

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Διεθνές Συνέδριο

«Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση
δασών μαύρης πεύκης»

Σπάρτη, 15-16 Οκτωβρίου 2009



PROCEEDINGS

International Conference

"New approaches to the restoration
of black pine forests"

Sparta, 15 - 16 October 2009



ΕΡΓΟ: LIFE07 NAT/GR/00286



Π Ρ Α Κ Τ Ι Κ Α

Διεθνές Συνέδριο

**«Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση
δασών μαύρης πεύκης»**

Σπάρτη, 15-16 Οκτωβρίου 2009

PROCEEDINGS

International Conference

**"New approaches to the restoration
of black pine forests"**

Sparti, 15 - 16 October 2009

Η παρούσα έκδοση έγινε στο πλαίσιο του έργου Life07 NAT/GR/000286 «Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα (GR2520006) μέσω μίας δομημένης προσέγγισης» (www.parnonaslife.gr) που υλοποιείται από το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων (Δικαιούχος), την Περιφέρεια Πελοποννήσου, τον Φορέα Διαχείρισης Όρους Πάρνωνα και Υγροτόπου Μουστου και την Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης (Εταίροι). Το έργο χρηματοδοτείται από τη ΓΔ Περιβάλλον της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, τη Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος, τον Δικαιούχο και τους Εταίρους.

The present publication has been prepared in the framework of the Life07 NAT/GR/000286 «Restoration of *Pinus nigra* forests on Mount Parnonas (GR2520006) through a structured approach» (www.parnonaslife.gr) which is implemented by the Greek Biotope - Wetland Centre (Coordinating Beneficiary), the Region of Peloponnisos, the Management Body of mount Parnonas and Moustos wetland and the Region of Eastern Macedonia - Thrace (Associated Beneficiaries). The project is funded by the DG Environment of the European Commission, the General Directorate for the Development and Protection of Forests and the Natural Environment and the project beneficiaries.

Επιμέλεια έκδοσης: Πέτρος Κακούρος και Βασιλική Χρυσοπολίτου
Editing: Petros Kakouros and Vasiliki Chrysopolitou

Γραφιστικός Σχεδιασμός: Σταύρος Υφαντής
Graphic Design: Stavros Yfantis

Παραγωγή: ΟΙΚΟΤΟΠΙΑ
Production: ECOTOPIA

Μετάφραση κειμένων στην Αγγλική: Μαρία Παναγιωτοπούλου και Gordon Ramel
Texts in English translation: Maria Panayotopoulou and Gordon Ramel

Επιτρέπεται η ολική ή μερική αναδημοσίευση κειμένων μόνο μετά από έγγραφη άδεια του Φορέα Διαχείρισης Όρους Πάρνωνα και Υγροτόπου Μουστου.

No part of this publication may be reproduced without the prior written permission of the Management Body of mount Parnonas and Moustos wetland.

ISBN:

Η πλήρης αναφορά στην παρούσα έκδοση είναι:

Κακούρος, Π. και Βασιλική Χρυσοπολίτου (συντονιστές έκδοσης). 2010. Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση των δασών μαύρης πεύκης. Πρακτικά Συνεδρίου, Σπάρτη 15 & 16 Οκτωβρίου 2009. Φορέας Διαχείρισης Όρους Πάρνωνα και Υγροτόπου Μουστου. Άστρος. 160 σελ. (Gr & En).

This document may be cited as follows:

Kakouros, P. and Vasiliki Chrysopolitou (editors). 2010. New approaches to the restoration of Black pine forests. Conference proceedings, Sparti, Greece 15 & 16 October 2009. Management Body of Mount Parnonas and Moustos Wetland. Astros, Greece. 160 p. (Gr & En).

Περιεχόμενα

Πρόλογος Σπύρος Ντάφης	9
Χαιρετισμοί	11
<i>Το πρόβλημα της αποκατάστασης των καμένων δασών της μαύρης πεύκης - Αρχές αποκατάστασης δασικών οικοσυστημάτων</i> Σπύρος Ντάφης	15
<i>Πυρκαγιές και αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης</i> Κωνσταντίνος Κραββαρίτης	19
<i>Ο ρόλος της κεντρικής αποθήκης δασικών σπόρων στην αποκατάσταση των δασών</i> Δέσποινα Παϊταρίδου	23
<i>Η περιοχή του Πάρνωνα, η πυρκαγιά του έτους 2007 και οι επιπτώσεις της</i> Παναγιώτα Σημάδη	29
<i>Η πυρκαγιά του έτους 2007 στον Ταύγετο και η αντιμετώπιση των επιπτώσεών της</i> Σπύρος Κατσιπόδας	35
<i>Αποτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς στα δάση μαύρης πεύκης στον Πάρνωνα - Η προσέγγιση για την αποκατάστασή τους</i> Πέτρος Κακούρος	41
<i>Κριτήρια επιλογής σκοπών και μέτρων μεταπυρικής διαχείρισης των δασών μαύρης πεύκης με βάση την επιστήμη της οικολογίας</i> Μαργαρίτα Αριανούτσου	51
<i>Προσεγγίσεις στην μετά την πυρκαγιά διαχείριση της μαύρης πεύκης</i> V. Ramon Vallejo	59
<i>Δασοκομικά χαρακτηριστικά των οικοσυστημάτων μαύρης πεύκης και αποκατάσταση των καμένων συστάδων</i> Πέτρος Γκανάτσας	67
<i>Χειρισμοί ευνόησης της φυσικής αναγέννησης και εφαρμογής της τεχνητής αποκατάστασης των δασών μαύρης πεύκης</i> Νικόλαος Σ. Γρηγοριάδης	75
<i>Συμπεράσματα Διεθνούς Συνεδρίου «Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης»</i>	81

Contents

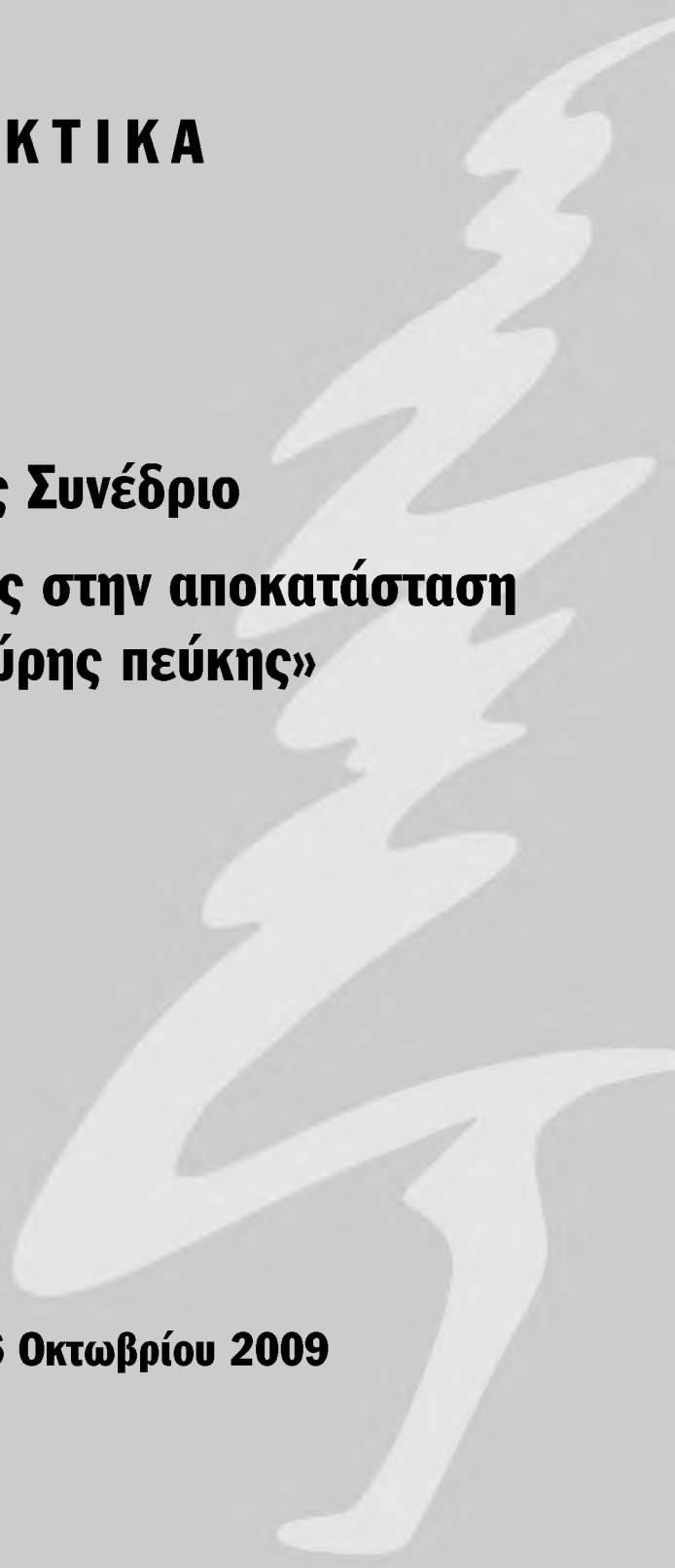
<i>Preface</i> Spyros Dafis	85
<i>Greetings</i>	87
<i>The problem of restoring burned black pine forests - Principles of forest ecosystems restoration</i> Spyros Dafis	91
<i>Forest fires and restoration of black pine forests</i> Constantinos Kravvaritis	95
<i>The role of the Central Store for Forests Seeds in the restoration of forests</i> Despoina Paitaridou	99
<i>The area of Parnonas, the fire of 2007 and its consequences</i> Panagiota Simadi	105
<i>The forest fire of 2007 in Taygetos mountain and treatment of its consequences</i> Spyros Katsipodas	111
<i>Assessment of forest fire severity on the black pine forests in Mount Parnonas - The approach for their restoration</i> Petros Kakouros	117
<i>Criteria for the selection of targets and measures concerning post-fire management of Black pine forests on the basis of ecological science</i> Margarita Arianoutsou	125
<i>Approaches for post-fire management of Black Pine</i> V. Ramon Vallejo	131
<i>Forest characteristics of Black pine ecosystems and restoration of burned stands</i> Petros Ganatsas	139
<i>Manipulations for favoring natural regeneration and implementing technical restoration in Black pine forests</i> Nikolaos S. Grigoriadis	147
<i>Conclusions of the international conference "New approaches to the restoration of black pine forests"</i>	153

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Διεθνές Συνέδριο

**«Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση
δασών μαύρης πεύκης»**

Σπάρτη, 15-16 Οκτωβρίου 2009



Πρόλογος

Η μαύρη πεύκη (*Pinus nigra*) είναι ένα κατεξοχήν πολύμορφο είδος, το οποίο διασπάζεται σε πολλά υποείδη, ποικιλίες και οικότυπους, με χαρακτηριστική γεωγραφική εξάπλωση. Ξεχωρίζουν η μαύρη πεύκη του Salzmann (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*), η μαύρη πεύκη της Κορσικής (*Pinus nigra* subsp. *corsicana*), η μαύρη πεύκη της Καλαβρίας (*Pinus nigra* subsp. *calabrica* ή *laricio*) και η μαύρη πεύκη της Αυστρίας (*Pinus nigra* subsp. *austriaca* ή *nigricans*). Στη χώρα μας είχαν διακριθεί παλαιότερα οι ποικιλίες *Pinus nigra* var. *pallasiana* (παλλασσιανή μαύρη πεύκη) και *Pinus nigra* var. *austriaca* ή *nigricans* (αυστριακή μαύρη πεύκη).

Σήμερα δεχόμαστε ότι υπάρχουν δύο μόνο υποείδη: α) η μαύρη πεύκη του Salzmann (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*), η οποία απαντά στη Δ. Μεσόγειο (ΒΔ Αφρική, Ιβηρική χερσόνησο, Ν. Γαλλία, Κορσική, Ν. Ιταλία και Σικελία) και β) η μαύρη πεύκη η αυστριακή (*Pinus nigra* subsp. *nigra*) που απαντά στη ΝΑ Ιταλία, την Αυστρία και τη Βαλκανική χερσόνησο, την Ανατολία και την Κριμαία. Στην Ελλάδα απαντά η Καραμανική ποικιλία (*Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica*).

Στη χώρα μας απαντούν τρεις σαφώς διαχωριζόμενοι πληθυσμοί-οικότυποι της μαύρης πεύκης: α) ο πληθυσμός της Πελοποννήσου, της Εύβοιας και της Στερεάς Ελλάδας, β) ο πληθυσμός της Πίνδου και γ) ο πληθυσμός του Ολύμπου, της Όσσας, του Κάτω Ολύμπου, των Πιερίων και του Βερμίου. Απαντούν, επίσης, και κάποιοι μεμονωμένοι πληθυσμοί, όπως αυτοί της Ροδόπης, της Θάσου, της Σιθωνίας, του Αγίου Όρους, της Λέσβου και της Σάμου.

Η μαύρη πεύκη, σε αντίθεση με τις μεσογειακές πεύκες (χαλέπιο, τραχεία), δεν είναι προσαρμοσμένη σε επικύρυνες πυρκαγιές διότι, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (περίοδος κατά την οποία σημειώνονται τα περισσότερα περιστατικά πυρκαγιάς), οι κώνοι της δεν είναι ώριμοι και δεν φέρουν φυτρώσιμους σπόρους. Συνεπώς, το είδος δεν αναγεννάται έπειτα από επικύρυνες πυρκαγιές, παρά μόνο στην περίπτωση που καίγονται «επιλεκτικά» ορισμένα κομμάτια αφήνοντας άλλα ανέπαφα, οπότε η φυσική αναγέννηση εξασφαλίζεται με πλαγιοσπορά. Αντίθετα, το είδος ευνοείται από τις έρπουσες πυρκαγιές στις οποίες αντέχει χάρη στον μεγάλο πάχους φλοιό της που προστατεύει το κάμβιο. Οι έρπουσες πυρκαγιές προκαλούν την καύση της μυκητοπαγούς πλάκας, η οποία καλύπτει το έδαφος και εμποδίζει την αναγέννηση. Έπειτα από

μια έρπουσα πυρκαγιά αποκαλύπτεται το ορυκτό έδαφος και η αναγέννηση είναι άφθονη.

Στο παρελθόν, στα δάση της μαύρης πεύκης σπάνια εκδηλώνονταν επικόρυφες πυρκαγιές. Στην εποχή μας, ωστόσο, εμφανίζονται όλο και συχνότερα πυρκαγιές, και μάλιστα επικόρυφες, στα δάση της μαύρης πεύκης. Αυτό οφείλεται κυρίως στην ερήμωση των ορεινών περιοχών από κατοίκους, στη συσσώρευση εύφλεκτης βιομάζας λόγω έλλειψης καλλιεργητικών μέτρων αλλά και αραιώσεων και κλαδεύσεων, στην προσπέλαση και διάνοιξη των δασών της μαύρης πεύκης με αποτέλεσμα την αύξηση της επισκεψιμότητάς τους και πιθανόν στην κλιματική αλλαγή η οποία καθιστά την υποηπειρωτική ορεινή μεσογειακή ζώνη, όπου εμφανίζονται τα δάση της μαύρης πεύκης, θερμότερη και συνεπώς περισσότερο ευάλωτη στις πυρκαγιές.

Το γεγονός αυτό, το οποίο παρατηρείται σε όλες τις μεσογειακές και βαλκανικές χώρες, καθιστά επιτακτική την ανάγκη λήψης κοινών μέτρων τόσο αναφορικά με την πρόληψη και καταστολή των πυρκαγιών στα δάση μαύρης πεύκης, όσο και για την αποκατάστασή τους έπειτα από επικόρυφη πυρκαγιά.

Το διεθνές συνέδριο με τίτλο «Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης» που πραγματοποιήθηκε στη Σπάρτη, στις 15 και 16 Οκτωβρίου 2009, αποσκοπούσε στην ανταλλαγή απόψεων και εμπειριών μεταξύ ειδικών από διάφορες περιοχές της χώρας μας αλλά και από άλλες μεσογειακές χώρες.

Σπύρος Ντάφης

Χαιρετισμοί

Σας καλωσορίζω στο όμορφο αμφιθέατρο της βιβλιοθήκης της Σπάρτης, σε ένα συνέδριο το οποίο αφορά σε νέες προσεγγίσεις για την αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης. Το συνέδριο αυτό έρχεται ως απάντηση στις καταστροφές που προκάλεσαν οι πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν το έτος 2007 στον Πάρωνα, στον Ταύγετο αλλά και σε άλλα μέρη της Ελλάδας.

Ως εκπρόσωπος της Περιφέρειας και ταυτοχρόνως ως εκπρόσωπος του Φορέα Διαχείρισης του Όρους Πάρωνα και Υγρότοπου Μουστου θα ήθελα να σας ενημερώσω ότι η ημερίδα τελεί υπό το Πρόγραμμα LIFE+ το οποίο χρηματοδοτεί τόσο το Έργο, όσο και την προβολή του. Το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων (ΕΚΒΥ) έχει επεξεργασθεί και υποβάλει την πρόταση για το Έργο, ενώ στην υλοποίησή του συμμετέχουν η Περιφέρεια Πελοποννήσου με εκπρόσωπο το Δασαρχείο Σπάρτης, η Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.), η οποία είναι και συγχρηματοδότης του Έργου με 25%, η Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, η οποία συμβάλει στην παραγωγή του αναπαραγωγικού υλικού και ο Φορέας Διαχείρισης του Πάρωνα που ανέλαβε τη διοργάνωση της ημερίδας και ο οποίος υλοποιεί δράσεις προβολής του έργου. Από τους εμπλεκόμενους φορείς, το Δασαρχείο Σπάρτης αναμένεται να εκτελέσει τον μεγαλύτερο όγκο εργασιών, καθώς θα αναλάβει να πραγματοποιήσει σπορές και αναδασώσεις μαύρης πεύκης στον Πάρωνα έτσι ώστε να αποκατασταθεί το καμένο δάσος. Στη συνέχεια, το ΕΚΒΥ θα μελετήσει και θα ερευνήσει καλές πρακτικές, έτσι ώστε να αναγεννηθούν και να επανιδρυθούν τα δάση μαύρης πεύκης μιας και η μαύρη πεύκη είναι ένα είδος το οποίο θέλει υποστήριξη προκειμένου να αναγεννηθεί.

Παναγιώτης Μπαζίγος

Γενικός Διευθυντής Περιφέρειας Πελοποννήσου

Έχοντας την εξαιρετική τιμή να εκπροσωπώ τον Σεβασμιότατο Μητροπολίτη Μονεμβασίας και Σπάρτης, κύριο Ευστάθιο, σας μεταφέρω τις πατρικές του ευχές και τις αρχιερατικές του ευλογίες. Ευχόμαστε κάθε επιτυχία σε αυτό το διεθνές συνέδριο που έχει θέμα «Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης». Καλή επιτυχία.

Πατέρας Κυριάκος

Εκπρόσωπος του Μητροπολίτου Μονεμβασίας
και Σπάρτης κ. Ευσταθίου

Δηλώνω ευθέως φυσιολάτρης και όχι ειδήμων του θέματος. Οι ειδήμονες είσατε εσείς που θα εκφέρετε τις απόψεις σας και θα καταθέσετε τις γνώσεις σας για την αποκατάσταση του δάσους.

Οι καταστροφικές πυρκαγιές του έτους 2007 κατέκαψαν περίπου 285.000 στρέμματα στον Ταΰγετο και στον Πάρωνα. Στρέμματα πολύτιμα για τη διατήρηση και εξέλιξη του τόπου μας. Σημειώθηκε απώλεια ανθρωπίνων ζωών, προκλήθηκε καταστροφή αγροτικών περιοχών και επλήγησαν μεγάλες περιοχές καθαρού πευκοδάσους, με τεράστιες επιπτώσεις στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Σήμερα διανύουμε την επόμενη ημέρα και πρέπει το συντομότερο δυνατόν και με τον καλύτερο τρόπο να αποκαταστήσουμε τα δάση αυτά. Η αποκατάστασή τους πρέπει να πραγματοποιηθεί μέσω δράσεων που να ευνοούν τη φυσική αναγέννηση των δασών και του φυσικού περιβάλλοντος. Το στοίχημά μας ήταν, και εξακολουθεί να είναι, η αντιμετώπιση της καταστροφής αυτής με τον καλύτερο δυνατό τρόπο ώστε να βγουν αλώβητες οι επόμενες γενιές αλλά και ο τόπος μας. Αυτά και άλλα πολλά θέματα, δίνεται η ευκαιρία να αναλυθούν από εκλεκτούς επιστήμονες που συμμετέχουν σε αυτό το διεθνούς εμβέλειας συνέδριο. Σας συγχαίρω, λοιπόν, για την πρωτοβουλία αυτή και χαιρετίζω τις εργασίες του συνεδρίου. Σας ευχαριστώ πολύ.

Παναγιώτης Μπογιάς

Αντινομάρχης Λακωνίας

Εκ μέρους του Δήμου Σπαρτιατών εύχομαι καλή επιτυχία στο συνέδριο και σας ευχαριστώ για την προσφορά σας στον τόπο μας. Ευχαριστώ πολύ.

Παρασκευάς Κουτσόγιωργας

Εκπρόσωπος του Δημάρχου Σπάρτης

Όπως γνωρίζετε, ο Δήμος Θεραπνών επλήγη βαρύτερα από τις πυρκαγιές του καλοκαιριού του 2007. Επλήγη, μάλιστα, το ομορφότερο κομμάτι του, το οποίο εσείς προστατεύετε και πάνω σε αυτό έχετε εντρυφήσει, σε αυτό έχετε δουλέψει, έχετε αγαπήσει και έχετε ζήσει, το κομμάτι αυτό της μαύρης πεύκης και της ελάτης στην καρδιά του Πάρνωνα, στον Δήμο Θεραπνών. Από τότε έως σήμερα έχουν υλοποιηθεί πολλές δράσεις, όπως η κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων, αργότερα οι δενδροφυτεύσεις και πάρα πολλά άλλα έργα με την υποστήριξη όλων των φορέων οι οποίοι υλοποιούν σήμερα εδώ άλλη μία απαραίτητη, κατά τη γνώμη μου, δράση. Διότι το δάσος είναι η ζωή, είναι η γενέτειρα όλων μας και δίνει στον τόπο μας πνοή.

Από αυτήν τη θέση θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσοι προσπάθησαν και δούλεψαν έως σήμερα στην αποκατάσταση του δάσους και μας έδειξαν, για άλλη μια φορά, ότι στα δύσκολα δεν είμαστε μόνοι μας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Περιφέρεια και το Δασαρχείο της Σπάρτης. Θέλω να σας συγχαρώ για τη διεξαγωγή αυτού του διεθνούς συνεδρίου. Είμαι ιδιαίτερα χαρούμενος που γίνεται στην πόλη μας, το γεγονός αυτό μας τιμά ιδιαίτερα. Θα ήθελα να ευχηθώ καλές εργασίες στο συνέδριο. Σας ευχαριστώ και πάλι και καλή επιτυχία. Να είστε καλά.

Ιωάννης Ράλλης
Δήμαρχος Θεραπνών

Θα ήθελα να ευχηθώ και εγώ καλή επιτυχία σε αυτό το διεθνές συνέδριο, το οποίο για εμάς τους ορεινούς δήμους είναι ιδιαίτερα σημαντικό διότι φανερώνει τις προσπάθειες που γίνονται για τη μαύρη πεύκη, ένα δένδρο που ευδοκimeί στον Πάρνωνα. Από το πρόγραμμα LIFE+ χρηματοδοτείται ένας δημόσιος φορέας, το δασαρχείο, που αποτελεί τον αρμόδιο φορέα για την υλοποίηση των επεμβάσεων στην περιοχή στον Πάρνωνα. Πιστεύω πως με τη βοήθεια των συμμετεχόντων του συνεδρίου τα αποτελέσματα θα είναι καλά. Καλή επιτυχία στο συνέδριο.

Ευάγγελος Αϊβαλιώτης
Δήμαρχος Οινούντος

Το πρόβλημα της αποκατάστασης των καμένων δασών της μαύρης πεύκης - Αρχές αποκατάστασης δασικών οικοσυστημάτων

Σπύρος Ντάφης

Ομότιμος Καθηγητής Α.Π.Θ.
e-mail: ntafis@ekby.gr

Στον πλανήτη μας υπάρχουν τρεις κλιματικές ζώνες στις οποίες η δασική πυρκαγιά λειτουργεί ως οικολογικός παράγοντας ανανέωσης των οικοσυστημάτων. Οι ζώνες αυτές είναι α) οι Τούνδρες και η περιοχή της Τάιγκα, β) οι σαβάνες και η περιοχή των στεπών και γ) όλες οι μεσογειακές περιοχές και μεσογειακές διαπλάσεις στην ευρύτερή τους έννοια, δηλαδή η Μεσόγειος, η ΝΔ Καλιφόρνια (chararral), τα πευκοδάση της Φλόριντα, η Κ. Χιλή, το ακρωτήριο της Ν. Αφρικής και η ΝΑ Αυστραλία.

Σε όλες τις ανωτέρω περιοχές, η φωτιά αποτελεί σπουδαίο και καθοριστικό παράγοντα και φυσικές πυρκαγιές εμφανίζονται κατά, σχεδόν, τακτά χρονικά διαστήματα. Στην Τούνδρα και στην Τάιγκα, οι συχνότερες αιτίες που προκαλούν τις φυσικές πυρκαγιές είναι οι κεραυνοί και η αυτανάφλεξη της νεκρομάζας που δημιουργείται από τη συσσώρευση οργανικής ουσίας, η οποία λόγω των κλιματικών συνθηκών δεν αποσυντίθεται. Στην ανωτέρω ζώνη, οι φυσικές πυρκαγιές εμφανίζονται κάθε 50-100 και σπανιότερα κάθε 150 έτη. Στις σαβάνες, οι πυρκαγιές επανέρχονται κάθε έτος και είναι απαραίτητες για την ανανέωση του χόρτου. Τέλος, στη μεσογειακή ζώνη, οι φυσικές πυρκαγιές, οι οποίες οφείλονται σε κεραυνούς και αυτανάφλεξη της οργανικής ουσίας, επανέρχονται κάθε 50-80 έτη.

