή (50-70%). Εδώ δεν απαιτείται η ταυτόχρονη διατήρηση της ποικιλότητας της δομής και της σύνθεσης. Ανάλογα με την παρούσα σύνθεση της συστάδας και τις οικολογικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτή μπορεί να επιδιώκεται ένας από τους δύο ή και οι δύο στόχοι. Επιπλέον, οι ανωτέρω στόχοι μπορεί να διαφοροποιούνται με την πάροδο των ετών και ανάλογα με τη μεταβολή των κλιματικών συνθηκών.

γ) Εφαρμογή εντατικής διαχείρισης με σκοπό τη μείωση του περίτροπου χρόνου και τη διατήρηση σχετικά νεαρών συστάδων. Η επιλογή μιας τέτοιας μορφής διαχείρισης βασίζεται στην υπόθεση ότι νεαρές συστάδες μπορούν να προσαρμοστούν ευκολότερα στην κλιματική αλλαγή και δίνουν στη διαχείριση μεγαλύτερο εύρος ευελιξίας. Προτείνεται η εφαρμογή της στο 10-20% της έκτασης που καλύπτει σήμερα η δασική πεύκη. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα ενίσχυσης της φυσικής αναγέννησης της δασικής πεύκης (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).

- Εγκατάσταση επαρκούς δικτύου φερομονικών παγίδων την κατάλληλη εποχή για τον έλεγχο του πληθυσμού των φλοιοφάγων εντόμων (σε περιπτώσεις που παρατηρηθεί επιδημική αύξηση των εν λόγω εντόμων). Το κόστος των παγίδων και της φερομόνης δεν είναι απαγορευτικό. Η συντήρηση του δικτύου των παγίδων έχει, επίσης, χαμηλό κόστος. Το Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών μπορεί να παράσχει όλη την αναγκαία τεχνική υποστήριξη (Διαμαντής κ.ά. 2012). Ήδη, η Δ/ση Δασών Πιερίας (σε συνεργασία με τον ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ/ΙΔΕ) έχει τοποθετήσει μία φερομονική παγίδα μέσα σε πειραματική επιφάνεια που έχει εγκαταστήσει στο Δάσος Ρητίνης-Βρίας στα Πιέρια Όρη. Περαιτέρω, για το Σύμπλεγμα Καταφυγίου προτείνεται συγκεκριμένα η τοποθέτηση δύο φερομονικών παγίδων, σε κατάλληλες θέσεις που θα υποδειχθούν από την αρμόδια υπηρεσία.

- Προστασία των εδαφικών πόρων κατά τον σχεδιασμό της διαχείρισης. Μέθοδοι διαχείρισης που καταστρέφουν τον δασικό τύπητα πρέπει να αποφεύγονται ιδιαίτερα στις περιπτώσεις στις οποίες το έδαφος παρουσιάζει μικρή ταχύτητα διήθησης (Αλιφραγκής 2012).

3.2.2. Η εισβολή κωνοφόρων ειδών (*Abies borisii regis* και *Pinus nigra*) σε δάση πλατύφυλλων ειδών, στο Δάσος Ασπροποτάμου – Καλαμπάκας

Η περιοχή καλύπτεται, γενικά, από μικτά δάση φυλλοβόλων πλατύφυλλων ειδών, όπως καστανιά (*Castanea sativa*), ευθύφλοιη δρυς (*Quercus cerris*), χνοώδης δρυς (*Quercus pubescens*) και κωνοφόρων όπως η υβριδογενής ελάτη (*Abies borisii regis*) και η μαύρη πεύκη (*Pinus nigra*). Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, έχουν παρατηρηθεί φαινόμενα εισβολής κωνοφόρων σε επιφάνειες όπου κανονικά κυριαρχούν πλατύφυλλα είδη.

Διαδοχή της βλάστησης

Η ανάλυση δορυφορικών εικόνων για την περιοχή του Δάσους Ασπροποτάμου – Καλαμπάκας έδειξε πράγματι ότι, πολλές εκτάσεις που καλύπτονταν από δάση πλατύφυλλων ειδών το έτος 1984, καλύπτονται από δάση κωνοφόρων ειδών (*Abies borisii regis* και *Pinus nigra*) το 2010. Επιπρόσθετα, το 2010 διακρίνονται πολλά τμήματα όπου μικρές νησίδες κωνοφόρων, που δεν υπάρχουν κατά το έτος 1984, έχουν παρεισφρήσει μέσα σε δάση πλατύφυλλων. Το φαινόμενο εμφανίζεται κυρίως σε χαμηλότερα υψόμετρα (μεταξύ 700 και 1000).

Στο Δάσος Ασπροποτάμου – Καλαμπάκας, η εισβολή των κωνοφόρων ειδών στην υψομετρικά κατώτερη ζώνη όπου κανονικά επικρατούν πλατύφυλλα είδη δεν φαίνεται να συνδέεται άμεσα με την κλιματική αλλαγή. Τα ευρήματα δείχνουν ότι α) η μέση ετήσια θερμοκρασία της περιοχής παρουσίασε μείωση κατά τις τελευταίες δεκαετίες, σε αντίθεση με τις άλλες τρεις περιοχές μελέτης και β) τα είδη κωνοφόρων μετατόπισαν την εξάπλωσή τους προς χαμηλότερα υψόμετρα, σε αντίθεση με τη γενική περίπτωση όπου τα είδη κινούνται προς την κατεύθυνση των πόλων ή προς μεγαλύτερα υψόμετρα, ως απόκριση στην κλιματική αλλαγή (Gian-Reto *et al.* 2002). Ωστόσο, υπάρχουν ενδείξεις ότι η εντατική διαχείριση στην περιοχή κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών έχει οδηγήσει τελικά στην αποδυνάμωση των δασών με πλατύφυλλα είδη, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο την ανταγωνιστικότητά τους. Οι αποψιλωτικές υλοτομίες (clear cuts) που έχουν εφαρμοσθεί στο δάσος πλατύφυλλων της περιοχής για πολλά έτη έχουν οδηγήσει σε υποβάθμιση του εδάφους, αφού μία μεγάλη ποσότητα των θρεπτικών συστατικών απομακρύνεται μόνιμα από το οικοσύστημα. Ως εκ τούτου, τα πλατύφυλλα γίνονται λιγότερο ανταγωνιστικά έναντι των κωνοφόρων ειδών που τείνουν να καταλαμβάνουν τις διαθέσιμες οικολογικές θέσεις (Χρυσοπολίτου & Ντάφης 2012).

Φυτοκοινωνίες

Στην ευρύτερη περιοχή διακρίθηκαν, συνολικά τέσσερις μονάδες βλάστησης, που αντιπροσωπεύουν τρεις ποιότητες τόπου. Τα δάση χνοώδους δρυός (*Quercus pubescens*) και μικτά δάση του ανωτέρω είδους με την πλατύφυλλη δρυ (*Q. frainetto*) βρίσκονται στις χαμηλότερες υψομετρικές θέσεις, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις χειρότερες σταθμολογικές συνθήκες και χαρακτηρίζονται από σχετικά υψηλότερη ένταση διαταραχών. Σε θέσεις μεγαλύτερου υψομέτρου και σε θέσεις με γονιμότερο έδαφος εμφανίζονται χαμηλά δάση ή θαμνώνες με ευθύφλοιο δρυ (*Quercus cerris*), όπου, όμως, εισέρχεται η υβριδογενής ελάτη (*Abies borisii-regis*). Σε θέσεις με παρόμοιες σταθμολογικές συνθήκες, αλλά όπου η φυσική διαδοχή έχει προχωρήσει περισσότερο και οι διαταραχές έχουν μειωμένη ένταση, εμφανίζονται ξηρά δάση με *Abies borisii-regis*, στα οποία υπάρχουν ακόμα «υπολείμματα» από είδη των

θαμνώνων/δασών με *Quercus cerris*. Οι δύο τελευταίοι τύποι βλάστησης θεωρήθηκε ότι ανήκουν στην ίδια ποιότητα τόπου. Τέλος, στους παραγωγικότερους σταθμούς της περιοχής και στα μεγαλύτερα υψόμετρα εμφανίζονται δάση οξιάς (*Fagus sylvatica*), αμιγή ή μικτά με τα είδη/υποείδη *Abies borisii-regis*, *Pinus nigra* ssp. *nigra* και *Castanea sativa*.

Τα κύρια προβλήματα (πιθανές ενδείξεις επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στη βλάστηση) είναι η εισαγωγή κωνοφόρων σε δάση πλατυφύλλων. Αυτή αφορά την εισαγωγή ατόμων μαύρης πεύκης σε μικτά δασή οξιάς και ελάτης στα κατώτερα υψόμετρα της συγκεκριμένης μονάδας βλάστησης ή την εισαγωγή ελάτης, κυρίως, σε μικτά δάση *Quercus pubescens* και *Q. frainetto*. Παρόλα αυτά, όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, η είσοδος της ελάτης στις σχετικά ξηρότερες συνθήκες των δύο πρώτων μονάδων βλάστησης, οφείλεται στη μείωση των διαταραχών λόγω βόσκησης, στην πιθανή μείωση της πίεσης για υλοτόμηση του είδους και στη βελτίωση των εδαφικών και μικροκλιματικών συνθηκών λόγω μείωσης των διαταραχών. Από την άλλη μεριά, η περιορισμένη είσοδος της μαύρης πεύκης σε συστάδες οξιάς-ελάτης σε σχετικά χαμηλά υψόμετρα, πιθανώς, οφείλεται σε διαταραχή που προκλήθηκε λόγω της νέκρωσης ατόμων καστανιάς. Στους σταθμούς που παρατηρείται η είσοδος της μαύρης πεύκης υπάρχουν ακόμα και σήμερα άτομα καστανιάς, αλλά και νεκρά άτομα του ίδιου είδους. Σε κάποια άτομα εντοπίστηκαν συμπτώματα από την ασθένεια του «έλκους της καστανιάς» (προσβολή του μύκητα *Cryphonectria parasitica*). Η νέκρωση των ατόμων της καστανιάς και η μείωση της συγκόμωσης, δημιούργησε πιθανώς τις κατάλληλες συνθήκες (μικροδιάκενα με σχετικά ξηρές και φωτεινές συνθήκες) για την είσοδο της μαύρης πεύκης. Η είσοδος αυτή παρατηρείται, συνήθως, στα χαμηλότερα υψόμετρα εμφάνισης μικτών συστάδων οξιάς-ελάτης, όχι λόγω των κατάλληλων οικολογικών συνθηκών (τουλάχιστον όχι μόνο), αλλά, πιθανότατα, κυρίως, λόγω της πρότερης εμφάνισης της καστανιάς στις συγκεκριμένες συνθήκες.

Η διαφοροποίηση της βλάστησης στην περιοχή του Ασπροποτάμου ακολουθεί μια τυπική διαβάθμιση οικολογικών συνθηκών (κυρίως θερμοκρασίας και κατακρημνισμάτων) κατά μήκος μιας υψομετρικής βαθμίδας. Το μεγαλύτερο ποσοστό της βλάστησης στην περιοχή είναι σε σταθερή κατάσταση (σε δυναμική ισορροπία με τις περιβαλλοντικές συνθήκες) ή βρίσκεται σε εμπροσθοδρομική διαδοχή λόγω μείωσης των διαταραχών. Εξάίρεση, αποτελεί ένα μικρό σχετικά ποσοστό έκτασης που βρίσκεται υπό δευτερογενή διαδοχή λόγω της διαταραχής που προκλήθηκε από τη νέκρωση ατόμων καστανιάς.

Μεγάλο ποσοστό των διαφοροποιών και κυρίαρχων ειδών εμφανίζει στατιστικά σημαντική απόκριση στους παράγοντες υψόμετρο, θερμοκρασία και υγρασία. Αυτά τα είδη θεωρούνται ως ευπαθή, υπό την έννοια ότι αναμένεται να αποκριθούν άμεσα σε μεταβολή της θερμοκρασίας και υγρασίας (Τσιριπίδης κ.ά. 2011).

Φυσιολογία

Στην περιοχή της Καστανιάς, το δάσος είναι ανομήλικο, μικτό με ελάτη, μαύρη πεύκη, οξυά και άλλα πλατύφυλλα όπως καστανιά, φλαμουριά και ψευδοπλάτανο. Οι συνθήκες αύξησης είναι καλές. Οι δασοπονικές μορφές που καταγράφηκαν είναι κηπευτοειδείς και μπορούν να αναθούν σε κανονικές κηπευτές. Τα δάση αυτά είναι σχετικά νεαρής ηλικίας και μπορούν να συνεχίσουν να αυξάνουν σταθερά τα επόμενα έτη με προσόδους. Η μίξη βοηθά στην καλύτερη εκμετάλλευση των επιμέρους

σταθμών και η παρουσία ευγενών πλατυφύλλων δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας συστάδων με συγκεκριμένο βαθμό μίξης με αυτά.

Στην περιοχή του Ασπροποτάμου, οι συστάδες ελάτης (*Abies borisii regis*) παρουσιάζουν καλές συνθήκες αύξησης, είναι σχετικά πυκνές και οι νεκρώσεις που παρατηρούνται οφείλονται στον ανταγωνισμό. Τα άλλα είδη που καταγράφηκαν όπως η ευθύφλοιη δρυς (*Quercus cerris*) και το σφενδάμι απαντούν με μικρό αριθμό ατόμων και λόγω του περιορισμένου ποσοστού εμφάνισής τους το δάσος δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι τείνει να γίνει μικτό. Η αναγέννηση είναι ικανοποιητική, με την ελάτη να κυριαρχεί σε αριθμό νεοφυτών. Η αναγέννηση των άλλων ειδών κάτω από την κομοστέγη της ελάτης είναι επίσης ικανοποιητική από άποψη ειδών (δρύες, σφενδάμια, σορβιές, καρυδιές, γαύροι). Τα εν λόγω είδη δίνουν μελλοντικά στον διαχειριστή τη δυνατότητα ευνοϊκής μεταχείρισης των πλατυφύλλων με σκοπό την επιδίωξη συγκεκριμένου βαθμού μίξης της ελάτης με ευγενή πλατύφυλλα όπως το σφενδάμι. Από άποψη ζωτικότητας, τα δέντρα παρουσιάζουν καλή αύξηση, δεν έχουν πτώση βελονών και αποχρωματισμό και η παρουσία παρασίτων όπως ο ιξός (*Viscum album*) είναι περιορισμένη. Ένα μεγάλο ποσοστό των δέντρων, πάνω από το 70%, δεν παρουσιάζουν σφάλματα.

Γενικά, η εισβολή ειδών δέντρων σε διάφορους τύπους οικοσυστημάτων έχει παρατηρηθεί πολλές φορές στο παρελθόν, με τα κωνοφόρα είδη να συγκαταλέγονται ανάμεσα στους πιο πετυχημένους εισβολείς. Τις περισσότερες φορές, τα φαινόμενα εισβολής οδηγούν σε αλλαγές στις λειτουργίες των οικοσυστημάτων (Richardson & Rejmánek 2004). Η εισβολή της ελάτης στο δασικό οικοσύστημα Ασπροποτάμου - Καλαμπάκας επεκτείνεται σταδιακά. Είναι πιθανόν οι παρατηρούμενες μειώσεις των βροχοπτώσεων και της θερμοκρασίας να ευνοούν την ελάτη και να επηρεάζουν το οικοσύστημα όπως φαίνεται από τον μεγάλο αριθμό ατόμων ελάτης που εμφανίζονται στην αναγέννηση. Γενικά, αυτό το δάσος είναι σε καλή φυσιολογική κατάσταση και υγεία. Στη σύνθεσή του λαμβάνουν μέρος πολλά είδη. Ο παράγοντας που διαμορφώνει τη σύνθεση του δάσους είναι ο ανταγωνισμός μεταξύ των ειδών. Ειδικότερα, ο δυναμικός ανταγωνισμός και η αναγέννηση της ελάτης οδήγησαν στην παρούσα εξέλιξη και δομή στις συστάδες (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2011).

Έδαφος

Τα εδάφη είναι ελαφρώς όξινα και έχουν ισχυρή υπογωνιώδη δομή. Τα εδάφη που προέρχονται από φλύσχη είναι ιδιαίτερα ασταθή και κινδυνεύουν από τη διάβρωση πολύ περισσότερο από τα εδάφη των άλλων περιοχών λόγω της πολύ μικρής διαπερατότητας. Οι επιφανειακοί ορίζοντες είναι καλά εφοδιασμένοι με οργανική ουσία και N. Ο δασικός τάπητας σε πολλές περιπτώσεις είναι πλούσιος σε μυκηλιακές υφές.

Σε ορισμένες περιπτώσεις το έδαφος παρουσιάζεται συμπιεσμένο με αποτέλεσμα η ταχύτητα διήθησης του νερού να περιορίζεται. Η αποθηκευτική ικανότητα σε νερό των εδαφών Ασπροποτάμου – Καλαμπάκας είναι μικρή. Το νερό που είναι δυνατό να αποθηκευθεί στο έδαφος μπορεί να καλύψει μέρος μόνο των αναγκών των φυτών κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου. Μία μικρή μείωση της ποσότητας των κατακρημνισμάτων ή ακόμη και μεταβολή της χρονικής κατανομής τους κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου θεωρείται κρίσιμη για την ισορροπία των οικοσυστημάτων της εν λόγω περιοχής έρευνας.

Σε ορισμένες περιπτώσεις όπου το έδαφος εμφανίζεται συμπίεσμένο και παρουσιάζει αρκετά μεγάλη αντίσταση στη διείσδυση των ριζών, η εγκατάσταση της ελάτης μπορεί να είναι ένα πρόσκαιρο φαινόμενο. Όταν στη συνέχεια οι ανάγκες σε νερό και θρεπτικά στοιχεία της ελάτης αυξηθούν, η δυνατότητα ανάπτυξης της ρίζας θα περιορίζεται με τελικό αποτέλεσμα τη νέκρωσή της είτε λόγω των εντονότερων προσβολών από έντομα είτε λόγω της αδυναμίας κάλυψης των φυσιολογικών αναγκών των φυτών σε νερό. Η επέκταση της ελάτης σε χαμηλότερα υψόμετρα, σε σημεία στα οποία το έδαφος μπορεί να καλύψει τις ανάγκες της σε νερό και θρεπτικά στοιχεία, μπορεί να είναι περιοδικό φαινόμενο. Με την πάροδο του χρόνου και τις μεταβολές στη σύνθεση της φυτοκοινωνίας που παρατηρούνται, οι ανάγκες των φυτών αυξάνονται με αποτέλεσμα τα περισσότερα απαιτητικά είδη να υποφέρουν και τελικώς να καταρρέουν.