Τα οικοσυστήματα και των τριών ζωνών είναι πλήρως προσαρμοσμένα στις φυσικές πυρκαγιές και ανανεώνονται εύκολα έπειτα από αυτές. Στα μεσογειακά οικοσυστήματα, οι σχηματισμοί των αειφύλλων πλατυφύλλων, τα μακκί της Μεσογείου, τα chararral της Καλιφόρνια, οι αείφυλλοι θαμνώνες της Κ. Χιλής και του Ακρωτηρίου της Ν. Αφρικής (fynbos) ανανεώνονται άφθονα έπειτα από την πυρκαγιά, ανεξάρτητα από την ηλικία τους και τη συχνότητα εμφάνισης των πυρκαγιών, διότι τα είδη που συνθέτουν αυτά τα οικοσυστήματα έχουν την ικανότητα να ανανεώνονται με ριζοβλαστήματα ή πρεμνοβλαστήματα. Συνεπώς, γι' αυτά τα οικοσυστήματα δεν απαιτείται καμία άλλη φροντίδα πέρα από την προστασία από τη βοσκή. Το ίδιο ισχύει και για τα φυλλοβόλα πλατύφυλλα, όχι μόνο της μεσογειακής αλλά και της υποηπειρωτικής ζώνης, δηλαδή της ζώνης των θερμοβιότερων φυλλοβόλων δρυοδασών. Τα μεσογειακά κωνοφόρα, όπως η χαλέπιος πεύκη (*Pinus halepensis* Mill.), η τραχεία πεύκη (*Pinus brutia* Ten.), η παραθαλάσσια

πεύκη (*Pinus maritima* Mill.), η κουκουναριά (*Pinus pinea*) και το κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens*), είναι άριστα προσαρμοσμένα στις πυρκαγιές και εφόσον έχουν μια ηλικία 15-20 (25) ετών, δηλαδή μια ηλικία κατά την οποία παράγουν άφθονους σπόρους, η ανανέωσή τους έπειτα από την πυρκαγιά είναι δεδομένη και δεν απαιτείται φροντίδα.

Διαφορετικά, ωστόσο, είναι τα πράγματα αναφορικά με τα μεσογειακά ορεινά κωνοφόρα, όπως η κεφαλληνιακή ελάτη (*Abies cephalonica* Loud.), η υβριδογενής ελάτη (*Abies borisii regis* Mattf.) και η μαύρη πεύκη (*Pinus nigra* Arn.). Η ελάτη, στα δάση της οποίας σπάνια εμφανίζονται φυσικές πυρκαγιές, δεν αντέχει καθόλου στις πυρκαγιές, ούτε στις έρπουσες λόγω του μικρού πάχους του φλοιού της, ούτε και στις επικόρυφες. Επίσης, δεν διατηρεί σπέρματα σε λήθαργο και τα αρτίφυτρά της είναι ευαίσθητα σε υψηλές θερμοκρασίες, οπότε όταν καίγονται μεγάλες εκτάσεις δασών ελάτης η φυσική επαναγκατάσταση του είδους είναι αργή. Η μαύρη πεύκη, λόγω του χονδρού φλοιού της σε μεγάλη ηλικία, είναι τέλεια προσαρμοσμένη σε έρπουσες πυρκαγιές. Οι έρπουσες πυρκαγιές προκαλούν την καύση της μυκητοπαγούς πλάκας που αναπτύσσεται στις αργά αποσυντιθέμενες βελόνες και αποτελεί εμπόδιο στην αναγέννηση. Ακολούθως, αποκαλύπτεται το ορυκτό έδαφος και τελικά η φυσική αναγέννηση εμφανίζεται άφθονη. Συνεπώς, η έρπουσα πυρκαγιά αποτελεί έναν σημαντικό οικολογικό παράγοντα για την ανανέωση γηρασμένων δασών μαύρης πεύκης. Ωστόσο, δεν ισχύει το ίδιο και για τις επικόρυφες πυρκαγιές. Η μαύρη πεύκη δεν διατηρεί σπέρματα σε λήθαργο, ενώ οι κώνοι της ωριμάζουν κατά τους μήνες Νοέμβριο-Δεκέμβριο του δεύτερου έτους από τη γονιμοποίησή τους και ανοίγουν κατά τους μήνες Δεκέμβριο-Ιανουάριο οπότε και πέφτουν τα σπέρματα. Καθώς όμως οι πυρκαγιές λαμβάνουν χώρα κατά τη θερινή περίοδο, στις επικόρυφες πυρκαγιές οι κώνοι καίγονται πριν ωριμάσουν οπότε φυσική αναγέννηση εμφανίζεται μόνο στην περίπτωση που υπάρχει ένα μωσαϊκό ομάδων, λοχμών ή μικρών συστάδων με ζωντανά δέντρα, κανονικά καταμεμημένων σε απόσταση μικρότερη από 3-5 ύψη δέντρων. Όπου η πυρκαγιά έχει δημιουργήσει ένα μωσαϊκό καμένων και άκαφτων επιφανειών είναι σκόπιμο να εφαρμοσθούν, 4-5 έτη έπειτα από την πυρκαγιά, τεχνητές επεμβάσεις, συμπληρωματικές της φυσικής αναγέννησης. Στις περιπτώσεις που έχουν καεί πλήρως μεγάλες ενιαίες εκτάσεις και δεν υπάρχουν πια φυσικοί σπορείς ή βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση, θα πρέπει υποχρεωτικά να πραγματοποιείται τεχνητή αποκατάσταση.

Αναφορικά με τις δασοκομικές ενέργειες που θα πρέπει να ακολουθήσουν την υλοποίηση αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων έπειτα από την πυρκαγιά, το πρώτο βήμα¹ είναι η εξασφάλιση και προμήθεια υλικού σποράς από όσο το δυνατόν κοντινή περιοχή. Σε περίπτωση που υπάρχουν ομάδες, λόχμες ή μικρές συστάδες, ακόμη και μεμονωμένα άτομα που δεν έχουν καεί, είναι προτιμότερο η συλλογή των σπόρων να γίνεται από αυτές τις επιφάνειες. Η σωστή επιλογή της προέλευσης των σπόρων αποτελεί το πρώτο και πιο αποφασιστικό βήμα για την επιτυχία του εγχειρήματος.

1 Η επιλογή είδους δεν τίθεται ως θέμα στη συγκεκριμένη περίπτωση, καθώς πρόκειται για αποκατάσταση αμιγούς δάσους μαύρης πεύκης, συνδεδεμένη άμεσα με την αποκατάσταση του τοπίου.

Το δεύτερο βήμα είναι η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου αποκατάστασης, μεταξύ της σποράς και της φύτευσης. Η σπορά αποτελεί την πιο φυσική μέθοδο αποκατάστασης και τα πλεονεκτήματά της απέναντι στη φύτευση είναι πολυάριθμα. Τα φυτάρια που προέρχονται από άμεση σπορά προσαρμόζουν ευθύς εξ' αρχής το ριζικό τους σύστημα στις ιδιότητες του εδάφους και δεν υφίστανται το «σοκ» της μεταφύτευσης που υφίστανται τα φυτάρια που παράγονται στο φυτώριο. Το αποτέλεσμα είναι η εμφάνιση πολύ μεγαλύτερου αριθμού φυταρίων ανά μονάδα επιφάνειας και, συνεπώς, η δυνατότητα φυσικής επιλογής καθίσταται πολύ μεγαλύτερη. Περαιτέρω, θα πρέπει να γίνει επιλογή μεταξύ της ευρυσποράς και της μερικής σποράς κατά πινάκια ή και σε θέσεις. Η ευρυσπορά, κατά την οποία είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ακόμη και εναέρια μέσα (όταν πρόκειται για μεγάλη επιφάνεια), είναι η φυσικότερη μέθοδος· ωστόσο, το μεγάλο μειονέκτημά της είναι πως, κατά την εφαρμογή της, απαιτείται πολύ μεγάλη ποσότητα σπόρων, η οποία είναι δύσκολο να εξευρεθεί και το κόστος της είναι πολύ υψηλό. Στη μερική σπορά κατά πινάκια ή και σε θέσεις απαιτείται πολύ μικρότερη ποσότητα σπόρων και υπάρχει η δυνατότητα της επιλογής του συνδέσμου, δηλαδή της απόστασης μεταξύ των πινακίων ή των θέσεων και ο περιορισμός, με αυτόν τον τρόπο, της δαπάνης προστατευτικών και καλλιεργητικών επεμβάσεων. Από την άλλη πλευρά, το μεγαλύτερο μειονέκτημα της σποράς είναι πως η επιτυχία της εξαρτάται σχεδόν ολοκληρωτικά από τυχαίους παράγοντες. Σε περίπτωση, δηλαδή, που έπεται από τη σπορά ακολουθήσουν ευνοϊκές συνθήκες τότε η επιτυχία θα είναι πολύ μεγάλη, αν ωστόσο επικρατήσουν αντίξοες συνθήκες, ξηρασία ή παγετοί, η αποτυχία θα είναι, επίσης, πολύ μεγάλη.

Στη φύτευση θα πρέπει να γίνει επιλογή μεταξύ α) γυμνόριζων φυταρίων και βωλοφύτων και β) μονοετών και διετών φυταρίων, σπανιότερα τριετών. Τα γυμνόριζα φυτάρια έχουν το πλεονέκτημα του μικρού κόστους παραγωγής και της μεγαλύτερης ικανότητας προσαρμογής του ριζικού τους συστήματος στις δεδομένες συνθήκες του εδάφους, απαιτούν όμως πολύ μεγαλύτερη φροντίδα στην εξαγωγή, τη συσκευασία, τη μεταφορά αλλά και τη φύτευση, και επιπλέον ο χρόνος που πρέπει να μεσολαβήσει από την εξαγωγή έως τη φύτευσή τους είναι πολύ περιορισμένος και το μεταφυτευτικό «σοκ» είναι μεγαλύτερο. Στα πλεονεκτήματά τους προσμετράται το γεγονός πως για τη φύτευσή τους είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν απλές, φθηνές και γρήγορες μέθοδοι, όπως φύτευση με εμβολέα, με αξίνα κ.ά., εφόσον το επιτρέπει η κατάσταση του εδάφους. Τα βωλόφυτα έχουν το μειονέκτημα του μεγαλύτερου κόστους παραγωγής και της πιθανότητας συστροφής των ριζών, ιδιαίτερα όταν η ηλικία τους είναι μεγαλύτερη των 2 ετών. Το κόστος μεταφοράς τους είναι, επίσης, μεγαλύτερο, αλλά εμφανίζουν το πλεονέκτημα της μεγαλύτερης διάρκειας διατήρησης από την εξαγωγή τους από το φυτώριο έως τη φύτευση και, επίσης, επιτρέπουν την επέκταση της διάρκειας της φυτευτικής περιόδου. Τα μονοετή φυτάρια, τόσο τα γυμνόριζα όσο και τα βωλόφυτα, έχουν το πλεονέκτημα του μικρού κόστους παραγωγής, μεταφοράς και φύτευσης, απαιτούν όμως μεγαλύτερες δαπάνες προστασίας, κυρίως από τον ανταγωνισμό της παρεδαφιαίας βλάστησης. Αντίθετα, τα διετή φυτάρια έχουν το μειονέκτημα του μεγαλύτερου κόστους παραγωγής, μεταφοράς και φύτευσης (και στα βωλόφυτα και τον κίνδυνο συστροφής των ριζών), απαιτούν όμως λιγότερη φροντίδα από ότι τα μονοετή.

Καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχία των φυτεύσεων είναι και η απόσταση των φυτωρίων όπου παράγονται τα φυτάρια από την προς αποκατάσταση επιφάνεια. Όσο πιο κοντά βρίσκονται τα φυτώρια, τόσο μικρότερη ταλαιπωρία υφίστανται τα φυτάρια, ιδιαίτερα τα γυμνόριζα, κατά τη μεταφορά τους και τόσο πιο προσαρμοσμένη είναι η ανάπτυξή τους προς τις κλιματικές συνθήκες της προς αποκατάσταση περιοχής.

Βιβλιογραφία

- Ντάφης, Σ.Α. 1986. Δασική οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη. 443 σελ.
- Χατζηστάθης, Α. και Σ. Ντάφης. 1989. Αναδασώσεις - Δασικά φυτάρια. Εκδ. Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη. 265 σελ.

Πυρκαγιές και αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης

Κωνσταντίνος Κραββαρίτης

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
Γενική Δ/ση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος
Δ/ση Αναδασώσεων και Ορεινής Υδρονομίας
Χαλκοκονδύλη 31, 10164 Αθήνα

Αν και το φαινόμενο των δασικών πυρκαγιών δεν αποτελεί αντικείμενο του κειμένου που ακολουθεί, αξίζει να αναφερθεί πως, κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, έχει παρατηρηθεί αύξηση των πυρκαγιών σε δάση και δασικές εκτάσεις, τόσο ως προς τον αριθμό των περιστατικών, όσο και ως προς το εμβαδό των εκτάσεων που καίγονται. Απόρροια του ανωτέρω γεγονότος είναι και η αύξηση των καμένων εκτάσεων δασών μαύρης πεύκης, χωρίς αυτό να σημαίνει πως στο παρελθόν δεν είχαν σημειωθεί πυρκαγιές σε δάση μαύρης πεύκης.

Η συνήθης πρακτική έπειτα από κάθε πυρκαγιά, παρά τις επικρίσεις των μη ειδικών, είναι η αναμονή για περίοδο 2-3 ετών ώστε να δράσει η φυσική αναγέννηση. Στη συνέχεια, και ανάλογα με τα αποτελέσματα της φυσικής αναγέννησης, εφαρμόζονται αναδασωτικές επεμβάσεις, κυρίως σε περιπτώσεις όπου η φυσική αναγέννηση δεν ήταν εφικτή λόγω των συνθηκών ή όπου αυτή δεν επιτεύχθηκε άμεσα. Ωστόσο, σε ό,τι αφορά στη μαύρη πεύκη, έπειτα από μια επικύρωση πυρκαγιά και ολοσχερή καταστροφή, η φυσική αναγέννηση δεν είναι δυνατή και επομένως δεν απαιτείται η παρέλευση των 2-3 ετών για επέμβαση αποκατάστασης της βλάστησης. Οι διατιθέμενες πιστώσεις για τον σκοπό αυτό δεν ήταν ποτέ μεγάλες, ωστόσο, έπειτα από τα τελευταία περιστατικά, φαίνεται να συνειδητοποιείται η ανάγκη της χρηματοδότησης σχετικών επεμβάσεων. Στο ανωτέρω πλαίσιο διατίθενται μεγαλύτερες πιστώσεις και υποστηρίζονται πλέον άμεσα και πιο δυναμικά αντιδιαβρωτικά, αντιπλημμυρικά και αναδασωτικά έργα.

Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί περιλαμβάνονται στοιχεία αναφορικά με τις πυρκαγιές που συνέβησαν στην Ελλάδα, σε δάση μαύρης πεύκης. Από τον Πίνακα προκύπτει πως το πρόβλημα έχει ενταθεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών. Τα εν λόγω στοιχεία συγκεντρώθηκαν κατόπιν τηλεφωνικής επικοινωνίας με τις δασικές υπηρεσίες.

Πίνακας 1. Στοιχεία πυρκαγιών μαύρης πεύκης.

A/A	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ - ΜΕΤΡΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
1	ΑΜΦΙΣΣΑ Έτος: 1977 Έκταση: 3.000 στρ. μικτού δάσους ελάτης - μαύρης πεύκης	Πυρκαγιά επικόρυφη. Σχεδόν ολοσχερής καταστροφή. Φυσική αναγέννηση ελάχιστη. Φυτεύσεις σε εκτεταμένη περιοχή με επιτυχία (μόνο μαύρης πεύκης). Χωρίς ιδιαίτερο πρόβλημα βοσκής.
2	ΞΥΛΟΚΑΣΤΡΟ Έτος: 1982 Έκταση: 16.000 στρ.	Πυρκαγιά επικόρυφη. Ολοσχερής καταστροφή. Φυσική αναγέννηση ελάχιστη στις παρυφές και γύρω από λίγους εναπομείναντες σπορείς (πλαγιοσπορά). Φυτεύσεις με επιτυχία. Σπορά σε πινάκια αποτυχημένη λόγω ξηρασίας.
3	ΘΑΣΟΣ Έτος: 1985 και 1989 Έκταση: 10.000 στρ.	Πυρκαγιά μικτή. Φυσική αναγέννηση ικανοποιητική όπου υπήρχαν σπορείς. Φυτεύσεις με επιτυχία. Σπορά σε πινάκια ανεπιτυχής. Πρόβλημα βόσκησης κατά τα πρώτα έτη.
4	ΚΟΝΙΤΣΑ Έτος: 1997 και 2008 Έκταση: 10.000 στρ.	1997: Πυρκαγιά μικτή. Φυσική αναγέννηση ικανοποιητική όπου υπήρχαν σπορείς. Φυτεύσεις με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Σπορά με αναμόχλευση του εδάφους με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα. 2008: Πυρκαγιά επικόρυφη. Ολοσχερής καταστροφή του δάσους και μεγάλου μέρους της έκτασης που κάηκε το 1997. Εξαιτίας της μεγάλης συσσώρευσης καύσιμης ύλης εκτιμάται ότι έπειτα από το 5ο έτος θα πρέπει να επιτρέπεται η εισδοχή μεγάλων, κυρίως, ζώων.
5	ΓΟΥΜΕΝΙΣΣΑ Έτος: Τέλος δεκαετίας '90 Έκταση: 200 στρ. (περιοχή Σκρα)	Πυρκαγιά μικτή. Φυσική αναγέννηση ικανοποιητική. Χωρίς ιδιαίτερο πρόβλημα βοσκής. Επικράτηση μαύρης πεύκης έναντι δρυός.
6	ΔΡΑΜΑ Έτος: Τέλος δεκαετίας '90 Έκταση: 10.000 στρ. (Νευροκόπι)	Πυρκαγιά μικτή. Φυσική αναγέννηση ικανοποιητική. Φυτεύσεις με επιτυχία. Χωρίς ιδιαίτερο πρόβλημα βοσκής.

Πίνακας 1. Στοιχεία πυρκαγιών μαύρης πεύκης.

Α/Α	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ - ΜΕΤΡΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
7	ΙΩΑΝΝΙΝΑ Έτος: 2000 Έκταση: 17.000 στρ.	Πυρκαγιά επικόρυφη. Ολοσχερής καταστροφή. Φυσική αναγέννηση ελάχιστη. Επικράτηση πλατυφύλλων (δρυός). Σπορά σε πινάκια με επιτυχία σε περιορισμένη έκταση από κοινότητα.
8	ΠΙΕΡΙΑ Έτος: 2007 Έκταση: 7.000 στρ.	Πυρκαγιά μικτή. Φυσική αναγέννηση ικανοποιητική (έπειτα από την πυρκαγιά και πριν την κατασκευή αντιδιαβρωτικών έργων σημειώθηκε καταρρακτώδης βροχή και προκλήθηκαν πλημμυρικά φαινόμενα με αποτέλεσμα την πρόσχωση φράγματος νερού).
9	ΚΑΣΤΟΡΙΑ Έτος: 2007	Από την πυρκαγιά έμειναν λωρίδες, νησίδες και σπορείς που δεν κάηκαν. Φυσική αναγέννηση σε ορισμένες θέσεις ικανοποιητική. Υπάρχει πρόβλημα βοσκής αλλά και ανταγωνισμού από χόρτα. Για την επιτυχία φυτεύσεων και σποράς απαιτείται περίφραξη και καλλιέργεια του εδάφους.
10	ΠΑΡΝΗΘΑ Έτος: 2007	Φυτεύσεις μαύρης πεύκης και ελάτης (με ποτίσματα ικανοποιητικά αποτελέσματα).

Ο ρόλος της κεντρικής αποθήκης δασικών σπόρων στην αποκατάσταση των δασών

Δέσποινα Παϊταρίδου

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
Γενική Δ/ση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος
Δ/ση Αναδασώσεων και Ορεινής Υδρονομίας
Τμήμα Δασικών Φυτωρίων και Σποροπαραγωγής
Χαλκοκονδύλη 31, 10164 Αθήνα
e-mail: paitaridou@yahoo.gr

Εισαγωγή

Στην Ελλάδα, η ποικιλότητα του κλίματος και του εδάφους, αλλά κυρίως η εξάπλωση πολλών δασικών ειδών σε νησιά και άλλες απομονωμένες γεωγραφικά περιοχές, είναι παράγοντες που ευνοούν την εμφάνιση υψηλής βιοποικιλότητας καθώς και τον υψηλό βαθμό ενδημισμού. Ως αποτέλεσμα, η δασοπονία στη χώρα μας ασκείται σε περιβάλλοντα με μεγάλη ποικιλότητα, τα οποία διαδραματίζουν, επιπλέον, πολυλειτουργικό ρόλο βάσει των κοινωνικών, περιβαλλοντικών, οικολογικών, οικονομικών και πολιτιστικών λειτουργιών.

Οι δασικές πυρκαγιές του έτους 2007 καταγράφηκαν ως οι πιο καταστροφικές των τελευταίων δεκαετιών, τόσο σε ελληνικό, όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Ανάμεσα στις περιοχές που επλήγησαν ήταν και ο Πάρνωνας (Τόπος Κοινοτικής Σημασίας με κωδικό GR 2520006 «Όρος Πάρνωνας και περιοχή Μονής Μαλεβής»), στον οποίο απαντούν εκτενή δάση μαύρης πεύκης, κεφαλληνιακής ελάτης, καθώς και άλλων ειδών φυλλοβόλων και αείφυλλων πλατύφυλλων. Οι πυρκαγιές, σε συνδυασμό με κλιματολογικούς και εδαφολογικούς παράγοντες, είχαν ως συνέπεια την υποβάθμιση της κατάστασης διατήρησης των φυσικών τύπων οικοτόπων και των ειδών της περιοχής σε βαθμό που δεν έχει ακόμα προσδιοριστεί.

Όπου η φυσική αναγέννηση είναι δυσχερής, η δασική υπηρεσία καλείται να λάβει όλα τα αναγκαία μέτρα για τη διασφάλιση και υποβοήθησή της. Αυτό είναι δυνατόν να επιτευχθεί μέσω των αναδασώσεων. Σκοπός των αναδασώσεων είναι η επαναδημιουργία δασών που καταστρέφονται από πυρκαγιές και άλλες αιτίες, η ανανέωση των δασοπονικά ώριμων δασών και η ανόρθωση των υποβαθμισμένων δασικών οικοσυστημάτων. Όλα τα ανωτέρω είναι δυνατόν να επιτευχθούν μέσω κατάλληλων τεχνητών επεμβάσεων (σπορά ή φύτευση). Απαραίτητη, ωστόσο, προϋπόθεση για την επιτυχία των αναδασώσεων (παραγωγικές, αισθητικές και προστατευτικές) και των δασώσεων είναι ο καθορισμός της προέλευσης και η εξασφάλιση καλής ποιότητας δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού με σκοπό την παραγωγή ποιοτικών φυταρίων από τα δημόσια δασικά φυτώρια.

Θεσμικό Πλαίσιο

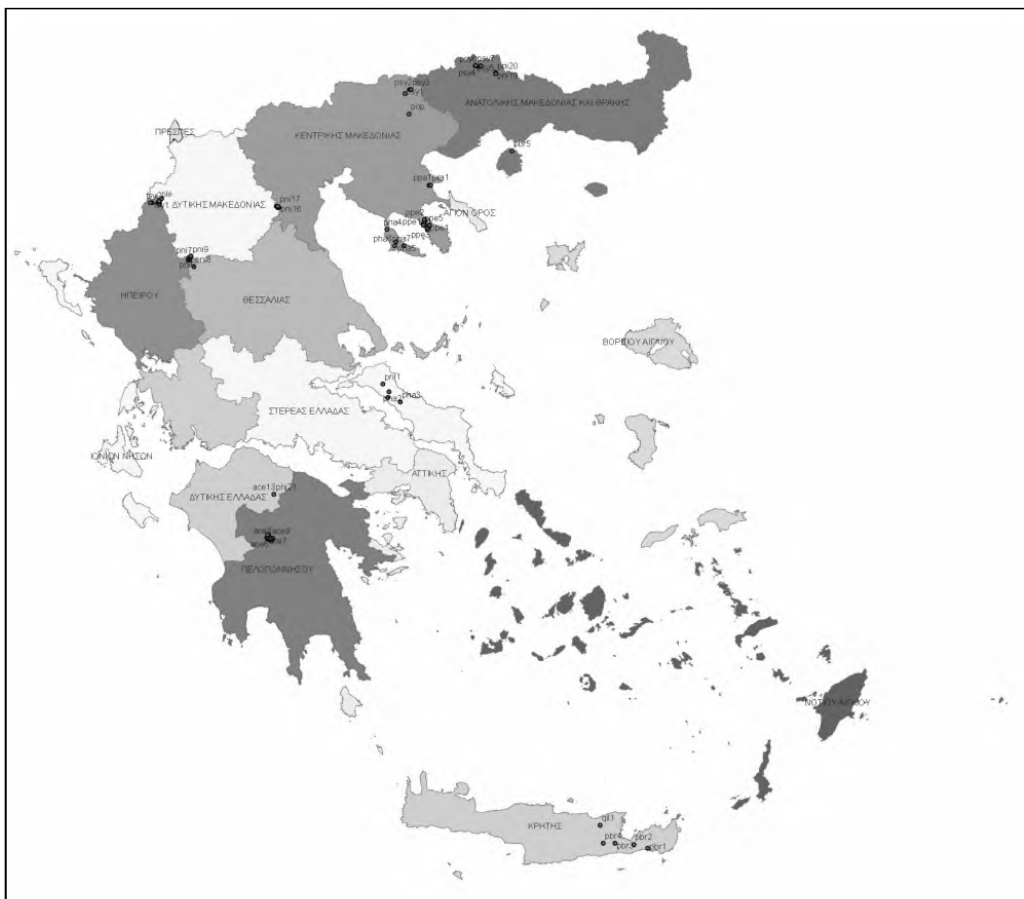
Σύμφωνα με τη Γενική Διακήρυξη της 3ης Υπουργικής Συνόδου για την Προστασία των Δασών στην Ευρώπη που πραγματοποιήθηκε στη Λισσαβόνα το έτος 1998, για τις αναδασώσεις και τις δασώσεις θα πρέπει να προτιμώνται αυτοφυή είδη και είδη τοπικής προέλευσης, τα οποία είναι καλά προσαρμοσμένα στις τοπικές συνθήκες του περιβάλλοντος. Επιπλέον, εάν το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι δάση υψηλής αξίας ως προς τη σταθερότητα, την προσαρμογή, την αντίσταση, την παραγωγικότητα και την ποικιλότητα είναι απαραίτητη η χρήση Δασικού Πολλαπλασιαστικού Υλικού (ΔΠΥ), γενετικά και φαινοτυπικά κατάλληλου για έναν συγκεκριμένο τόπο. Το υψηλής ποιότητας ΔΠΥ θα πρέπει να πληροί, όπου αυτό απαιτείται, συγκεκριμένα πρότυπα ποιότητας.