Περαιτέρω, η είσοδος της ελάτης στο οικοσύστημα της καστανιάς μπορεί να οφείλεται σε ανθρωπογενείς επιδράσεις και όχι σε μεταβολές του ευρύτερου οικολογικού περιβάλλοντος.

Στην περιοχή αυτή, σε πολλές θέσεις με σχετικά μικρές κλίσεις, το έδαφος είναι πολύ υποβαθμισμένο, γεγονός που οφείλεται στην προηγούμενη χρήση των εδαφών και ιδιαίτερα στην καλλιέργεια που έγινε σε παλαιότερες εποχές. Ωστόσο, παρουσιάζονται σημαντικές ενδείξεις ότι τα εδάφη της περιοχής βρίσκονται σε διαδικασία βελτίωσης των εδαφικών συνθηκών. Η διαχείριση των εδαφών αυτών θα πρέπει να εστιάζεται περισσότερο στην προστασία των εδαφικών πόρων (Αλιφραγκής 2012).

ΓΕΝΙΚΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

- Προστασία των εδαφικών πόρων κατά τον σχεδιασμό της διαχείρισης. Μέθοδοι διαχείρισης που καταστρέφουν τον δασικό τάπητα πρέπει να αποφεύγονται ιδιαίτερα στις περιπτώσεις στις οποίες το έδαφος παρουσιάζει μικρή ταχύτητα διήθησης (Αλιφραγκής 2012).
- Παύση των αποψιλωτικών υλοτομιών στα πλατύφυλλα είδη διότι τέτοιου είδους υλοτομίες αποτελούν ισχυρότατη μορφή διατάραξης διατηρώντας τη βλάστηση σε πρώιμο στάδιο εξέλιξης και μειώνοντας σημαντικά τα ώριμα άτομα που μπορούν να λειτουργήσουν ως σπορείς. Επιπλέον, οι υλοτομίες αυτές περιορίζουν την εξάπλωση ειδών που είτε δεν μπορούν να αντέξουν τις επαναλαμβανόμενες διαταραχές, είτε απαιτούν ευνοϊκότερες συνθήκες (π.χ. πλουσιότερο σε θρεπτικά στοιχεία έδαφος, υπόσκιο περιβάλλον), οι οποίες δεν μπορούν να επιτευχθούν σε αυτήν την περίπτωση. Τα είδη πλατύφυλλων είναι κυρίως ανταγωνιστικής στρατηγικής. Κύριος σκοπός της διαχείρισης θα πρέπει να είναι η διατήρηση συστάδων με ώριμα άτομα και με σύνθεση που να προσεγγίζει κατά το δυνατό την «τελική» φυτοκοινωνία. Τέτοιες συστάδες αναμένεται να παρουσιάσουν μεγαλύτερη αντοχή στην κλιματική αλλαγή (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).
- Μείωση του βαθμού κατακερματισμού της βλάστησης, μέσω της παύσης των αποψιλωτικών υλοτομιών και του ελέγχου της υπερβόσκησης που παρατηρείται κατά τόπους στην περιοχή. Οι επιδράσεις αυτές εμφανίζονται, κυρίως, στη χαμηλότερη υψομετρικά ζώνη και αφορούν τις δύο πρώτες μονάδες βλάστησης. Παύση των αποψιλωτικών υλοτομιών και έλεγχος της έντασης και της χωρικής κατανομής της βόσκησης θα οδηγήσει σταδιακά στην αύξηση της συνδετικότητας της βλάστησης (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).

- Διατήρηση μικτών συστάδων και δασών ποικίλης δομής και σύνθεσης σε ό,τι αφορά σε ηλικιακές κλάσεις. Οι μικτές συστάδες μπορεί να είναι πλατύφυλλης δρυός και ελάτης ή ευθύφλοιης δρυός και ελάτης, ή οξιάς και ελάτης. Πέρα από τα ανωτέρω είδη, σημαντική είναι και η διατήρηση στην περιοχή των ειδών *Castanea sativa* και *Acer obtusatum*. Ειδικότερα για την καστανιά θα πρέπει πιθανώς να εφαρμοσθεί βιολογική καταπολέμηση (εμβολιασμός) για την αντιμετώπιση της ασθένειας του «έλκους της καστανιάς». Τα ανωτέρω χαρακτηριστικά ενισχύουν την αντοχή και ανθεκτικότητα των δασών στην κλιματική αλλαγή. Η σημερινή κατάσταση των περισσότερων συστάδων χαρακτηρίζεται από σημαντικό βαθμό ποικιλότητας (τουλάχιστον όσο αφορά τη σύνθεση που μελετήθηκε στην παρούσα έρευνα), όποτε ως στόχος τίθεται η διατήρηση της παρούσας κατάστασης και σε ορισμένες περιπτώσεις, η βελτίωσή της (π.χ. συστάδες 1ης και 2ης μονάδας βλάστησης). Επιπλέον, οι μικτές συστάδες ευθύφλοιης δρυός και ελάτης (μονάδες βλάστησης 2 και 3) μακροχρόνια μπορούν να διατηρηθούν μόνο μέσω της δασικής διαχείρισης, καθώς η φυσική διαδοχή θα οδηγήσει στην επικράτηση της ελάτης. Επιπλέον, σημαντική κρίνεται και η διατήρηση ώριμων, σπερμοφυών συστάδων ευθύφλοιης δρυός (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).

Περιοχή Δημοσίου Δάσους Καστανιάς

Πρόκειται για πρεμνοφυές δάσος υπό αναγωγή κυρίως χνοώδους δρυός (*Quercus pubescens*) με σύμμιξη τρίλοβου σφενδαμιού (*Acer monspeliensis*) και πλατύφυλλης δρυός (*Quercus frainetto*) στο οποίο έχει εισβάλλει σε σημαντικό βαθμό η υβριδογενής ελάτη (*Abies borisii regis*). Η ελάτη, η οποία είναι ένα δυναμικό, επεκτατικό είδος που αναγεννάται πολύ εύκολα κάτω από την κομοστέγη άλλων ειδών, στη συγκεκριμένη περίπτωση βρίσκεται εκτός των ορίων της φυσικής της εξάπλωσης (θερμοορίων) και συχνά προσβάλλεται από φλοιοφάγα έντομα (όπως για παράδειγμα το έτος 2009).

Τα δάση των φυλλοβόλων δρυών και γενικά των φυλλοβόλων πλατυφύλλων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην υδατική οικονομία της μεσογειακής ζώνης όπου το μεγαλύτερο μέρος των κατακρημνισμάτων είτε κυρίως υπό μορφή βροχής, είτε υπό μορφή χιονιού (δευτερευόντως), πέφτει κατά τη φθινοπωρινή, χειμωνιάτικη και ανοιξιάτικη περίοδο, όταν τα φυλλοβόλα είδη δεν φέρουν φύλλωμα. Συνεπώς, η κατακράτηση μέρους της βροχής και η εξάτμισή της στην ατμόσφαιρα περιορίζεται στο ελάχιστο. Με αυτόν τον τρόπο σχεδόν όλο το ύψος των βροχοπτώσεων φθάνει έως το έδαφος και διεισδύει στο πλούσιο σε πόρους (πορώδες) έδαφος, καθώς λόγω της φυλλάδος εμποδίζεται η επιφανειακή απορροή. Το ύψος των βροχοπτώσεων που φθάνει στο έδαφος εμπλουτίζει τον υπόγειο υδροφόρο ή δρα ως ρυθμιστική δεξαμενή, ταμιεύοντας το νερό κατά τη διάρκεια της βροχερής περιόδου και αποδίδοντάς το κατά την άνομβρη περίοδο. Επιπλέον τα δρυοδάση έχουν μεγάλη οικονομική αξία διότι παράγουν πολύτιμο ξύλο τόσο ως καύσιμο όσο και ως ξύλο κατασκευών, παρκετοποιίας και επιπλοποιίας (Ντάφης 2013).

ΕΙΔΙΚΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Σκοπός διαχείρισης του εν λόγω δάσους, όπως και άλλων πρεμνοφυών δρυοδασών στα οποία παρατηρείται εισβολή κωνοφόρων υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής που βρίσκεται «intra portas», είναι η μετατροπή τους σε σπερμοφυή. Τα

προτεινόμενα μέτρα διαχείρισης, τα οποία αποσκοπούν στην προσαρμογή της διαχείρισης για αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, είναι:

- Παράταση του χρόνου παραγωγής (περίτροπου χρόνου) με σκοπό τη μεγαλύτερη προστασία της παραγωγικότητας του εδάφους, τη μείωση του κινδύνου διάβρωσης και υποβάθμισής του. Ο μικρός χρόνος παραγωγής των πρεμνοφυών δασών, τα οποία παράγουν λεπτό υλικό, πλούσιο σε θρεπτικά ανόργανα συστατικά, με τις επαναλαμβανόμενες ανά μικρά χρονικά διαστήματα αποψιλωτικές υλοτομίες εκθέτει το έδαφος σε κίνδυνο διάβρωσης. Λόγω της απομάκρυνσης κάθε φορά μεγάλης ποσότητας θρεπτικών στοιχείων ολόκληρο το οικοσύστημα κινδυνεύει με υποβάθμιση. Με την αύξηση του περίτροπου χρόνου από 30 έτη σε 120-150 έτη επιτυγχάνεται περαιτέρω μεγαλύτερη συγκέντρωση βιομάζας και συνεπώς μεγαλύτερη και επί μακρότερον δέσμευση CO₂ τόσο στην αυξημένη βιομάζα του οικοσυστήματος όσο και στο έδαφος. Επιπρόσθετα, επιτυγχάνεται παραγωγή πολυτιμότερων προϊόντων μεγάλων διαστάσεων. Γενικότερα, η στρατηγική διαχείρισης των εν λόγω δασών θα πρέπει να βελτιστοποιεί τη διατήρηση και την αξιοποίησή τους με τέτοιο τρόπο ώστε οι οικολογικές και κοινωνικο-οικονομικές λειτουργίες τους να είναι αειφορικές και, όπου είναι δυνατόν, κερδοφόρες. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή φυσικής δασοπονίας, όπως είναι το συνεχές υψηλό σπερμοφυές δάσος το οποίο διαχειρίζεται με εξευγενιστικές επιλογικές αραιώσεις βελτιστοποιώντας τη φυσική αναγέννηση, την καλλιέργεια και την παραγωγή (Ντάφης 2013, Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β). Θα πρέπει να σημειωθεί πως η αρμόδια Δασική Υπηρεσία δεν συμφώνησε αρχικά με την εφαρμογή του εν λόγω μέτρου, διότι αποτρέπει την ενίσχυση της τοπικής οικονομίας. Χωρίς να αμφισβητείται η ανάγκη μετατροπής της πρεμνοφυούς μορφής του δάσους σε σπερμοφυή, η διαφωνία εντοπίστηκε στην επιλογή της μεθόδου αναγωγής δια της καλλιεργητικής οδού με αναγωγικές, εξευγενιστικές αραιώσεις. Υποστηρίχθηκε ότι, επειδή η μέθοδος υπόκειται σε σημαντικές οικονομικές θυσίες, θα πρέπει το δάσος να συνεχίσει να διαχειρίζεται όπως σήμερα, δηλαδή πρεμνοφυώς με παρακρατήματα σε ομάδες ή λόχμες στις καλύτερες ποιότητες τύπου εντός των συστάδων, με αυστηρή επιστασία για την εξαίρεση των υφιστάμενων παρακρατημάτων από την αποψιλωτική τους υλοτόμηση και την εφαρμογή σε αυτές των απαραίτητων εξευγενιστικών-αναγωγικών αραιώσεων, ώστε σε μελλοντικούς χρόνους περιφοράς να επέλθει σταδιακά η αύξηση του περίτροπου χρόνου στο σύνολο της επιφάνειας της συστάδας. Ωστόσο έπειτα από σειρά διαβουλεύσεων συμφωνήθηκε να εφαρμοσθεί τελικά το μέτρο στις συστάδες 1γ, 1δ, 2β, 2γ¹.
- Παράλληλη διενέργεια αναγωγικών επιλεκτικών αραιώσεων με τη μέθοδο της έμμεσης αναγωγής δια της καλλιεργητικής οδού με κατάλληλες αναγωγικές, εξευγενιστικές αραιώσεις οι οποίες θα επαναλαμβάνονται ανά 8-10 έτη. Οι καλλιεργητικές υλοτομίες θα περιορίζονται μόνο στον ανώροφο. Η διατήρηση και ενίσχυση του υπορόφου και μεσώροφου που συνίσταται από εδαφοβελτιωτικά είδη όπως το τρίλοβο σφενδάμι, ο φράξος, ο γαύρος και η κουτσουπιά (*Cercis*

¹ Συγκεκριμένα, για τη συστάδα 1γ που υλοτομήθηκε το έτος 2007 και τη συστάδα 1δ που υλοτομήθηκε το έτος 2013 η Υπηρεσία συμφωνεί με τη διενέργεια αναγωγικών εξευγενιστικών αραιώσεων ανά 8-10 έτη (όπως είχε προταθεί) ώστε το ξύλο που θα απολαμβάνεται να διατίθεται είτε ως καυσόξυλο είτε ως ξύλο παρκετοποιίας. Στις συστάδες 2β και 2γ, οι οποίες τέθηκαν εκτός διαχείρισης για αρκετές δεκαετίες, έχει ήδη επέλθει η φυσική ανόρθωση των φυλλοβόλων δρυών και η Υπηρεσία συμφωνεί με τη διενέργεια αναγωγικών –καλλιεργητικών αραιώσεων.

siliquastrum) αυξάνει τη βιοποικιλότητα του συστήματος και συνεισφέρει στη βελτίωση της παραγωγικότητας του εδάφους. Το ξύλο που θα απολαμβάνεται από τις αναγωγικές – καλλιεργητικές επεμβάσεις μπορεί να διατίθεται, ανάλογα με τις διαστάσεις του, είτε ως καυσόξυλο είτε ως ξύλο παρκετοποιίας (Ντάφης 2013, Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β).

- Απομάκρυνση των ατόμων υβριδογενούς ελάτης (είδος εισβολέας) με σκοπό την αποτροπή περαιτέρω επιδημικής προσβολής τους από φλοιοφάγα έντομα, πριν το φαινόμενο αποκτήσει μεγαλύτερες διαστάσεις. Έπειτα από την υλοτομία τους μπορούν να αξιοποιηθούν είτε ως πελεκητά (λεπτά και χονδρά κορμίδια) είτε ως τεχνικό ξύλο κατασκευών - μαδέρια (λεπτοί κορμοί). Άτομα ελάτης μικρότερης ηλικίας μπορεί να αφήνονται για ένα διάστημα και να υλοτομούνται (όταν αποκτήσουν ύψος 2,5 – 3,0μ.) ως χριστουγεννιάτικα δέντρα, αποφέροντας με αυτόν τον τρόπο ένα εισόδημα στην τοπική κοινωνία. Παράλληλα επιτυγχάνεται μείωση του ανταγωνισμού μεταξύ ατόμων ελάτης και δρυός. Τα άτομα της ελάτης, τα οποία σήμερα βρίσκονται στη φάση των λεπτών ή χονδρών κορμιδίων ή και λεπτών κορμών, ανταγωνίζονται τα άτομα της δρυός, λόγω της μεγαλύτερης αντοχής τους στη σκίαση. Επίσης, διατηρείται ο χαρακτήρας του φυλλοβόλου δάσους δρυός, το οποίο ενισχύει την ευνοϊκή υδρονομική επίδραση του δάσους, γεγονός πολύ σημαντικό στην εξοικονόμηση νερού σε περίοδο κλιματικής αλλαγής (Ντάφης 2013, Αλιφραγκής 2012). Ωστόσο, σύμφωνα με την αρμόδια Δασική Υπηρεσία αφενός οι μικτές συστάδες διαθέτουν μεγαλύτερη οικολογική σταθερότητα, αφετέρου στις συστάδες φυλλοβόλου δρυός που έχει διεισδύσει η υβριδογενής ελάτη (η οποία είναι σπερμοφυής και έχει ξύλο μεγαλύτερων διαστάσεων), υπάρχει σημαντικότερη συμβολή στον κύκλο του άνθρακα και συνακόλουθα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πιο συγκεκριμένα: α) Στη συστάδα 1γ υπάρχει σε ίση περίπτωση αναλογία μίξη φυλλοβόλου δρυός με το είδος της ελάτης που ξεκινάει από τα 680 μ. και φθάνει έως τα ανώτερα όρια της συστάδας (1.030 μ.). Εξαιτίας αφενός της σχετικά καλής ως μέτριας ποιότητας τόπου (III-IV) της συστάδας και του νότιου-νοτιανατολικού προσανατολισμού της, προκρίθηκε να διατηρηθεί η μίξη στα είδη, ιδιαίτερα στις ανώτερες υψομετρικές θέσεις και τις καλύτερες κατηγορίες τόπου της συστάδας, λαμβάνοντας υπόψη και την καλή ποιοτική και υγιεινή κατάσταση του ξυλώδους κεφαλαίου της ελάτης, με την απομάκρυνση μόνο του ώριμου προς υλοτομία ξυλώδη όγκου του είδους ή των προσβεβλημένων ατόμων. β) Στη συστάδα 1δ δεν παρατηρείται σοβαρή εμφάνιση του είδους της ελάτης παρά μόνο ως μεμονωμένα άτομα στα ανώτερα όρια της συστάδας, ώστε να απαιτείται απομάκρυνση του είδους. γ) Οι συστάδες 2β και 2γ δεν υλοτομήθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες και σε συνδυασμό με τη μείωση της βοσκής στην περιοχή το είδος της δρυός βρίσκεται στο στάδιο της φυσικής ανόρθωσης. Επιπλέον η καλή έως πολύ καλή κατά θέσεις ποιότητα τόπου των συστάδων σε συνδυασμό με την βόρεια-βορειανατολική τους έκθεση είχε ως συνέπεια την ισχυρή διείσδυση του είδους της ελάτης που καταλαμβάνει –στο άνωθεν του δασικού δρόμου τμήμα τους– πλέον του 50-55% της επιφάνειας δασοκάλυψης, με ιδιαίτερα καλή ποιοτική και υγιεινή κατάσταση του ξυλώδους κεφαλαίου της. Στις συστάδες αυτές είναι δυνατή η διενέργεια αναγωγικών, εξευγενιστικών αραιώσεων των φυλλοβόλων δρυών, και επιπλέον λαμβάνοντας υπόψη την καλή ποιότητα τόπου των συστάδων σε συνδυασμό με την έκθεση τους κρίθηκε απαραίτητη η διατήρηση της μίξης στο ποσοστό που εμφανίζεται για το είδος της ελάτης και δασοκομικός σκοπός θα πρέπει να τεθεί η μετατροπή της ακανόνιστης υποκηπευτής της μορφής σε κανονική υποκηπευτή. Έπειτα από σειρά διαβουλεύσεων με την

αρμόδια Δασική Υπηρεσία, συμφωνήθηκε η απομάκρυνση μεμονωμένων ατόμων της υβριδογενούς ελάτης στις ανωτέρω τέσσερις συστάδες του πολυγώνου μελέτης όπου η ελάτη αναπτύσσεται εντός των θερμοορίων της (800-1200 μ.), καθώς και στις χειρότερες κατά θέσεις ποιότητες τόπου εντός των συστάδων. Στις καλές ποιότητες τόπου και σε συνδυασμό με τις εκθέσεις τους κρίθηκε απαραίτητη η διατήρηση της μίξης δρυός - ελάτης και ο δασοκομικός σκοπός που θα πρέπει να τεθεί είναι η μετατροπή της ακανόνιστης υποκηπευτής σε κανονική υποκηπευτή.