Αναγνωρίζοντας το γεγονός αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έθεσε σε ισχύ την Οδηγία 1999/105/ΕΕ του Συμβουλίου της Ευρώπης για την εμπορία του Δασικού Πολλαπλασιαστικού Υλικού. Η εν λόγω Οδηγία διασφαλίζει την παροχή υψηλής ποιότητας ΔΠΥ των ειδών που χρησιμοποιούνται εντός της ΕΕ, προβλέποντας ότι δεν επιτρέπεται να κυκλοφορεί στην αγορά υλικό εάν δεν είναι πιστοποιημένο, σύμφωνα με μία από τις τέσσερις κατηγορίες που προσδιορίζονται στην Οδηγία. Οι κατηγορίες διαφέρουν ως προς την αυστηρότητα των κριτηρίων ποιότητας τα οποία πρέπει να πληροί το υλικό που κυκλοφορεί στην αγορά. Αυτό είναι ζωτικής σημασίας για τον καθορισμό της καταλληλότητας του ΔΠΥ που προορίζεται για έναν συγκεκριμένο τόπο.

Η χώρα μας, ως κράτος μέλος της ΕΕ, με το Προεδρικό Διάταγμα 17/2003 (Π.Δ. 17/2003) ενσωμάτωσε στη νομοθεσία της την Οδηγία 1999/105/ΕΕ καθώς και τα συγκεκριμένα μέτρα που προβλέπονται από αυτήν και τα οποία υλοποιούνται βάσει Κανονισμών και Αποφάσεων της Επιτροπής (Παίταριδου 2003). Σε εφαρμογή του Π.Δ. 17/2003, εκδόθηκαν η Υπουργική Απόφαση 101833/1933, ΦΕΚ 2311/5-12-2007 με τους χάρτες προέλευσης των ειδών και ο Εθνικός Κατάλογος με τις εγκεκριμένες σποροπαραγωγές συστάδες. Η επιλογή των σποροπαραγωγών συστάδων βασίζεται σε κριτήρια, όπως η απομόνωση, η ομοιομορφία, ο όγκος παραγωγής, η ποιότητα του ξύλου, το είδος του κορμού και η συμπεριφορά κατά την ανάπτυξη, η υγεία, η αντίσταση σε εχθρούς και ασθένειες, το αποτελεσματικό μέγεθος του πληθυσμού (γενετική ποικιλομορφία), η ηλικία και η ανάπτυξη. Προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερη αντιπροσώπευση των δασικών ειδών, εντός ενός μεγάλου γεωγραφικού εύρους, επιλέχθηκε ένας μεγάλος αριθμός συστάδων. Ο στόχος ήταν να συλλέγεται ΔΠΥ από προελεύσεις όπου επικρατούν συναφείς οικολογικές συνθήκες με αυτές των περιοχών που προτείνονταν για αναδάσωση.

Στην Εικόνα 1 διακρίνεται ο χάρτης περιφέρειας προέλευσης της μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*). Σε κάθε χάρτη περιφέρειας προέλευσης, οριοθετούνται οι περιοχές προέλευσης στις οποίες απαντούν δασοσυστάδες ή πηγές σπόρων που προορίζονται για την παραγωγή ΔΠΥ των κατηγοριών «γνωστής πηγής» και «επιλεγμένα». Επίσης, στα Παραρτήματα II και III της προαναφερθείσας υπουργικής απόφασης περιλαμβάνονται, για κάθε περιφέρεια προέλευσης, τα κλιματοεδαφολογικά στοιχεία, οι κύριες ζώνες βλάστησης, ο χάρτης των βιοκλιματικών ορόφων

της Ελλάδας, ο χάρτης βλάστησης και ο βιοκλιματικός χάρτης (Μαυρομμάτης 1980). Ενδεικτικά, αναφέρεται πως στην περιφέρεια προέλευσης Πελοποννήσου (Π) επικρατούν, σε ποσοστό 46%, τα αβαθή εδάφη τα οποία απαντώνται κυρίως στις ορεινές αλλά και στις λοφώδεις περιοχές, όπου επικρατούν σχιστόλιθοι, ασβεστόλιθοι και φλύσχη. Το ποσοστό των βαθιών εδαφών είναι 39% και περιλαμβάνει αλλουβιακά εδάφη καθώς και εδάφη από τριτογενείς αποθέσεις, κολλούβια, φλύσχη και σχιστόλιθους. Τέλος, ποσοστό 15% καταλαμβάνουν τα βραχώδη εδάφη κυρίως από σκληρούς ασβεστόλιθους. Στην εν λόγω περιφέρεια απαντούν όλες οι ζώνες βλάστησης με κυρίαρχα είδη την κεφαλληνιακή ελάτη (*Abies cephalonica*), τη μαύρη πεύκη (*Pinus nigra*) και τη δρυ (*Quercus* sp.).



Εικόνα 1. Χάρτης περιφερειών προέλευσης της μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*).

Κεντρική Αποθήκη Δασικών Σπόρων

Η Κεντρική Αποθήκη Δασικών Σπόρων (ΚΑΔΣ) ιδρύθηκε το έτος 1989 και είναι ενταγμένη στη Διεύθυνση Αναδασώσεων και Ορεινής Υδρονομίας της Γενικής Διεύθυνσης Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος, η οποία ανήκει πλέον στο Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.), έπειτα από τη μεταφορά της από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Είναι η μοναδική στη χώρα η οποία ασχολείται με τη συλλογή, την εκκόκκιση, τη διατήρηση, τη διακίνηση και τον ποιοτικό έλεγχο ΔΠΥ, με σκοπό την παραγωγή ποιοτικών φυταρίων από τα δημόσια δασικά φυτώρια για την κάλυψη των αναγκών υλοποίησης αναδασωτικών προγραμμάτων της χώρας.

Με βάση την υφιστάμενη νομοθεσία, η Διεύθυνση Αναδασώσεων και Ορεινής Υδρονομίας του Υ.Π.Ε.Κ.Α. καταρτίζει το πρόγραμμα σποροσυλλογής και προμηθεύει με ΔΠΥ (σπόρους και φυτευτικό υλικό) τα δημόσια δασικά φυτώρια της χώρας, αλλά και ιδιώτες. Συγκεκριμένα, η ΚΑΔΣ τροφοδοτεί με σπόρους και φυτευτικό υλικό τα 40 περίπου δασικά φυτώρια που λειτουργούν σήμερα στα κατά τόπους δασαρχεία της χώρας.

Τα κυριότερα δασοπονικά είδη που χρησιμοποιούνται σήμερα στα αναδασωτικά προγράμματα που εκπονούνται στην Ελλάδα είναι τα πεύκα, διότι αυτά απαντούν στην αυτόχθονη βλάστηση των περιοχών όπου πραγματοποιούνται οι αναδασώσεις. Εκτός από πεύκα, τα τελευταία έτη χρησιμοποιούνται και άλλα είδη, όπως το κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens*), το σφενδάμι (*Acer* sp.), η κεφαλληνιακή ελάτη (*Abies cephalonica* Loud.), η λεύκη (*Populus* sp.), η κουτσουπιά (*Cercis siliquastrum*), η δρυς (*Quercus* sp.), ο φράξος (*Fraxinus* sp.) κ.ά. για αναδασώσεις, δασώσεις καθώς και για καλλωπιστικούς σκοπούς.

Η ΚΑΔΣ διαθέτει εκκοκκιστήριο, εργαστήριο ελέγχου και πιστοποίησης του ΔΠΥ καθώς και ψυκτικούς θαλάμους για τη διατήρηση των αποθεμάτων των σπόρων σε κατάλληλες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας. Το έτος 1992, το εκκοκκιστήριο εκσυγχρονίστηκε και εγκαταστάθηκε η πρώτη αυτοματοποιημένη μονάδα επεξεργασίας ΔΠΥ για περιορισμένο αριθμό ειδών. Ετησίως, συλλέγονται, κατά μέσο όρο, 25-30 t διαφόρων δασικών ειδών (κώννοι, στρόβιλοι, καρποί) οι οποίοι, αφού επεξεργασθούν, παράγουν έως 2.000 kg σπόρους ανά έτος. Ο σπόρος, αφού εκκοκκισθεί, αποθηκεύεται σε ψυγεία, σε θερμοκρασία ανάλογη με τις ανάγκες του κάθε είδους. Κάποιοι σπόροι φυλάσσονται σε ψυγεία - θαλάμους με απλή ψύξη (0 έως 4°C), ενώ άλλοι μπαίνουν σε βαθιά κατάψυξη (0 έως -2°C). Η διάρκεια ζωής των σπόρων στα ψυγεία εξαρτάται από τον τρόπο εκκόκκισης, καθώς και από το είδος από το οποίο προέρχεται ο σπόρος, και είναι δυνατόν να είναι αρκετά μεγάλη (διατήρηση σπόρων για πολλές δεκαετίες). Για παράδειγμα, στην ΚΑΔΣ διατηρείται σπόρος ερυθρελάτης από το έτος 1991 με πολύ καλή φυτρωτικότητα.

Το εργαστήριο ελέγχου ποιοτικών χαρακτηριστικών του ΔΠΥ ιδρύθηκε και λειτουργεί από το έτος 2004. Σκοπός του είναι η, εκ των προτέρων, μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του σπόρου και, συνεπώς, η πρόβλεψη της απόδοσης του υλικού πριν αυτό διατεθεί στα δασικά

φυτώρια για παραγωγή φυταρίων. Τα χαρακτηριστικά του σπόρου που εξετάζονται είναι η φυτρωτικότητα του, δηλαδή το ποσοστό βλαστητικής ικανότητας του καθαρού σπόρου, η καθαρότητά του, το βάρος σε γραμμάρια που έχουν οι 1.000 σπόροι και η περιεχόμενη σε αυτούς υγρασία. Η υγρασία είναι σημαντική παράμετρος, διότι παρέχει στοιχεία για τον χρόνο αποθήκευσης του σπόρου. Έτσι, για μακροχρόνια αποθήκευση, αφαιρείται κάποιο ποσοστό υγρασίας από τον σπόρο. Από την αρχή του έτους 2009, το εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου εκδίδει τα πρώτα πιστοποιητικά ποιότητας ώστε οι δημόσιοι φορείς ή οι ιδιώτες που προμηθεύονται σπόρους από την ΚΑΔΣ να γνωρίζουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους.

Από την έναρξη λειτουργίας του εργαστηρίου έχει πραγματοποιηθεί έλεγχος σε 46 δασικά είδη. Ενδεικτικά, αναφέρεται πως το έτος 2008 πραγματοποιήθηκαν 116 εργαστηριακές αναλύσεις.

Συμπεράσματα

Η ΚΑΔΣ παράγει, αποθηκεύει και διακινεί καλής ποιότητας ΔΠΥ προς τα δασικά φυτώρια της χώρας μας. Ο εκουγχρονισμός των μονάδων της με μηχανήματα σύγχρονης τεχνολογίας είναι δυνατόν να επιτρέψει περαιτέρω την εξελιξή της σε Τράπεζα Διατήρησης Δασικού Γενετικού Υλικού, δεδομένης της ιδιαίτερα υψηλής βιοποικιλότητας που χαρακτηρίζει τη χώρα μας.

Βιβλιογραφία

- Απόφαση 101833/1933, ΦΕΚ 2311/5-12-2007. Οριοθέτηση περιφερειών προέλευσης για το βασικό υλικό που προορίζεται για την παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού των κατηγοριών «γνωστής πηγής» και «επιλεγμένα» και κατάρτιση και δημοσίευση χαρτών οριοθέτησης των περιφερειών προέλευσης σύμφωνα με το Π.Δ. 17/2003 (ΦΕΚ 14/ 27-1-2003).
- Μαυρομμάτης, Γ.Ν. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλαστήσεως. Βιοκλιματικοί Χάρτες. Δασική Έρευνα, Τόμος Ι. σελ. 5-63.
- Οδηγία 1999/105/ΕΕ. Σχετικά με την εμπορία του δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού. L11/17/15-1-00.
- Παϊταρίδου, Δ. 2003. Εναρμόνιση της ελληνικής - ευρωπαϊκής νομοθεσίας για τη διακίνηση του δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού. Πρακτικά επιστημονικής ημερίδας με θέμα «Επιλογή φυτικών ειδών για δασώσεις, αναδασώσεις και βελτιώσεις αστικού και φυσικού τοπίου», Δράμα 06-06-2003, σελ. 105-112. Τμήμα Δασοπονίας Δράμας, Τ.Ε.Ι. Καβάλας.
- Προεδρικό Διάταγμα 17/2003. Δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 1999/105/ΕΚ. ΦΕΚ 14/27-1-03.
- Ταξινόμηση, Χαρτογράφηση και Αξιολόγηση των Γαιών σε επίπεδο Περιφέρειας, της Δ/σης Δασικών Χαρτών, Τμήμα Ταξινόμηση Γαιών.

Η περιοχή του Πάρνωνα, η πυρκαγιά του έτους 2007 και οι επιπτώσεις της

Παναγιώτα Σημάδη

Δασαρχείο Σπάρτης
Τ.Θ. 118 37, 23100 Σπάρτη
e-mail: pan_simadi@yahoo.gr

Γενικά

Το όρος Πάρνωνα καταλαμβάνει το ΝΑ τμήμα της Πελοποννήσου και το υψόμετρό του ανέρχεται στα 1.936.

Το Δασικό Σύμπλεγμα Πάρνωνα ανήκει διοικητικά:

- Στη Γενική Γραμματεία Περιφέρειας Πελοποννήσου με έδρα την Τρίπολη
- Στις Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις Λακωνίας και Αρκαδίας
- Στις διοικητικές περιφέρειες των δημοτικών διαμερισμάτων:
 - α. *Επαρχίας Λακεδαίμονος, Νομού Λακωνίας*: Κοινότητα Καρυών, δημοτικά διαμερίσματα Βαμβακούς-Βερροίων του Δήμου Οινούντος, δημοτικά διαμερίσματα Πολυδρόσου, Αγριάνων Δήμου Θεράπνων και Δημοτικό Διαμέρισμα Καλλιθέας Δήμου Γερόνθρων.
 - β. *Επαρχίας Κυνουρίας, Νομού Αρκαδίας*: Κοινότητα Κοσμά, δημοτικά διαμερίσματα Πλατανακίου και Παλαιοχωρίου του Δήμου Λεωνιδίου, δημοτικά διαμερίσματα Αγίου Πέτρου, Σίταινας, Καστάνιτσας και Πραστού Δήμου Βόρειας Κυνουρίας.

Δασικά, υπάγεται:

- α. Στη Γενική Δ/ση Περιφέρειας Πελοποννήσου με έδρα την Τρίπολη
- β. Στη Δ/ση Δασών Περιφέρειας Πελοποννήσου με έδρα την Τρίπολη
- γ. Στη Δ/ση Δασών Λακωνίας με έδρα τη Σπάρτη
- δ. Στο Δασαρχείο Σπάρτης

Το Δασικό Σύμπλεγμα Πάρνωνα έχει έκταση 52.473,80 ha. Η εν λόγω έκταση, κατά δασοπονικό είδος, κατανέμεται ως εξής:

1. Δάσος ελάτης (*Abies cephalonica* Loud.): 8.969,53 ha
2. Δάσος μαύρης πεύκης (*Pinus nigra* Arn.): 3.964,05 ha
3. Δάσος χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*): 367,00 ha
4. Δάσος κέδρου (*Juniperus* sp.): 702,00 ha
5. Δάσος πλατύφυλλης δρυός (*Quercus frainetto* Ten.): 448,20 ha

6. Μικτά δάση ελάτης - πεύκης με κυριαρχία ελάτης: 3.152,82 ha
 7. Μικτά δάση πεύκης - ελάτης με κυριαρχία πεύκης: 3.421,80 ha
 8. Μικτά δάση ελάτης - κέδρου: 1.860,20 ha
 9. Καστανεώνες (*Castanea sativa*): 538,90 ha
 10. Αείφυλλα - πλατύφυλλα: 1.6137,70 ha
- Οι υπόλοιπες εκτάσεις είναι μερικώς δασοσκεπείς, άγονα και αγροί.

Συνθήκες ιδιοκτησίας

Το Δασικό Σύμπλεγμα Πάρνωνα αποτελεί ιδιοκτησία του Ελληνικού Δημοσίου από την απελευθέρωση της χώρας από τους Τούρκους και ως δημόσιο διαχειρίζεται έως σήμερα, αφού δεν έχει υπάρξει διεκδίκηση δικαιώματος ιδιοκτησίας από κανέναν. Επίσης, μέσα στο σύμπλεγμα δεν υπάρχουν δουλείες βοσκής. Όλα τα δημοτικά διαμερίσματα εισπράττουν από τους κτηνοτρόφους τον «κατά κεφαλήν φόρο», καθώς έχει εκχωρηθεί σε αυτά η βοσκή στις δημόσιες εκτάσεις (Ν. 875/37). Παλαιότερα, υπήρχε η δουλεία ρητίνευσης των δασών μαύρης πεύκης Αγριάνων και Πολυδρόσου, αλλά οι ασκούντες το δικαίωμα παραιτήθηκαν έπειτα από την καταβολή αποζημίωσης.

Οι καστανεώνες της Καστάνιτσας, του Κοσμά και του Αγίου Πέτρου βρίσκονται στις γεωργικές περιοχές των δημοτικών διαμερισμάτων και διαχειρίζονται ως δενδροκομικές καλλιέργειες, με μόνη εξαίρεση το Δημοτικό Διαμέρισμα Καστάνιτσας όπου μια συνεχόμενη έκταση 400 ha έχει αναγνωρισθεί ως ιδιωτικό δάσος της ολότητας των κατοίκων του χωριού με την αρ. 142480/4-12-1937 Διαταγή του Υπουργείου Γεωργίας. Επίσης, στον καστανεώνα της Καστάνιτσας παράγονται δενδρύλλια Χριστουγέννων (περίπου 5.000/έτος) τα οποία διατίθενται στην ελληνική αγορά. Η κύρια απασχόληση των δασόβιων πληθυσμών ήταν η κτηνοτροφία.

Η έως σήμερα διαχείριση

Το δημόσιο, από το έτος 1955, έθεσε το Δασικό Σύμπλεγμα Πάρνωνα υπό καθεστώς εκμετάλλευσης με αυτεπιστασία (Κρατική Εκμετάλλευση Δασών - ΚΕΔ). Για το Δασικό Σύμπλεγμα Πάρνωνα συντάχθηκαν διαχειριστικές μελέτες για τις περιόδους 1963-1972, 1973-1982, 1983-1992 και τη δεκαετία 2006-2015. Αξίζει να αναφερθεί πως, προ του έτους 1955, η διαχείριση του δάσους ασκούσαν μόνο για παραγωγή καυσόξυλων τα οποία χρησιμοποιούνταν για την κάλυψη των ατομικών αναγκών και των αναγκών μικροεπαγγελματιών καθώς και για τη λειτουργία ασβεστοκάμινων. Στις εργασίες συγκομιδής των δασικών προϊόντων απασχολούνται τα μέλη των δασικών συνεταιρισμών των δημοτικών διαμερισμάτων Καστάνιτσας, Σίταινας και Πραστού.

Από πλευράς εκμετάλλευσης, η βελτίωση του Δασικού Συμπλέγματος Πάρνωνα στηρίχθηκε, εκτός από τη λειτουργία της ΚΕΔ, και στο διαρκές βελτιούμενο δίκτυο των δασοδρόμων όλων

των κατηγοριών που σήμερα ξεπερνά τα 400 km. Το δίκτυο βρίσκεται σε πολύ καλή κατάσταση και οι κύριοι άξονές του είναι οι οδοί: α) Βαμβακού - Στραβόραχη - Αγ. Πέτρος, β) Στραβόραχη - Καστάνιτσα, γ) Στραβόραχη - Πραστός - Άγιος Βασίλειος - Πλατανάκι, δ) Στραβόραχη - Κοσμάς - Παλαιοχώρι, ε) Τσελεχάνα - Πολύδροσο - Αγριάνοι - Καλλιθέα και στ) Πολύδροσο - Βέρροια Βασσαράς. Το βασικό οδικό δίκτυο επικουρείται από πλήθος άλλων δρόμων.

Κύριες καρπώσεις - Λοιπές προσφορές

Το υπολογιζόμενο συνολικό λήμμα για τη δεκαετία 2006-2015 ανέρχεται στο ποσό των 31.081,35 m³ ελάτης, 75.462,32 m³ μαύρης πεύκης που διατίθεται στο εμπόριο και 4496,68 m³ δρυός που διατίθεται για την κάλυψη ατομικών αναγκών των κατοίκων της Κοινότητας Καρυών. Εκτός από την παραγωγή ξυλείας στην περιοχή του δασικού συμπλέγματος αναπτύσσονται και οι εξής δραστηριότητες:

- Λατομική δραστηριότητα, κυρίως εξόρυξης μαρμάρου, από την αρχαιότητα.
- Κτηνοτροφία, με κοπάδια γιδοπροβάτων που μεταφέρονται στην περιοχή κατά τους θερινούς μήνες.
- Μελισσοκομία.
- Παραγωγή χριστουγενιάρικων δέντρων από τους καστανεώνες Καστάνιτσας - Παλαιοχωρίου, καθώς επίσης και από ιδιωτικές φυτείες.
- Συλλογή φυτοχώματος από τον καστανεώνα Καστάνιτσας.

Τα ιστορικά στοιχεία της περιοχής, οι παραδοσιακοί οικισμοί, οι αρχαιολογικοί χώροι και τα μοναστήρια, σε συνδυασμό με τα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος, καθιστούν την περιοχή του δασικού συμπλέγματος κατάλληλη για ανάπτυξη ορεινού τουρισμού και δασικής αναψυχής. Επισημαίνεται πως στην ευρύτερη περιοχή υπάρχει χαρακτηρισμένο, με την αρ. 185983/1959/21-08-1980 Απόφαση του Υφυπουργού Γεωργίας, Μνημείο της Φύσης Μονή Μαλεβής - Αγ. Πέτρου, έκτασης 74 ha με *Juniperus drupacea*. Τουριστικές υποδομές υπάρχουν σήμερα σε πολλά δημοτικά διαμερίσματα του Πάρνωνα, όπως στο Πολύδροσο, στην Καστάνιτσα, στον Αγ. Πέτρο, στον Κοσμά, στη Βαμβακού κ.ά.

Λοιπά Χαρακτηριστικά

Το Δασικό Σύμπλεγμα Πάρνωνα αποτελεί Τύπο Κοινοτικής Σημασίας με κωδικό GR 2520006 «Όρος Πάρνωνας και περιοχή Μονής Μαλεβής» του δικτύου NATURA 2000.

Αντιπυρική Προστασία

Στο δάσος του Πάρνωνα υπάρχουν 10 τσιμεντένιες δεξαμενές πυρόσβεσης, χωρητικότητας 330 m³ και 2 χωμάτινες, χωρητικότητας 3.500 m³ και 5.600 m³, αντίστοιχα. Οι 8 από τις 10 τσιμε-

ντένιες και οι 2 χωμάτινες δεξαμενές πυρόσβεσης κατασκευάστηκαν κατά την περίοδο 2006-2009. Σε όλα τα δημοτικά διαμερίσματα εντός του δάσους υπάρχει από μία τσιμεντένια δεξαμενή, χωρητικότητας 330 m³.

Ενέργειες του Δασαρχείου Σπάρτης έπειτα από την πυρκαγιά του 2007

- Αποτυπώθηκε η καμένη έκταση και κηρύχθηκε αναδασωτέα έκταση 15.295,652 ha. Από αυτά, τα 3.900 ha αποτελούσαν δάσος ελάτης, μαύρης πεύκης και χαλεπίου πεύκης.
- Εκδόθηκε Δασική Απαγορευτική Διάταξη Βοσκής για 10 έτη στις δασικές εκτάσεις και για 15 έτη στα δάση.
- Εκδόθηκε Δασική Απαγορευτική Διάταξη Θήρας για 2 έτη και, στη συνέχεια, το έτος 2009, απαγορεύθηκε η θήρα σε τμήμα της καμένης περιοχής του Πάρνωνα για ακόμη 2 έτη.
- Κατασκευάστηκαν αντιπλημμυρικά - αντιδιαβρωτικά έργα στο καμένο δάσος του Πάρνωνα (δημοτικά διαμερίσματα Καλιθέας - Αγριάνων - Πολυδρόσου). Κατασκευάστηκαν 2.310 m² ξυλοφράγματα και 355.195 m κορμοδέματα, βάσει εγκεκριμένης μελέτης, συνολικής δαπάνης 1.750.000 ευρώ.
- Υπογράφηκε προγραμματική σύμβαση, συνολικής δαπάνης 300.000 ευρώ, μεταξύ της Περιφέρειας Πελοποννήσου και του Φορέα Διαχείρισης Όρους Πάρνωνα και Υγρότοπου Μουστού, βάσει της οποίας χρηματοδοτήθηκαν από τον Φορέα Διαχείρισης και υλοποιήθηκαν από το Δασαρχείο Σπάρτης τα ακόλουθα:
 - Κατασκευή 18 αντιδιαβρωτικών φραγμάτων από τσιμέντο στα ρέματα της καμένης περιοχής του Πάρνωνα (δημοτικά διαμερίσματα Καλιθέας - Αγριάνων - Πολυδρόσου), δαπάνης 194.000 ευρώ.
 - Συντήρηση των δασοδρόμων της περιοχής (δημοτικά διαμερίσματα Καλιθέας - Αγριάνων - Πολυδρόσου), διότι σημειώθηκαν έντονες καταπτώσεις έπειτα από τις πρώτες βροχές, δαπάνης 15.000 ευρώ.
 - Επίστρωση (στεγανοποίηση) και επένδυση, με ειδική πλαστική μεμβράνη, χωμάτινης δεξαμενής πυρόσβεσης, χωρητικότητας 5.625 m³ στην περιοχή Ι.Μ. Αγ. Αναργύρων του Δήμου Οινούτσος, δαπάνης 37.299 ευρώ. Για την κατασκευή της δεξαμενής πυρόσβεσης δαπανήθηκαν επιπλέον χρήματα και για κάποιες από τις εργασίες χρησιμοποιήθηκαν μηχανήματα του Δασαρχείου.
 - Κατασκευή δεξαμενής πυρόσβεσης από σκυρόδεμα, χωρητικότητας 330 m³ στο Δημοτικό Διαμέρισμα Αγ. Πέτρου Κυνουρίας, στη θέση Ξηροκάμπια, δαπάνης 52.922 ευρώ.
- Συντάχθηκε πίνακας υλοτομίας για το καμένο δάσος και, αφού εγκρίθηκε, έγινε μίσθωση λήμματος των καμένων συστάδων σε Αναγκαστικό Δασικό Συνεταιρισμό (ΑΔΣ). Έως σήμερα, έχουν υλοτομηθεί 3.500 m³ ελάτης - μαύρης πεύκης και 13.200 χωρικά κυβικά μέτρα στρογγύλια καυσόξυλα (το προβλεπόμενο λήμμα στην καμένη περιοχή ήταν 5.000 m³ περίπου για τη δεκαετία 2006-2015).
- Πραγματοποιήθηκε συλλογή σπόρων μαύρης πεύκης προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για την αναδάσωση του καμένου δάσους Πάρνωνα και άλλων καμένων δασών.