Δημοτικό δάσος Καστανιάς – Καλαμπάκας

Πρόκειται για φυλλοβόλο δάσος πάνω από το χωριό Καστανιά, όπου διακρίνονται δύο σαφείς ζώνες βλάστησης. Η χαμηλότερη ζώνη, σε υψόμετρο 850-1150 (1200) καλύπτονταν από μεγάλα δέντρα καστανιάς σε σύμμιξη με αργυρόχρωμη φιλύρα (*Tilia argentea*) και ορεινό σφενδάμι (*Acer pseudoplatanus*), φράξο (*Fraxinus ornus*) και υπόροφο - μεσώροφο από λεφτοκαρυές (*Corylus avellana*), ανατολικό γαύρο (*Carpinus orientalis*), βετολοειδή γαύρο (*Carpinus betulus*), κρانيές (*Cornus mas*), βουζοκρانيές (*Cornus sanguinea*) κ.λπ. καθώς και μερικά σποραδικά άτομα ελάτης. Η δεύτερη ζώνη αποτελείται από πυκνό αμιγές δάσος οξιάς (*Fagus sylvatica*).

Το δάσος της Καστανιάς διαχειρίζονταν στο παρελθόν για την παραγωγή άγριων καστανών και επειδή το δάσος ήταν κοινοτικό (ανήκε σε όλους τους δημότες του χωριού) δίνονταν η ευκαιρία στις πολυμελείς οικογένειες να μαζεύουν κάστανα τα οποία χρησίμευαν ως τροφή ή για εμπορία. Η συλλογή καστανών επιτρέπονταν μόνο έπειτα από μια ορισμένη ημερομηνία, κατά την οποία ωρίμαζαν οι καρποί της καστανιάς. Έπειτα από την καταστροφή του χωριού από τους Γερμανούς τον Οκτώβριο του 1943 και τον επακολούθησαντα εμφύλιο πόλεμο (1946-49), η πλειονότητα των κατοίκων εγκατέλειψε το χωριό. Όσες οικογένειες παρέμεναν ασχολούνται κυρίως με υλοτομικές εργασίες, είτε ως υλοτόμοι είτε ως μετατοπιστές στη συγκομιδή του ξύλου.

Στο μεταξύ, πολλά άτομα καστανιάς προσβλήθηκαν από τον μύκητα *Cryphonectria parasitica*, ο οποίος προκαλεί μια ασθένεια γνωστή ως έλκος της καστανιάς. Για την αντιμετώπιση της του φαινομένου της προσβολής, ο τότε πρόεδρος της Κοινότητας αποφάσισε την αποφυλοτομική υλοτομία των ηλικιωμένων ατόμων καστανιάς και τη μετατροπή του σπερμοφυούς υψηλού δάσους (high forest) σε πρεμνοφυές δάσος (copprice) χωρίς ωστόσο να προβεί στις κατάλληλες καλλιεργητικές επεμβάσεις (καθαρισμό, αραιώσεις κ.λπ.). Έτσι, η μείωση της ανταγωνιστικής ικανότητας της καστανιάς λόγω της προσβολής της από τον μύκητα, σε συνδυασμό με τον ανωτέρω λανθασμένο χειρισμό για την αντιμετώπιση της προσβολής, και πιθανότατα ο παράγοντας της κλιματικής αλλαγής τα τελευταία 30-40 έτη, προκάλεσαν μια έντονη εισβολή της υβριδογενούς ελάτης και κατά θέσεις και της μαύρης πεύκης. Ως αποτέλεσμα, επήλθε αλλοίωση του τοπίου.

Κατά την περίοδο 2014-2016 προβλέπεται η εφαρμογή βιολογικής καταπολέμησης κατά της ασθένειας του «έλκους της καστανιάς» με εγκατάσταση υποπαθογόνων στελεχών του μύκητα *C. parasitica*. Ως αποτέλεσμα, αναμένεται η σταδιακή υποβάθμιση της ασθένειας και η προοδευτική αναζωογόνηση της καστανιάς (στο πλαίσιο έργου το οποίο χρηματοδοτείται από το ΕΣΠΑ, Μέτρο 227).

ΕΙΔΙΚΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Σκοπός της διαχείρισης του προκειμένου δάσους Καστανιάς είναι η αποκατάσταση του τοπίου στην αρχική του μορφή. Τα προτεινόμενα διαχειριστικά μέτρα είναι:

- Παράταση του περιτρόπου χρόνου και διαχείριση του δάσους ως υψηλό δάσος. Η καστανιά προσβλημένων από τον μύκητα *Cryphonectria parasitica* ατόμων. Συμπληρωματικά, σύμφωνα με την άποψη της αρμόδιας Δασικής Υπηρεσίας, θα πρέπει να γίνει απομάκρυνση των γηραιότερων ή/και προσβλημένων ατόμων καστανιάς αλλά σταδιακά και λελογισμένα εξαιτίας του προστατευτικού χαρακτήρα του δάσους στο έδαφος. Η τοπική κοινωνία είναι ιδιαίτερα ανήσυχη και επιφυλακτική εξαιτίας των έντονων φαινομένων κατολισθήσεων που έπληξαν στο παρελθόν τον οικισμό. Αυτό ισχύει κυρίως για τα Τμήματα 13 και 14, τα οποία βρίσκονται άνωθεν του οικισμού και τα οποία καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό της επιφάνειας τους από καστανιά (σε σημαντικούς ξυλώδεις όγκους). είναι ένα μακρόβιο είδος. Με αυτόν τον τρόπο θα επιτευχθεί για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα (200-300 έτη) δέσμευση μεγαλύτερης ποσότητας CO₂ (Ντάφης 2013, Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β).
- Αποψιλωτική υλοτομία των γηραιών πρέμωνων της καστανιάς όσο το δυνατόν πλησίον του εδάφους ώστε να δοθεί η δυνατότητα ατομικοποίησης των νέων, μη
- Απομάκρυνση των μη επιθυμητών πρεμνοβλαστημάτων (αρνητική επιλογή, καθάρισμα). Η επέμβαση θα πρέπει να γίνει κατά το 3^ο-5^ο έτος, όταν τα πρεμνοβλαστήματα αποκτούν ένα ύψος 5-6 μ. Σε κάθε πρέμνο θα πρέπει να παραμένουν περίπου 5-8 πρεμνοβλαστήματα.
- Αραιώσεις με θετική επιλογή. Πρώτη αραιώση στο 7-8 έτος, με παράλληλο εμβολιασμό των πρεμνοβλαστημάτων που θα παραμείνουν με εμβόλια της φυλής του μύκητα που καταπολεμά τη νοσογόνο φυλή. Σε κάθε πρέμνο θα πρέπει να παραμείνουν 3-4 πρεμνοβλαστήματα. Δεύτερη αραιώση στην ηλικία των 15 ετών με θετική επιλογή και παραμονή 2-3 ατόμων ανά πρέμνο. Τρίτη και τελική αραιώση κατά το 25^ο έτος με θετική επιλογή ενός μόνον κατά το δυνατόν ατομικοποιημένου πρεμνοβλαστήματος. Συμπληρωματικά, λόγω της μεγάλης ζήτησης καστώνων κυρίως από την ζαχαροπλαστική, κατά το 7^ο-8^ο-15^ο έτος της ηλικίας των πρεμνοβλαστημάτων, συνιστάται ο εμβολιασμός των καλύτερων ατόμων με μια συγκεκριμένη ποικιλία καστώνων (κατά προτίμηση Πηλίου, η οποία έχει μεγάλη εμπορική αξία) για την ομοιόμορφη παραγωγή καστώνων ονομασίας προέλευσης. Ωστόσο, το Δασαρχείο Καλαμπάκας διατηρεί επιφυλάξεις, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά στις επεμβάσεις κατά το 3^ο με 5^ο έτος και το 7^ο με 8^ο έτος στα πρεμνοβλαστήματα της καστανιάς. Ο λόγος είναι ότι η αξία των παραγόμενων προϊόντων είναι ευτελής και ενδέχεται να σημειωθεί αδυναμία εκτέλεσης των εν λόγω παρεμβάσεων εξαιτίας της οικονομικής επιβάρυνσης του δασοκτήμονα Δήμου.
- Συμπλήρωση των διάκενων που θα προκύψουν μέσω φύτευσης ατόμων φιλύρας (*Tilia argentea*) ή ορεινής σφενδάμνου (*Acer pseudoplatanus*). Τα φυτάρια θα προέρχονται από σπόρους που έχουν συλλεγεί από την ίδια περιοχή.
- Βαθμιαία υλοτομία και απομάκρυνση των πιο ώριμων ατόμων ελάτης. Συγκεκριμένα, όπου η ελάτη έχει εγκατασταθεί σε συνδενδρίες ή λόχμες, η απομάκρυνση θα πρέπει να λάβει χώρα μόνο στις λιγότερο καλές ποιότητες τόπου, διατηρούμενης της μίξης καστανιάς – ελάτης σε αναλογία 7 προς 3. Τυχόν

νεαρά άτομα ηλικίας 10-15 ετών μπορούν να κοπούν ως χριστουγεννιάτικα δέντρα (Ντάφης 2013).

Περιοχή Ασπροποτάμου (Τρία ποτάμια)

Πρόκειται για ομήλικο πρεμνοφυές δάσος της φυλλοβόλου ευθύφλοιης δρυός (*Quercus cerris*) στο οποίο εισβάλλει δυναμικά η υβριδογενής ελάτη (*Abies borisii regis*). Ως αποτέλεσμα έχουμε τον βαθμιαίο εκτοπισμό, ιδιαίτερα σε καλούς τόπους (sites), της ευθύφλοιης δρυός και την αντικατάστασή της με υβριδογενή ελάτη. Η ευθύφλοιος δρυς είναι ένα φωτόφυτο (φιλόφωτο) είδος, το οποίο δημιουργεί αραιά δάση σε μεγάλη ηλικία, με μικρό σχετικά ξυλαπόθεμα (groundstock). Είναι σχετικά ολιγαρκής για φυλλοβόλο δρυ, τα φύλλα της είναι πικρά λόγω της περιεκτικότητάς τους σε τανίνη και ως εκ τούτου δεν τρώγεται από τα ζώα και το ξύλο της είναι μέτριας αξίας έως και ακατάλληλο τόσο ως τεχνικό όσο και ως καυσόξυλο. Ως φωτόφυτο είδος έχει μικρή ανταγωνιστική ικανότητα, η οποία με τα ακραία κλιματικά φαινόμενα καθίσταται ακόμα μικρότερη. Αντίθετα, η ελάτη είναι ένα άκρως ανταγωνιστικό είδος λόγω της μεγάλης αντοχής της στη σκιά και της ικανότητάς της να αναλαμβάνει και να εξελίσσεται κανονικά έπειτα από μακρά περίοδο σκίασης. Αναγεννάται πολύ εύκολα κάτω από την κομοστέγη (canopy) άλλων ειδών και δημιουργεί συνήθως ανομήλικα πολυόροφα δάση με υψηλό ξυλαπόθεμα. Συνεπώς, η ελάτη ανταποκρίνεται περισσότερο σε μια μορφή διαχείρισης προσαρμοσμένη στην κλιματική αλλαγή.

Η εισβολή της υβριδογενούς ελάτης στο σχεδόν ομήλικο πρεμνοφυές δάσος της δρυός γίνεται σταδιακά, κατά κύματα, ανάλογα και με τα έτη καρποφορίας της ελάτης και ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να συναντά κανείς την ελάτη ως νεοφυτεία στον υπόροφο του δάσους δρυός, ως πυκνοφυτεία και λεπτά κορμίδια στον μεσώροφο και ως χονδρά κορμίδια ή λεπτούς κορμούς στον ανώροφο, σε σύμμιξη με την ευθύφλοιο δρυ. Τελικά, λόγω της μεγαλύτερης ανταγωνιστικής ικανότητας της υβριδογενούς ελάτης δημιουργείται, στους καλύτερους τόπους, βαθμιαία, ένα ακανόνιστο, ανομήλικο δάσος ελάτης με σποραδική εμφάνιση ατόμων ευθύφλοιης δρυός.

ΕΙΔΙΚΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Σκοπός της προσαρμοσμένης στην κλιματική αλλαγή διαχείρισης στην περιοχή είναι η βαθμιαία φυσική αντικατάσταση του δάσους της ευθύφλοιου δρυός στους καλύτερους τόπους, με ένα ανομήλικο κηπευτό ή υποκηπευτό, διαρκές δάσος, υβριδογενούς ελάτης. Παράλληλα όμως και προς όφελος της διατήρησης της βιοποικιλότητας, στους χειρότερους τόπους θα διατηρηθεί η ευθύφλοιος δρυς.

Για την επίτευξη του ανωτέρω διαχειριστικού σκοπού πρέπει να ληφθούν και υλοποιηθούν τα εξής μέτρα:

- Ευνόηση της ελάτης στους καλύτερους τόπους, στους οποίους εμφανίζεται φυσικά, με βαθμιαία απομάκρυνση του ανώροφου της ευθύφλοιου δρυός. Δημιουργία ενός ανομήλικου κηπευτού δάσους (selective forest) σε συνδενδρίες, ομάδες ή και λόχμες, με κατάλληλους χειρισμούς (κηπεύσεις) για την καλλιέργεια των νεοφυτειών, πυκνοφυτειών (με αρνητική επιλογή), λεπτών κορμιδίων, χονδρών κορμιδίων και λεπτών κορμών (θετική επιλογή). Σκοπός είναι ο εξευγενισμός του ξυλαποθέματος και η διαμόρφωση μιας κατά το δυνατόν

κανονικής δομής ενός κηπευτού δάσους ή μιας εκλεπτυσμένης μορφής υποκηπευτού δάσους.

- Ανακήρυξη του δάσους της ευθυφλοίου δρυός ως προστατευτικού δάσους στους μέτριους και χειρότερους σταθμούς, με απαγόρευση των υλοτομιών εκτός των αναγωγικών αραιώσεων, ώστε να δημιουργηθεί ένα υψηλό δάσος επί πρέμνου. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να τεθεί εκτός διαχείρισης και να υπάρξει βαθμιαία δημιουργία (με παράταση του χρόνου παραγωγής), ενός υψηλού δάσους επί πρέμνου, με σχετικά υψηλό ξυλαπόθεαμα και συνεπώς μεγαλύτερη δυνατότητα δέσμευσης CO₂. Εξάλλου, στις χειρότερες ποιότητες τόπου δύσκολα ευδοκίμει η ελάτη ή ακόμη και αν εγκατασταθεί προσβάλλεται τελικά στην ηλικία των χονδρών κορμιδίων από φλοιοφάγα έντομα και νεκρώνεται.

3.2.3. Η νέκρωση της κεφαλληνιακής ελάτης (*Abies cephalonica*) στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας

Το δάσος κεφαλληνιακής ελάτης (*Abies cephalonica*) στην Πάρνηθα μπορεί να χωρισθεί σε δύο κατηγορίες:

α) Στο δάσος ελάτης που αναπτύσσεται σε καλούς τόπους (βόρειες – βορειοανατολικές πλαγιές). Εκεί το είδος έχει καλή ανάπτυξη και εμφανίζονται νεαρές συστάδες που προέκυψαν είτε από διάσπαση παλαιών δασών λόγω γήρανσης είτε από πυρκαγιά. Ωστόσο, το μεγαλύτερο μέρος αυτού του δάσους παρέμεινε ανεπηρέαστο (δεν κάηκε) κατά την πυρκαγιά του 2007.

β) Στο υποβαθμισμένο δάσος ελάτης (νότιες εκθέσεις) που αναπτύσσονταν σε ασβεστολιθικά κυρίως πετρώματα σε υποβαθμισμένα εδάφη. Εκεί το είδος εμφανιζόταν στα όρια της οικολογικής του ανοχής ή και πέραν των ορίων και το δάσος είχε μια πολύ κακή ανάπτυξη. Το ύψος ώριμων ατόμων σπάνια ξεπερνούσε τα 10-12 μέτρα. Τα δέντρα προσβάλλονταν συχνά από φλοιοφάγα και άλλα έντομα ενώ η φυτρωτικότητα των σπόρων της κεφαλληνιακής ελάτης ήταν πολύ μικρή (3-5%). Σχεδόν όλο αυτό το υποβαθμισμένο δάσος καταστράφηκε κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς του 2007 (Ντάφης 2013).

Φλοιοφάγα έντομα

Γενικά στην περιοχή, εδώ και πολλές δεκαετίες, έχει παρατηρηθεί νέκρωση ατόμων κεφαλληνιακής ελάτης εξαιτίας επιδημικών εξάρσεων φλοιοφάγων εντόμων. Στο πλαίσιο του έργου, βρέθηκε ότι κατά τα τελευταία έτη το φαινόμενο προκαλείται από την επικράτηση του είδους *Pityokteines spinidens*, ενός εξαιρετικά επικίνδυνου φλοιοφάγου εντόμου. Η επικράτηση του εν λόγω είδους οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις αλλαγές των κλιματικών παραμέτρων, δηλαδή, στην αύξηση της θερμοκρασίας και στη μείωση των βροχοπτώσεων που παρατηρήθηκαν στην περιοχή μελέτης. Επιπρόσθετα, το φαινόμενο επιδεινώνεται αφενός από το χαμηλό ποσοστό εμφάνισης του φυσικού θηρευτή *Thanasimus formicarius* και αφετέρου από τη χαμηλή εντομοβιοποικιλότητα της περιοχής. Ο συνδυασμός των ανωτέρω καταδεικνύει ένα μάλλον ευαίσθητο και ασταθές οικοσύστημα το οποίο πιθανότατα δεν είναι ικανό να αντιμετωπίσει ένα πληθυσμιακό ξέσπασμα του είδους *P. spinidens*. Τέλος, η ξυλώδης βιομάζα που παρέμεινε στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας έπειτα από την πυρκαγιά του 2007 σε συνδυασμό με τις δυσμενείς κλιματικές και εδαφικές συνθήκες στην περιοχή θεωρείται ότι ευνόησαν την αύξηση και εξάπλωση του πληθυσμού των επιβλαβών φλοιοφάγων εντόμων. Σήμερα, ωστόσο, η απομάκρυνση των δέντρων από τις καμένες επιφάνειες του 2007 θα αποτελούσε άσκοπη δαπάνη. Ό,τι απέμεινε από τα καμένα δέντρα είναι πλέον ακατάλληλο για αξιοποίηση από τα επικίνδυνα φλοιοφάγα έντομα. Το υλικό αυτό είναι πια κατάλληλο μόνο για προσβολή από ξυλοφάγα έντομα (Αβτζής 2010).