- Πραγματοποιήθηκαν καθαρισμοί δασικών εκτάσεων και φυτεύσεις πλησίον των δημοτικών διαμερισμάτων (Χρυσάφων - Καλλιθέας - Αγριάνων - Πολυδρόσου) και των επαρχιακών - δασικών δρόμων.
- Φυτεύθηκαν 40.000 δενδρύλλια μαύρης πεύκης στην περιοχή Αγριάνων - Πολυδρόσου, από χρηματοδότηση της εταιρείας JOHNSON & JOHNSON, μέσω της μη κυβερνητικής οργάνωσης Praksis.
- Τέλος, υπό την επίβλεψη του Δασαρχείου, έγιναν φυτεύσεις δενδρυλλίων κοντά και μέσα στους οικισμούς από σχολεία, τον στρατό, την Ιερά Μητρόπολη, τον Κυνηγετικό Σύλλογο Σπάρτης, το FORUM ΠΑΡΝΩΝ οι Αγριάνοι, καθώς και από κατοίκους Πολυδρόσου και Χρυσάφων, κατά τη φυτευτική περίοδο 2008-2009. Φυτεύθηκαν περίπου 10.000 δενδρύλλια μαύρης πεύκης και άλλα δενδρύλλια κυρίως κοντά στα δημοτικά διαμερίσματα.

Επιπτώσεις της πυρκαγιάς του 2007

Εξαιτίας της πυρκαγιάς σημειώθηκε υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Η διάβρωση του εδάφους, η οποία επήλθε από την πυρκαγιά, ήταν εντονότερη σε κάποιες περιοχές και λιγότερο έντονη σε άλλες. Ιδιαίτερα έντονες ήταν οι επιπτώσεις και στην κτηνοτροφία, καθώς οι περιοχές των δημοτικών διαμερισμάτων Αγριάνων και Χρυσάφων Δήμου Θεραπνών και της Καλλιθέας και Καλλονής Δήμου Γερονθρών έχουν ανεπτυγμένη κτηνοτροφία.

Προβλήματα αναγέννησης

Στην περιοχή του Δημοτικού Διαμερίσματος Καλλιθέας Δήμου Θεραπνών, το δασοπονικό είδος που κήκε ήταν η χαλέπιος πεύκη, η οποία, ωστόσο, έχει αναγεννηθεί φυσικά και η πορεία αναγέννησής της είναι άριστη. Στις εκτάσεις όπου φύονταν έλατα πριν από την πυρκαγιά του έτους 2007, το έδαφος είναι πολύ πετρώδες και η αναγέννηση, φυσική ή τεχνητή, παρουσιάζει μεγάλες δυσκολίες.

Η αναγέννηση του καμένου δάσους μαύρης πεύκης είναι σπάνια και είναι επιτακτική η ανάγκη για τεχνητή αναδάσωση. Η ένταξη των 290 ha καμένου δάσους μαύρης πεύκης στο Έργο LIFE+ «Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα μέσω μιας δομημένης προσέγγισης» αναμένεται να βοηθήσει αποτελεσματικά στην αποκατάσταση του περιβάλλοντος.

Βιβλιογραφία

Εγκεκριμένη Μελέτη Προστασίας και Διαχείρισης Δημόσιου Δάσους Πάρνωνα (NERKO - Ν. ΧΛΥΚΑΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΕΠΕ).

Τηρούμενα Στοιχεία Υπηρεσίας. Δασαρχείο Σπάρτης.

Η πυρκαγιά του έτους 2007 στον Ταΰγετο και η αντιμετώπιση των επιπτώσεών της

Σπύρος Κατσίποδας

Δασαρχείο Καλαμάτας
Ύδρας 5, 24100 Καλαμάτα
e-mail: skatsipo@gmail.com

Το Δασικό Σύμπλεγμα Ταΰγétου

Το Δασικό Σύμπλεγμα Ταΰγétου υπάγεται διοικητικά στο Δασαρχείο Καλαμάτας το οποίο έσει και τη διαχείρισή του.. Το μεγαλύτερο τμήμα του καταλαμβάνει τις βορειοδυτικές πλαγιές του Όρους Ταΰγετος και μικρότερο τις ανατολικές. Η έκτασή του ανέρχεται σε 132.000 στρ., από τα οποία 45.000 καλύπτει το αμιγές δάσος ελάτης (*Abies cephalonica* Loud.), 24.000 το αμιγές δάσος μαύρης πεύκης (*Pinus nigra* Arn.) και 20.000 το μικτό δάσος ελάτης και μαύρης πεύκης. Η υπόλοιπη έκταση καταλαμβάνεται από αγροτικές καλλιέργειες, αείφυλλα πλατύφυλλα και οικισμού. Πρόκειται για διαχειριζόμενο παραγωγικό δάσος, ακανόνιστης υποκηπευτής μορφής.

Το Δασικό Σύμπλεγμα Ταΰγétου διαθέτει σημαντικό δίκτυο υποδομών αντιπυρικής προστασίας στο οποίο περιλαμβάνεται εκτεταμένο δίκτυο δασικών και αγροτικών δρόμων διαφόρων κατηγοριών, αντιπυρικές ζώνες, δεξαμενές νερού και πυροφυλάκια.

Οι πυρκαγιές του έτους 2007

Το έτος 2007 υπήρξε για τον Νομό Μεσσηνίας ίσως το χειρότερο από πλευράς απωλειών, λόγω των δασικών πυρκαγιών. Συνολικά, στη Μεσσηνία κήκαν 195.000 στρ. από τα οποία 145.000 ήταν δάση και δασικές εκτάσεις. Η πυρκαγιά του Ταΰγétου έκαψε 113.000 στρ., από τα οποία 93.000 στρ. καλύπτουν τα δάση και οι δασικές εκτάσεις. Ειδικότερα, κήκαν 45.000 στρ. διαχειριζόμενου δάσους μαύρης πεύκης και ελάτης, 38.000 στρ. αείφυλλων πλατύφυλλων και 20.000 στρ. αγροτικών εκτάσεων. Από τα 45.000 στρ. διαχειριζόμενου δάσους, 20.000 στρ. είχαν ξανακαεί από την πυρκαγιά του έτους 1998 (Εικόνα 1α). Κήκαν, επίσης, εκτάσεις στη θέση Σπαρτόραχη όπου είχαν πραγματοποιηθεί σπορές μαύρης πεύκης κατά τα έτη 2000 και 2002 (Εικόνα 1β).

Εκτός όμως από την τεράστια καταστροφή στον δασικό πλούτο του δάσους του Ταΰγétου χάθηκαν, δυστυχώς για την ιστορία της Δασικής Υπηρεσίας, οι εγκαταστάσεις του κρατικού ξυλοπριστήριου της Αρτεμισίας και του Δασονομείου (Εικόνες 2α και β).



Εικόνες 1α και β. Τμήμα των καμένων εκτάσεων του έτους 1998 που κήηκαν ξανά το έτος 2007 (α) και αποκατάσταση με σπορές (β).



Εικόνες 2α και β. Άποψη του εξωτερικού και του εσωτερικού του προιστηρίου έπειτα από την πυρκαγιά.

Το προιστήριο της Αρτεμισίας, το οποίο κατασκευάστηκε την περίοδο 1935-1940 ως βάση της πρώτης κρατικής ξυλοβιομηχανίας μαζί με αυτές του Περτουλίου και της Βυτίνας, καταστράφηκε ολοσχερώς. Εκτός από τον ιστορικό εξοπλισμό κήηκαν, επίσης, το συστεγαζόμενο Δασονομείο και αρκετά μηχανήματα της δασικής υπηρεσίας, αποθήκες και λοιπός εξοπλισμός.

Μέτρα αντιμετώπισης των επιπτώσεων της πυρκαγιάς

Άμεσα μετά την πυρκαγιά αποτυπώθηκε η καμένη έκταση και κηρύχθηκε αναδασωτέα. Επίσης, απαγορεύτηκε η βοσκή και η άσκηση θήρας σε όλες τις καμένες εκτάσεις για δύο έτη και ειδικά για τον Ταύγετο για άλλα δύο έτη.

Το πρώτο θέμα που έπρεπε να αντιμετωπισθεί ήταν η κατασκευή ξυλοφραγμάτων και γενικά αντιδιαβρωτικών έργων για την προστασία του εδάφους. Το Δασαρχείο είχε την εμπειρία του 1998 οπότε πάλι είχε κατασκευάσει ξυλοφράγματα και κορμοδέματα. Αυτή τη φορά επιλέχθηκε η κατασκευή μόνο ξυλοφραγμάτων για δύο λόγους: α) στο δάσος που είχε ξανακαεί δεν υπήρχε ξυλεία και η μεταφορά από άλλα μέρη θα ήταν ιδιαίτερα δαπανηρή και β) δεν είχαν παρατηρηθεί διαβρωτικά φαινόμενα. Επίσης, στο υπόλοιπο δάσος που διαχειρίζεται κανονικά επρόκειτο να αρχίσουν άμεσα υλοτομικές εργασίες, οπότε η κατασκευή κορμοπλεγμάτων και κορμοδεμάτων θα ήταν ανούσια, αφού με τις υλοτομίες οι κατασκευές θα καταστρέφονταν. Συνεπώς, συμφωνήθηκε η κατασκευή μόνο ξυλοφραγμάτων (Εικόνες 3α και β). Το Δασαρχείο εκπόνησε τη σχετική μελέτη η οποία προέβλεπε να κατασκευασθούν 15.000 m² ξυλοφράγματα.

Η τοποθέτηση των ξυλοφραγμάτων στο ρέμα, η απόσταση μεταξύ τους και τα επιμέρους στοιχεία κατασκευής επιλέχθηκαν ανάλογα με τον χαρακτήρα κάθε ρέματος, τις χαραδρώσεις κ.ά. Από την υλοποίηση των έργων έχει συγκεντρωθεί πολύτιμη εμπειρία αναφορικά με τη βελτίωση εφαρμογής τους. Έπειτα από τις βροχές, τα φράγματα γέμισαν και, παρά το γεγονός πως κάποια από αυτά καταστράφηκαν, λειτούργησαν πολύ καλά. Η καταστροφή των ξυλοφραγμάτων δεν αποτελεί πρόβλημα, καθώς αυτά δεν είναι μόνιμες κατασκευές. Η εκτίμηση της υπη-



Εικόνες 3α και β. Σειρά ξυλοφραγμάτων (α) και συγκράτηση φερτών υλών (β) στο δάσος Ταϋγέτου.

ρεσίας είναι ότι τα ξυλοφράγματα επιτέλεσαν τον ρόλο τους και έτσι δεν σημειώθηκαν πλημμυρικά φαινόμενα στους οικισμούς του Ταϋγέτου, αλλά ούτε και στην Καλαμάτα (όλη η λεκάνη απορροής του Ταϋγέτου καταλήγει στην Καλαμάτα). Τα φράγματα κατασκευάστηκαν με εργολαβίες σε εργολήπτες δασοτεχνικών έργων, σε διάστημα τριών μηνών. Συνολικά κατασκευάστηκαν, σε 5.000 θέσεις, 16.500 m² φράγματα, τα οποία ενισχύουν τα υφιστάμενα πέτρινα φράγματα που έχει κατασκευάσει η δασική υπηρεσία εδώ και 50 έτη (Εικόνα 4). Για την κατασκευή φραγμάτων, εκτός από ξυλεία, χρησιμοποιήθηκαν και στρωτήρες σιδηροδρόμου σε άλλες περιοχές της Μεσσηνίας (όπως για παράδειγμα, στην Άνω Μεσσηνία, στην Τσακώνα, στα Παραδείσια κ.ά.),



Εικόνα 4. Άποψη φράγματος στον Ποταμό Νέδοντα, μεγάλο τμήμα της λεκάνης απορροής του οποίου κάηκε το καλοκαίρι του έτους 2007.



Εικόνες 5α και β. Υλοτομίες σε καμένο δάσος μαύρης πεύκης (α) και μηχανήμα αποφοιοώσης (β) στον Ταΐγετο.

Ένα άλλο θέμα που έπρεπε να αντιμετωπισθεί, ήταν η εγκατάσταση του Δασονομείου Αρτεμισίας, εργασία απολύτως απαραίτητη, αφού οι μελέτες και η επιβλεψη των εργασιών απαιτούσαν συνεχή παρουσία προσωπικού. Αμέσως μετά τη φωτιά, χορηγήθηκε (μέσω δωρεάς) στην υπηρεσία ένα κοντέινερ για τη στέγασή της. Στη συνέχεια, το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, παραχώρησε τρία λυόμενα από την Κρατική Βιομηχανία Καλαμπάκας στα οποία στεγάσθηκε το Δασονομείο. Σε συνεργασία με την Αναπτυξιακή Εταιρεία Μεσσηνίας και τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Μεσσηνίας, έχει συνταχθεί μελέτη αποκατάστασης του ιστορικού κτηρίου.

Διαχείριση της καμένης ξυλείας

Αμέσως μετά τη φωτιά συντάχθηκε πίνακας υλοτομίας εκτάκτου καρπώσεως, ο οποίος προέβλεπε την απόληψη 165.000 m³ ξύλου, από τα οποία τα 100.000 αφορούσαν τεχνικό ξύλο και τα 65.000 βιομηχανικό. Η υλοτομία και η απόληψη ανατέθηκαν σε δασικούς συνεταιρισμούς με την καταβολή μισθώματος. Έως τα μέσα Οκτωβρίου 2009, οπότε οι υλοτομίες έφταναν στο τέλος τους, είχαν υλοτομηθεί και παραληφθεί, περί τα 100.000 m³ ξύλου (Εικόνες 5α και β).

Αποκατάσταση του δάσους

Εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους των καταστροφών δεν υπήρχε διαθέσιμος σπόρος για σπορές ή για τον σχεδιασμό της αναδάσωσης. Για τον λόγο αυτό, εκπονήθηκε σχετική μελέτη η οποία αφορά τη συλλογή 20 t κώνων μαύρης πεύκης. Το έτος 2008 συλλέχθηκαν 7 t κώνοι μαύρης πεύκης, οι οποίοι εστάλησαν στην Κεντρική Αποθήκη Δασικών Σπόρων για εκκόκκιση. Η εργασία αυτή θα συνεχισθεί. Σε ό,τι αφορά τον συλλεγόμενο σπόρο, επιδιώκεται η συλλογή κώνων από τα καλύτερα δέντρα. Από την έως τώρα προσπάθεια, έχουν παραχθεί 50 kg σπερμάτων για σπορές και φυτεύσεις, σύμφωνα με τη μελέτη αναδάσωσης που εκπόνησε το Δασαρχείο Καλαμάτας.

Στις καμένες εκτάσεις των αειφύλλων πλατύφυλλων δεν προτείνονται αναδασώσεις διότι σε αυτά τα οικοσυστήματα παρατηρείται φυσική αναγέννηση. Η μελέτη αναδάσωσης αφορούσε τις εκτάσεις του δάσους μαύρης πεύκης και ειδικότερα την έκταση που είχε ξανακαεί το 1998. Στις καμένες εκτάσεις, όπου υπήρχαν κωνοφόρα (μαύρη πεύκη, ελάτη), θα εξετασθεί εάν υπάρχει ή όχι φυσική αναγέννηση. Ήδη έχει εντοπισθεί φυσική αναγέννηση κοντά σε συστάδες ή μεμονωμένα δέντρα που δεν έχουν καεί. Ωστόσο, εκτιμάται ότι, σε μεγάλα τμήματα τα οποία είναι τελείως κατεστραμμένα, δεν θα υπάρξει φυσική αναγέννηση και, ως εκ τούτου, πρέπει να εξετασθεί η δυνατότητα τεχνητής αποκατάστασης.

Η μελέτη αναδάσωσης είχε προϋπολογισμό 1.600.000 ευρώ για φυτεύσεις 315.000 φυταρίων μαύρης πεύκης σε μία έκταση 2.100 στρ., σπορές σε 1.500 στρ. όπου θα γίνει κατεργασία με προωθητήρα. Οι σπορές θα πραγματοποιηθούν κυρίως σε εδάφη που είχαν καεί κατά το έτος 1998 και στα οποία έχει διαπιστωθεί υψηλότερο ποσοστό επιτυχίας.

Η χρηματοδότηση των ανωτέρω έργων πραγματοποιείται μέσω του ειδικού φορέα δασών που προβλέπεται από τη μελέτη. Από το συνολικό ποσό της χρηματοδότησης, 1.000.000 ευρώ αποτελεί δωρεά της Εμπορικής Τράπεζας προς την υπηρεσία. Τα φυτάρια παράγονται στο Δασικό Φυτώριο Νευροκοπίου με σπόρο από το δάσος του Πάρνωνα ο οποίος συλλέχθηκε το έτος 2007. Ένα ζήτημα το οποίο πρέπει να αντιμετωπισθεί είναι η χρήση γυμνόριζων φυτών, η οποία αυξάνει τους κινδύνους απωλειών κατά τη μεταφορά των φυτών και κατά τον χειρισμό τους στην αναδάσωση.

Εκτός από τις φυτεύσεις, θα πραγματοποιηθούν και σπορές, αρχικά σε επιλεγμένες επιφάνειες ώστε να εξετασθεί η επιτυχία της μεθόδου. Ως θέσεις εφαρμογής σποράς εξετάζονται οι θέσεις όπου διενεργήθηκαν υλοτομίες.

Η προσπάθεια αναγέννησης του δάσους Ταύγету και η προστασία του δεν σταματά στα προαναφερόμενα έργα, είναι συνεχής για όλους όσοι εργάζονται στη δασική υπηρεσία διότι ο Ταύγετος, όπως κάθε δάσος, αποτελεί κομμάτι από τη ζωή των ανθρώπων.

Αποτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς στα δάση μαύρης πεύκης στον Πάρνωνα - Η προσέγγιση για την αποκατάστασή τους

Πέτρος Κακούρος

Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων
Τ.Θ. 60394, 57001 Θέρμη
e-mail: petros@ekby.gr

Εισαγωγή

Το καλοκαίρι του έτους 2007, η Ελλάδα επλήγη από καταστροφικές πυρκαγιές. Η συνολική καμένη έκταση έως τις 30 Σεπτεμβρίου 2007 ήταν 270.563 ha εκ των οποίων τα 31.042, ή 11,5% της καμένης έκτασης, ήταν σε περιοχές του δικτύου NATURA 2000, οι οποίες βρίσκονται κυρίως στην Πελοπόννησο. Μεγάλη ήταν η επίδραση των πυρκαγιών του έτους 2007 στον τύπο οικοτόπου προτεραιότητας *9530 του Παραρτήματος Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ «(Υπτο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα». Σύμφωνα με τους Κακούρο κ.ά (2009), μόνο στον Τύπο Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ) με κωδικό GR 2520006 «Όρος Πάρνωνας και περιοχή Μαλεβίης» κάηκαν 1.921 ha που αντιστοιχούν στο 2,79% της έκτασης του εν λόγω τύπου οικοτόπου στην Πελοπόννησο και στο 0,75% του τύπου οικοτόπου σε εθνικό επίπεδο. Σύμφωνα με την Zaghi (2008), στην Ελλάδα απαντά σχεδόν το 30% των δασών του τύπου οικοτόπου *9530 που εξαπλώνεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η αποκατάσταση των καμένων δασών μαύρης πεύκης (*Pinus nigra* Arn.) παρουσιάζει ιδιαιτερότητες λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων φυσικής αναγέννησης έπειτα από επικόρυφη πυρκαγιά, αφού το είδος δεν διατηρεί σπέρματα σε λήθαργο (Skordilis & Thanos 1997). Για τον λόγο αυτό ιδιαίτερο ρόλο διαδραματίζει η διατήρηση, εντός της καμένης έκτασης, νησίδων και μεμονωμένων ζωντανών δέντρων που μπορούν να δράσουν ως φυσικοί σπορείς (McClanahan 1986, Turner *et al.* 2001, Ordoñez *et al.* 2005). Για την αποκατάσταση της υπόλοιπης έκτασης είναι αναγκαίος ο σχεδιασμός μέτρων αποκατάστασης που να διασφαλίζουν τη βέλτιστη δυνατή χρήση των διαθέσιμων πόρων για την επανεγκατάσταση των δασών μαύρης πεύκης.

Μέθοδος αποτίμησης και σχεδιασμού της αποκατάστασης

Αποτίμηση

Η αποτίμηση της πυρκαγιάς αφορά στην αποτύπωση της καμένης έκτασης και στη χαρτογράφηση των μεταβολών και του βαθμού επίδρασης της πυρκαγιάς, με έμφαση στον εντοπισμό

ζωντανών δέντρων. Στον Πάρνωνα, η αποτίμηση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια μέσω των τηλεπισκόπησης και εργασίας πεδίου. Συγκεκριμένα, για την εκτίμηση του βαθμού επίδρασης της πυρκαγιάς και τον εντοπισμό των νησίδων και των μεμονωμένων ζωντανών δέντρων μαύρης πεύκης χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), ο οποίος χρησιμοποιείται ευρύτατα σε σχετικές μελέτες (Νικολάου κ.ά. 2000, Navarro Cerrillo *et al.* 2007). Για τον υπολογισμό του χρησιμοποιήθηκε εικόνα του δορυφόρου IKONOS της 12/06/2009. Από τις γεωαναφερμένες φασματικές ζώνες της εικόνας υπολογίστηκε ο δείκτης NDVI και με βάση αυτόν οριοθετήθηκαν, αρχικά επί χάρτου, οι θέσεις στις οποίες υπήρχε ζωντανή βλάστηση (νησίδες και μεμονωμένα ζωντανά δέντρα). Τα αποτελέσματά της αρχικής οριοθέτησης ελέγχθηκαν και διορθώθηκαν σε συνδυασμό με εργασία πεδίου και άλλων γεωγραφικών πληροφοριών με τη χρήση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (ΓΣΠ).

Για τον εντοπισμό των μεταβολών που επήλθαν από την πυρκαγιά χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης διανυσματικής μεταβολής (Change Vector Analysis - CVA). Η εν λόγω μέθοδος χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό αλλαγών που οφείλονται σε αποδάσωση, απώλεια της βλάστησης λόγω πυρκαγιάς, μείωση της βιομάζας λόγω υλοτομιών ή άλλων διαταραχών, αλλά και αύξηση της φυτοκάλυψης όταν η βλάστηση επανεγκαθίσταται (Lanbin & Strahler 1994, Johnson & Kasischke 1998, Lawrence & Ripple 1999). Εφαρμόζεται μέσω τεχνικών σύγκρισης ζευγών εικονοστοιχείων (pixel) από δύο διαφορετικά επίπεδα που παράγονται από μία δορυφορική εικόνα, με αντίστοιχα ζεύγη που παράγονται από μια άλλη εικόνα διαφορετικής χρονικής στιγμής. Στον Πάρνωνα, χρησιμοποιήθηκε η μετατροπή Kauth-Thomas, γνωστή και ως μετατροπή Tasseled Cap (Johnson & Kasischke 1998, Allen & Kupfer 2000, Lorena *et al.* 2002, Lunetta *et al.* 2004). Η μετατροπή αυτή επιλέχθηκε καθώς βασίζεται στις μεταβολές της φωτεινότητας και της ποσότητας χλωροφύλλης που απαντά στην επιφάνεια του εδάφους, δύο δεικτών καίριας σημασίας για την εκτίμηση των μεταβολών που επέφερε η πυρκαγιά. Οι τιμές της φωτεινότητας επηρεάζονται από την παρουσία γυμνού εδάφους, η αναλογία του οποίου αυξάνεται πάντα έπειτα από πυρκαγιά, ενώ οι τιμές της ποσότητας χλωροφύλλης επηρεάζονται από τη φυλλική επιφάνεια μίας θέσης.

Σχεδιασμός αποκατάστασης

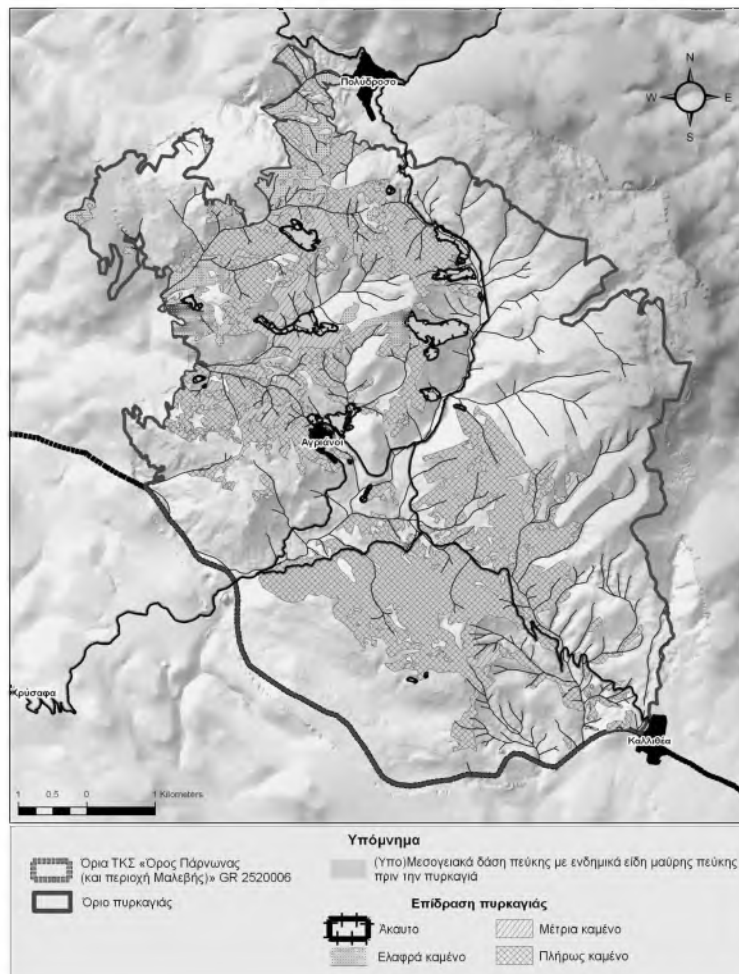
Ο σχεδιασμός της αποκατάστασης βασίστηκε στην προσέγγιση που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του Έργου LIFE+ «Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα (GR 2520006) μέσω μίας δομημένης προσέγγισης» (Κακούρος *υπό δημοσίευση*). Κατά τον σχεδιασμό, εφαρμόζεται μια βήμα-προς-βήμα διαδικασία ιεράρχησης και επιλογής των επιφανειών (ή τμημάτων τους) που μπορούν να αποκατασταθούν. Τα βήματα αυτά είναι: 1) η εφαρμογή οικολογικών κριτηρίων για την ιεράρχηση των επιφανειών οι οποίες είναι πλήρως καμένες 2) η ιεράρχηση των επιφανειών προς αποκατάσταση ως προς την καταλληλότητα του εδάφους 3) η επιλογή των επιφανειών προς αποκατάσταση με βάση τους διατιθέμενους πόρους 4) η επιβεβαίωση της καταλληλότητας των επιλεχθέντων επιφανειών και τυχόν διορθώσεις και 5) η επιλογή των μεθόδων αποκατάστασης. Για την ιεράρχηση της καταλληλότητας του εδάφους κάθε επιφάνειας

προς αποκατάσταση (βήμα 2) χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες από το ψηφιακό ανάγλυφο εδάφους που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο της αποτίμησης και το σύστημα ταξινόμησης του Εδαφολογικού Χάρτη της Ελλάδας (Δασκαλάκης κ.ά. 1989) με ορισμένες τροποποιήσεις, ώστε η ιεράρχηση να μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω φύλλου εργασίας ή βάσης δεδομένων.

Αποτελέσματα

Αποτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς της 23/08/2007 στον Πάρνωνα

Η πυρκαγιά της 23/08/2007 στην περιοχή του Πάρνωνα έπληξε 1.921 ha του τύπου οικοτόπου *9530 τα οποία αντιστοιχούν στο 35,91% των 5.350 ha του τύπου οικοτόπου που απαντούν στον ΤΚΣ «Όρος Πάρνωνας και περιοχή Μαλεβής», με κωδικό GR 2520006. Από αυτά, 212,5 ha κήκαν ελαφρώς, 256 ha επηρεάστηκαν μέτρια και 1452,5 ha κήκαν πλήρως (Εικόνα 1).

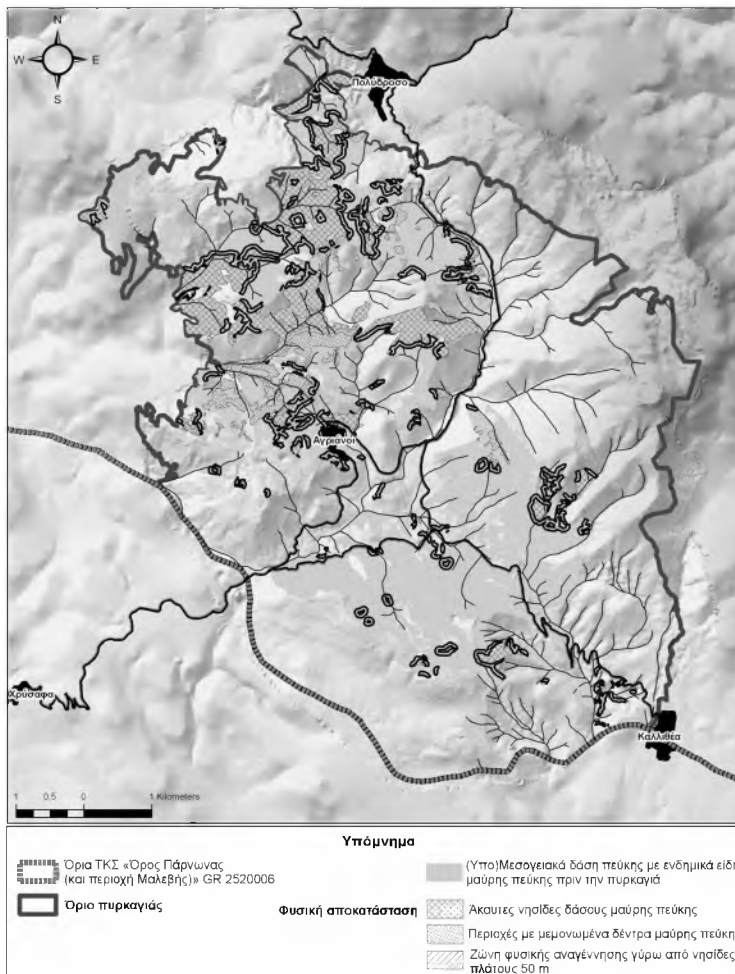


Εικόνα 1. Το όριο των καμένων εκτάσεων και ο βαθμός επίδρασης της πυρκαγιάς στον τύπο οικοτόπου *9530 «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» εντός του ΤΚΣ με κωδικό GR 2520006 «Όρος Πάρνωνας και περιοχή Μαλεβής».

Ως νησίδες ζωντανών δέντρων μαύρης πεύκης θεωρήθηκαν οι συνδενδρίες, οι λόχμες και οι μικρές συστάδες που παρέμειναν άκαρτες ή επηρεάστηκαν ελαφρώς ή μέτρια και στις οποίες κυριαρχεί η μαύρη πεύκη. Μεμονωμένα ζωντανά άτομα μαύρης πεύκης απαντούν σε εκτάσεις που έχουν επηρεασθεί μέτρια και οι οποίες καλύπτονταν από μικτό δάσος μαύρης πεύκης - ελάτης με κυρίαρχο είδος, πριν από την πυρκαγιά, τη μαύρη πεύκη.

Οι νησίδες με ζωντανά δέντρα καταλαμβάνουν συνολικά έκταση 420,1 ha. Οι εκτάσεις με μεμονωμένα δέντρα μαύρης πεύκης καταλαμβάνουν 113,9 ha (Εικόνα 2).

Από την εργασία πεδίου διαπιστώθηκε η εμφάνιση φυσικής αναγέννησης κοντά σε νησίδες, σε μεμονωμένα δέντρα μαύρης πεύκης και στα κράσπεδα μεταξύ καμένων και μη καμένων περιοχών σε απόσταση έως και 50 m από τα δέντρα-σπορείς. Η φυσική αναγέννηση φαίνεται σχετικά άφθονη (1-2 φυτά/m²) με διετή και μονοετή φυτάρια καθώς και αρτίφυτρα, με εξαίρεση τις



Εικόνα 2. Οι νησίδες και οι εκτάσεις με μεμονωμένα ζωντανά δέντρα μαύρης πεύκης εντός του ΤΚΣ GR 2520006 «Όρος Πάρνωνας και περιοχή Μαλεβής».

θέσεις που καλύπτονται από πυκνή βλάστηση αγροστωδών φυτών. Διαπιστώθηκε, επίσης, ότι τα μονοετή φυτά βρίσκονται πλησιέστερα στα δέντρα-σπορείς. Τα ανωτέρω στοιχεία διαμορφώνουν την ακόλουθη εικόνα ως προς τις εκτάσεις του τύπου οικοτόπου που διατηρήθηκαν ή των οποίων αναμένεται η φυσική αποκατάσταση εντός του ορίου της καμένης περιοχής και εντός των εκτάσεων που καταλάμβανε ο τύπος οικοτόπου:

- Διατηρήθηκαν 420,1 ha νησιδων ζωντανών δέντρων που καταλαμβάνουν το 21,1% της έκτασης του τύπου οικοτόπου στην καμένη περιοχή (εκτάσεις ανεπηρέαστες) και 113,91 ha με ζωντανά μεμονωμένα δένδρα σε ποσοστό 5,7% της έκτασης του τύπου οικοτόπου.
- Αναμένεται φυσική αναγέννηση σε α) 113,91 ha με ζωντανά μεμονωμένα δέντρα που καταλαμβάνουν ποσοστό 5,7% της έκτασής του, β) λωρίδες πλάτους 50 m γύρω από τις νησίδες λόγω της φυσικής αναγέννησης που εντοπίστηκε, με έκταση 227,33 ha ή 11,44% του τύπου οικοτόπου και γ) νησίδες με ζωντανά δέντρα μαύρης πεύκης που έχουν καεί ελαφρώς και μέτρια, έκτασης 354,68 ha.

Συνολικά, από τα 1.921 ha του τύπου οικοτόπου που επηρεάστηκαν από την πυρκαγιά της 23/8/2007 στον ΤΚΣ «Όρος Πάρνωνας (και περιοχή Μαλεβής)» αναμένεται να εμφανισθεί φυσική αναγέννηση στο 1/3 (36,23%) της έκτασης του τύπου οικοτόπου που επηρεάστηκε.

Σχεδιασμός αποκατάστασης για τον Πάρνωνα

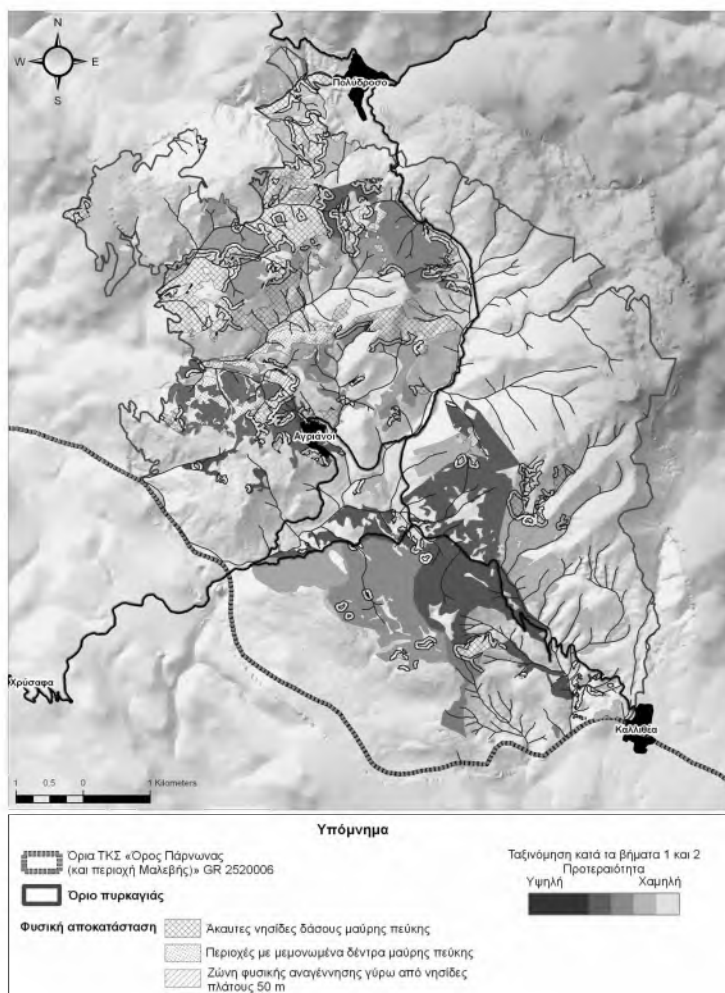
Στο βήμα 1 περιλαμβάνεται: α) η εξαίρεση των εκτάσεων που εκτιμάται ότι μπορούν να αποκατασταθούν εντός 5 ετών από την πυρκαγιά και β) η εκτίμηση της συμβολής των εκτάσεων στην αποκατάσταση της συνέχειας του δάσους. Έπειτα από αυτά, οι εκτάσεις που ιεραρχήθηκαν προς τεχνητή αποκατάσταση είναι 1221,5 ha. Αναφορικά με το κριτήριο β, η αξιολόγηση κάθε επιφάνειας πραγματοποιήθηκε με βάση τη θέση της σε σχέση με τις υπόλοιπες εκτάσεις.

Η εφαρμογή του 2ου βήματος συμπλήρωσε την ιεράρχηση του 1ου, ενσωματώνοντας τα στοιχεία καταλληλότητας του εδάφους για εφαρμογή τεχνητής αποκατάστασης. Στην ιεράρχηση περιελήφθησαν και τα 1.221,5 ha. Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν, κατά φθίνουσα σπουδαιότητα, είναι α) το βάθος του εδάφους, β) η έκθεση, γ) η θέση στην πλαγιά, δ) η κλίση και ε) το υψόμετρο. Σύμφωνα με τον Απατσίδη (1977), ως καλύτερες θέσεις έχουν αξιολογηθεί αυτές με βαθύ έδαφος, βόρειες και βορειοανατολικές εκθέσεις που βρίσκονται στο κάτω μέρος πλαγιών, έχουν ήπιες κλίσεις και βρίσκονται σε σχετικά μεγάλο υψόμετρο, ενώ από τις δυσμενέστερες είναι αυτές με αβαθές ή βραχώδες έδαφος σε νότιες εκθέσεις, στις κορυφές των υψωμάτων με υψηλή κλίση σε χαμηλό υψόμετρο. Οι καταλληλότερες θέσεις έχουν υψηλότερες τιμές και ιεραρχούνται κατά προτεραιότητα για αποκατάσταση (Εικόνα 3). Στον Πίνακα 1, παρουσιάζονται οι εκτάσεις και οι αναλογίες των κριτηρίων καταλληλότητας «βάθος εδάφους» και «έκθεση».

Από τον Πίνακα 1 προκύπτει ότι στην περιοχή που αξιολογείται επικρατούν δυσμενείς εκθέσεις

Πίνακας 1. Εκτάσεις και αναλογίες για τα κριτήρια «βάθος εδάφους» και «έκθεση» των εκτάσεων που αξιολογήθηκαν για αποκατάσταση εντός του ΤΚΣ GR 2520006 «Όρος Πάρνωνας και περιοχή Μαλεβίης».

Βάθος εδάφους	Έκθεση						Σύνολα
	ΒΑ	Α	Δ	ΝΑ	ΝΔ	Ν	
Βαθύ & αβαθές	0,98%	0,00%	0,00%	2,64%	0,73%	2,36%	6,71%
Αβαθές & βαθύ	3,97%	4,83%	0,05%	20,02%	13,67%	7,99%	50,53%
Αβαθές	0,00%	0,52%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,52%
Αβαθές & βράχος	0,04%	2,26%	0,00%	0,00%	7,91%	8,92%	19,13%
Βράχος & αβαθές	3,47%	5,13%	0,00%	1,64%	2,97%	9,91%	23,11%
Σύνολα	8,46%	12,73%	0,05%	24,30%	25,28%	29,17%	100,00%

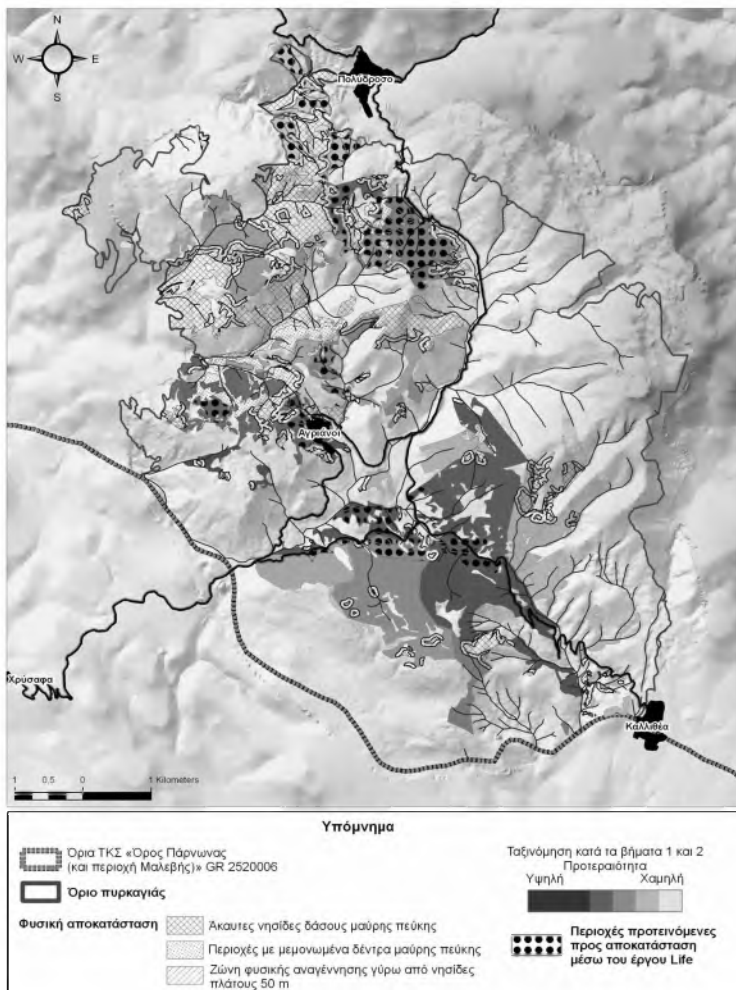


Εικόνα 3. Η ιεράρχηση των επιφανειών προς αποκατάσταση, σύμφωνα με τα βήματα 1 και 2 της δομημένης προσέγγισης για την αποκατάσταση των δασών μαύρης πεύκης.

(οι πολύ θερμές, κατά τη θερινή περίοδο, νότιες εκθέσεις). Επίσης, κυριαρχούν αβαθή εδάφη (πάνω από το 50% των εκτάσεων).

Κατά το 3ο βήμα, επιλέγονται οι καταλληλότερες από τις επιφάνειες που βρίσκονται υψηλότερα στην ιεράρχηση, σύμφωνα με τα ακόλουθα κριτήρια:

1. Οι προς αποκατάσταση επιφάνειες να βρίσκονται κατά το δυνατόν κοντά ή μία στην άλλη ώστε α) να δημιουργούνται όσο το δυνατόν πιο συμπαγείς εκτάσεις με δάσος και β) να μειώνεται το κόστος αποκατάστασης.
2. Οι επιφάνειες να είναι κατά το δυνατόν προσβάσιμες από το υφιστάμενο οδικό δίκτυο.
3. Να μην υπάρχουν φυσικοχημικά ή βιολογικά γνωρίσματα που δυσχεραίνουν την αποκατάσταση (για παράδειγμα, ύπαρξη μυκήτων).
4. Σε περίπτωση που υπάρχουν επιφάνειες όπου απαντά φυσική αναγέννηση με πλατύφυλλα



Εικόνα 4. Οι εκτάσεις που αξιολογήθηκαν ως οι καταλληλότερες προς αποκατάσταση στο πλαίσιο του Έργου LIFE07 NAT/GR/ 000286 «Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα (GR 2520006) μέσω μίας δομημένης προσέγγισης».

είδη, να εξετάζεται η εξαίρεσή τους, εφόσον προστατεύεται επαρκώς το έδαφος, καθώς η φυσική αποκατάσταση είναι σκόπιμο να προκρίνεται.

Η αποκατάσταση των επιφανειών που επιλέγονται πρέπει να είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτή στην εξεταζόμενη περίοδο (εδώ στην περίοδο 2010-2013, διάρκεια Έργου LIFE+). Το αποτέλεσμα της εφαρμογής του βήματος 3 στον Πάρνωνα ήταν η αρχική επιλογή 583,4 ha από τα οποία εξαιρέθηκαν κατόπιν 293 ha όπου έχει εμφανισθεί φυσική αναγέννηση αείφυλλων πλατύφυλλων. Τα υπόλοιπα 290,4 ha προτείνεται να αποκατασταθούν στο πλαίσιο του Έργου LIFE07 NAT/GR/000286 «Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα (GR 2520006) μέσω μίας δομημένης προσέγγισης». Πρόκειται για εκτάσεις που φαίνονται στην Εικόνα 4.

Βιβλιογραφία

- Allen, T.R. and J.A. Kupfer. 2000. Application of Spherical Statistics to Change Vector Analysis of Landsat Data: Southern Appalachian Spruce-Fir Forests. *Remote Sensing of Environment*, 74: 482-493.
- Δασκαλάκης, Τ., Ε. Ζιάγκας και Γ. Νάκος. 1989. Εδαφολογικός χάρτης της Ελλάδος - Χάρτης Γαιών. Υπουργείο Γεωργίας, Δασική Υπηρεσία, Αθήνα.
- Johnson, R.D. and E.S. Kasischke. 1998. Change vector analysis: a technique for the multispectral monitoring of land cover and condition. *International Journal of Remote Sensing*, 19: 411-426.
- Κακούρος, Π., Α. Αποστολάκης και Σ. Ντάφης. 2009α. Έκθεση αποτίμησης των επιπτώσεων της πυρκαγιάς του 2007 στον τύπο οικοτόπου «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» του Πάρνωνα (GR 2520006). Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων, Θεσσαλονίκη. 53 σελ.
- Κακούρος, Π. (υπό έκδοση). Κατευθύνσεις για μια δομημένη προσέγγιση για την αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης μετά από πυρκαγιές. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων, Θεσσαλονίκη.
- Lanbin, E.F. and A.H. Strahler. 1994. Change-Vector Analysis in Multitemporal Space: A tool to detect and categorize land-cover change processes using high temporal-resolution satellite data. *Remote Sensing of Environment*, 48: 231-244.
- Lawrence, R.L. and W.J. Ripple. 1999. Calculating Change Curves for Multitemporal Satellite Imagery: Mount St.Helens 1980-1995. *Remote Sensing of Environment*, 67: 309-310.
- Lorena, R.B., J.R. dos Santos, Y.E. Shimabukuro, I.F. Brown and H.J.H. Kux. 2002. A change vector analysis technique to monitor land use/land cover change in SW Brazilian Amazon: Acre Site. Integrated Remote Sensing at the Global, Regional and Local Scale: ISPRS Commission I Mid-Term Symposium in conjunction with Pecora 15/Land Satellite Information IV Conference. ISPRS, Denver, Colorado, USA. p. 8.
- Lunetta, R.S., D.M. Johnson, J.G. Lyon and J. Crotwell. 2004. Impacts of imagery temporal frequency

- on land-cover change detection monitoring. *Remote Sensing of Environment*, 89: 444-454.
- McClanahan, T.R. 1986. Seed dispersal from vegetation islands. *Ecological Modelling*, 32: 301-309.
- Navarro Cerrillo, R.M., R. Hernández Clemente, S. Escuin Royo, R. Crespo Calvo, P. Rebollo Fernández and S. Lanjeri. 2007. Forest fire effects assesment in Andalusía: a review of strategies and methodologies for severity mapping and vegetation recovery monitoring at the long-term. *Wildfire 2007*, Sevilla, Espana. p. 14.
- Νικολάου, Ε., Α. Γκανάς, Ε. Αθανασίου και Α. Ρετάλης. 2000. Χρήση δεικτών βλάστησης για τη διαχρονική χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων στην περιοχή του Όρους Πεντέλη. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, 11: 258-271.
- Ordoñez, J.L., J. Retana and J.M. Espelta. 2005. Effects of tree size, crown damage, and tree location on post-fire survival and cone production of *Pinus nigra* trees. *Forest Ecology and Management*, 206: 109-117.
- Skordilis, A. and C.A. Thanos. 1997. Comparative ecophysiology of seed germination strategies in the seven pine species naturally growing in Greece. *In*: Ellis R.H., Black M., Murdoch A.J. and Hong T.D. (eds.). *Basic and applied aspects of seed biology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 20.
- Turner, M.G., R.H. Gardner and R.V. O' Neill. 2001. *Landscape Ecology in theory and practice*. Springer-Verlag. 401 p.
- Zaghi, D. 2008. Management of Natura 2000 habitats. *9530 (Sub)Mediterranean pine forests with endemic black pines. European Commission, Brussels. p. 27.

Κριτήρια επιλογής σκοπών και μέτρων μεταπυρικής διαχείρισης των δασών μαύρης πεύκης με βάση την επιστήμη της οικολογίας

Μαργαρίτα Αριανούτσου

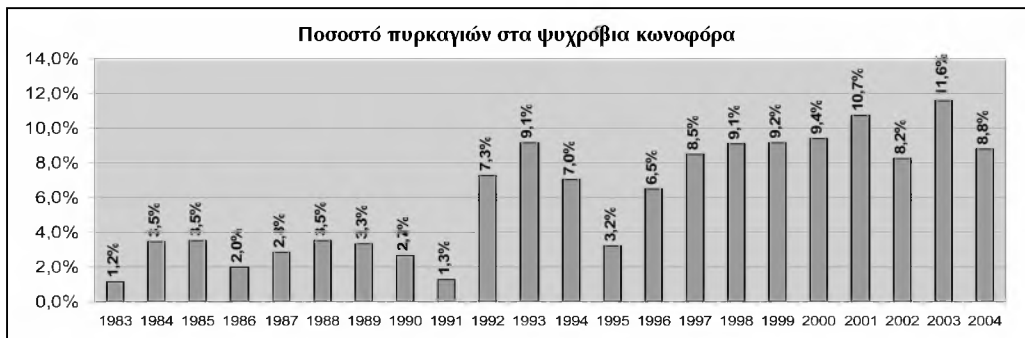
Τομέας Οικολογίας - Ταξινομικής, Τμήμα Βιολογίας
Πανεπιστήμιο Αθηνών, 15784 Ιλίσια
e-mail: marianou@biol.uoa.gr

Εισαγωγή

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις περιοχές όπου απαντούν μεσογειακά οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται από την εναλλαγή θερμών και ψυχρών, άνυδρων και υγρών περιόδων. Είναι γνωστό και ευρέως, πλέον, αποδεκτό ότι από τη στιγμή της εμφάνισής τους, τα οικοσυστήματα μεσογειακού κλιματικού τύπου έχουν εξελιχθεί με την επίδραση συχνών πυρκαγιών. Η “συνεξέλιξη” αυτή έχει επιδράσει στη διαμόρφωση των προτύπων της βιοποικιλότητάς τους (Cowling *et al.* 1996) και έχει καθορίσει τον τρόπο λειτουργίας τους (Rundel 1981). Το καθεστώς της φωτιάς σε μια περιοχή είναι αποφασιστικής σημασίας για τον καθορισμό των αποκρίσεων των οικοσυστημάτων καθώς, για παράδειγμα, μπορεί να εμποδίσει την ανανέωση της εδαφικής ή επίγειας τράπεζας σπερμάτων των υποχρεωτικά σπερμοαναγεννώμενων ειδών (Arianoutsou 1998), να εξαντλήσει τα αποθέματα υδατανθράκων στους ληθαργικούς οφθαλμούς των υποχρεωτικά αναβλαστανόντων ειδών (Arianoutsou 1999) και να υποβοηθήσει την εμφάνιση και εγκατάσταση ξενικών ειδών (Vilà *et al.* 2001). Η εμφάνιση της φωτιάς σχετίζεται με μία σειρά διαφορετικών παραγόντων, ανάμεσα στους οποίους συγκαταλέγονται και οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Ωστόσο, τα χαρακτηριστικά της φωτιάς καθορίζονται άμεσα από τους κλιματικούς παράγοντες. Οι ενδείξεις για σοβαρές αποκλίσεις στο μεσογειακό κλιματικό πρότυπο είναι πλέον πολύ ισχυρές. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή, ήδη από το έτος 2001, έχει δημιουργήσει σενάρια τα οποία προβλέπουν θερμότερη άνοιξη και ακόμη θερμότερα καλοκαίρια που θα συνοδεύονται από παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας στα όρια της μεσογειακής λεκάνης. Ο συνδυασμός των ανωτέρω συνθηκών αναμένεται να οδηγήσει σε εμφάνιση συχνότερων περιστατικών φωτιάς στα χαμηλότερα υψόμετρα που αντιστοιχούν στις περιοχές με μεσογειακή βλάστηση, ενώ ταυτόχρονα αναμένεται να οδηγήσει σε εμφάνιση πυρκαγιών στα μεγαλύτερα υψόμετρα, εκεί όπου, υπό κανονικές συνθήκες, η φωτιά ήταν ένα σπάνιο και χωρικά εντοπισμένο φαινόμενο (Arianoutsou 2007).