Στην περιοχή παρατηρούνταν διαχρονικά (από το έτος 1930) σποραδικές νεκρώσεις δέντρων κεφαλληνιακής ελάτης από προσβολές φλοιοφάγων εντόμων, ιδιαίτερα στους καλύτερους τόπους. Ωστόσο, το έτος 1989, έπειτα από την επικράτηση υψηλών θερμοκρασιών στην περιοχή το καλοκαίρι του 1987 και του 1988, παρουσιάστηκε νέκρωση ατόμων ελάτης. Μία περίοδος επτά ετών μειωμένων βροχοπτώσεων, η οποία προηγήθηκε των υψηλών θερμοκρασιών, φαίνεται πως επιδείνωσε το φαινόμενο. Συνεπώς, οι νεκρώσεις στα δάση τόσο της κεφαλληνιακής όσο και της υβριδογενούς ελάτης, αποδόθηκαν στις ακραίες κλιματικές συνθήκες λόγω της

κλιματικής αλλαγής. Έπειτα από το 1989 συνεχίστηκε η σποραδική νέκρωση ατόμων ελάτης από προσβολή φλοιοφάγων εντόμων αλλά σε πολύ μικρότερη ένταση, χωρίς να πάρει τις επιδημικές διαστάσεις του 1989 (Ντάφης 2013).

Η επεξεργασία των σεναρίων των υποθετικών κλιματικών αλλαγών για το χρονικό διάστημα 2010-2050, σε συνδυασμό με τον ημίξηρο βιο-κλιματικό όροφο της περιοχής, επιτρέπει τη διατύπωση της υπόθεσης ότι, κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης χρονοσειράς, αναμένεται να ευνοηθεί η ανάπτυξη πληθυσμιακών εξάρσεων των φλοιοφάγων εντόμων, εξαιτίας της αρνητικής επίδρασης των κλιματικών αλλαγών στη φυσιολογία της ελάτης. Η υπόθεση αυτή καθιστά ακόμα πιο επιτακτική τη λήψη των μέτρων που αναφέρθηκαν ανωτέρω. Τα διαθέσιμα κλιματικά και βιο-οικολογικά στοιχεία δεν επιτρέπουν την εξαγωγή στατιστικά ασφαλών συμπερασμάτων, παρέχουν όμως τις ενδείξεις για μελλοντικές εξάρσεις του πληθυσμού των φλοιοφάγων εντόμων (Αβτζής 2011α).

Φυτοκοινωνίες

Στην περιοχή της Πάρνηθας διακρίθηκαν τρεις μονάδες βλάστησης, οι οποίες αντιπροσωπεύουν δύο ποιότητες τόπου. Η βλάστηση και η διαφοροποίηση των οικολογικών (σταθμολογικών) συνθηκών στην Πάρνηθα δεν ακολουθεί την τυπική διαβάθμιση υψομέτρου. Συγκεκριμένα, η κύρια περιβαλλοντική βαθμίδα στην οποία οφείλεται η διαφοροποίηση των μονάδων βλάστησης συσχετίζεται, κυρίως, με τις συνθήκες φωτισμού και την περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία και θρεπτικά στοιχεία. Οι ανωτέρω οικολογικές συνθήκες φαίνεται ότι διαφοροποιούνται στον χώρο λόγω φυσιογραφικών παραγόντων (π.χ. κλίση εδάφους) και έντασης διαταραχών. Η ποικιλότητα των μονάδων βλάστησης της κεφαλληνιακής ελάτης είναι μικρή και η χλωριδική σύνθεση των δασών της χαρακτηρίζεται από την είσοδο αρκετών ειδών ανοικτού χώρου. Αυτό φαίνεται και από το αυξημένο ποσοστό θεροφύτων ιδιαίτερα στις δύο από τις τρεις μονάδες βλάστησης, που χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερο βαθμό διαταραχών. Επιπρόσθετα, η δομή των δασών της κεφαλληνιακής ελάτης είναι αρκετά απλή με πολύ λίγα ξυλώδη είδη να συμμετέχουν στη σύνθεση των δασών της. Ακόμα και το ανώτερο ύψος των κυρίαρχων δέντρων ελάτης εμφανίζει μικρή διακύμανση, αλλά και μικρές τιμές (μέγιστο ύψος 14 μ.).

Τα δάση της κεφαλληνιακής ελάτης στην Πάρνηθα εκτιμάται ότι αντιμετωπίζουν απειλές, όπως: α) αυξημένη θνησιμότητα ατόμων λόγω βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, β) μικρή ποικιλότητα χλωρίδας, μονάδων βλάστησης και οικολογικών συνθηκών, γ) οριακές για την ανάπτυξη της ελάτης οικολογικές συνθήκες, δ) υψηλή ένταση διαταραχών, ε) αυξημένο κίνδυνο διαταραχών από πυρκαγιές και ακραία καιρικά φαινόμενα, στ) μικρό υψομετρικό εύρος (μέγιστο υψόμετρο Πάρνηθας 1413) και ουσιαστικά ανύπαρκτη έκταση κατάλληλων ενδιαιτημάτων στα οποία θα μπορούσε η ελάτη να εξαπλωθεί στην περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας ή/και μείωσης των βροχοπτώσεων. Όπως προαναφέρθηκε, σημαντικό τμήμα του δάσους κεφαλληνιακής ελάτης της Πάρνηθας, περίπου τα 2/3 (Λατσούδης 2007) κήκε κατά την πυρκαγιά του 2007 (Τσιριπίδης κ.ά. 2011).

Φυσιολογία

Η δομή των συστάδων κεφαλληνιακής ελάτης στην περιοχή του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας είναι ακανόνιστη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, από το 1991 έως πρόσφατα, το Δασαρχείο Πάρνηθας υλοτομεί σποραδικά μόνο νεκρά άτομα με σκοπό

την απομάκρυνσή τους. Στην περιοχή καταγράφηκαν σημαντικά ποσοστά ιστάμενου νεκρού ξύλου και μεγάλα ποσοστά κατακείμενου νεκρού. Η γενική μορφή των δέντρων απέχει πολύ από τη μορφή που έχει η κεφαλληνιακή ελάτη σε άλλες συστάδες στην Ελλάδα (π.χ. Παρνασσός, Γκιώνα, Οίτη). Εδώ παρατηρείται ισχυρή και μέση βελονόπτωση, ενώ τα δέντρα, σε μεγάλο ποσοστό, εμφανίζουν σφάλματα και κακομορφίες.

Στο τμήμα του δάσους όπου έγιναν αναδασώσεις με μαύρη πεύκη (νοτιοανατολικά), η μαύρη πεύκη κάλυψε τα κενά και δημιούργησε το κατάλληλο δασογενές περιβάλλον για να αναγεννηθεί και να αναπτυχθεί η κεφαλληνιακή ελάτη. Συνεπώς, ο βασικός σκοπός για τον οποίο φυτεύτηκε αυτό το είδος επιτεύχθηκε. Η ελάτη θα συνεχίζει να μεγαλώνει κάτω από την κόμη της μαύρης πεύκης και τελικά θα κυριαρχήσει στον ανώροφο έπειτα από την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής της μαύρης πεύκης.

Στα βορειοανατολικά τμήματα του δάσους παρατηρήθηκε η διάσπαση της μητρικής συστάδας και η αναγέννηση πάλι από ελάτη. Σε αυτό το τμήμα, η ελάτη έχει τη δυναμική του νεαρού δάσους με δέντρα θαλαρά ζωτικά και με κορμούς δέντρων που δεν παρουσιάζουν σφάλματα (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2011).

Έδαφος

Στην περιοχή της Πάρνηθας, κατά θέσεις, παρουσιάζονται ίχνη παλαιότερης γεωργικής καλλιέργειας των εδαφών καθώς και συνθήκες έντονης επιφανειακής διάβρωσης, κυρίως στις περιοχές στις οποίες τα μητρικά υλικά του εδάφους είναι φλύσχης. Τα εδάφη που προέρχονται από ασβεστόλιθο είναι αλκαλικά σε αντίθεση με αυτά που προέρχονται από φλύσχη που είναι ελαφρώς όξινα. Είναι καλά εφοδιασμένα με θρεπτικά στοιχεία εκτός από K.

Η αποθηκευτική ικανότητα σε νερό των εδαφών είναι πολύ μικρή. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ιδιαίτερα στις περιοχές με ασβεστόλιθο, οι ρίζες των δέντρων εισέρχονται μέσα σε καρστικές κοιλότητες στις οποίες συσσωρεύεται εδαφικό υλικό και από το οποίο τα φυτά αντλούν θρεπτικά στοιχεία και νερό (Αλιφραγκής 2011).

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Σκοπός της διαχείρισης στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας είναι η διατήρηση της ελάτης στους καλύτερους τόπους και η αντικατάστασή της στα υποβαθμισμένα ασβεστολιθικά εδάφη, στα οποία η ελάτη βρισκόνταν στα όρια ή και εκτός των ορίων οικολογικής της ανοχής, με είδη περισσότερο προσαρμοσμένα σε αυτές τις συνθήκες, όπως η οξύκεδρη άρκευθος (*Juniperus oxycedrus*), είδος το οποίο απαντά στην περιοχή (Ντάφης 2013). Περαιτέρω, η διαχείριση του δάσους θα πρέπει να επικεντρωθεί στην προστασία από τη διάβρωση του εδάφους και την οικονομία του νερού και όχι σε ξυλοπαραγωγικές δραστηριότητες (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2011).

Τα διαχειριστικά – δασοκομικά μέτρα που προτείνονται για την αντιμετώπιση του κινδύνου είναι:

α) Για το δάσος ελάτης που βρίσκεται εντός των ορίων οικολογικής ανοχής της κεφαλληνιακής ελάτης (στους σχετικά καλύτερους σταθμούς).

- Άμεση υλοτομία των δέντρων που έχουν ήδη προσβληθεί από φλοιοφάγα έντομα ή ακόμη και ατόμων με διαταραγμένη φυσιολογία (πριν αυτά αξιοποιηθούν από

τα φλοιοφάγα έντομα), με σκοπό τη θωράκιση του εναπομείναντος δάσους ελάτης έπειτα από την πυρκαγιά. Στην πρώτη περίπτωση (δέντρα ήδη προσβλημένα) θα πρέπει να ακολουθήσει εκφλοιώση του κορμού ώστε οι λάρβες των φλοιοφάγων εντόμων να εκτεθούν στον αέρα και τον ήλιο και να νεκρωθούν (πριν προλάβουν να γίνουν τέλεια έντομα). Με τον τρόπο αυτόν προλαμβάνεται η αύξηση του πληθυσμού των επιβλαβών εντόμων και αποτρέπεται μια επιδημική προσβολή. Η προσβολή από φλοιοφάγα εκδηλώνεται συνήθως τον Απρίλιο-Μάιο, έπειτα από την έκπτυξη των νέων κλαδιών και βελόνων. Η νέκρωση των δέντρων αρχίζει από την κορυφή και μέσα σε 1-1,5 μήνα νεκρώνεται όλο το δέντρο (Ντάφης 2013). Επίσης, απαιτείται η απομάκρυνση με εξυγιαντικές υλοτομίες των μητρικών ατόμων ελάτης που εμφανίζουν μεγάλη προσβολή από ιξό (*Viscum album*) ή παρουσιάζουν μεγάλα σφάλματα όπως σπασίματα, ισχυρές δικρανώσεις, σήψη κ.ά. διότι αυτά διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο νέκρωσης λόγω κλιματικής αλλαγής σε σχέση με τα υγιή άτομα (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β).

- Ενίσχυση της αναγέννησης με σπορά ή φύτευση. Οι σπόροι και τα φυτάρια θα πρέπει να προέρχονται από τον τοπικό πληθυσμό, διαφορετικά ενδέχεται να προκληθεί γενετική αλλοίωσή του (Καρέτσος 2008, Καρέτσος & Δασκαλάκου 2008, Κωστούδη 2012). Στο παρελθόν έχει γίνει πρόταση φύτευσης μαύρης πεύκης ή αρκεύθου (*Juniperus oxycedrus*) (Σταματόπουλος 1995) προκειμένου να ευνοηθεί η αναγέννηση της κεφαλληνιακής ελάτης στην περιοχή της Πάρνηθας μέσω της δημιουργίας προδάσους, καθώς πιστεύεται πως η ευνόηση της αναγέννησης σε υπόσκιο περιβάλλον οφείλεται σε βελτίωση των συνθηκών υγρασίας. Περαιτέρω, η εμπειρία του Δασαρχείου Πάρνηθας έδειξε ότι η εγκατάσταση μαύρης πεύκης ως προδάσος μπορεί να ευνοεί την αναγέννηση της ελάτης. Συγκεκριμένα, έπειτα από την άροδο πέντε ετών, οι αναδασώσεις ελάτης σε ψιλή επιφάνεια εξελίσσονται αρκετά καλά, με τη σημείωση ότι αυτές έχουν πραγματοποιηθεί μόνο στην καλύτερη ποιότητα τόπου. Σε χαμηλότερα υψόμετρα, προτείνεται η φύτευση χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*) για τη δημιουργία προδάσους. Ωστόσο, σύμφωνα με τον Ντάφη (2008), η δημιουργία προδάσους δεν είναι απαραίτητη για την επιτυχή αναγέννηση της ελάτης. Ο καθοριστικός παράγοντας, σύμφωνα πάντα με τον προαναφερθέντα συγγραφέα, είναι οι εδαφικές συνθήκες και η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία. Και ο Σταματόπουλος (1995), θεωρεί ότι οι εδαφικές συνθήκες αποτελούν βασικό παράγοντα που επηρεάζει την επιτυχία της αναγέννησης και προτείνει την προεργασία του εδάφους με αναμόχλευση στην περίπτωση που ο δασικός τάπητας έχει πάχος μεγαλύτερο από τέσσερα εκατοστά (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β). Γενικά, κατά τις εργασίες αναμόχλευσης επιβάλλεται η λήψη μέτρων για την προστασία του εδάφους από τη διάβρωση. Περαιτέρω, στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας απαντούν πολλά αγριολούλουδα με μεγάλη αισθητική και βιολογική αξία, και ως εκ τούτου οι τυχόν εργασίες αναμόχλευσης που θα πραγματοποιηθούν θα πρέπει να διασφαλίζουν τη διατήρησή τους. Η άποψη του Δασαρχείου Πάρνηθας είναι πως η αναμόχλευση είναι περιττή καθώς αυτή πραγματοποιείται ούτως ή άλλως με φυσικό τρόπο από τα αγριογούρουνα που απαντούν στην περιοχή.
- Φύτευσεις τετραετών φυταρίων ελάτης, τα οποία παράγονται στο φυτώριο του Φορέα Διαχείρισης του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας, με σκοπό την αποκατάσταση των ζημιών που προκλήθηκαν από την πυρκαγιά του 2007. Τα εν λόγω φυτάρια προέρχονται από σπόρους που συνελλέγησαν από δέντρα του δάσους ελάτης που δεν επηρεάστηκε από την πυρκαγιά αλλά ούτε από την επιδημία των φλοιοφάγων

εντόμων του 1989. Πρόκειται δηλαδή για σπόρους που προέκυψαν από φυσική επιλογή επικράτησης των ανθεκτικότερων ατόμων. Το μέτρο αυτό έχει ήδη υλοποιηθεί με μεγάλη, δεδομένων των συνθηκών που επικρατούν στην Πάρνηθα, επιτυχία. Αξίζει να σημειωθεί πως το δεύτερο έτος έπειτα από τη φύτευση η επιβίωση ανέρχεται στο 70-80% (παρά το θερμό και πολύ ξηρό καλοκαίρι του 2012) και το ύψος των φυταρίων ξεπερνά τα 30-40 εκατοστά (Ντάφης 2008). Ωστόσο, κάποιοι ερευνητές προτείνουν τη φύτευση διετών αντί για τετραετών φυταρίων ελάτης καθώς υποστηρίζουν πως η επιτυχία εγκατάστασης ενός φυταρίου εξαρτάται από την καλή ανάπτυξη του ριζικού του συστήματος και την αναλογία υπέργειου/υπόγειου τμήματος. Τα τετραετή φυτάρια, τα οποία έχουν ήδη αναπτύξει μεγάλη ρίζα, δυσκολεύονται να προσαρμοσθούν στην τελική θέση και ως συνέπεια, εκτιμάται ότι το ποσοστό επιτυχίας των φυτεύσεων θα είναι μικρό. Τέλος, αναφορικά με το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυταρίων, θα πρέπει να αναφερθεί πως η τύρφη ενδέχεται να δημιουργήσει πρόβλημα, διότι χάνει την ικανότητα συγκράτησης υγρασίας στην περίπτωση που ξηραίνεται. Ως εκ τούτου προτείνεται η μείωση του ποσοστού τύρφης και η αύξηση του ποσοστού ανόργανου εδάφους στην περιοχή.

- Εντατικοποίηση των αραιώσεων με στόχο το καλύτερο ισοζύγιο του νερού και τον μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων της ξηρασίας με ταυτόχρονη ενίσχυση μικτών συστάδων με πλατύφυλλα (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β).
- Καλλιέργεια των πυκνοφυτειών και των κορμιδίων ώστε να ευνοηθούν τα καλά άτομα και να μειωθεί ο μεταξύ τους ανταγωνισμός και οι νεκρώσεις που αυτός επιφέρει ή ευνοεί. Οι Lindner *et al.* (2008) στην Έκθεση για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα Ευρωπαϊκά δάση και τις επιλογές για προσαρμογή (Ευρωπαϊκή Επιτροπή και Γενική Διεύθυνση Γεωργία και Ανάπτυξης της Υπαίθρου) αναφέρουν ότι θα πρέπει να γίνονται φαινολογικές παρατηρήσεις και να επιλέγονται έτη πληροκαρπίας για την αναγέννηση των συστάδων ώστε να εξασφαλίζεται το δυνατόν μεγαλύτερος αριθμός αναγέννησης με τη μεγαλύτερη ποικιλότητα. Περαιτέρω, θα πρέπει να ενισχύονται οι μικτές μορφές δασών που εκμεταλλεύονται καλύτερα τον τόπο και είναι πιο ανθεκτικές στην επερχόμενη κλιματική αλλαγή. Σε ό,τι αφορά στη Μεσογειακή κλιματική ζώνη, η καλλιέργεια των νεαρών συστάδων αλλά και οι αραιώσεις θα πρέπει να προσαρμοσθούν όσον αφορά τη συχνότητα και την ένταση και να στοχεύουν στην ενίσχυση των μικτών δασοσυστάδων, στη μείωση του ανταγωνισμού και συνεπώς στη μείωση της εξατμισιοδιαπνοής, περιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο κατά το δυνατόν την αυξημένη καταπόνηση από την ξηρασία που προκαλεί η κλιματική αλλαγή (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β). Εξάλλου, στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας κατά τις καλλιεργητικές επεμβάσεις θα πρέπει πρωταρχικά να λαμβάνεται υπόψη η διατήρηση της γενετικής ποικιλότητας μέσω της επιλογής ποικιλίας φαινοτύπων και όχι η ευνόηση μόνο άριστων φαινοτύπων που έχουν σκοπό το υψηλό ξυλαπόθεμα. Ο λόγος είναι ότι η περιοχή, ως Εθνικός Δρυμός, έχει συγκεκριμένους στόχους διατήρησης της βιοποικιλότητας και δεν υπόκειται σε ξυλοπαραγωγικούς σκοπούς.

β) Για το δάσος ελάτης που αναπτύσσονταν σε υποβαθμισμένα εδάφη τα οποία εδράζονται σε ρωγμώδη ασβεστόλιθο (τύπου karst).

- Αντικατάσταση της ελάτης σε οριακές θέσεις από άλλα δασοπονικά είδη, πιο ανθεκτικά στην ξηρασία και λιγότερο απαιτητικά ως προς το έδαφος. Τέτοιο είδος είναι η οξύκεδρη άρκευθος (*Juniperus oxycedrus*) που απαντά στην περιοχή και

μπορεί να δημιουργήσει κατάλληλες συνθήκες για την αναγέννηση δασικών ειδών (Σταματόπουλος 1995, Αμοργιανιώτης 1997, Καρέτσος 2008). Επιπλέον, το ανωτέρω είδος είναι διαφοροποιό της χειρότερης ποιότητας τύπου των δασών ελάτης στην Πάρνηθα. Η δημιουργία/διατήρηση χρονικής και χωρικής συνεμφάνισης ειδών που αντιπροσωπεύουν (συμμετέχουν) σε διαφορετικά στάδια διαδοχής (π.χ. πρόδρομα ή τελικά) ή ακόμα και η τεχνητή δημιουργία μιας τέτοιας συνεμφάνισης μέσω φυτεύσεων ενισχύει σημαντικά την ανθεκτικότητα της βλάστησης στην κλιματική αλλαγή. Η παραγωγή των φυταρίων, έπειτα από κατάλληλο χειρισμό των σπόρων της αρκεύθου οι οποίοι είναι δυσφυείς, θα πραγματοποιηθεί στο δασικό φυτώριο του Φορέα Διαχείρισης της Πάρνηθας (Ντάφης 2013). Περαιτέρω, προτείνεται να ευνοηθεί η εξάπλωση της χνοώδους δρυός (*Quercus pubescens*). Το είδος αυτό, το οποίο είναι αυτοφυές στην Πάρνηθα, μπορεί να ανταπεξέλθει στις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες της περιοχής. Σε ορισμένες, κατάλληλες θέσεις (π.χ. αυξημένη υγρασία εδάφους) μπορεί να ευνοηθεί και η ανάπτυξη και εξάπλωση της πλατύφυλλης δρυός (*Q. frainetto*), η οποία επίσης φύεται στην Πάρνηθα (Αμοργιανιώτης 1997). Τα είδη δρυός, πέρα από το ότι μπορούν σταδιακά να δημιουργήσουν δάσος ικανό να επιτελέσει και να προσφέρει οικολογικές λειτουργίες που είναι απαραίτητες για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και χρήσιμες για τον άνθρωπο, μπορούν επιπλέον να ευνοήσουν και την αναγέννηση της ελάτης (Αμοργιανιώτης 1997, Καρέτσος & Δασκαλάκου 2008) (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β). Ωστόσο, επειδή η επιτυχία των φυτεύσεων της δρυός είναι αμφίβολη, προτείνεται η σπορά (έπειτα από προφύτρωση) σε γυμνό ασβεστόλιθο, ώστε να δημιουργηθεί αρχική ρίζα κατευθειάν μέσα στις καρστικές σχισμές. Θα πρέπει να παρέχεται προστασία των σπόρων και των φυταρίων από πουλιά και τρωκτικά. Όπως αναφέρθηκε, η ελάτη αναπτύσσονταν στα όρια ή και εκτός των ορίων της οικολογικής της ανοχής και συνεπώς τα δέντρα ήταν ήδη καταδικασμένα με εξαφάνιση ακόμη και πριν από την πυρκαγιά του 2007 (Ντάφης 2013). Η μίξη δασοπονικών ειδών, δηλαδή η δημιουργία μικτών συστάδων έχει θετικά αποτελέσματα τόσο στην αύξηση της βιοποικιλότητας, όσο και στην αντιπυρική θωράκιση του οικοσυστήματος, ενώ ταυτόχρονα οδηγεί στην αποκατάσταση του οικολογικού ισοζυγίου της εντομοπανίδας και κατ' επέκταση στην ενίσχυση της αντοχής του οικοσυστήματος απέναντι στα επιβλαβή φλοιοφάγα έντομα (Αβτζής 2011β). Γενικώς, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην εισαγωγή/φύτευση ειδών, κυρίως σε ό,τι αφορά στα μη αυτόχθονα είδη καθώς η περιοχή είναι Εθνικός Δρυμός και επίσης ενταγμένη στο Δίκτυο Προστατευόμενων Περιοχών NATURA 2000, οπότε υπόκειται στους περιορισμούς της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

- Φυτεύσεις – αναδασώσεις με μαύρη πεύκη σε πολύ υποβαθμισμένους σταθμούς (κυρίως στις νότιες εκθέσεις), όπου η ελάτη επιδεικνύει προβληματική δομή (διασπασμένη δομή, πολύ χαμηλή συγκόμωση) και αύξηση. Το μέτρο αυτό αναμένεται να βελτιώσει την ποιότητα τύπου και να δημιουργήσει το κατάλληλο δασογενές περιβάλλον για την εγκατάσταση και ανάπτυξη της ελάτης. Σύμφωνα με τον Αμοργιανιώτη (1997), η μαύρη πεύκη παρουσιάζει ικανοποιητική ανάπτυξη και δεν εμφανίζει συμπτώματα προσβολών (νεκρώσεις), όπως η ελάτη. Σε όσες περιοχές της Πάρνηθας επιχειρήθηκε κάτι τέτοιο πριν από 30-40 έτη, ο στόχος επιτεύχθηκε και το έδαφος καλύφθηκε από δάσος ενώ η ελάτη εγκαταστάθηκε με φυσικό τρόπο κάτω από την κόμη της μαύρης πεύκης. Στα σημεία όπου υπάρχει ήδη πλούσια αναγέννηση της κεφαλληνιακής ελάτης θα πρέπει να απομακρυνθεί σταδιακά η μητρική συστάδα μαύρης πεύκης. Αντίθετα, στα σημεία εκείνα όπου δεν υπάρχει ακόμη αναγέννηση ελάτης, θα πρέπει να

δημιουργηθούν νέα κέντρα αναγέννησης (εκεί όπου το επιτρέπουν οι συνθήκες) ώστε μέσα σε μια περίοδο 20-30 ετών να αναγεννηθεί πλήρως η ελάτη (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β, Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).

γ) Γενικά μέτρα για ολόκληρη την περιοχή του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας.

- Περιορισμός της βόσκησης από άγρια ή / και οικόσιτα ζώα για την ενίσχυση της επιτυχίας των ανωτέρω διαχειριστικών και δασοκομικών επεμβάσεων. Στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας απαγορεύεται η βόσκηση των οικόσιτων ζώων, υπάρχει ωστόσο ένας πληθυσμός ελαφιών (*Cervus elaphus*) ως τμήμα της πανίδας του Δρυμού που έως ένα σημείο θεωρείται θεμιτός για τη βιοποικιλότητα και τη σταθερότητα του οικοσυστήματος. Στο πλαίσιο όμως της προσαρμοσμένης μελλοντικής διαχείρισης του Δρυμού υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής κρίνεται σκόπιμη η διαχείριση της άγριας πανίδας της περιοχής και ιδιαίτερα των ελαφιών της Πάρνηθας έτσι ώστε να προστατεύονται οι νεοφυτείες και πυκνοφυτείες της ελάτης από την υπερβόσκηση. Η περίφραξη περιοχών με νεοφυτείες ή πυκνοφυτείες ελάτης δεν προτείνεται διότι κρίνεται α) οικονομικά ασύμφορη καθώς μόνο η περιοχή μελέτης του έργου εκτείνεται σε ~40.000 στρέμματα και β) ανεπαρκής αφού τα ελάφια είναι ικανά να υπερπηδήσουν φράκτες ύψους 2-3 μέτρων. Εξάλλου, ο πληθυσμός των ελαφιών έχει προκαλέσει προβλήματα και ζημιές και σε αγροτικές εκτάσεις, περιμετρικά του Δρυμού. Συνεπώς, προτείνεται η ρύθμιση του πληθυσμού των ελαφιών (σε 0,5 άτομα / 100 ha) μέσω της ελεγχόμενης θήρας των υπεράριθμων ατόμων (Ντάφης 2013, Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β), σε περίπτωση φυσικά που τεκμηριωθεί ότι ο πληθυσμός είναι υπεράριθμος. Σύμφωνα με πρόσφατη απογραφή (2012-2013) που πραγματοποίησε ο Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας, ο πληθυσμός των ελαφιών υπολογίστηκε σε 1.367 άτομα, κατ' ελάχιστο (χωρίς ωστόσο να μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την αναλογία αρσενικών-θηλυκών ατόμων, καθώς ήταν μεγάλος ο αριθμός των ελαφιών για τον οποίο δεν έγινε κατορθωτός ο προσδιορισμός του φύλου). Ο Τσακογιάννης (2011) υπολόγισε το δραστικό μέγεθος του πληθυσμού (Ne) στην Πάρνηθα με δύο μεθόδους σε 55 και 69 άτομα, αντίστοιχα, γεγονός που υποδεικνύει έναν βιώσιμο αλλά ασταθή στον χρόνο πληθυσμό. Ήδη, έχει ανατεθεί μελέτη για το κόκκινο ελάφι από τον Φορέα διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας, η οποία αναμένεται να παραδοθεί κατά τον Σεπτέμβριο του 2014 και περιλαμβάνει την εκτίμηση της βοσκοικανότητας, τις τυχόν επιπτώσεις από την βόσκηση των ελαφιών καθώς και προτάσεις για τη διαχείριση τους. Η ρύθμιση του πληθυσμού μέσω της απομάκρυνσης ατόμων κόκκινου ελαφιού αποτελεί ένα μέτρο διαχείρισης αφενός για τη διατήρηση του είδους και αφετέρου για την προστασία του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας. Αν και αφθονεί σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες, στην Ελλάδα χαρακτηρίζεται ως Κρισίμως Κινδυνεύον² (Λεγάκις & Μαραγκού 2009). Επιπρόσθετα, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ο ρόλος που διαδραματίζουν τα ελάφια στη διατήρηση ανοιχτών περιοχών και της βιοποικιλότητας που αυτές συντηρούν. Για παράδειγμα, ο αετομάχος και η κόκκινη τουλίπα είναι είδη που απαντούν μόνο στο Σαλονίκι και αναμένεται να εξαφανισθούν εάν λείψει η βόσκηση από τα ελάφια και πυκνώσει η βλάστηση. Τέλος, το ελάφι, ως μεγάλο φυτοφάγο, συμβάλλει αποφασιστικά στη διαχείριση της βλάστησης μειώνοντας τη δυνητικά διαθέσιμη καύσιμη ύλη και τελικά παρέχει προστασία στο δάσος έναντι ενδεχόμενων πυρκαγιών (σχόλια επί των προτεινόμενων μέτρων από

² Σύμφωνα με το άρθ. 10 (παρ. 2) του Ν. 3937 (ΦΕΚ 60Α/31-3-2011) προβλέπεται η εκπόνηση και εφαρμογή ειδικού σχεδίου δράσης για τον πληθυσμό του κόκκινου ελαφιού.

WWF). Η προστασία από τέτοιες ζωογενείς ή ακόμη και ανθρωπογενείς διαταραχές (βλ. παρακάτω) εκτιμάται ότι θα αυξήσει την αντοχή και ανθεκτικότητα των δασών και θα βελτιώσει τις συνθήκες αναγέννησης της ελάτης. Αξίζει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο ότι η χλωριδική σύνθεση των δασών κεφαλληνιακής ελάτης στην Πάρνηθα είναι σημαντικά επηρεασμένη από διαταραχές ενώ η καλύτερη ποιότητα τόπου της ελάτης βρέθηκε σε θέσεις με μικρότερο βαθμό διαταραχής (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).

- Συστηματική διαχείριση και ενημέρωση του κοινού που επισκέπτεται την Πάρνηθα, καθώς η περιοχή δέχεται μεγάλο όγκο επισκεπτών / έτος (Αμοργιανιώτης 1997). Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, απαιτείται μείωση των διαταραχών στη φυσική βλάστηση. Ως εκ τούτου, χρειάζεται κατάλληλη διαχείριση των επισκεπτών και ενημέρωσή τους για τη σπουδαιότητα του φυσικού οικοσυστήματος στην περιοχή, τους κινδύνους που διατρέχει και τα απαραίτητα μέτρα διαχείρισης για τη διατήρησή του. Θα πρέπει να γίνει κατάλληλη επιλογή των περιοχών όπου θα επιτρέπεται η πρόσβαση στους επισκέπτες και αυτών όπου θα απαγορεύεται. Πολύ σημαντική θεωρείται και η δραστηριοποίηση των πολιτών μέσω εκπαιδευτικών προγραμμάτων και συμμετοχικών δράσεων για την προστασία του φυσικού οικοσυστήματος (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).
- Προληπτικά και κατασταλτικά μέτρα για την αντιμετώπιση των πυρκαγιών. Σύμφωνα με τον Αμοργιανιώτη (1997), καταστροφικές πυρκαγιές στην Πάρνηθα και στο ελατοδάσος της έχουν καταγραφεί όχι μόνο το έτος 2007 αλλά και στο παρελθόν. Εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, οικοσυστήματα τα οποία δεν κινδύνευαν στο παρελθόν από πυρκαγιές αναμένεται να αντιμετωπίσουν τέτοιο κίνδυνο άμεσα. Η κεφαλληνιακή ελάτη είναι είδος μη προσαρμοσμένο σε πυρκαγιές και η αναγέννησή της έπειτα από πυρκαγιά είναι δύσκολη ως αδύνατη (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).
- Καταγραφή της γενετικής ποικιλότητας του πληθυσμού της ελάτης και συλλογή και διατήρηση πολλαπλασιαστικού υλικού, αντιπροσωπευτικού της ανωτέρω γενετικής και οικοτυπικής ποικιλότητας του είδους στην περιοχή. Στους σπόρους που θα συλλεχθούν θα πρέπει να γίνει έλεγχος βιωσιμότητας και φυτρωτικότητας, καθώς σύμφωνα με τον Σταματόπουλο (1995) η φυτρωτικότητά τους είναι ιδιαίτερα χαμηλή. Βάσει του πολλαπλασιαστικού υλικού, θα πρέπει να δημιουργηθεί σποροπαραγωγός κήπος στην Πάρνηθα. Εναλλακτικά, προτείνεται η επιλογή φυσικών συστάδων με άριστους φαινότυπους, από όπου θα γίνεται συλλογή σπόρων. Και στις δύο ανωτέρω περιπτώσεις θα πρέπει να ληφθούν παράλληλα αυξημένα μέτρα προστασίας του έναντι των πυρκαγιών, αλλά και προσβολών από παθογόνους οργανισμούς. Η κεφαλληνιακή ελάτη είναι ελληνικό ενδημικό είδος και ο πληθυσμός της Πάρνηθας είναι απομονωμένος σε σχέση με την υπόλοιπη εξάπλωση του είδους. Ήδη υπάρχουν δεδομένα για τη γενετική ποικιλότητα του πληθυσμού ελάτης και τις συγγένειες του με άλλους πληθυσμούς (Μητσόπουλος 1983, Δρούζας 2000, Fady *et al.* 2002, Κωστούδη 2012), αλλά απαιτείται περαιτέρω έρευνα και καταγραφή της ποικιλότητας του είδους στην Πάρνηθα (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).
- Μείωση του κατακερματισμού των δασών ελάτης, τουλάχιστον κατά το δυνατό. Το μέτρο αυτό δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί άμεσα, αλλά μπορεί να αποτελεί μακροχρόνιο στόχο της δασικής διαχείρισης στην περιοχή. Για την επίτευξη αυτού του στόχου δεν είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένα συνεχές δάσος ελάτης, αλλά να γίνει κατά το δυνατό σύνδεση συστάδων μέσω βιολογικών

διαδρόμων. Επιπλέον, κρίνεται χρήσιμη η παύση της λειτουργίας και η σταδιακή δάσωση δρόμων που δεν είναι απαραίτητοι για τη διαχείριση και προστασία του δάσους (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).