Οι φωτιές στα δάση των ορεινών κωνοφόρων

Τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία για την εμφάνιση των περιστατικών πυρκαγιών στα οικοσυστήματα με ορεινά κωνοφόρα στην Ελλάδα τείνουν να επιβεβαιώσουν την ανωτέρω υπόθεση (Εικόνα 1). Ανεξάρτητα από τις αιτίες που μπορεί να έχουν οδηγήσει στην κατάσταση αυτή, είναι γεγονός πως τα φυτικά είδη, τα οποία συγκροτούν τις φυτοκοινότητες που άρχισαν πλέον να καίγονται, δεν διαθέτουν ειδικούς μηχανισμούς απόκρισης απέναντι στη φωτιά, δεδομένου ότι αυτή δεν έδρασε ως παράγοντας εξελικτικής επιλογής ώστε να διαμορφώσει τον φυσικό κύκλο ζωής τους. Δεν υπήρξε, δηλαδή, κάποιος ειδικός λόγος για να εφοδιαστούν τα εν λόγω είδη με ειδικούς μηχανισμούς προσαρμογής απέναντι στη φωτιά, αφού αυτή δεν ήταν στοιχείο του φυσικού κύκλου ζωής τους (Ordoñez *et al.* 2006). Ειδικότερα για τα δασικά είδη, τα μεν φυλλοβόλα (δρύες, καστανιές) έχουν τη δυνατότητα ανάπτυξης νέων βλαστών έπειτα από την καταστροφή της υπέργειας βιομάζας τους (Kazanis & Arianoutsou 2004), η οποία αποτελεί, ωστόσο, προσαρμογή έναντι οποιουδήποτε παράγοντα διαταραχής, τα δε κωνοφόρα (έλατα και ψυχρόβια πεύκα) δεν φαίνεται να διαθέτουν κανένα μηχανισμό απόκρισης στη φωτιά (Χριστοπούλου κ.ά. 2008), όπως για παράδειγμα, επίγεια τράπεζα σπερμάτων όμοια με τα μεσογειακά κωνοφόρα και, κατά συνέπεια, εγείρεται μείζον πρόβλημα για τους πληθυσμούς τους, το οικοσύστημα γενικότερα, αλλά και τη μεταπυρική διαχείρισή τους. Τόσο η κεφαλληνιακή ελάτη, όσο και η μαύρη πεύκη δεν σχηματίζουν βραδύχωρους κώνους και, επιπλέον, κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, τα σπέρματά τους είναι ακόμη ανώριμα, αφού ωριμάζουν και διασπείρονται για την ελάτη νωρίς τον Οκτώβριο (Politi *et al.* 2007) και για την πεύκη νωρίς την άνοιξη.



Εικόνα 1. Εξέλιξη του αριθμού των περιστατικών πυρκαγιών στα δάση ορεινών (ψυχρόβιων) κωνοφόρων της Ελλάδας (από Αριανούτσου κ.ά. 2008).

Η φωτιά του Ταυγέτου του έτους 2007

Το κεντρικό όρος Ταυγέτος αποτελεί Τόπο Κοινωνικής Σημασίας (Site of Community Importance - SCI) του δικτύου NATURA 2000 με κωδικό GR 2550006. Η χλωρίδα του παρουσιάζει ένα από τα υψηλότερα ποσοστά ενδημισμού στον ελληνικό χώρο. Αναφέρονται περισσότερα από 160

ενδημικά φυτικά taxa, 21 εκ των οποίων είναι τοπικά ενδημικά, δηλαδή απαντούν αποκλειστικά στον Ταύγετο (Dafis *et al.* 1996). Επιπλέον, μεγάλο τμήμα του Ταύγετου έχει χαρακτηριστεί ως Ζώνη Ειδικής Προστασίας για την Ορνιθοπανίδα (Special Protection Areas - SPA) και έχει ενταχθεί στο δίκτυο NATURA 2000 με κωδικό GR 2550009 και ονομασία «Όρος Ταύγετος - Λαγκάδα Τρύπης». Στη ζώνη των ορεινών κωνοφόρων αναπτύσσονται δάση *Pinus nigra* και *Abies cephalonica*. Για αμφότερα τα είδη, ο Ταύγετος αποτελεί το νοτιότερο σημείο εξάπλωσής τους στην ηπειρωτική Ευρώπη, ενισχύοντας την αξία της περιοχής για τη διατήρηση των εκεί πληθυσμών τους. Μεγάλο τμήμα της ορεινής αυτής ζώνης κάηκε κατά τη διάρκεια της πυρκαγιάς του έτους 2007. Στην καμένη περιοχή περιλαμβάνονται εκτάσεις ελατοδάσους και πευκοδάσους, καθώς και εκτάσεις που είχαν ξανακαεί το καλοκαίρι του έτους 1998. Σύμφωνα με τις αρχικές εκτιμήσεις, η συνολική καμένη έκταση στον Ταύγετο ανερχόταν σε 11.300 ha, εκ των οποίων τα 4.500 αντιστοιχούσαν σε δάση μαύρης πεύκης και κεφαλληνιακής ελάτης και τα 3.800 σε αραιότερες δασικές εκτάσεις. Η ανάλυση δορυφορικών εικόνων έδειξε ότι κάηκαν 8.654 ha της προστατευόμενης περιοχής (16,3% της συνολικής της έκτασης) (WWF Ελλάς 2007).

Η μεταπυρική αναγέννηση στα δάση της *Pinus nigra* του Ταύγετου

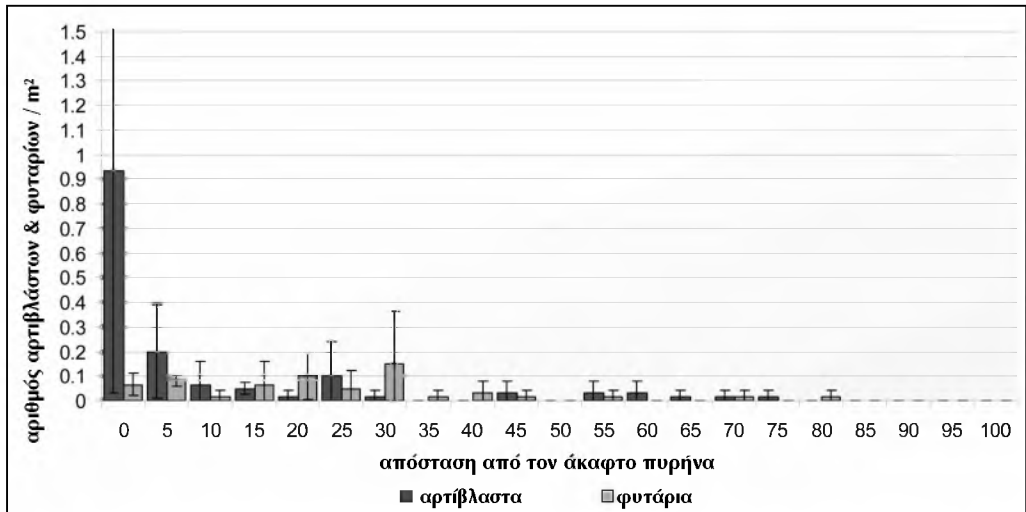
Στόχος της έρευνας ήταν η τεκμηρίωση του ρόλου των άκαφτων νησίδων για την αναγέννηση των καμένων δασών της μαύρης πεύκης και της διατήρησης της βιοποικιλότητας (Αριανούτσου κ.ά. 2009). Εγκαταστάθηκαν πιλοτικές θέσεις δειγματοληψίας εντός των καμένων δασών μαύρης πεύκης (Εικόνα 2) και ελάτης, με κριτήρια την προσβασιμότητα και το αδιατάρακτο, από χειρισμούς πέριξ των νησίδων, περιβάλλον.



Εικόνα 2. Χαρακτηριστική άποψη άκαφτης νησίδας με μαύρη πεύκη (από Αριανούτσου κ.ά. 2009).

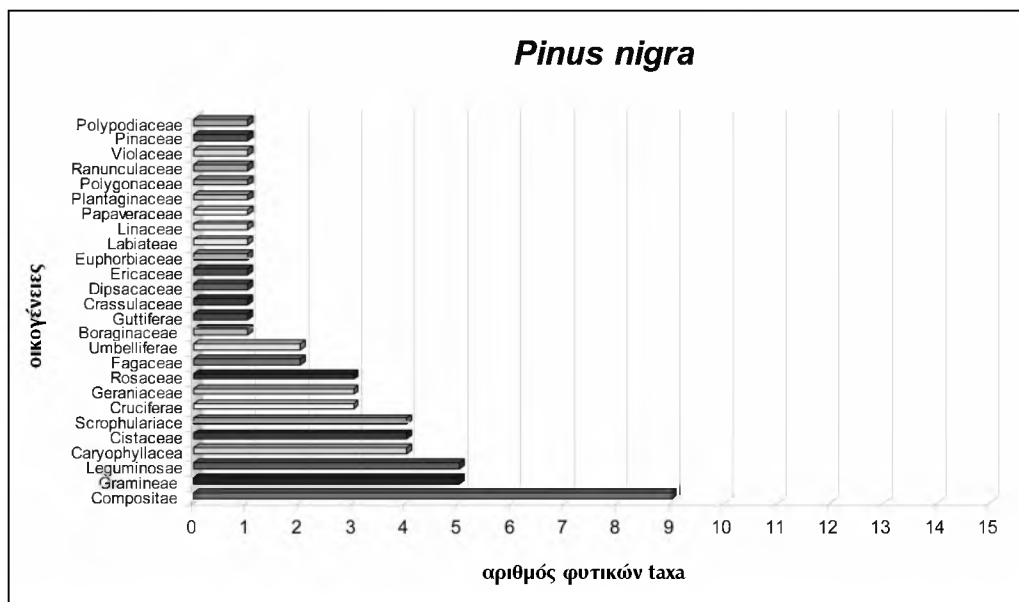
Τα σπέρματα της *Pinus nigra* είναι ελαφριά και μπορούν να μεταφερθούν μέσω του ανέμου σε μεγάλες αποστάσεις (Trabaud & Campant 1991). Το είδος παρουσιάζει την τυπική καμπύλη διασποράς των ανεμόχωρων ειδών (Nathan & Casagrandi 2004), με ποσοστό 94% των σπερμάτων να εντοπίζονται σε απόσταση μικρότερη των 14 m (Trabaud & Campant 1991). Τα δεδομένα αυτά υπέδειξαν τον τρόπο δειγματοληψίας, ο οποίος συνίστατο στην εγκατάσταση διατομών που άρχιζαν από την άκρη των άκαφτων πυρήνων και επεκτεινόταν ακτινωτά προς το εσωτερικό των καμένων συστάδων, σε μήκος έως 100 m. Εκατέρωθεν των διατομών εγκαταστάθηκαν επιφάνειες 1x1 m για την παρακολούθηση των εμφανιζομένων αρτιβλάστων. Η δειγματοληψία άρχισε την πρώτη άνοιξη έπειτα από τη φωτιά και έκτοτε οι μόνιμες επιφάνειες παρακολουθούνται συστηματικά.

Στη συνέχεια παρατίθενται τα πρώτα αποτελέσματα της εμφάνισης αρτιβλάστων μαύρης πεύκης στις καμένες θέσεις του Ταυγέτου (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Μέση πυκνότητα αρτιβλάστων και φυταρίων μαύρης πεύκης εντός της καμένης περιοχής (από Αριανούτσου κ.ά. 2009).

Σε ό,τι αφορά τη φυτοκοινότητα, η παρουσία πληθώρας ειδών εντός των καμένων περιοχών υποδηλώνει ότι η φωτιά δεν δημιούργησε σημαντικό πρόβλημα στην ιθαγενή χλωρίδα, δεδομένης της αφθονίας και της ποικιλότητας των ειδών που καταγράφονται (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Πρώτα αποτελέσματα για τη χλωρίδα των καμένων δασών μαύρης πεύκης του Ταΰγετου (από Αριανούτσου κ.ά. 2009).

Μεταπυρική διαχείριση των δασών της μαύρης πεύκης στον Ταΰγετο

Οι στόχοι μιας ορθολογικής διαχείρισης πρέπει να είναι μακροπρόθεσμοι, να λαμβάνουν υπόψη τους τις περιβαλλοντικές αλλά και κοινωνικές ιδιαιτερότητες μιας περιοχής και να στηρίζονται στην οικολογική γνώση. Η εν λόγω περιοχή έχει ιδιαίτερα σημαντικά για τη χώρα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά και άρα αποκτά ιδιαίτερη αξία. Η οικολογική θεωρία απαιτεί, πριν από την εφαρμογή μιας οποιασδήποτε μεταπυρικής διαχειριστικής πρακτικής, να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

1. Η ένταση της φωτιάς
2. Η ιστορία της φωτιάς της περιοχής
3. Η φυσιογραφία της περιοχής
4. Η διαθέσιμη οικολογική γνώση για τα είδη και τα συστήματα της περιοχής [προσαρμογές, ικανότητα επανισορρόπησης (resilience), χαρακτηριστικά κύκλου ζωής, απειλές κ.ά.].

Στην προκειμένη περίπτωση, διαπιστώνεται πως η μαύρη πεύκη δεν αναγεννάται με φυσικό τρόπο έπειτα από τη φωτιά, αλλά οι εναπομείνουσες άκαφτες νησίδες λειτουργούν ως πυρήνες διασποράς σπερμάτων σε αρκετή απόσταση από αυτές. Δεδομένου ότι η φωτιά στον Ταΰγετο ήταν, σε πολλά σημεία της, έρπουσα και δεν έκαψε πλήρως τα ώριμα άτομα της μαύρης πεύκης, η διατήρησή τους κρίνεται άκρως απαραίτητη. Επίσης, χαρακτηριστικό είναι πως οι άκαφτες νησίδες σε πολλά σημεία είναι πολύ κοντά ή μία στην άλλη, γεγονός που πολλαπλασιάζει την πιθανότητα φυσικής αναγέννησης από τη διασπορά. Η διατήρηση των νησίδων κρίνεται

απαραίτητη και για τη συνολική βιοποικιλότητα των δασών, δεδομένης της ταχείας ανάκαμψης της φυτοκοινότητας και του μεγάλου χλωριδικού πλούτου που τη χαρακτηρίζει. Προτείνεται ακόμη και στις περιπτώσεις όπου οι νησίδες περιβάλλονται από διπλοκαμένες εκτάσεις, αν επιχειρηθεί τεχνητή αναδάσωση, αυτή να μην πραγματοποιηθεί σε μικρότερη των 150 m απόσταση από αυτές και τα είδη που θα χρησιμοποιηθούν να μην είναι ξενικά προς την περιοχή. Επίσης, κρίνεται απαραίτητο όλες οι ανωτέρω θέσεις να προστατευθούν αποτελεσματικά από τη βόσκηση και την παράνομη ξύλευση. Τέλος, τα μέτρα απόληψης της ξυλείας θα πρέπει να εφαρμόζονται με τον ηπιότερο δυνατό τρόπο, αφού ελεγχθεί η βιωσιμότητα των δέντρων, προκειμένου να προστατευθεί η φυσική αναγέννηση.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε με χρηματοδότηση του Παγκόσμιου Ταμείου για την Άγρια Ζωή (WWF Ελλάς) και αποτελεί πρόδρομη εργασία ευρύτερης έρευνας, η οποία εντάσσεται στο Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα FUME (Forest fires under climate, social and economic changes in Europe, the Mediterranean and other fire-affected areas of the world, Contract 243888).

Βιβλιογραφία

- Arianoutsou, M. 1998. Aspects of demography in post-fire Mediterranean plant communities of Greece, pp 273-295. *In*: P.W. Rundel, G. Montenegro and F. Jaksic (eds). Landscape Degradation in Mediterranean-Type Ecosystem. Ecological Studies 136, Springer-Verlag.
- Arianoutsou, M. 2007. Resilience of Mediterranean vegetation to fire: issues under the global change scenarios, pp. 5-7. *In*: Rokich, D., G. Wardell-Johnson, C. Yates, J. Stevens, K. Dixon, R. McLellan, G. Moss (eds). Proceedings of the MEDECOS XI 2007 Conference, Perth, Australia. Kings Park and Botanic Garden, Perth, Australia.
- Αριανούτσου, Μ., Κ. Καούκης και Δ. Καζάνης. 2008. Οι φωτιές στα δάση των ψυχρόβιων κωνοφόρων της Ελλάδας: τυχαίο γεγονός ή σύμπτωμα των κλιματικών αλλαγών; σελ. 215. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Οικολογικής Εταιρείας, Βοτανικής Εταιρείας, Ζωολογικής Εταιρείας και Φυκολογικής Εταιρείας «Σύγχρονες τάσεις της έρευνας στην Οικολογία». Παρασκευόπουλος Σ., Α. Σφουγγάρης, Κ. Γουργουλιάνης, Ν. Δαλέζιος, Β. Παπαδημητρίου, Χ. Καραγιαννίδης και Δ. Βαβουγιός (επιμ. Έκδοσης), Βόλος.
- Αριανούτσου, Μ., Δ. Καζάνης, Α. Χριστοπούλου, Ι. Κόκκορης, Ι. Μπαζός και Π. Κωνσταντινίδης-Γεωργίου. 2009. Βιολογικοί δείκτες κατάστασης διατήρησης καμένων κοινοτήτων σε δάση ορεινών κωνοφόρων της Πελοποννήσου. 1η Ετήσια Έκθεση στα πλαίσια του προγράμματος: WWF-Ελλάς «Δράσεις για την αποκατάσταση των καμένων δασών της Πελοποννήσου και της προστασίας των άκαφτων νησίδων», Αθήνα.
- Cowling, R.M., P.W. Rundel, B.B. Lamont, M.K. Arroyo and M. Arianoutsou. 1996. Plant diversity in

- Mediterranean-climate regions. *Trends Ecol. Evol.* 11(9): 362-366.
- Dafis, S., E. Papastergiadou, K. Georghiou, D. Babalonas, T. Georgiadis, M. Papageorgiou, T. Lazaridou and V. Tsiaoussi. 1996. Directive 92/43/EEC The Greek "Habitat" Project NATURA 2000: An overview. Life contract B4-3200/94/756, Commission of the European Communities DG XI, The Goulandris Natural History Museum - Greek Biotope/Wetland Centre. 917 p.
- Kazanis, D. and M. Arianoutsou. 2004. Long-term post-fire vegetation dynamics in *Pinus halepensis* forests of central Greece: a functional-group approach. *Plant Ecol.*, 171: 101-121.
- Nathan, R. and R. Casagrandi. 2004. A simple mechanistic model of seed dispersal, predation and plant establishment: Janzen-Connell and beyond. *J. Ecol.*, 92: 733-746.
- Ordoñez, J.L., R. Molowny-Horas and J. Retana. 2006. A model of the recruitment of *Pinus nigra* from unburned edges after large wildfires. *Ecol. Model.*, 197: 405-417.
- Politi, P.I., M. Arianoutsou and K. Georghiou. 2007. Aspects of reproductive biology of the Greek fir (*Abies cephalonica* L.) in the Mt. Aenos National Park (Greece), pp 191-192. *In*: Rokich, D., G. Wardell-Johnson, C. Yates, J. Stevens, K. Dixon, R. McLellan, G. Moss (eds). Proceedings of the MEDECOS XI 2007 Conference, Perth, Australia. Kings Park and Botanic Garden, Perth, Australia.
- Rundel, P.W. 1981. Fire as an ecological factor, pp. 501-538. *In*: O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond and H. Ziegler (eds). *Encyclopedia of Plant Physiology. Voll2A. Physiological Plant Ecology*. Springer. Berlin, Heidelberg. New York.
- Trabaud, L. and C. Campant. 1991. Difficulté de recolonisation naturelle du pin de Saizmann *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* (Dunal) Franco après incendie. *Biol. Cons.*, 58: 329-343.
- Vilá, M, F. Lloret, E. Ogheri and J. Terradas. 2001. Positive fire-grass feedback in Mediterranean Basin woodlands. *For. Ecol. Manage.*, 147: 3-14.
- Χριστοπούλου, Α., Γ. Κόκκορης, Δ. Καζάνης και Μ. Αριανούτσου. 2008. Μεταπυρική διασπορά των σπερμάτων *Abies cephalonica* Loudon στον Εθνικό Δρυμό της Πάρνηθας: ο ρόλος των άκαπτων πυρήνων του πληθυσμού, σελ. 193. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Οικολογικής Εταιρείας, Βοτανικής Εταιρείας, Ζωολογικής Εταιρείας και Φυκολογικής Εταιρείας «Σύγχρονες τάσεις της έρευνας στην οικολογία». Παρασκευόπουλος Σ., Α. Σφουγγάρης, Κ. Γουργουλιάνης, Ν. Δαλέζιος, Β. Παπαδημητρίου, Χ. Καραγιαννίδης και Δ. Βαβουγιός (επιμ. Έκδοσης), Βόλος.

Προσεγγίσεις στη μεταπυρρική διαχείριση της μαύρης πεύκης

V. Ramon Vallejo

CEAM Foundation (Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo)
e-mail: vvallejo@ub.edu

Το πρόβλημα της αναγέννησης της *Pinus nigra* έπειτα από πυρκαγιά

Πιστεύεται ότι οι έρπουσες πυρκαγιές έχουν επικρατήσει στα είδη *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* και *Pinus uncinata* (Tapias *et al.* 2004). Τα προσαρμοσμένα στις έρπουσες πυρκαγιές είδη δεν διαθέτουν αποτελεσματική τράπεζα σπόρων στην κόμη τους κι έτσι η αναγέννηση των δασών *Pinus nigra* και *Pinus sylvestris* είναι συνήθως φτωχή (Habrouk *et al.* 1999) σε σημείο εξαφάνισης ορισμένων από τα δάση αυτά έπειτα από πυρκαγιά (Pausas *et al.* 2004), έως ότου υπάρξει επαναποίκιση από παρακείμενα μη καμένα δάση. Τα τελευταία έτη, σοβαρές πυρκαγιές έχουν αποβεί ιδιαίτερα καταστροφικές για αυτά τα δάση (Pausas *et al.* 2004). Μεταξύ των ετών 1990-2000 πάνω από 25% των δασών *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* της Καταλονίας, ΒΑ Ισπανία, καταστράφηκαν από σοβαρές πυρκαγιές (Retana *et al.* 2002, Espelta *et al.* 2003). Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της *Pinus nigra* που συνδέονται με τη χαμηλή αναγέννησή της έπειτα από πυρκαγιά είναι:

- Είναι είδος που δεν διατηρεί σπέρματα σε λήθαργο (Lanner 1998).
- Η απελευθέρωση των σπόρων γίνεται αργά τον χειμώνα έως νωρίς την άνοιξη (Skordilis & Thanos 1997), με συνέπεια οι έρπουσες καλοκαιρινές πυρκαγιές να καταστρέφουν τους σπόρους και τα αρτίφυτα που βρίσκονται στο έδαφος και στον δασικό τάπητα.
- Ελάχιστοι κλειστοί κώνοι μπορεί να απομείνουν στην κόμη το καλοκαίρι. Αυτοί ανοίγουν στους 70-120°C, ενώ οι κώνοι της χαλεπίου πεύκης ανοίγουν στους 200-400°C (Habrouk *et al.* 1999). Έτσι, οι κώνοι της μαύρης πεύκης είναι πιο ευαίσθητοι σε βλάβες σε περίπτωση καλοκαιρινών επικόρυφων πυρκαγιών.
- Οι σπόροι της *Pinus nigra* είναι ευαίσθητοι σε μέτριες θερμοκρασίες και μέτριο χρόνο έκθεσης, πολύ περισσότερο από ότι οι σπόροι της *Pinus pinaster* και αρκετά λιγότερο από αυτούς της *Pinus uncinata*, αλλά δεν διαφέρουν πολύ από τους σπόρους των *Pinus halepensis*, *Pinus sylvestris* και *Pinus canariensis* (Escudero *et al.* 1999).