- Μετατροπή των προσβλημένων δέντρων σε δενδροπαγίδες, ιδιαίτερα στην περίπτωση που δεν υπάρχουν οι απαραίτητοι οικονομικοί πόροι για έγκαιρη υλοτομία και απομάκρυνση προσβλημένων και ασθενικών δέντρων (βλ. ανωτέρω μέτρο). Οι δενδροπαγίδες είναι έμφλοια κορμοτεμάχια έως ένα μέτρο μήκος ή έμφλοια κορμίδα τριών έως πέντε μέτρων. Δημιουργούνται την άνοιξη με υλοτομία ασθενικών δέντρων και τοποθετούνται σε σκιαζόμενες θέσεις μέσα στο δάσος, με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής με το υγρό έδαφος. Με τον τρόπο αυτό καθυστερεί η νέκρωσή τους και κατά συνέπεια επιμηκύνεται ο χρόνος δράσης τους. Έπειτα από την εκκόλαψη των αβγών των εντόμων και κατά τη διάρκεια εξέλιξης των λαρβών, οι δενδροπαγίδες απομακρύνονται από το δάσος. Εάν δεν υπάρχει οικονομική δυνατότητα απομάκρυνσης των παγίδων από το δάσος, τότε αυτές αποφλοιώνονται και εγκαταλείπονται επί τόπου. Έτσι, οι ευαίσθητες κάμπιες που ζουν κάτω από τον φλοιό εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία και τον αέρα και νεκρώνονται λόγω αφυδάτωσης ή αποτελούν πλέον εύκολα αξιοποιήσιμη λεία από τα διάφορα αρπακτικά, όπως πουλιά, σφήκες κ.ά. Αξιοποιώντας τη σημερινή τεχνογνωσία είναι δυνατόν, στις περιοχές οι οποίες βρίσκονται κάτω από πίεση, να εγκατασταθεί ένα δίκτυο φερομονικών παγίδων, ώστε με τη χρήση των κατάλληλων προσελκυστικών ουσιών να επιδιωχθεί μαζική παγίδευση και συνεπώς μείωση του πληθυσμού των φλοιοφάγων εντόμων (Αβτζής 2011β).
- Προστασία των εδαφικών πόρων κατά τον σχεδιασμό της διαχείρισης. Μέθοδοι διαχείρισης που καταστρέφουν τον δασικό τάπητα πρέπει να αποφεύγονται ιδιαίτερα στις περιπτώσεις στις οποίες το έδαφος παρουσιάζει μικρή ταχύτητα διήθησης (Αλιφραγκής 2012). Συγκεκριμένα στην Πάρνηθα, ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που διαμορφώνουν το δυσμενές περιβάλλον για την ανάπτυξη της κεφαλληνιακής ελάτης είναι το σκελετικό και αβαθές έδαφος το οποίο δημιουργεί κακές συνθήκες θρέψης και, κυρίως, συνθήκες έλλειψης εδαφικής υγρασίας. Έπειτα από την πυρκαγιά του 2007 προτάθηκαν αρκετά αντιδιαβρωτικά-αντιπλημμυρικά έργα (Μπαλούτσος 2008). Αντιδιαβρωτικά έργα μικρής κλίμακας θεωρείται ότι θα βοηθήσουν στην αποτροπή υποβάθμισης των εδαφικών συνθηκών στην περιοχή. Επίσης, η βελτίωση των εδαφικών ιδιοτήτων με προσθήκη οργανικής ουσίας (στην περίπτωση εδαφών πτωχών σε αυτή) ή/και δημιουργίας αυλακιών συγκράτησης νερού, σε θέσεις όπου πραγματοποιούνται φυτεύσεις ελάτης, θεωρείται ότι θα βελτιώσουν σημαντικά το ποσοστό επιβίωσης και την ανάπτυξη των φυταρίων (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).

3.2.4. Η νέκρωση της κεφαλληνιακής ελάτης (*Abies cephalonica*) στον Ανατολικό Ταΰγετο

Στον Ανατολικό Ταΰγετο, η κεφαλληνιακή ελάτη βρίσκεται στα νοτιότερα θερμοόρια της εξάπλωσής της. Πρόκειται για ενδημικό είδος, το οποίο εμφανίζεται μόνο στη χώρα μας, και ειδικότερα στην Κεφαλονιά (όρος Αίνος) από όπου και πήρε το όνομά της, στην Εύβοια, στη Στερεά Ελλάδα (Παρνασσός, Οίτη) και στην Πελοπόννησο. Ο πληθυσμός της στον Ταΰγετο αναμένεται να έχει σημαντική γενετική ποικιλότητα και διαφοροποίηση, λόγω της έντονης γεωμορφολογίας της νότιας Πελοποννήσου. Ο Ταΰγετος, σε αντίθεση με την Πάρνηθα, έχει περισσότερο ποικίλο ανάγλυφο και μεγαλύτερο υψόμετρο, προσφέροντας έτσι μεγαλύτερη έκταση δυνητικής εξάπλωσης-μετανάστευσης της ελάτης λόγω κλιματικής αλλαγής (Τσιριπίδης κ.ά. 2011).

Πρόκειται για δέντρο χαμηλού (για ελάτη) ύψους, το οποίο ανάλογα με την ποιότητα τόπου (site quality) φθάνει τα 15-30 μέτρα. Στις χειρότερες ποιότητες τόπου φθάνει σε μικρό ύψος, με μικρή σχετικά διάμετρο. Είναι είδος με αρκετά μεγάλο οικολογικό και φυσιολογικό εύρος ανοχής. Για την καλή του ανάπτυξη απαιτεί βαθύ, γόνιμο, χαλαρό και σχετικά νωπό έδαφος. Μπορεί ωστόσο να αναπτυχθεί και σε σχετικά αβαθή, ξηρότερα εδάφη, ιδίως σε ρωγμάδη ασβεστολιθικά πετρώματα, καθώς οι ρίζες του εισχωρούν βαθιά μέσα στις ρωγμές των πετρωμάτων από όπου αντλούν νερό και προσροφούν τα απαραίτητα για την ανάπτυξή του θρεπτικά ορυκτά συστατικά. Επίσης, η κεφαλληνιακή ελάτη είναι ανθεκτική στη σκιά, ιδιαίτερα σε νεαρή ηλικία, χωρίς ωστόσο να είναι σκιοφιλή. Αντέχει στη σκίαση και την καταπίεση για πολλά έτη και αναλαμβάνει και εξελίσσεται κανονικά έπειτα από την απελευθέρωσή της. Δημιουργεί συνήθως ανομήλικα δάση τα οποία αποκτούν μια ακανόνιστη κηπευτή δομή (κηπευτοειδή), πυκνά και με υψηλά ξυλαποθέματα. Πρόκειται δηλαδή για διαρκές δάσος το οποίο δεν αποψιλώνεται ποτέ και συνεπώς είναι ένα είδος ιδανικό για την ενάσκηση φυσικής δασοπονίας (close to nature forestry). Δημιουργεί αμιγή δάση με σποραδική μίξη άλλων ειδών, κυρίως δρυών, καθώς και μικτά δάση με τη μαύρη πεύκη, όπου τα δύο αυτά είδη έρχονται σε επαφή. Η μίξη αυτή είναι κατά κανόνα προσωρινή. Η ελάτη αναγεννάται πολύ εύκολα κάτω από την κομοστέγη (canopy) της μαύρης πεύκης, η οποία είναι πρόδρομο (pioneer) είδος. Στη συνέχεια, ως ανθεκτικό στη σκιά είδος, ανέρχεται βαθμιαία στον μεσόροφο και ανόροφο της μαύρης πεύκης, δημιουργώντας ένα προσωρινά μικτό δάσος μαύρης πεύκης και ελάτης. Τέλος, λόγω της μεγαλύτερης ανταγωνιστικής της ικανότητας εκτοπίζει τη μαύρη πεύκη και δημιουργεί αμιγές ανομήλικο δάσος ελάτης.

Το ξύλο της κεφαλληνιακής ελάτης έχει ανοιχτό χρώμα, είναι μαλακό και ευκατέργαστο, χωρίς ρητινοθύλακες. Χρησιμοποιείται κυρίως για εσωτερικές χρήσεις και στην οικοδομική για μαδέρια. Κατά τον Διόσκουρο, η ρητίνη της, το ελατινό μύρο ή ελάτινη ρητίνη χρησιμοποιούνταν στη φαρμακευτική. Από τα εκκρίματα των βελόνων που προσβάλλονται από αφίδες προέρχεται το ελατόμελο. Για τη χώρα μας είναι είδος πολυτιμότεο. Χωρίς να φθάνει το ύψος της υβριδογενούς ή της λευκής ελάτης, χαρακτηρίζεται από αντοχή στην ξηρασία, είναι σχετικά ολιγαρκής και αποδίδει σημαντικό όγκο ξύλου κάτω από σχετικές δυσμενείς συνθήκες. Είναι βραδυαυξής έως την ηλικία των 15 περίπου ετών, έπειτα όμως αυξάνεται πολύ γρήγορα και αποκτά μεγάλες διαστάσεις διαμέτρου (σε ηλικία 80-100 ετών ξεπερνά τα 70 εκατοστά στηθιαίου ύψους) (Ντάφης 2013).

Φλοιοφάγα έντομα

Όπως όλα τα είδη της ελάτης, η κεφαλληνιακή ελάτη αποδείχθηκε είδος ευπαθές στην κλιματική αλλαγή. Σποραδικές νεκρώσεις, εξασθενημένων σχετικά ατόμων, από προσβολή φλοιοφάγων εντόμων πάντοτε υπήρχαν, ωστόσο, οι προσβολές αυτές δεν έπαιρναν στο παρελθόν επιδημικές διαστάσεις. Τα έτη 1987 και 1988 επικράτησαν στη χώρα μας ακραίες συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών (45-48°C) και ξηρασίας έπειτα από μία σχετικά μακρά περίοδο μειωμένων βροχοπτώσεων (επί πέντε σχεδόν έτη). Το 1989 παρατηρήθηκε επιδημική προσβολή από φλοιοφάγα έντομα τόσο της κεφαλληνιακής όσο, σε μικρότερο βαθμό, και της υβριδογενούς ελάτης σε όλη σχεδόν τη χώρα. Στον Ταΰγετο και σε άλλες περιοχές της Πελοποννήσου υπολογίζεται πως το ποσοστό των ατόμων ελάτης που νεκρώθηκαν από την προσβολή των φλοιοφάγων εντόμων ανήλθε σε 20-30%. Η προσβολή των εντόμων θεωρήθηκε δευτερογενής. Πρωτογενής αιτία ήταν η επικράτηση ακραίων συνθηκών (υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασία), οι οποίες προκάλεσαν εξασθένηση των δέντρων μέσω της καταστροφής μέρους του επιτόλαιου ριζικού συστήματος (Ντάφης).

Στο πλαίσιο του έργου, βρέθηκε πως η νέκρωση της κεφαλληνιακής ελάτης οφείλεται στην επιδημική έξαρση του είδους *Pityokteines spinidens*, ενός εξαιρετικά επικίνδυνου φλοιοφάγου εντόμου. Όπως αναφέρθηκε, η επικράτηση του εν λόγω είδους οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις αλλαγές των κλιματικών παραμέτρων, δηλαδή, στην αύξηση της θερμοκρασίας και στη μείωση των βροχοπτώσεων που παρατηρήθηκαν στην περιοχή μελέτης. Ωστόσο, στο ελατόδασος του Ταΰγετου, τα υψηλά ποσοστά εμφάνισης του ωφέλιμου εντόμου *Thanasimus formicarius* (φυσικός θηρευτής του *P. spinidens*) σε συνδυασμό με την υψηλή εντομο-βιοποικιλότητα καταδεικνύουν ένα μάλλον σταθερό οικοσύστημα που βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας και, ως εκ τούτου, μπορεί να αντισταθεί σε μια ενδεχόμενη πληθυσμιακή αύξηση των επιβλαβών φλοιοφάγων εντόμων (Αβτζής 2010).

Η επεξεργασία των σεναρίων των υποθετικών κλιματικών αλλαγών για το χρονικό διάστημα 2010-2050 επιτρέπει τη διατύπωση της υπόθεσης ότι, κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης χρονοσειράς, αναμένεται να ενισχυθεί η οικολογική ισορροπία του οικοσυστήματος. Αυτό σημαίνει ότι η κεφαλληνιακή ελάτη, η οποία βρίσκεται στο άριστο της εξάπλωσής της θα συνεχίσει την επεκτατική εγκατάστασή της στις γυμνές και καμένες εκτάσεις. Επίσης, σύμφωνα πάντα με τα ανωτέρω υποθετικά σενάρια, θα συνεχισθεί η εγκατάστασή της στις μερικώς δασοσκεπείς εκτάσεις όπου ήδη εμφανίζεται και τέλος θα ενισχυθεί η είσοδος της στις συστάδες της μαύρης πεύκης (Αβτζής 2011α).

Φυτοκοινωνίες

Στην περιοχή του Ταΰγετου διακρίθηκαν τρεις μονάδες βλάστησης που αντιπροσωπεύουν δύο ποιότητες τόπου. Η μονάδα βλάστησης στη χειρότερη ποιότητα τόπου εμφανίζεται σε χαμηλότερα υψόμετρα σε σχέση με τις δύο άλλες μονάδες. Η κύρια περιβαλλοντική βαθμίδα που βρέθηκε στα δάση κεφαλληνιακής ελάτης στον Ταΰγετο εκφράζει τη γονιμότητα και υγρασία του εδάφους, καθώς και τις μέσο- και μικρο-κλιματικές συνθήκες. Επιπλέον, βρέθηκε και μια δευτερεύουσα περιβαλλοντική βαθμίδα που συσχετίζεται με το ποσοστό εδαφοκάλυψης του δενδρώδους ορόφου και πιθανώς με τον βαθμό διαταραχής των συστάδων κεφαλληνιακής ελάτης.

Τα δάση κεφαλληνιακής ελάτης στην περιοχή εμφανίζουν αρκετά υψηλή φυτοποικιλότητα, τόσο βάσει του αριθμού ειδών που φιλοξενούν, όσο και βάσει της διαφοροποίησης μεταξύ των τριών μονάδων βλάστησης.

Ένας από τους σημαντικότερους κινδύνους που απειλεί τα δάση κεφαλληνιακής ελάτης στον Ταΰγετο είναι οι δασικές πυρκαγιές. Σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα της περιοχής και στα δάση κεφαλληνιακής ελάτης έχουν ήδη προκληθεί από τις φωτιές του 1998 και 2007 (Τσιριπίδης κ.ά. 2011).

Φυσιολογία

Στο Βόρειο τμήμα, κοντά στην κορυφή «Μαλεβός», παρατηρήθηκαν συστάδες μαύρης πεύκης, ομήλικες και μικτές με κεφαλληνιακή ελάτη ή και καστανιά, η οποία είναι προϊόν ανθρώπινης επέμβασης. Ως γνωστόν η καστανιά είναι είδος ταχυαυξές με μεγάλη πρεμνοβλαστική ικανότητα (όταν υλοτομείται πρεμνοβλαστώνει έντονα και μπορεί να ανταγωνιστεί και να επικρατήσει ακόμη και επί ισχυρά σκιοφυτών ειδών όπως είναι η ελάτη). Η αναγέννηση παρουσιάζεται πλούσια σε κεφαλληνιακή ελάτη στο στάδιο της πυκνοφυτείας και της νεοφυτείας, και ακολουθούν πλατύφυλλα είδη όπως η καστανιά και το πουρνάρι. Η ελάτη είναι καλά εγκαταστημένη στον υπόροφο των δασών της μαύρης πεύκης με δυναμική επικράτησής της, έπειτα την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής της μαύρης πεύκης.

Στα τμήματα του δάσους που βρίσκονται στα ορεινά επάνω από την περιοχή του Μυστρά υπάρχουν μικτές ανομήλικες συστάδες ελάτης και μαύρης πεύκης με δομή που πλησιάζει την κηπευτή. Οι νεκρώσεις ελάτης που καταγράφηκαν παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις. Η αναγέννηση της ελάτης είναι πλούσια, καταδεικνύοντας τη δυναμική της παρά το γεγονός ότι βρίσκεται στα νοτιότερα όρια της εξάπλωσής της στην Ελλάδα. Ως σκιοφυτό είδος μπορεί και αντέχει τον ανταγωνισμό με τη μαύρη πεύκη, η οποία ως φωτόφιλο είδος δεν μπορεί να αντιμετωπίσει την ανταγωνιστική ελάτη και η αναγέννησή της είναι περιορισμένη και με προοπτική να δώσει τη θέση της στην ελάτη.

Νοτιότερα, στα τμήματα δάσους που βρίσκονται πάνω από τον οικισμό Καστάνια, τα δάση ελάτης είναι χαμηλής ποιότητας, αναπτύσσονται επάνω σε μητρικό πέτρωμα από σκληρό ασβεστόλιθο και σε πολύ αβαθή και διαβρωμένα εδάφη. Τα δέντρα είναι κακόμορφα με αρκετή παρουσία ιξού στην κόμη τους. Το συνολικό νεκρό ξύλο (ιστάμενο και κατακείμενο) αντιπροσωπεύει το 36% του συνολικού όγκου, ποσοστό αρκετά μεγάλο σε σχέση με άλλα τμήματα του δάσους βορειότερα. Υπάρχουν ενδείξεις ότι το νεκρό ξύλο δεν απομακρύνεται από το δάσος. Η αναγέννηση ελάτης είναι πλούσια, παρόλο που η βόσκηση από γιδοπρόβατα είναι εμφανής.

Στα σημεία του δάσους που έχουν προκύψει από πρόσφατες πυρκαγιές παρατηρήθηκε ότι το δάσος έχει αναγεννηθεί μερικώς από μαύρη πεύκη και λίγη ελάτη και ότι όλη η περιοχή στον όροφο των θάμνων είναι καλυμμένη από ένα πυκνό στρώμα από σκληρόφυλλα πλατύφυλλα είδη. Παρόλο που αυτό το πολύ πυκνό επίπεδο βλάστησης φαίνεται να δρα αρνητικά στην αναγέννηση δέντρων όπως η μαύρη πεύκη και η ελάτη, στον όροφο των νεοφυτών (κάτω από τον πυκνό όροφο των θάμνων) σημειώθηκε ικανοποιητική παρουσία θαλερών νεοφυτών μαύρης πεύκης, ελάτης, αριάς και πουρναριού τα οποία αναπτύσσονται προστατευόμενα από τον πυκνό όροφο των θάμνων.

Ο Ταΰγετος αποτελεί το νοτιότερο όριο εξάπλωσης της ελάτης στον Ελλαδικό χώρο αλλά οι διαθέσιμες βροχοπτώσεις φαίνεται ότι δημιουργούν ευνοϊκότερες συνθήκες

για την αύξηση της ελάτης σε σχέση με την Πάρνηθα (καθώς το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στον Ταΰγετο είναι υψηλότερο από αυτό της Πάρνηθας). Ανθρωπογενείς επιδράσεις όπως βοσκή και πυρκαγιές επηρέασαν τη σημερινή μορφή των συστάδων στον Ταΰγετο. Παρά την ανησυχητική άνοδο των θερμοκρασιών στην περιοχή (ιδιαίτερα των ελάχιστων θερμοκρασιών), φαίνεται ότι η ελάτη είναι σε σχετικά καλή κατάσταση και το δυναμικό αναγέννησής της φαίνεται ότι μπορεί να δώσει υγιείς συστάδες ελάτης στο μέλλον. Το φαινόμενο των νεκρώσεων που εμφανίζεται σε διάρκεια χρόνου, όπως φαίνεται από τα ποσοστά του νεκρού ιστάμενου και κατακείμενου όγκου ξύλου, δεν είναι απειλητικό για την ύπαρξη του δάσους. Είναι πιθανόν το φαινόμενο να συνεχίσει να υπάρχει ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που θα εμφανίζονται (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2011).