Παρότι η μαύρη πεύκη, συνήθως εμφανίζει χαμηλή μεταπυρρική αναγέννηση, μερικές φορές εμφανίζονται διάσπαρτες μικρές ανθεκτικές συστάδες στην περιοχή. Τα ώριμα δέντρα με χοντρό

φλοιό και κόμη αποκομμένη από την επιφανειακή καύσιμη ύλη είναι δυνατόν να αντισταθούν στις έρπουσες πυρκαγιές. Αυτά τα ώριμα δέντρα απαντούν μόνο σε απότομα βράχια, ορθοπλαγιές και ανοιχτά δάση, καθώς όσα είναι προσβάσιμα έχουν υλοτομηθεί εδώ και χρόνια. Οι Fule *et al.* (2008) μελέτησαν μία από αυτές τις ανθεκτικές συστάδες μαύρης πεύκης στην ανατολική Ισπανία, στην περιοχή Sierra del Turmell. Αναλύοντας τα σημάδια της πυρκαγιάς και τους αυξητικούς δακτυλίους, οι συγγραφείς μπόρεσαν να χρονολογήσουν τις πυρκαγιές καθώς και την εποχή που αυτές εκδηλώθηκαν. Τα κύρια γνωρίσματα της συστάδας, σε σύγκριση με τον μέσο όρο των δασών στην ευρύτερη περιοχή της ΒΑ Ισπανίας, φαίνονται στον Πίνακα 1. Τα δάση της ΒΑ Ισπανίας κυριαρχούνταν από δέντρα μικρότερης διαμέτρου, σε αντίθεση με τα μεγαλύτερα δέντρα της Sierra Turmell. Το δάσος της Sierra Turmell είχε τη διπλάσια κυκλική επιφάνεια ανά εκτάριο και πάνω από 2,5 φορές τη βιομάζα των δασών της ΒΑ Ισπανίας (Πίνακας 1). Τα δέντρα στην Sierra Turmell είχαν κατά μέσο όρο σχεδόν τρεις φορές μεγαλύτερη ηλικία, ενώ το γηραιότερο δέντρο ήταν 362 ετών και πάνω από 1,5 αιώνα μεγαλύτερο από το γηραιότερο δέντρο *Pinus nigra* που έχει βρεθεί σε οποιαδήποτε απογραφή στην ΒΑ Ισπανία. Σε 172 έτη (1834-2005), εκδηλώθηκαν 11 πυρκαγιές στην περιοχή Turmell. Το ελάχιστο διάστημα μεταξύ των πυρκαγιών του 20ου αιώνα ήταν 2 έτη και το μεγαλύτερο 57 έτη. Το αρχέγονο δάσος της Sierra Turmell αποτελεί απόδειξη για το πώς η κηπευτή δομή (με πολλές ηλικίες) μπορεί να αυξήσει την αντοχή στις επαναλαμβανόμενες έρπουσες πυρκαγιές δια μέσου μερικών αιώνων. Η δομή του δάσους ήταν σχετικά χαλαρή με μεγάλα δέντρα και μεγάλο ύψος έναρξης της κόμης, γεγονός που το καθιστούσε λιγότερο ευάλωτο στις επικόρυφες πυρκαγιές. Ο λεπτός δασικός τάπητας και η μικρή ποσότητα νεκρής ξυλώδους μάζας στο έδαφος –πιθανότατα λόγω επα-

Πίνακας 1. Σύγκριση δασικών χαρακτηριστικών στο γηραιό δάσος της Sierra Turmell με όλα τα δάση *Pinus nigra* στην ΒΑ Ισπανία (από Fule *et al.* 2008).

Μεταβλητή	Μονάδες	Sierra Turmell	ΒΑ Ισπανία*
Πυκνότητα	δέντρα ha ⁻¹	592	690
Στηθιαία επιφάνεια	m ² ha ⁻¹	25,7	11,7
Μέση διάμετρος	cm	23,5	14,7
Ιστάμενη βιομάζα	Mg ha ⁻¹	101,8	39,1
Δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα	Mg ha ⁻¹	51,9	19,9
Παγίδευση άνθρακα	Mg ha ⁻¹ yr ⁻¹	1,86	0,30
Μέση ηλικία	έτη	158	53
Μέγιστη ηλικία	έτη	362	215

* Τα στοιχεία για την ΒΑ Ισπανία (Καταλονία) αφορούν δέντρα $\geq 7,5$ cm.

ναλαμβανόμενων πυρκαγιών–, συνέβαλαν επίσης στη μείωση των επιδράσεων των πυρκαγιών. Η κηπευτή δομή αποτελεί ένδειξη ότι η αναγέννηση εξελίχθηκε μέσω μικρής έκτασης επεισοδίων για τουλάχιστον 350 χρόνια, με τα δέντρα του ώριμου ανώροφου να επιβιώνουν από πολλές πυρκαγιές.

Στρατηγικές και τεχνικές για τη διατήρηση και αποκατάσταση των δασών μαύρης πεύκης

Όσον αφορά στα πιο ευάλωτα δάση, ανάμεσα στα οποία συγκαταλέγονται και τα δάση μαύρης πεύκης, οι προσπάθειες για την πρόληψη των πυρκαγιών αλλά και για τη μεταπυρική αποκατάστασή τους θα πρέπει να τεθούν σε προτεραιότητα. Στην περιφέρεια της Βαλένθια (ανατολική Ισπανία), αναπτύχθηκε ένα μοντέλο βασισμένο σε ΓΣΠ (Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών), το οποίο αποσκοπεί στην πρόβλεψη των δυνατοτήτων αποκατάστασης έπειτα από τη φωτιά προκειμένου να καθορισθούν οι περιοχές με προτεραιότητα για την πρόληψη πυρκαγιών και την μεταπυρική τους αποκατάσταση (Alloza & Vallejo 2006). Η τεχνητή αποκατάσταση των δασών εξετάζεται όταν η υφιστάμενη βλάστηση δείχνει χαμηλή δυνατότητα επανόδου στην προ της πυρκαγιάς κατάσταση, όταν υπάρχει σοβαρός κίνδυνος απώλειας ειδών σημαντικών για το οικοσύστημα (π.χ. μαύρη πεύκη) και ανάλογα με τις δυνατότητες κυριαρχίας σχηματισμών βλάστησης που ευνοεί την εξάπλωση πυρκαγιών. Αυτοί οι επιρρεπείς στις πυρκαγιές σχηματισμοί μπορούν να εντοπιστούν από τη χαρτογράφηση της βλάστησης ή και από δασικές απογραφές.

Απόπειρες φύτευσης μαύρης πεύκης έχουν πραγματοποιηθεί στη ΒΑ Ισπανία, με μέτρια επιτυχία, τέσσερα έτη μετά την πυρκαγιά (Espelta *et al.* 2003). Ωστόσο, οι φυτεύσεις σε ξηρά και υποβαθμισμένα εδάφη είναι συχνά αποκαρδιωτικές λόγω της υψηλής θνησιμότητας και της μικρής αύξησης (Vallejo *et al.* 2006). Γενικά, οι κλιματικές συνθήκες κατά τη μεταφύτευση αποτελούν έναν από τους βασικούς περιοριστικούς παράγοντες για την επιτυχή εγκατάσταση των αρτίφυτων. Κατάλληλες τεχνικές μπορούν να βοηθήσουν τα αρτίφυτα να ξεπεράσουν το σοκ μεταφύτευσης και την ξηρασία του πρώτου καλοκαιριού και να εγκατασταθούν επιτυχώς. Οι τεχνικές αυτές περιλαμβάνουν την κατάλληλη επιλογή των ειδών, οικοτύπων, γενοτύπων και διαφοροποίησης ειδών, αρκετές τεχνικές φυτωρίων για τον θετικό χειρισμό της πλαστικότητας των ειδών, ρυθμιστές μικρο-ενδιαιτήματος καθώς και προετοιμασία και βελτίωση του εδάφους. Ακολούθως, παρουσιάζονται οι πιο κατάλληλες τεχνικές, σύμφωνα με τα αποτελέσματα αρκετών ερευνητικών προγραμμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης εστιασμένα σε Μεσογειακές περιοχές (REDMED, SPREAD, GEORANGE, REACTION, CREOAK) (Chirino *et al.* 2009).

Υποστρώματα για την καλλιέργεια των αρτίφυτων στο φυτώριο

Τα χαρακτηριστικά του μέσου ανάπτυξης αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για την καλή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, που θεωρείται βασικό στάδιο στην επιτυχία της φύτευσης. Σήμερα, τα συνιστώμενα μέσα ανάπτυξης περιλαμβάνουν καθορισμένα συστατικά, όπως τύρ-

φη ή άλλα εναλλακτικά οργανικά υλικά (ίνες καρύδας, κομποστοποιημένο πριονίδι ή φλοιό ή κομποστοποιημένη ιλύ από επεξεργασία λυμάτων), σε συνδυασμό με ένα μίγμα υλικών αερισμού όπως περλίτης, άμμος, βερμικουλίτης, τόφφος ή πολυστυρένιο (Landis *et al.* 1990). Πριν από μερικές δεκαετίες, οι δασολόγοι πίστευαν πως με τη χρήση ακατέργαστων υποστρωμάτων, όπως το επιφανειακό έδαφος, παράγονταν καλύτερα φυτά προσαρμοσμένα στις σκληρές συνθήκες του περιβάλλοντος. Το φυσικό επιφανειακό έδαφος είναι δύσκολο να τυποποιηθεί και όχι μόνο είναι πολύ βαρύ εμποδίζοντας τις εργασίες φύτευσης, αλλά συχνά προέρχεται από κατασκευές ή εκσκαφές και δεν είναι γόνιμο. Τα πειράματά μας στην ανατολική Ισπανία, με τη χρήση διαφορετικών τύπων υποστρωμάτων, έδειξαν ότι εκείνα που βασίζονται στο επιφανειακό έδαφος δίνουν φτωχά αποτελέσματα, όσον αφορά στην επιβίωση και την ανάπτυξη. Η μίξη με χαμηλά ποσοστά άλλων ουσιών, όπως υδροπήκτες ή πηλό (σεπιόλιθο) είναι δυνατόν να αυξήσει την ικανότητα συγκράτησης νερού του φίλτρου πυθμένα, παρέχοντας έτσι στα αρτίφυτα υψηλής ποιότητας νερό για μεγαλύτερη περίοδο στο πεδίο έπειτα από τη μεταφύτευση.

Προετοιμασία του τόπου

Η προετοιμασία της περιοχής για αναδάσωση προκαλεί έναν ορισμένο βαθμό διαταραχής, που μπορεί πρόσκαιρα να αυξήσει τον κίνδυνο διάβρωσης του εδάφους (Shakesby *et al.* 1994). Έτσι, οι φυτεύσεις και οι εργασίες προετοιμασίας του εδάφους συνιστάται να γίνονται αρκετό χρόνο έπειτα από την πυρκαγιά, συνήθως δύο έτη, όταν το έδαφος είναι λιγότερο ευάλωτο και η φυτοκάλυψη του έχει αναγεννηθεί σε ένα ελάχιστο προστατευτικό επίπεδο. Ο σκοπός της προετοιμασίας της περιοχής είναι η αύξηση του όγκου του εδάφους για την ανάπτυξη των ριζών, η βελτίωση της συγκράτησης της απορροής και η αύξηση της ικανότητας του εδάφους να συγκρατεί νερό, ώστε να βοηθήσουμε βραχυπρόθεσμα την επιβίωση των αρτίφυτων. Λόγω της καταλληλότητας του είδους για απότομες πλαγιές, η φύτευση σε λάκκους αποτελεί μία συνήθης πρακτική για εδάφη με πολλές πετρώδεις εξάρσεις, ή για υποβαθμισμένες περιοχές, όπου η υφιστάμενη βλάστηση μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο τόσο στη διαδικασία ανάκαμψης όσο και στη διατήρηση του εδάφους. Η γραμμική υπεδάφεια άροση αποτελεί μία ιδιαίτερος διαδομένη μέθοδο για την προετοιμασία του εδάφους και γενικά αποφέρει υψηλότερη ανάπτυξη αρτίφυτων και επιβίωση, σε σχέση με τις σημειακές επεμβάσεις (Espelta *et al.* 2003, Bocio *et al.* 2004). Η μέθοδος αυτή παρέχει περισσότερο όγκο εδάφους κατάλληλου για την ανάπτυξη των ριζών και υψηλότερη δυνατότητα συγκράτησης νερού. Από την άλλη πλευρά, μπορεί να αυξήσει τη διάβρωση του εδάφους όπως και την οπτική επιβάρυνση του τοπίου, ειδικά στα βραχώδη εδάφη.

Η διαθεσιμότητα νερού αποτελεί τον βασικό ανασταλτικό παράγοντα για την αποκατάσταση του οικοσυστήματος σε ξηρές ή ημίξηρες περιοχές (Vallejo *et al.* 2000). Οι σύγχρονες τεχνικές για την αύξηση της ποσότητας διαθέσιμου για τη φύτευση νερού στον λάκκο φύτευσης περιλαμβάνουν: τη χρήση διάφορων ανόργανων (υδροπήκτες, Hüttermann *et al.* 1999) ή οργανικών βελτιωτικών (κομποστοποιημένα ή μη απορρίμματα, Querejeta *et al.* 2000) ή την κατασκευή μικρών υδατοσυλλεκτικών κατασκευών που σχετίζονται με τις τρύπες φύτευσης (μικρο-λεκάνες,

Fuentes *et al.* 2004). Η τεχνική των μικρο-λεκανών περιλαμβάνει τον διαχωρισμό της πλαγιάς σε διάφορες μονάδες που μειώνουν το μήκος της και συνεπώς τη διαβρωτική δύναμη του απορρέοντος νερού. Η προετοιμασία αυτή του εδάφους απαιτεί την εκσκαφή ρηχών αυλακιών για τη συλλογή του απορρέοντος νερού στην τρύπα φύτευσης και την εκσκαφή ενός μικρού αναχώματος για τη συγκράτηση του νερού. Μία μη ενδεδειγμένη διαδικασία ή μία πολύ δυνατή βροχόπτωση μπορεί να προκαλέσει την κατάρρευση της κατασκευής, με συνέπεια τη συγκέντρωση της απορροής και τελικά τη διάβρωση από ρυάκια.

Βελτιώσεις του εδάφους

Ρηχά εδάφη ή εδάφη με χαμηλή γονιμότητα μπορεί να χρειαστούν υψηλό περιεχόμενο θρεπτικών για να διατηρήσουν τα αρτίφυτα σε αποδεκτές αποδόσεις, ενώ η λίπανση μπορεί να συμβάλει στο να ξεπεραστούν αυτά τα φυσικά και χημικά μειονεκτήματα. Η μέθοδος φύτευσης σε τρύπες μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική με την εφαρμογή βιοστερεών, που ενεργούν σαν ένα βραδείας απελευθέρωσης λίπασμα και μπορούν να δώσουν πιο μακροπρόθεσμα αποτελέσματα από ότι τα μη οργανικά λιπάσματα. Εξάλλου, τα βιοστερεά προάγουν τη μικροβιακή δράση και αυξάνουν την ικανότητα υδατοσυγκράτησης του εδάφους καθώς και τους ρυθμούς διήθησης, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερη διαθεσιμότητα νερού για τα αρτίφυτα. Οι αρνητικές επιδράσεις της χρήσης βιοστερεών σχετίζονται με την αυξημένη αλατότητα και, αν χρησιμοποιηθούν ρευστές λάσπες, με μηχανικά προβλήματα μέσα στο έδαφος καθώς η λάσπη στεγνώνει. Το κρίσιμο στοιχείο για την τεχνική αυτή είναι ο καθορισμός του βέλτιστου ρυθμού εφαρμογής, αν και μερικές έρευνες συνιστούν δόσεις των 15-30 Mg (ξηρό βάρος) ha⁻¹ ως βελτιστές για μία φυτεία *Pinus halepensis* σε ξηρές - υπόγυρες Μεσογειακές συνθήκες (Valdecantos *et al.* 2004).

Χρήση συλλεθέντος από την ομίχλη νερού για την αποκατάσταση υποβαθμισμένων καμένων περιοχών

Το νερό της ομίχλης που συλλέγεται σε ορεινές περιοχές μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εφαρμογές αποκατάστασης σε υποβαθμισμένες περιοχές όπου η φυσική αποκατάσταση είναι μάλλον αδύνατη. Μαζική συγκομιδή νερού από την ομίχλη μπορεί να επιτευχθεί με μεγάλους επίπεδους συλλέκτες, οι οποίοι κατασκευάζονται με χαμηλό κόστος και με απλά υλικά (Estrela *et al.* 2009). Στις πειραματικές μας επιφάνειες, η ετήσια ποσότητα νερού ομίχλης ήταν 3,3 l/m²/day και σε μία περίοδο μόλις 5 μηνών ήταν αρκετή για να γεμίσει τρεις δεξαμενές των 1000 l για τις ανάγκες της άρδευσης. Μικρές ποσότητες νερού κατά το πρώτο καλοκαίρι στο πεδίο, βοήθησαν την επιβίωση και ανάπτυξη των αρτίφυτων. Η διάθεση μικρών ποσοτήτων νερού για τη μείωση της ξηρής περιόδου και τον διαχωρισμό της σε μερικά σύντομα και λιγότερο πιεστικά διαστήματα αποτελεί μία ενδιαφέρουσα εναλλακτική λύση για την περισσότερο πετυχημένη αποκατάσταση καμένων εκτάσεων. Όσο πιο αντίξοες είναι οι περιβαλλοντικές συνθήκες τόσο πιο αποτελεσματικές θα είναι οι μικρές ποσότητες νερού.

Συμπεράσματα / Προτάσεις

Η προστασία των δασών μαύρης πεύκης υπό καθεστώς αυξανόμενου κινδύνου πυρκαγιών θα απαιτούσε προσεκτικές δασοπονικές πρακτικές και ενέργειες πρόληψης πυρκαγιών, ώστε να προαχθεί ο φυσικός διαχωρισμός της κόμης από την επιφανειακή καύσιμη ύλη όσο το δυνατόν συντομότερα και να επιτευχθεί μία ανοιχτή δομή πευκοδάσους. Με αυτόν τον τρόπο, η αντίσταση των δέντρων στις έρπουσες πυρκαγιές μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά. Αυτές οι πρακτικές θα πρέπει να ενσωματωθούν στο πλαίσιο της πρόληψης πυρκαγιών και στα δασικά διαχειριστικά σχέδια, ενώ όπου υπάρχουν ευάλωτα στις πυρκαγιές δάση θα πρέπει να αναγνωριστούν και να τεθεί σε προτεραιότητα η προστασία και η αποκατάστασή τους.

Σε περίπτωση πυρκαγιάς, για την αντικατάσταση συστάδων μαύρης πεύκης υπάρχουν επικαιροποιημένες τεχνικές, διαθέσιμες από πρόσφατες έρευνες στην Ε.Ε. με σκοπό τη βελτιστοποίηση της επιτυχίας των φυτεύσεων, ειδικά σε σχέση με την ποιότητα των φυτών και την προετοιμασία και βελτίωση της περιοχής.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτήθηκε από την Generalitat Valenciana (FEEDBACKS - PROMETEO project), Bancaja Foundation, Υπουργείο Επιστημών και Καινοτομίας (GRACCIE - CONSOLIDER project) και Ε.Ε. Έρευνα (Ενέργεια, Περιβάλλον και Αειφόρος ανάπτυξη, REACTION Έργο: EVK2-CT2002-80025, REDMED: ENV4-CT97-0682, GEORANGE: EVK2-2000-22089, SPREAD: EVGI-2001-00027 και CREOAK: QLRT-2001-01594).

Βιβλιογραφία

- Alloza, J.A. and V.R. Vallejo. 2006. Restoration of burned areas in forest management plans. pp. 475-488. *In*: W.G. Kepner, J.L. Rubio, D.A. Mouat and F. Pedrazzini (editors). *Desertification in the Mediterranean Region: a Security Issue*. Springer, Dordrecht.
- Bocio, I., F.B. Navarro, M.A. Ripoll, M.N. Jiménez and E. De Simón. 2004. Holm oak (*Quercus rotundifolia* Lam.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) response to different soil preparation techniques applied to forestation in abandoned farmland. *Ann. For. Sci.*, 61: 171-178.
- Chirino, E., A. Vilagrosa, J. Cortina, A. Valdecantos, D. Fuentes, R. Trubat, V.C. Luís, J. Puértolas, S. Bautista, M.J. Baeza, J.L. Peñuelas and V.R. Vallejo. 2009. Ecological Restoration in Degraded Drylands: The need to improve the seedling quality and site conditions in the field. pp. 85-158. *In*: S.P. Grossberg (editor). *Forest Management*. Nova Science Publ., New York.
- Escudero, A., M.V. Sanz, J.M. Pita and F. Pérez-García. 1999. Probability of germination after heat treatment of native Spanish pines. *Ann. For. Sci.*, 56: 511-520.
- Espelta, J.M., J. Retana and A. Habrouk. 2003. An economic and ecological multi-criteria evaluation of reforestation methods to recover burned *Pinus nigra* forests in NE Spain. *Forest Ecology and*

- Management*, 180:185-198.
- Estrela, M.J., J.A. Valiente, D. Corell, D. Fuentes and A. Valdecantos. 2009. Prospective use of collected fog water in the restoration of degraded burned areas under dry Mediterranean conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149: 1896-1906.
- Fuentes, D., A. Valdecantos and V.R. Vallejo. 2004. Plantación de *Pinus halepensis* Mill. y *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf) Samp. en condiciones mediterráneas secas utilizando microcuencas. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.*, 17: 157-161.
- Fule, P.Z., M. Ribas, E. Gutierrez, V.R. Vallejo and M. Kaye. 2008. Forest structure and fire history in an old *Pinus nigra* forest, eastern Spain. *Forest Ecology & Management*, 255: 1234-1242.
- Habrouk, A., J. Retana and J.M. Espelta. 1999. Role of heat tolerance and cone protection in the response of three pine species to wildfires. *Plant Ecology*, 145: 91-99.
- Hüttermann A., M. Zommodi and K. Reise. 1999. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. *Soil & Tillage Research*, 50: 295-304.
- Landis, T.D., R.W. Tinus, S.E. McDonald and J.P. Barnett. 1990. Containers and growing media. Vol 2. The container Tree Nursery Manual. Agric. Handbook 674. USDA Forest service, Washington DC, USA.
- Lanner, R.M. 1998. Seed dispersal in *Pinus*. p.p. 281-295. In: D.M. Richardson (editor). Ecology and Biogeography of *Pinus*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pausas, J.G., C. Bladé, A. Valdecantos, J.P. Seva, D. Fuentes, J.A. Alloza, A. Vilagrosa, S. Bautista, J. Cortina and V.R. Vallejo. 2004. Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: new perspectives for an old practice - a review. *Plant Ecology*, 171: 209-220.
- Querejeta, J.I., A. Roldán, J. Albaladejo and V. Castillo. 2000. Soil physical properties and moisture content affected by site preparation in the afforestation of a semiarid rangeland. *Soil Science Society of America Journal*, 64: 2087-2096.
- Retana, J., J.M. Espelta, A. Habrouk, J.L. Ordoñez, F. Solà-Morales. 2002. Regeneration patterns of three Mediterranean pines and forest changes after a large fire in northeastern Spain. *Ecoscience*, 9: 89-97
- Shakesby, R.A., D.J. Boakes, C.O.A. Coelho, A.J.B. Gonçalves and R.P.D. Walsh. 1994. Limiting soil loss after forest fire in Portugal: the influence of different post-fire timber clearance practices. pp. 1161-1170. In: Proceedings of 2nd International Conference of Forest Fire Research, Coimbra, Portugal.
- Skordilis, A. and C.A. Thanos. 1997. Comparative ecophysiology of seed germination strategies in the seven pine species naturally growing in Greece. pp. 623-632. In: R.H. Ellis, M. Black, A.J. Murdoch and T.D. Hong (editors). Basic and Applied Aspects of Seed Biology: Proceedings of the Fifth International Workshop on Seeds. Kluwer, Dordrecht.
- Tapias, R., J. Climent, J.A. Pardos and L. Gil. 2004. Life histories of Mediterranean pines. *Plant Ecology*, 171: 53-68.

- Valdecantos, A., D. Fuentes, and J. Cortina. 2004. Utilización de biosólidos en la restauración forestal. pp. 313–344. *In*: V.R. Vallejo and J.A. Alloza (editors). Avances en el estudio de la gestión del monte Mediterráneo. Fundación CEAM, Valencia, España.
- Vallejo, V.R., S. Bautista and J. Cortina. 2000. Restoration for soil protection after disturbances. pp. 301–343. *In*: L. Trabaud (editor). Life and Environment in the Mediterranean. WIT Press, Boston, USA.
- Vallejo, V.R., J. Aronson, J.G. Pausas and J. Cortina. 2006. Restoration of Mediterranean woodlands. pp. 193-207. *In*: J. van Andel and J. Aronson (editors). Restoration Ecology. The new frontier. Blackwell Publishing, Malden, USA.

Δασοκομικά χαρακτηριστικά των οικοσυστημάτων μαύρης πεύκης και αποκατάσταση των καμένων συστάδων

Πέτρος Γκανάτσας

Εργαστήριο Δασοκομίας, Τ.Θ. 262, 54124 Θεσσαλονίκη
Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
e-mail: pgana@for.auth.gr

Εισαγωγή

Τα τελευταία έτη παρατηρούνται στην Ελλάδα, αλλά και διεθνώς, μεγάλες πυρκαγιές σε δασικά οικοσυστήματα, τα οποία δεν έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής στις πυρκαγιές. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις είναι τα δάση της μαύρης πεύκης *Pinus nigra* Arn. και της ελάτης (κεφαλληνιακής και υβριδογενούς) *Abies cephalonica* Loud. και *Abies borisii regis* Mattf. Όπως προαναφέρθηκε, τα ανωτέρω δασικά είδη, με βάση το υφιστάμενο πεδίο γνώσης, δεν έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής στις περιπτώσεις εμφάνισης πυρκαγιάς. Οι σπόροι που παράγουν ωριμάζουν κατά το φθινόπωρο-χειμώνα και διασπείρονται την άνοιξη, οπότε, στην περίπτωση εμφάνισης πυρκαγιάς, δεν υπάρχουν ώριμοι σπόροι για να εξασφαλίσουν την αναγέννηση. Ταυτόχρονα, τα εν λόγω είδη δεν αναγεννώνται αγενώς, με αποτέλεσμα, όταν αυτά καίγονται, να είναι αυξημένος ο κίνδυνος μη δυνατότητας επανίδρυσης του δάσους και αδυναμίας αποκατάστασης του περιβάλλοντος με ό,τι αυτό συνεπάγεται για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την απώλεια φυσικών πόρων (όπως για παράδειγμα, απώλεια του εδάφους λόγω της διάβρωσης) και την υποβάθμιση του τοπίου. Σημειώνεται ότι τα οικοσυστήματα που σχηματίζει η μαύρη πεύκη αποτελούν οικότοπο προτεραιότητας σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, σύμφωνα με την Οδηγία των Οικοτόπων (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ). Λαμβάνοντας υπόψη, επίσης, τα διάφορα σενάρια των κλιματικών αλλαγών, η λύση στο πρόβλημα καθίσταται ακόμη πιο επιτακτική, καθώς μεγαλύτερος αριθμός πυρκαγιών αναμένεται να σημειωθεί στα ανωτέρω οικοσυστήματα, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας και των ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως είναι οι καύσωνες, οι περίοδοι ξηρασίας, κ.ά. Με βάση όλα τα ανωτέρω, προκύπτει ότι το θέμα της αποκατάστασης των καμένων δασών της μαύρης πεύκης είναι ιδιαίτερα σημαντικό.