Έδαφος

Τα εδάφη της περιοχής του Ανατολικού Ταΰγετου θεωρούνται γενικώς ως αβαθή. Στην περιοχή επικρατούν τα αμμοπηλώδη εδάφη με ισχυρή δομή. Στις πυκνές συστάδες ελάτης στην επιφάνεια του εδάφους έχει σχηματισθεί δασικός τάπητας πάχους 2-3 εκ. που προστατεύει σημαντικά το έδαφος από τη διάβρωση. Τα εδάφη της περιοχής όπου επικρατεί ο σχιστόλιθος έχουν μέσο βάθος 30-40 εκ. Αντίθετα, στις περιοχές στις οποίες το μητρικό υλικό είναι ο ασβεστόλιθος (περιοχές που βρίσκονται στο νοτιότερο όριο εξάπλωσης της ελάτης), το εδαφικό υλικό περιορίζεται στις καρστικές κοιλότητες. Στις περιοχές αυτές η επιβίωση της ελάτης στηρίζεται κυρίως στη δυνατότητα εκμετάλλευσης του εδαφικού υλικού που βρίσκεται στις καρστικές κοιλότητες. Τα εδάφη που προέρχονται από μητρικό υλικό σχιστολίθων είναι όξινα ενώ αντίθετα αυτά που προέρχονται από μητρικό υλικό ασβεστολίθου είναι αλκαλικά. Τα περισσότερα εδάφη θεωρούνται καλά εφοδιασμένα με οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία. Ωστόσο, λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε σκελετικό υλικό, η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που είναι διαθέσιμη για την ανάπτυξη των φυτών είναι περιορισμένη.

Σε ορισμένες θέσεις, η ποσότητα του διαθέσιμου νερού του εδάφους φαίνεται ότι είναι μικρότερη από τις απαιτήσεις των φυτών με αποτέλεσμα αυτά να βρίσκονται κάτω από συνθήκες έλλειψης εδαφικής υγρασίας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Σε πολλές περιοχές τα εδάφη έχουν καλλιεργηθεί παλαιότερα με αποτέλεσμα να έχουν υποστεί μεγάλη υποβάθμιση. Υπάρχουν ίχνη παλαιών βαθμίδων επί των οποίων έχει αναπτυχθεί δασική βλάστηση. Γενικότερα, παρατηρείται μια σταδιακή βελτίωση των εδαφικών συνθηκών στις καλλιεργούμενες παλαιότερα περιοχές. Η βελτίωση αυτή τεκμηριώνεται από τη σταδιακή δημιουργία δασικού τάπητα (σε περιοχές που δεν διαβρώνονται). Στην περιοχή του Ταΰγετου οι νεκρώσεις της ελάτης παρατηρούνται σε θέσεις στις οποίες η αποθηκευτική ικανότητα σε νερό του εδάφους είναι γενικά μικρή (Αλιφραγκής 2011).

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Σκοπός της προσαρμοσμένης στην κλιματική αλλαγή διαχείρισης των δασών της κεφαλληνιακής ελάτης είναι η θωράκιση του οικοσυστήματος απέναντι σε παρόμοιες προσβολές φλοιοφάγων εντόμων, η διατήρηση αυτού του πολύτιμου για τη χώρα μας είδους και η δημιουργία συστάδων ελάτης με κανονική κηπευτή δομή. Η κηπευτή δομή ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της προσαρμογής της διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή αφού δημιουργεί διαρκές δάσος με υψηλά ξυλαποθέματα,

σταθερότερης ισορροπίας και μεγαλύτερης ικανότητας δέσμευσης και ταμίευσης CO₂ (Ντάφης 2013).

Τα διαχειριστικά – δασοκομικά μέτρα που προτείνονται για την αντιμετώπιση του κινδύνου είναι:

- Άμεση υλοτομία όλων των προσβλημένων ατόμων, αλλά και των ατόμων με διαταραγμένη φυσιολογία πριν αξιοποιηθούν από τα φλοιοφάγα με ταυτόχρονη αναστολή όλων των κανονικών υλοτομιών (αναγεννητικών, καλλιεργητικών και καρπωτικών), σε περιπτώσεις έξαρσης του φαινομένου (ιδιαίτερα σε ξηροθερμικές περιόδους). Στη συνέχεια, θα πρέπει να ακολουθεί άμεση εκφλοιοώση του κορμού των υλοτομημένων δέντρων για την καταστροφή των λαρβών των εντόμων (λόγω της επαφής τους με τον αέρα και την ηλιακή ακτινοβολία) με απώτερο σκοπό τη μείωση του κινδύνου νέας επιδημικής έξαρσης. Ιδιαίτερα στο νότιο τμήμα του Ταύγετου (περιοχή Καστάνια) όπου τα δάση ελάτης είναι χαμηλής ποιότητας (διότι αναπτύσσονται επάνω σε μητρικό πέτρωμα από σκληρό ασβεστόλιθο και σε πολύ αβαθή και διαβρωμένα εδάφη με έντονη την παρουσία της βόσκησης), η απομάκρυνση των νεκρών ή προσβλημένων ατόμων ελάτης αναμένεται να εξυγιάνει τις συστάδες και να μειώσει τον ανταγωνισμό στον ανώροφο. Με αυτόν τον τρόπο θα αποφευχθούν περαιτέρω νεκρώσεις ατόμων ελάτης λόγω ανταγωνισμού, στο δυσμενές αυτό μικροπεριβάλλον (Ντάφης 2013, Αβτζής 2011β, Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β). Ωστόσο, καθώς το Δασαρχείο Σπάρτης δεν έχει την οικονομική δυνατότητα να προβεί σε εκφλοιοώση των υλοτομημένων δέντρων, προτίθεται να τα διαθέσει για τις ανάγκες των κατοίκων της περιοχής.
- Συμπλήρωση των κενών που δημιουργούνται από τις ανωτέρω εξυγιαντικού τύπου υλοτομίες με ευνόηση της φυσικής αναγέννησης ή με φυτεύσεις τετραετών φυταρίων ελάτης τα οποία προέρχονται από σπόρους που συνελέγησαν από τα εναπομείναντα υγιή άτομα (Ντάφης 2013). Ωστόσο, κάποιοι ερευνητές προτείνουν τη φύτευση διετών αντί για τετραετών φυταρίων ελάτης καθώς υποστηρίζουν πως η επιτυχία εγκατάστασης ενός φυταρίου εξαρτάται από την καλή ανάπτυξη του ριζικού του συστήματος και την αναλογία υπέργειου/υπόγειου τμήματος. Τα τετραετή φυτάρια, τα οποία έχουν ήδη αναπτύξει μεγάλη ρίζα, δυσκολεύονται να προσαρμοσθούν στην τελική θέση και ως συνέπεια, εκτιμάται ότι το ποσοστό επιτυχίας των φυτεύσεων θα είναι μικρό. Το Δασαρχείο Σπάρτης επίσης συμφωνεί με τη φύτευση διετών φυταρίων ελάτης, καθώς από την έως τώρα εμπειρία στην ευρύτερη περιοχή, έχουν σημαντικά μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας έναντι των τετραετών φυταρίων.
- Εγκατάσταση δικτύου φερομονικών παγίδων στο συγκεκριμένο οικοσύστημα, ώστε, με τη χρήση κατάλληλων προσελκυστικών ουσιών, να διασφαλισθεί η συγκέντρωση πληροφοριών σχετικά με τη δυναμική των πληθυσμών φλοιοφάγων εντόμων στην πορεία της χρονοσειράς μελέτης (2010-2050) (Αβτζής 2011β).
- Μετατροπή των δασών της ελάτης (τόσο της κεφαλληνιακής όσο και της υβριδογενούς) σε κανονικά κηπευτά ή εξαετή κηπευτοειδή δάση. Τα δάση αυτά είναι ανθεκτικότερα, οικολογικά σταθερότερα και ανταποκρίνονται καλύτερα σε μέτρα προσαρμογής της διαχείρισης στην κλιματική αλλαγή. Η μετατροπή γίνεται με κατάλληλους χειρισμούς (κηπεύσεις ή και κηπευτικές αραιώσεις) και πιο συγκεκριμένα με την εφαρμογή της συντηρητικής αρχής του χειρισμού κηπευτών δασών, δηλαδή με διατήρηση κατά το δυνατόν υψηλών ξυλαποθεμάτων με αύξηση των διαστάσεων της κανονικής διαμέτρου στα 70-80 εκατοστά για την

αύξηση της ικανότητας δέσμευσης και ταμίευσης CO₂. Σε ορισμένες επιλεγμένες θέσεις, στις κατ' άτομο κηπευτές δομές, θα πρέπει να αυξηθεί η απώληση του λήμματος από το συντηρητικό ποσοστό λόγω αποταμίευσης ξυλαποθέματος του 9-10% του ξυλαποθέματος σε κάθε περιφορά σε 20-22% ώστε να ευνοηθεί περισσότερο η αναγέννηση της κεφαλληνιακής ελάτης ως ποσοστό στο σύνολο των κλάσεων ηλικίας. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα μεγαλύτερης προσαρμογής στην επερχόμενη κλιματική αλλαγή διότι τα νεαρής ηλικίας δέντρα παρουσιάζουν μεγαλύτερη προσαρμογή σε ενδεχόμενες κλιματικές αλλαγές σε σχέση με τα μεγαλύτερης ηλικίας δέντρα (Ντάφης 2013, Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β). Ωστόσο, το εν λόγω μέτρο δεν ενδείκνυται για το νότιο τμήμα του Ταυγέτου (οικισμός Καστανία) λόγω της χαμηλής ζωτικότητας που εμφανίζει εκεί η ελάτη. Αντ' αυτού, προτείνεται η απλή ενίσχυση του πληθυσμού με φυτεύσεις και η εφαρμογή δασοκομικών μέτρων.

- Ευνόηση μικτών συστάδων ελάτης – μαύρης πεύκης, τουλάχιστον κατά θέσεις (στο κεντρικό τμήμα της περιοχής, επάνω από τον Μυστρά), με κατάλληλους δασοκομικούς χειρισμούς, με σκοπό τη διασφάλιση της σταθερότητας και του οικολογικού ισοζυγίου του συγκεκριμένου οικοσυστήματος (Αβτζής 2011β). Περαιτέρω, η ευνόηση μικτών συστάδων συμβάλλει στη διατήρηση και βελτίωση της ποικιλότητας δομής και σύνθεσης των δασών ελάτης (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β). Η μαύρη πεύκη συγκεκριμένα, η οποία έχει δεχτεί έντονες αρνητικές επιδράσεις από τις πυρκαγιές των ετών 1998 και 2007, παίζει σημαντικό οικολογικό ρόλο στα δάση ελάτης της περιοχής, λειτουργώντας σε κάποιες περιπτώσεις ως πρόσκοπο είδος που εισέρχεται στα δάση ελάτης έπειτα από διαταραχές, αλλά και ως είδος της τελικής φυτοκοινωνίας σε σταθμούς καλής ποιότητας τόπου (Dimopoulos *et al.* 1996, Bergmeier 2002). Η ενίσχυση της μίξης των ειδών θεωρείται θετικό διαχειριστικό μέτρο διότι με αυτόν τον τρόπο υποβοηθάται η προσαρμογή του δάσους στην κλιματική αλλαγή (αυξάνεται η αντοχή στην ξηρασία) και μειώνεται ο κίνδυνος πυρκαγιάς και εξάπλωσής της (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β).
- Ευνόηση μικτών συστάδων ελάτης – μαύρης πεύκης – καστανιάς, είτε με φυσικό τρόπο (μέσω της διαχείρισης) είτε με πιο επεμβατικό (κατά θέσεις με φυτεύσεις – αναδασώσεις για τη δημιουργία ενός μωσαϊκού μικτών συστάδων), όπου οι συνθήκες του μικροπεριβάλλοντος το επιτρέπουν (δηλαδή στο βόρειο τμήμα της περιοχής, κορυφή “Μαλεβός”). Εξάλλου, στο τμήμα αυτό του Ταυγέτου αναμένεται να υπάρξει περαιτέρω είσοδος και ανάπτυξη της ελάτης μέσα στις συστάδες μαύρης πεύκης. Εκεί παρατηρούνται ήδη ανομήλικες και πολύ ακανόνιστες από άποψη δομής συστάδες μαύρης πεύκης είτε αμιγείς με πλούσια αναγέννηση ελάτης είτε μικτές με ελάτη και καστανιά. Σε αντίθεση με τα άλλα πλατύφυλλα είδη της περιοχής, η καστανιά παρουσιάζει συγκριτικό πλεονέκτημα λόγω της πολύ μεγάλης πρεμνοβλαστικής ικανότητάς της που την καθιστά πολύ ανταγωνιστική ακόμη και με πολύ σκιάφουτα είδη όπως η ελάτη ή το σφενδάμι. Το εν λόγω μέτρο, όπως και το ανωτέρω, αυξάνει την αντοχή του δάσους στην ξηρασία και στις πυρκαγιές αλλά περαιτέρω συμβάλλει στην αύξηση του εισοδήματος των τοπικών πληθυσμών με την καλής ποιότητας ξυλεία που παράγει αλλά και με τους εύγευστους και εμπορικά αξιοποιήσιμους καρπούς της (Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β).
- Εμπλουτισμός με εδαφοβελτιωτικά πλατύφυλλα είδη σε ποσοστό 15-20% της επιφάνειας (όπου αυτό είναι δυνατό) (Ντάφης 2013).

- Καταγραφή της γενετικής ποικιλότητας του είδους και συλλογή πολλαπλασιαστικού υλικού που να αντιπροσωπεύει την ανωτέρω ποικιλότητα. Βάσει της καταγραφής της γενετικής ποικιλότητας θα μπορεί να αποτιμηθεί στο μέλλον η επίπτωση οποιασδήποτε διαταραχής (π.χ. δασική πυρκαγιά) στα ελατοδάση της περιοχής. Βάσει του πολλαπλασιαστικού υλικού μπορεί να γίνουν δράσεις αποκατάστασης οποιωνδήποτε αρνητικών επιδράσεων, όταν η φυσική αποκατάσταση κρίνεται ως αδύνατη ή αργή. Για λόγους εξασφάλισης της διατήρησης, κατά το δυνατό, της ποικιλότητας του είδους στην περιοχή, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη η δημιουργία ή διατήρηση σποροπαραγωγού κήπου που να αντιπροσωπεύει επαρκώς την ποικιλότητα του τοπικού πληθυσμού (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).
- Μέτρα διαχειριστικού χαρακτήρα για τον περιορισμό των κινδύνων που απειλούν τα δάση του Ανατολικού Ταΰγετου, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τη βόσκηση, την κλαδονομή, τις εκχερσώσεις και τους εμπρησμούς. Στην προσπάθεια ανόρθωσης των δασών της περιοχής, το σοβαρότερο πρόβλημα που προκύπτει είναι εκείνο της βόσκησης. Στην περιοχή διαπιστώθηκε κατά τόπους αρνητική επίδραση στην υποβλάστηση και την αναγέννηση της ελάτης λόγω βόσκησης. Η βόσκηση είναι ισχυρός ρυθμιστικός παράγοντας της αναγέννησης των συστάδων, ιδιαίτερα έπειτα από πυρκαγιές. Απαιτείται λοιπόν ρύθμιση και εξορθολογισμός (όχι απαγόρευση) ώστε να υπάρχει δυνατότητα χειρισμού της βλάστησης του υπορόφου των συστάδων με ταυτόχρονη παραγωγή κτηνοτροφικών προϊόντων χωρίς ωστόσο να προκαλείται υποβάθμιση των δασών και της ικανότητας αναγέννησής τους. Η επίλυση του προβλήματος αυτού αποτελεί επιτακτική ανάγκη, ώστε να διασφαλισθεί η επίτευξη, στον μέγιστο δυνατό βαθμό, των σκοπών που αναφέρθηκαν ανωτέρω (Αβτζής 2011β, Ραδόγλου & Σπύρογλου 2013β, Αλιφραγκής 2012, Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β). Τέλος, ο κίνδυνος της πυρκαγιάς αποτελεί μία επίσης σημαντική απειλή που μπορεί να προκαλέσει συρρίκνωση της εξάπλωσης και μείωση της ποικιλότητας της ελάτης στην περιοχή. Μπορεί επιπρόσθετα να επιφέρει υποβάθμιση των αβιοτικών και κυρίως των εδαφικών συνθηκών στις περιοχές εξάπλωσης της ελάτης. Συνεπώς, απαιτείται η λήψη προληπτικών αλλά και κατασταλτικών μέτρων έναντι του κινδύνου των πυρκαγιών (Τσιριπίδης & Δημόπουλος 2012β).
- Προστασία των εδαφικών πόρων κατά τον σχεδιασμό της διαχείρισης. Μέθοδοι διαχείρισης που καταστρέφουν τον δασικό τύπητα πρέπει να αποφεύγονται ιδιαίτερα στις περιπτώσεις στις οποίες το έδαφος παρουσιάζει μικρή ταχύτητα διήθησης (Αλιφραγκής 2012).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 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.
- Barker, T., Bashmakov, I., Bernstein, L., Bogner, J.E., Bosch, P.R. and R. Dave. (2007). Mitigation of climate change. Technical summary. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *In*: B. Metz, O.R., Davidson, P.R., Bossh, R., Dave S.I.A., Meyer/Eds. *Climate change 2007* (pp 1-103). Cambridge/New York: Cambridge University Press.
- Béland, M., Agestam, E., Ekö, P.M., Gemmel, P. & U. Nilsson. (2000). Scarification and Seedfall affects Natural Regeneration of Scots pine Under Two Shelterwood Densities and a Clear-cut in Southern Sweden, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15:2,247 — 255.
- Benz, G. and M. Zuber. (1997). Die wichtigsten Forstinsekten der Schweiz und des angrenzenden Auslandes. 2nd edition. Vdf. Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 121 p., Zürich.
- Bergmeier, E. (2002). Plant communities and habitat differentiation in the Mediterranean coniferous woodlands of Mt. Parnon (Greece). *Folia Geobotanica* 37: 309-331.
- Bodin, P. & Wiman, B.L.B. 2007. The usefulness of stability concepts in forest management when coping with increasing climate uncertainties. *Forest Ecol. Manag.* 242: 541-552.
- Bolte, A., Ammer, A., Löf, M., Madsen, P., Nabuurs, G.-J., Schall, P., Spathelf, P. & Rock, J. 2009. Adaptive forest management in central Europe: Climate change impacts, strategies and integrative concept. *Scand. J. Forest Res.* 24(6): 473-482.
- Burke, I.C., Kaye, J.P., Bird, S.P., Hall, S.A., Mc Culley, R.L. and G.L. Sommerville. (2003). Evaluating and testing models of terrestrial biogeochemistry: the role of temperature in controlling decomposition. *In*: Models in Ecosystem Science. Canham C.D. and Lauenroth W.K. (Eds). Princeton University Press. pp: 225-253.
- Byers, J.A. (2004). A synthesis chemical ecology of bark beetles in a complex olfactory. *In*: Lieutier, F., Day, R.K., Battisti, A., Gregoire, J.C., Evans, F.H. (eds). *Bark and wood boring insects in living trees in Europe*. Springer, Berlin, pp 89–135.
- Carlisle, A. & A.H.F. Brown. (1968). *Pinus sylvestris* L. *Journal of Ecology* 56: 269-307.
- CEC (Commission of the European Communities). (2007). Adapting to climate change in Europe: options for EU action. Green Paper, Brussels.
- Christensen, J.H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X. and L. Held. (2007). Regional Climate Projections. Contribution of Working Group to the Fourth Assessment Report of the IPCC. *In*: S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis K.B. Avery, M. Tignor and H.L. Miller (Eds.). *Climate Change 2007. The Physical Science Basis* (pp: 847-943). Cambridge University Press. Cambridge.

- Dale, V.H, Joyce, L.A., McNulty, S., Neilson, R.P., Ayres, M.P., Flannigan, M.D., Hanson, P.J., Irland, L.C., Lugo, A.E., Peterson, C.J., Simberloff, D., Swanson, F.J., Stocks, B.J. and B.M. Wotton. (2001). Climate change and forest disturbances. *BioScience* 51: 723–734.
- Dimopoulos, P., Georgiadis, T. & Sýkora K. (1996). Phytosociological research on the montane coniferous forests of Greece: Mount Killini (NE Peloponnisos, S Greece). *Folia Geobot. Phytotax.* 31: 169-195.
- Duinker, P.N. (1990). Climate change and forest management, policy and land use. *Land Use Policy* 7: 124–137.
- Easterling, W.E., W.H. Hurd and J.B. Smith. (2004). Coping with global climate change: the role of adaptation in the United States. Pew Centre on Global Climate Change, Arlington, Virginia, USA.
- EUFORGEN. (2009). Distribution map of Scots pine (*Pinus sylvestris*), www.euforgen.org. (ημερομηνία πρόσβασης: 15/11/2011).
- European Union. (2013). Guidelines on Climate Change and Natura 2000 Dealing with the impact of climate change on the management of the Natura 2000 Network of areas of high biodiversity value, <http://ec.europa.eu/environment/nature/climatechange/pdf/Guidance%20document.pdf> (2013). Accessed 2 February 2013.
- Fady, B., Arbez, M. & A. Marpeau. (2002). Geographic variability of terpene composition in *Abies cephalonica* Loudon and *Abies* species around the Aegean: hypotheses for their possible phylogeny from the Miocene. *Trees* 6: 162-171.
- 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.
- Ford, J., T. Pearce, B. Smit, J. Wandel, M. Allurut, K. Shappa, H. Ittusujurat and K. Qrunnut. (2006). Reducing vulnerability to climate change in the Arctic: the case of Nunavut, Canada. *Arctic*, 60(2): 150–166.
- Fussler, H.M. (2007). Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons. *Sustain. Sci.* DOI 10.1007/s11625-007-0032-y.
- Gian-Reto, W., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O. and F. Bairlein. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416: 389-395.
- 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.
- Giorgi, F. (2006). Climate change hot-spots. *Geophys. Res. Lett.*, 33: L08707, doi: 10.1029/2006GL025734.W.L.
- González-Martínez, S.C. and F. Bravo. (2001). Density and population structure of the natural regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the High Ebro Basin (Northern Spain). *Ann. For. Sci.* 58: 277–288.
- 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.
- Hampe, A. & R.J. Petit. (2005). Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. *Ecol. Lett.* 8: 461–467.
- Hansen, A.J., R.P. Neilson, V.H. Dale, C.H. Flather, L.R. Iverson, D.J. Currie, S. Shafer, R. Cook, and P.J. Bartlein. (2001). Global change in forests: response of species, communities, and biomes. *BioScience* 51: 765–779.
- Hare W. and M. Meinshausen. (2006). How much warming are we committed to and how much can be avoided? *Clim. Chang.*, 75(1–2): 111–149.
- Hebda, R.J. (1997). Impact of climate change on biogeoclimatic zones of British Columbia and Yukon. *In*: E. Taylor and B. Taylor (Eds). Responding to global climate change in British Columbia and Yukon. (pp. 13-1–13-15). Environment Canada, Vancouver, B.C.
- Heller, N.E. & Zavaleta, E.S. 2009. Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. *Biol. Conserv.* 142: 14-32.
- Holling, C.S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, 4: 390–405.
- Kirschbaum, M.U.F. (2000). Forest growth and species distribution in a changing climate. *Tree Physiol.* 20: 309–322.
- Kurz, W.A., Apps., M., Banfield, E. and G. Stinson. (2002). Forest carbon accounting at the operational scale. *Forestry Chronicle*, 78(5): 672-679.
- Laguna, E. (2001). The micro-reserves as a tool for conservation of threatened plants in Europe. Nature and environment, No. 121. Council of Europe, Strasbourg.
- Lindner, M., Garcia-Gonzalo, J., Kolström, M., Green, T., Reguera, R., Maroschek, M., Seidl, R., Lexer, M.J., Netherer, S., Schopf, A., Kremer, A., Delzon, S., Barbati, A., Marchetti, M. & P. Corona. (2008). Impacts of Climate Change on European Forest and Options for Adaptation. *In*: EFI (ed) Report to the European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development AGRI-2007-G4-06. 173 pp.
- Lindner, M., M. Maroschek, S. Netherer, A. Kremer, A. Barbati, 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.
- Loarie, R.S., Duffy, Ph.B., Hamilton, H. Asner, G.P. Field Ch.B. and D.D. Ackerly. (2009). The velocity of climate change. *Nature* 462: 1052-1055 pp.
- Milad, M., H. Schaich and W. Konold. (2013) How is adaptation to climate change reflected in current practice of forest management and conservation? A case study from Germany. *Biodivers. Conserv.*, 22: 1181–1202.
- Noss, R.F. 2001. Beyond Kyoto: Forest Management in a Time of Rapid Climate Change. *Conserv. Biol.* 15: 578-590.
- Pasagiannis, G. (2000). Study of the genetic variability of twelve natural populations of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Greece using biochemical techniques. PhD thesis, Univ. of Thessaloniki, 163 pp.

- Penñelas, J., J.M. Hunt, R. Ogaya and A.S. Jump. (2008). Twentieth century changes of tree-ring delta ^{13}C at the southern range-edge of *Fagus sylvatica*: increasing water-use efficiency does not avoid the growth decline induced by warming at low altitudes. *Glob. Change Biol.*, 14: 1076–1088.
- Perez-Garcia, J., Joyce, L.A., McGuire, A.D. & Xia X. 2002. Impacts of climate change on the global forest sector. *Climatic Change*, 54: 439-461.
- Raus, Th. (1995). The boreal and central European element in the forest flora of Greece. *Bocconea* 5: 63-76.
- Richardson, D.M. and M. Rejmánek. (2004). [Invasive conifers: A global survey and predictive framework](#). *Diversity and Distributions*, 10: 321-331.
- Robledo, C. and C. Forner. (2005). Adaptation of Forest Ecosystems and the Forest Sector to Climate Change. Forests and Climate Change Working Paper 2. Jointly produced by FAO and the Swiss Agency for Development and Cooperation (SADC).
- Schuler, A. (2004). Charakterarten mitteleuropäischer Pflanzengesellschaften an ihrer verbreitungsgranze in Griechenland – Eine Studie zum ökologischen und syntaxonomischen Verhalten am Arealrand. *Botanika Chronika* 17: 1-168.
- Smit, B. and O. Pilifosova. (2001). Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. *In: Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability*. J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken, and K.S. White (editors). Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, New York, N.Y. pp. 876–912.
- Spittlehouse, D.L. (1997). Forest management and climate change. *In: E. Taylor and B. Taylor (editors). Responding to global climate change in British Columbia and Yukon*. Environment Canada, Vancouver, B.C. pp. 24-1–24-8.
- Spittlehouse, D.L. and R.B. Stewart. (2003). Adaptation to climate change in forest management. *JEM* 4(1): 1–11.
- Strid, A. and K. Tan. (1997). *Flora Hellenica* Vol. 1, Koeltz Scientific Books. 547 p.
- Sturrocka, R.N., S.J. Frankelb, A.V. Brownc, P.E. Hennond, J.T. Kliejunasb, K.J. Lewise, J.J. Worrallf and A.J. Woods. (2011). Climate change and forest diseases. *Plant Pathol.*, 60: 133–149.
- Underwood, E.C., J.H. Viers, K.R. Klausmeyer, R.L. Cox and M.R. Shaw. (2009). Threats and biodiversity in the Mediterranean biome. *Diversity and Distributions*, 15: 188–197.
- Watson, R.T. 2005. Turning science into policy: challenges and experiences from the science-policy interface. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 360: 471–477.
- Weltzin, J.F., S.D. Bridgham, J. Pastor, J. Chen, and C. Harth. (2003). Potential effects of warming and drying on peatland plant community composition. *Global Change Biology*, 9: 141-151.

- Αβτζής, Ν. (2010). Περιγραφή προηγούμενων τάσεων και υφιστάμενης κατάστασης από άποψη υγείας του δάσους (ξήρανση ατόμων ελάτης εξαιτίας των εντόμων) στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας και στον Ανατολικό Ταύγετο. Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Αβτζής, Ν. (2011α). Αξιολόγηση της επίδρασης των μελλοντικών κλιματικών αλλαγών στην υγεία των δασών (προσβολές από έντομα) στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας και στον Ανατολικό Ταύγετο. Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Αβτζής, Ν. (2011β). Προτάσεις μέτρων προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας και στον Ανατολικό Ταύγετο. Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Αλιφραγκής, Δ. (2011). Περιγραφή υφιστάμενης κατάστασης των δασικών εδαφών στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα του έργου. Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Αλιφραγκής, Δ. (2012). Προτάσεις μέτρων προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα του έργου. Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Αμοργιανιώτης, Γ. (1997). Σχέδιο Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας, Τόμοι Α-Θ. Δασαρχείο Πάρνηθας, Αχαρνές.
- Απατσίδης, Λ. (1977). Φυσική αναγέννηση μαύρης πεύκης. Αναζήτηση κατάλληλων μεθόδων αναγεννήσεων σε σχέση με τις σταθμολογικές-οικολογικές συνθήκες. *Διδακτορική διατριβή Γεωπονική και Δασολογική σχολή του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης*. 91 σελ.
- Βέργος, Σ., Εύστρας, Δ. και Γ. Χατζηφιλιππίδης. (1994). Εγκατάσταση και εξέλιξη φυσικής αναγέννησης σε υποβαθμισμένες συστάδες μαύρης πεύκης. ΤΕΙ Λάρισας Τμήμα Δασοπονίας 26 σελ.
- Γρηγοριάδης, Ν., Σπύρογλου, Γ., Κλαπάνης, Π. και Σ. Γρηγοριάδης. (2011). Περιγραφή πειραματικής επιφάνειας και πρώτα αποτελέσματα φυσικής αναγέννησης δασικής πεύκης (*Pinus sylvestris* L.) στα Πιέρια όρη. Πρακτικά 15^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Καρδίτσα, 16-19 Οκτωβρίου 2011. σελ.117-126.
- Διαμαντής, Στ., Περλέρου, Χ. και Δ. Αβτζής. (2010). Περιγραφή προηγούμενων τάσεων και υφιστάμενης κατάστασης από άποψη υγείας (νέκρωση ατόμων δασικής πεύκης εξαιτίας προσβολών από μύκητες και έντομα) στο δάσος Ρητίνης-Βρίας στα Πιέρια Όρη. Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Διαμαντής, Στ. και Δ. Αβτζής. (2011). Αξιολόγηση της επίδρασης των μελλοντικών κλιματικών αλλαγών στην υγεία του δάσους Ρητίνης-Βρίας στα Πιέρια Όρη (προσβολές από μύκητες και έντομα). Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Διαμαντής, Στ., Περλέρου, Χ. και Δ. Αβτζής. (2012). Προτάσεις μέτρων προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στο δάσος Ρητίνης-Βρίας στα Πιέρια Όρη.

- Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Δρούζας, Α.Δ. (2000). Ανάλυση ποικιλότητας της Ελληνικής ελάτης, με χρήση βιοχημικών και μοριακών δεικτών. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Ζάγκας, Θ. 1990. Συνθήκες φυσικής εγκατάστασης της Δασικής πεύκης σε περιοχή της Ροδόπης. Διδακτορική διατριβή. Σχολή γεωτεχνικών επιστημών, Τμήμα Δασολογίας και φυσικού περιβάλλοντος του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. 170 σελ.
- Καρέτσος, Γ. (2008). Αρχικές σκέψεις και προτάσεις για την αποκατάσταση του καμένου ελατοδάσους του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας. Πρακτικά Επιτροπής ΓΕΩΤ.Ε.Ε. για την αποκατάσταση της Πάρνηθας, Θεσσαλονίκη, Μάιος 2008, σελ. 9-15.
- Καρέτσος, Γ. και Δασκαλάκου, Ε. (2008). Οι προτάσεις των εργαστηρίων Δασικής Οικολογίας και Δασικής Διαχειριστικής του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων για την αποκατάσταση του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας. Πρακτικά Επιτροπής ΓΕΩΤ.Ε.Ε. για την αποκατάσταση της Πάρνηθας, Θεσσαλονίκη, Μάιος 2008, σελ. 27-28.
- Κωστούδη, Χ. (2012). Γενετική ποικιλότητα της ελάτης (*Abies cephalonica*) στην Πάρνηθα. Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Ορεστιάδα.
- Λατσούδης, Π. (2007). Οικολογικός απολογισμός της καταστροφικής πυρκαγιάς του Ιουνίου 2007 στην Πάρνηθα. Σεπτέμβριος 2007. WWF Ελλάς, Αθήνα. 26 σελ. (Αδημοσίευτη εργασία).
- Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Αθήνα, 528 σελ.
- Μητσόπουλος, Δ.Ι. (1983). Προσδιορισμός της ποικιλότητας της ελάτης της Ελλάδος με τη χρήση χημικών και μορφομετρικών χαρακτηριστικών. Διδακτορική Διατριβή, Επιστ. Επετ. Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος 26(1): 1-179.
- Μπαλούτσος, Γ. (2008). Προτεινόμενα αντιδιαβρωτικά και αντιπλημμυρικά έργα στην καμένη περιοχή της Πάρνηθας. Πρακτικά Επιτροπής ΓΕΩΤ.Ε.Ε. για την αποκατάσταση της Πάρνηθας, Θεσσαλονίκη, Μάιος 2008, σελ. 16-19.
- Ντάφης, Σ. (2008). Η ζωή επιστρέφει στα καμένα της Πάρνηθας. Πλατύφυλλα δέντρα και πεύκα αναγεννώνται χωρίς παρέμβαση – Αναδάσωση για την ελάτη. Πρακτικά Επιτροπής ΓΕΩΤ.Ε.Ε. για την αποκατάσταση της Πάρνηθας, Θεσσαλονίκη, Μάιος 2008, σελ. 57-60.
- Ντάφης, Σ. (2013). Διαχειριστικά μέτρα για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη διαχείριση των δασών (στο πλαίσιο της αναθεώρησης / τροποποίησης των διαχειριστικών σχεδίων των τεσσάρων περιοχών μελέτης του έργου). Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Ραδόγλου, Κ. και Γ. Σπύρογλου. (2011). Περιγραφή προηγούμενων τάσεων και υφιστάμενης κατάστασης οικοφυσιολογίας των τεσσάρων δασικών

- οικοσυστημάτων του έργου. Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Ραδόγλου, Κ. και Γ. Σπύρογλου. (2013α). Αξιολόγηση της επίδρασης των μελλοντικών κλιματικών αλλαγών στην οικοφυσιολογία των τεσσάρων δασικών οικοσυστημάτων του έργου. Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Ραδόγλου, Κ. και Γ. Σπύρογλου. (2013β). Προτάσεις μέτρων προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα του έργου. Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Σταματόπουλος, Ε. (1995). Η αναγέννηση της ελάτης στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Τσιαούση Β., Χρυσοπολίτου, Β. και Σ. Ντάφης (συντονιστές έκδοσης). (2012). Κατευθύνσεις για την παρακολούθηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα του έργου LIFE+ AdaptFor. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (EKBY). Θέρμη. 35 σελ + Παράρτημα.
- Τσακογιάννης, Α. (2011). Γενετική δομή του κόκκινου ελαφιού (*Cervus elaphus*) της Πάρνηθας και συσχέτιση με οικολογικές παραμέτρους. Μεταπτυχιακή εργασία. Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών Α.Π.Θ. 128 σελ.
- Τσιριπίδης, Ι., Δημόπουλος, Π., Ξυστράκης, Φ. και Γ. Φωτιάδης. (2011). Περιγραφή προηγούμενων τάσεων και υφιστάμενης κατάστασης βλάστησης στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα του έργου. Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Τσιριπίδης, Ι. και Π. Δημόπουλος. (2012α). Αξιολόγηση της επίδρασης των μελλοντικών κλιματικών αλλαγών στη βλάστηση των τεσσάρων δασικών οικοσυστημάτων του έργου. Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Τσιριπίδης, Ι. και Π. Δημόπουλος. (2012β). Προτάσεις μέτρων προσαρμογής της δασικής διαχείρισης στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα του έργου. Έργο LIFE08 ENV/GR/000554 «Προσαρμογή της διαχείρισης των δασών στην κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα».
- Χρυσοπολίτου Βασιλική και Σ. Ντάφης (συντονιστές έκδοσης). (2012). Έκθεση αξιολόγησης της προηγούμενης και υφιστάμενης κατάστασης των τεσσάρων δασικών οικοσυστημάτων του έργου LIFE+ AdaptFor. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (EKBY). Θέρμη. 93 σελ + παραρτήματα.