Δασοκομία της μαύρης πεύκης

Σταθμολογικές συνθήκες

Η μαύρη πεύκη φύεται σε περιοχές με ύψος βροχής πάνω από 700 mm, με μέση θερμοκρασία 9-16°C και σχετική υγρασία πάνω από 60%. Το είδος αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες και χα-

ρακτηρίζεται ως λιτοδίαιτο και ξηρανθεκτικό. Είναι δυνατόν να αναπτυχθεί σε ξερά και άγονα εδάφη και επάνω σε διάφορα είδη πετρωμάτων. Προστατεύει και βελτιώνει το έδαφος.

Οικοφυσιολογικές ιδιότητες του είδους

Είναι είδος ημισκίοφυτο, καθώς αντέχει σε μερική σκίαση, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα είδη πεύκης (Σμύρης 2005). Η μαύρη πεύκη είναι δέντρο ύψους 20-40 m, με κορμό ευθυτενή και κόμη στην αρχή πυραμιδοειδή, αργότερα ομπρελοειδή. Είναι αρκετά ταχυσυζέες σε νεαρή ηλικία (μέγιστοι ρυθμοί αύξησης σε ηλικία 10-30 ετών) και, σε καλές ποιότητες τόπου, μπορεί να ξεπεράσει σε ύψος τα 40 m. Παράγει ώριμους κώνους από νωρίς, στην ηλικία των 7-10 ετών, ενώ η πλήρης αναπαραγωγική ικανότητα επέρχεται πολύ αργότερα. Πληροκαρπεί ανά 2-3 έτη. Δημιουργεί έντονο και βαθύ ριζικό σύστημα, το οποίο αρχικά είναι πασσαλώδες και αργότερα καρδίοσχημο.

Πολλαπλασιασμός

Η μαύρη πεύκη πολλαπλασιάζεται με σπόρους. Ανθίζει κατά τον Μάιο-Ιούνιο και οι σπόροι ωριμάζουν τον Νοέμβριο του δευτέρου έτους από την άνθιση. Οι σπόροι παρουσιάζουν υψηλή φυτρωτική ικανότητα (Skordilis & Thanos 1997, Παϊταρίδου κ.ά. 2005), η οποία διατηρείται για αρκετά έτη (τουλάχιστον 5), και φυτρώνουν μέσα σε 2-3 εβδομάδες από τη σπορά, όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές.

Κίνδυνοι και εχθροί

Το είδος αντέχει τις χαμηλές θερμοκρασίες, την ξηρασία, τους ανέμους και τον καύσωνα. Υφίσταται ζημιές από χιονοθλασίες στο στάδιο των κορμιδίων, όταν οι συστάδες είναι πολύ πυκνές. Κινδυνεύει ιδιαίτερα από επικόρυφες πυρκαγιές διότι δεν έχει αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής. Αντίθετα, δεν κινδυνεύει από έρπουσες πυρκαγιές, οι οποίες βοηθούν τη φυσική αναγέννηση. Το ξύλο της μαύρης πεύκης προσβάλλεται από μελάνωση όταν αφήνεται για μεγάλο χρονικό διάστημα στους δασόδρομους.

Δασοπονική σημασία

Η οικονομική σημασία του είδους είναι ιδιαίτερα μεγάλη, καθώς σχηματίζει υψηλά παραγωγικά δάση σε πολλές περιοχές της Ελλάδας. Το ξύλο της μαύρης πεύκης είναι καλής ποιότητας και έχει ευρεία χρήση. Χρησιμοποιείται στην οικοδομική, στη μεταλλευτική, στην κιβωτοποιία, για στρωτήρες, εμποτιζόμενο για στύλους και ως βιομηχανικό. Η μαύρη πεύκη έχει, επίσης, μεγάλη δασοκομική αξία, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιοποίηση γυμνών εδαφών, σχετικά φτωχών σε υγρασία και θρεπτικά συστατικά, και ως πρόδρομο είδος σε πολλές περιπτώσεις.

Διάκριση οικοσυστημάτων μαύρης πεύκης

Τα οικοσυστήματα της μαύρης πεύκης μπορούν να διακριθούν:

- *Ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης*, σε φυσικά και τεχνητά οικοσυστήματα (αναδασώσεις).
- *Ανάλογα με τη δασοπονική μορφή*, σε ομήλικες και ανομήλικες κ.ά. συστάδες.
- *Ανάλογα με τη σύνθεση των συστάδων*, σε αμιγείς και μικτές συστάδες.

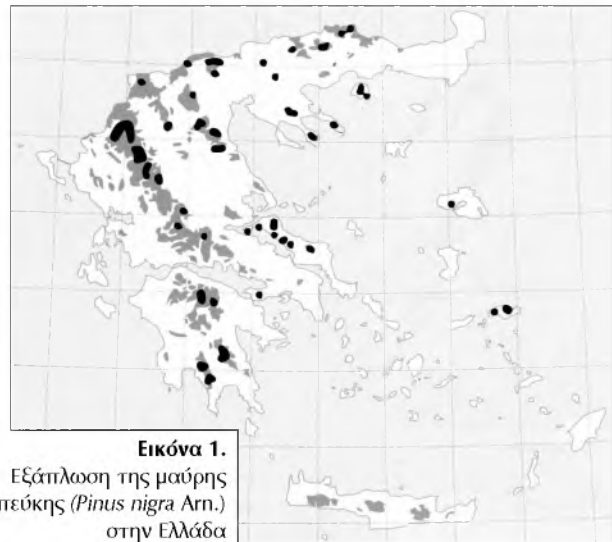
Χαρακτηριστικά των φυσικών οικοσυστημάτων της μαύρης πεύκης

Φυσική εξάπλωση της μαύρης πεύκης στην Ελλάδα

Η μαύρη πεύκη εμφανίζεται σχεδόν σε ολόκληρη την ορεινή-ημιορεινή Ελλάδα, από τη νότια Πελοπόννησο (Ταύγετος, Πάρνωνας) έως τον Έβρο (Εικόνα 1). Συνήθως, εμφανίζεται σε υψόμετρο από 500 έως 1600. Σε ορισμένες περιοχές δημιουργεί τα δασοόρια. Αντίθετα, στο Σουφλί, στη Σιθωνία και αλλού, απαντάται σε χαμηλότερα υψόμετρα (200-300). Το άριστο εξάπλωσης κυμαίνεται σε υψόμετρο από 900 έως 1300.

Δασοκομικά χαρακτηριστικά των φυσικών οικοσυστημάτων της μαύρης πεύκης

Τα φυσικά οικοσυστήματα της μαύρης πεύκης απαντώνται σε αμιγή μορφή αλλά και σε μικτές συστάδες με δρυ, συνήθως στα θερμοόρια. Παρατηρείται, επίσης, είσοδος της μαύρης πεύκης σε υποβαθμισμένες συστάδες δρυός κατά άτομο ή σε ομάδες. Στις περιπτώσεις αυτές, ενδιαφέρον παρουσιάζει το φαινόμενο της διαδοχής. Η μαύρη πεύκη σχηματίζει μικτές συστάδες με την οξιά –στους καλύτερους σταθμούς– αλλά και με την ελάτη. Αντιστρόφως, η ελάτη εισχωρεί σε πολλές αναδασώσεις της μαύρης πεύκης. Σχηματίζει, επίσης, μικτές συστάδες με αείφυλλα πλατύφυλλα, κυρίως σε περιοχές της νότιας Ελλάδας.



Εικόνα 1.
Εξάπλωση της μαύρης
πεύκης (*Pinus nigra* Arg.)
στην Ελλάδα

Δασοπονικές μορφές

Η μαύρη πεύκη είναι κατάλληλη για σπερμοφυείς συστάδες, αμιγείς ή μικτές, ομήλικες ή υποκηπευτές (Σμύρης 2005). Η σημερινή δασοκομική μορφή των συστάδων στα διαχειριζόμενα δάση εξαρτάται κυρίως από τον τρόπο αναγέννησης των συστάδων, ενώ στα μη διαχειριζόμενα δάση από τον τρόπο εποίκησης και τη φυσική εξέλιξη των συστάδων. Στα διαχειριζόμενα δάση, η αναγέννηση πραγματοποιείται με βάση τους κανόνες της οικολογικά προσαρμοσμένης δασοκομίας, αποκλειστικά με τη διενέργεια επιλεκτικών υλοτομιών, συνήθως υπόσκιων. Οι συστάδες που προκύπτουν είναι ομήλικες ή υποκηπευτές. Η φυσική αναγέννηση στις ομήλικες συστάδες

πραγματοποιείται με υπόσκιες υλοτομίες που αποσκοπούν σε βαθμό συγκόμωσης 0,4-0,6. Σε χορτομανείς θέσεις, οι συστάδες αφήνονται πιο κλειστές. Η τελική υλοτομία πραγματοποιείται 3-5 έτη έπειτα από την εγκατάσταση της αναγέννησης. Στην περίπτωση συστάδων που δεν υφίστανται συστηματική διαχείριση, η φυσική εξέλιξη επηρεάζεται από τις οικοφυσιολογικές ιδιότητες του είδους, την ποιότητα του τόπου και τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις. Σε πολλές περιπτώσεις, παρατηρείται έντονη συσσώρευση βιομάζας, εξαιτίας της έλλειψης καλλιέργειας, γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο καταστροφών από πυρκαγιά.

Χαρακτηριστικά των τεχνητών οικοσυστημάτων της μαύρης πεύκης

Η μαύρη πεύκη αποτέλεσε για δεκαετίες ένα από τα κύρια δασοπονικά είδη που χρησιμοποιήθηκαν για παραγωγικές (παραγωγή ξύλου) αναδασώσεις. Στο πλαίσιο αυτής της πολιτικής, έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές αναδασώσεις σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας (από τη δεκαετία του '50). Περιοχές που έχουν αναδασωθεί με μαύρη πεύκη είναι το Σουφλί (Θράκη), η Ροδόπη, τα Γρεβενά, ο Χολομώντας (Χαλκιδική), η ΒΑ Χαλκιδική, οι δυτικές πλαγιές του Ολύμπου, το Περούλι, η Πάρνηθα, η Αρκαδία κ.ά.

Τα τεχνητά οικοσυστήματα απαντούν σε αμιγή μορφή αλλά και σε μικτές συστάδες. Στις περισσότερες από τις περιπτώσεις των αναδασώσεων (μεγάλης ηλικίας), παρατηρείται το φαινόμενο της διαδοχής. Στη ζώνη της δρυός εμφανίζεται η δρυς (Χολομώντας, Δαδιά κ.α.), στη ζώνη της ελάτης η ελάτη (Περούλι, Πάρνηθα κ.α.), ενώ στη ζώνη της οξυάς εμφανίζεται η οξυά (Χολομώντας κ.α.). Οι αναδασώσεις της μαύρης πεύκης, σε πολλές περιπτώσεις, βρίσκονται σε καλή κατάσταση και παρουσιάζουν υψηλούς ρυθμούς αύξησης και παραγωγής, όπως στον Χολομώντα (Γουδέλης 1991), στη Δαδιά (Χατζηροτάθης κ.ά. 1994) και στον Όλυμπο (Θανάσης 2004).

Συμπεριφορά του είδους στην εμφάνιση των πυρκαγιών

Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία προκύπτει ότι, σε αρκετές περιπτώσεις, έπειτα από την εμφάνιση πυρκαγιών σε δάση μαύρης πεύκης, παρατηρείται δευτερογενής οικολογική διαδοχή και εμφάνιση μη δασικών οικοσυστημάτων. Για παράδειγμα, οι Ocak *et al.* (2007) αναφέρουν ότι τα αποτελέσματα έρευνας που πραγματοποιήθηκε στην Τουρκία, έδειξαν πως έπειτα από πυρκαγιά σε δάσος μαύρης πεύκης ακολούθησε δευτερογενής διαδοχή και επικράτηση του είδους *Cistus laurifolius* στις καμένες εκτάσεις. Επίσης, οι Retana *et al.* (2002), έπειτα από ανάλυση ερευνητικών δεδομένων της Ισπανίας, αναφέρουν ότι παρατηρείται μείωση της παρουσίας της μαύρης πεύκης στις καμένες εκτάσεις, εξαιτίας της έλλειψης αναγέννησης του είδους σε μεταπυρκαϊκές συνθήκες, ενώ μεγάλο ποσοστό των καμένων δασών της μαύρης πεύκης έχει μεγάλη πιθανότητα να μετατραπεί σε θαμνοτόπους. Σημειώνεται ότι οι συστάδες μεγάλης ηλικίας θεωρούνται ότι παρουσιάζουν υψηλότερη αντοχή στις πυρκαγιές (Fule *et al.* 2008).

Για τα ελληνικά δεδομένα, με βάση τα υφιστάμενα στοιχεία, προκύπτει ότι στις καμένες εκτάσεις της μαύρης πεύκης υπάρχει ελάχιστη αναγέννηση, η οποία εμφανίζεται κυρίως σε κοντινές αποστάσεις από τις άκαφτες συστάδες ή γύρω από άκαφτες νησίδες δέντρων. Οι Fyllas *et al.* (2008) αναφέρουν για τη Μυτιλήνη ότι, 13 έτη έπειτα από πυρκαγιά σε δάσος μαύρης πεύκης στον Όλυμπο, η περιοχή που κάηκε κυριαρχείται από μικτές συστάδες τραχείας πεύκης και αείφυλλων πλατύφυλλων. Περιοχές όπου εμφανίστηκαν επικόρυφες πυρκαγιές σε συστάδες μαύρης πεύκης είναι ο Εθνικός Δρυμός Ολύμπου, το Βέρμιο, η Θάσος, ο Γράμμος, τα Ιωάννινα, η Λέσβος, η Άμφισσα, η Ορεινή Κορινθία, ο Πάρνωνας, ο Ταύγετος κ.ά.

Διάφοροι ερευνητές, κυρίως Ισπανοί, ασχολήθηκαν τα τελευταία έτη με την έρευνα της φυσικής αναγέννησης της μαύρης πεύκης έπειτα από τη φωτιά. Η έρευνα εστιάσθηκε στην ικανότητα σποροπαραγωγής και στον τρόπο διασποράς των σπόρων, με απώτερο σκοπό τον προσδιορισμό των εκτάσεων όπου είναι πιθανή η εμφάνιση της φυσικής αναγέννησης (Ordoñez *et al.* 2006), αλλά και την ανάπτυξη μοντέλων αναγέννησης της μαύρης πεύκης σε μεταπυρικές συνθήκες (Retana *et al.* 2002). Μελετήθηκε, επίσης, η αντοχή των κώνων και των σπόρων σε υψηλές θερμοκρασίες (Habrouk *et al.* 1999), ο ρόλος των άκαφτων νησίδων στην παραγωγή των απαραίτητων σπόρων για την εμφάνιση της φυσικής αναγέννησης (Ordoñez *et al.* 2005), αλλά και τα φαινόμενα διαδοχής έπειτα από την πυρκαγιά (Gracia *et al.* 2002). Με βάση τα αποτελέσματα των ανωτέρω ερευνών, προκύπτει ότι το βασικό στοιχείο για την εκτίμηση της ικανότητας επανεγκατάστασης του δάσους είναι η γνώση του αναγεννητικού δυναμικού των καμένων συστάδων, η χωρική κατανομή των άκαφτων δέντρων, συνδενδριών ή συστάδων, αλλά και οι συνθήκες του σταθμού. Καθώς η μαύρη πεύκη δεν έχει αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής σε επικόρυφες πυρκαγιές, η φυσική αναγέννηση του είδους περιορίζεται μόνο σε κοντινή απόσταση από τις άκαφτες συστάδες. Συνεπώς, κυρίαρχο ρόλο στη φυσική αναγέννηση παίζουν δέντρα, συνδενδρίες ή συστάδες εντός των καμένων εκτάσεων, καθώς αυτά αποτελούν φορείς αναγέννησης παράγοντας και διασπείροντας σπόρους στις καμένες εκτάσεις (Ordoñez *et al.* 2005).

Η πλαγιοσπορά επηρεάζεται από το ύψος των δέντρων (όσο υψηλότερα τα δέντρα τόσο μακρύτερα μπορούν να διασπαρθούν οι σπόροι), από την ηλικία της μητρικής άκαφτης συστάδας (για παράδειγμα, σε ηλικία μικρότερη των 10-15 ετών δεν θα πρέπει να αναμένονται σημαντικές επιδόσεις), από την πυκνότητα των συστάδων, από τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής (προς τα κατάντι, οι σπόροι μπορούν να διανύσουν πολύ μεγαλύτερη απόσταση) και από τη διεύθυνση και ένταση των επικρατούντων ανέμων. Η ικανότητα αναγέννησης του είδους στις μεταπυρικές συνθήκες εξαρτάται, κυρίως, από την ικανότητα πλαγιοσποράς αλλά και από τα χαρακτηριστικά του σταθμού (γονιμότητα εδάφους, υγρασία, κλίσεις κ.ά.), από την ικανότητα φύτευσης των σπόρων στο μεταπυρικό περιβάλλον, από τον ανταγωνισμό με άλλα είδη, από την ικανότητα επιβίωσης και ανάπτυξης των φυταρίων και από τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις (προστασία, βόσκηση κ.ά.). Τα μοντέλα διασποράς που έχουν αναπτυχθεί έχουν δείξει ότι σοβαρή φυσική αναγέννηση της μαύρης πεύκης δεν πρέπει να αναμένεται σε απόσταση μεγαλύτερη των 100 m (Retana *et al.* 2002, Ordoñez *et al.* 2005, Ordoñez *et al.* 2006). Σε ορισμένες περιπτώσεις, ωστόσο, έχει παρατηρηθεί φυσική αναγέννηση σε μεγαλύτερες αποστάσεις.

Δασοκομικοί χειρισμοί με σκοπό τη μείωση του κινδύνου των πυρκαγιών

Είναι αποδεκτό ότι πολύ σημαντικό ρόλο στη μείωση του κινδύνου των πυρκαγιών των δασοσυστάδων διαδραματίζει ο κατάλληλος δασοκομικός χειρισμός, εστιασμένος στην αντιπυρική προστασία των συστάδων (Velez 1990, Graham *et al.* 2004, Agee & Skinner 2005). Οι κατάλληλα σχεδιασμένοι προληπτικοί δασοκομικοί χειρισμοί επιδρούν σημαντικά στη μείωση του κινδύνου των καταστροφών από πυρκαγιά (Keyes & O'Hara 2002). Για τη μείωση του κινδύνου μεγάλων καταστροφών από πυρκαγιές προτείνεται:

Διενέργεια αρνητικών αραιώσεων (thinning from below), σε αντίθεση με τη θετική επιλογή που εφαρμόζεται στα παραγωγικά δάση, με σκοπό την απομάκρυνση των κυριαρχούμενων και καταπιεσμένων ατόμων, τη μείωση της (εύφλεκτης) βιομάζας και την ανύψωση του μήκους άκλαδου κορμού (crown base height).

Διενέργεια κλαδεύσεων, ιδιαίτερα στα νεαρά στάδια των συστάδων (κορμίδια), με σκοπό τη μείωση της ποσότητας της εύφλεκτης βιομάζας και την ανύψωση του μήκους άκλαδου κορμού.

Ταυτόχρονα, απαιτείται να γίνει επαναπροσέγγιση της συνολικής διαχείρισης των συστάδων της μαύρης πεύκης, υπό το πρίσμα της μείωσης του κινδύνου των πυρκαγιών, ξεκινώντας νωρίτερα τις αραιώσεις, με σκοπό τη μείωση του κινδύνου και των ζημιών από αυτές (Gonzalez-Olabarria *et al.* 2008).

Αποκατάσταση των καμένων συστάδων

Η έρευνα για την αποκατάσταση των καμένων δασών της μαύρης πεύκης βρίσκεται σε εμβρυακό στάδιο, ιδιαίτερα στην Ελλάδα. Εξάιρεση αποτελεί η σημαντική ερευνητική προσπάθεια που πραγματοποιήθηκε στο θέμα των μεθόδων αναδάσωσης καμένων δασών μαύρης πεύκης από τους Espelta *et al.* (2003), στην Ισπανία.

Στις περιπτώσεις πυρκαγιών σε φυσικά οικοσυστήματα μαύρης πεύκης, σκοπός της αποκατάστασης θα πρέπει να είναι η διατήρησή της ως κυρίαρχο είδος. Η φυσική του παρουσία σε μια περιοχή είναι αποτέλεσμα μακροχρόνιας εξελικτικής διαδικασίας, πολλές φορές υπό την επίδραση του ανθρώπου. Σε περιπτώσεις των τεχνητών συστάδων (αναδασώσεων) θα πρέπει να συνεκτιμώνται η ικανότητα φυσικής αναγέννησης όλων των δενδρωδών ειδών, τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της αυτόχθονης χλωρίδας και ο δασοπονικός σκοπός. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι συστάδες θα πρέπει αυτόματα να κηρύσσονται αναδασωτέες και θα πρέπει να διασφαλίζεται με αυστηρούς ελέγχους η διατήρηση του δασικού χαρακτήρα των καμένων εκτάσεων.

Ταυτόχρονα, είναι αποδεκτό ότι το μέγεθος της καταστροφής των συστάδων εξαρτάται από τη δομή των συστάδων και το μέγεθος και την κατανομή της βιομάζας. Συστάδες μη διαχειριζόμενες και ακαλλιέργητες είναι πολύ πιο ευαίσθητες στον κίνδυνο των πυρκαγιών και οι καταστροφές που προκαλούνται είναι μεγαλύτερης έντασης. Στο πλαίσιο της προστασίας και δια-

χείρισης των δασών μαύρης πεύκης, θα πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στη συστηματική διαχείριση και σωστή καλλιέργεια των συστάδων, ανεξάρτητα από το αν βρίσκονται εντός προστατευόμενων περιοχών (δίκτυο NATURA 2000, Εθνικοί Δρυμοί κ.ά.) με ειδικό καθεστώς διαχείρισης.

Βιβλιογραφία

- Agee, J.K. and C.N. Skinner. 2005. Basic principles of forest fuel reduction treatments. *Forest Ecology and Management*, 211: 83-96.
- Alloza, J.A. and R. Vallejo. 2006. Restoration of burned areas in forest management plans. *In: Desertification in the Mediterranean Region. A Security Issue. Book Series: Nato Science for Peace and Security Series C - Environmental Security*, 3: 475-488.
- Cracia, M., J. Retana and P. Roig. 2002. Mid-term successional patterns after fire of mixed pine-oak forests in NE Spain. *Acta Oecologica*, 23: 405-411.
- Γκανάτσας, Π., Ε. Δασκαλάκου, Δ. Παϊταριδου, Β. Μέντελη και Γ. Πρασσάς. 2009. Διερεύνηση της δυνατότητας αποκατάστασης του καμένου ελατοδάσους στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας. Πρακτικά 14ου Παν. Δασολογικού Συνεδρίου, Πάτρα, 1-4 Νοεμβρίου 2009.
- Γουδέλης, Γ. 1992. Συγκριτική έρευνα των αναδασώσεων στο Πανεπιστημιακό Δάσος Ταξίαρχη Χαλκιδικής (Συμπεριφορά Τεχνητών Συστάδων). Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Τμήμα ΔΦΠ. Θεσσαλονίκη.
- Espelta, J.M., J. Retana and A. Habrouk. 2003. An economic and ecological multi-criteria evaluation of reforestation methods to recover burned *Pinus nigra* forests in NE Spain. *Forest Ecology and Management*, 180: 185-198.
- Fyllas, N., O.L. Phillips, W.E. Kunin, Y.G. Matsinos and A.I. Troumbis. 2007. Development and parameterization of a general forest gap dynamics simulator for the northeastern Mediterranean Basin (Greek Forest Species). *Ecological Modelling*, 204: 439-456.
- Fule, P.Z., M. Ribas, E. Gutiérrez, R. Vallejo and M.W. Kaye. 2008. Forest structure and fire history in an old *Pinus nigra* forest, eastern Spain. *Forest Ecology and Management*, 255: 1234-1242.
- Graham, R.T., S. McCaffrey and T.B. Jain. 2004. Science Basis for Changing Forest Structure to Modify Wildfire Behavior and Severity. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-120. 43 p.
- Gonzalez-Olabarria, J.R., M. Palahi, T. Pukkala and A. Trasobares. 2008. Optimizing the management of *Pinus nigra* Arn. stands under endogenous risk of fire in Catalonia. *Invest Agrar: Sist Recur For*, 17(1): 10-17.
- Harbouk, A., J. Retana and J.M. Espelta. 1999. Role of heat tolerance and cone protection of seeds in the response of three pine species to wildfires. *Plant Ecology*, 145: 91-99.
- Θανάσης, Γ. 2004. Έρευνα των αναδασώσεων μαύρης πεύκης στην περιοχή του Ολύμπου. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Τμήμα ΔΦΠ. Θεσσαλονίκη.

- Keyes, C.R. and K.L. O'Hara. 2002. Quantifying stand targets for silvicultural prevention of crown fires. *Western Journal of Applied Forestry*. 17: 101-109.
- Ocak, A., L. Kurt, M. Oz and G.N. Tug. 2007. Floristical and Ecological Studies on Burned Blackpine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe) Forest Area at Central Anatolia. *Asian Journal of Plant Science*, 6(6): 892-905.
- Ordoñez, J.L., J. Retana and J.M. Espelta. 2005. Effects of tree size, crown damage and tree location on post-fire survival and cone production of *Pinus nigra* trees. *Forest Ecology and Management*, 206: 109-117.
- Ordoñez, J.L., R. Molowny-Horas and J. Retana. 2006. A model of the recruitment of *Pinus nigra* from unburned edges after large wildfires. *Ecological Modelling*, 197: 405-417.
- Παϊταρίδου, Δ., Π. Γκανάτσας, Κ. Σωτηρίου και Γ. Βαρβαρήγος. 2005. Έλεγχος της ποιότητας του υλικού σποράς τεσσάρων αυτόχθονων ειδών πεύκης. Πρακτικά του 12ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, Δράμα, Οκτώβριος 2005.
- Retana, J., J.M. Espelta, A. Habrouk, J.L. Ordoñez and F. de la Sola-Morales. 2002. Regeneration patterns of three Mediterranean pines and forest changes after a large wildfire in northeastern Spain. *Ecoscience*, 9: 89-97.
- Skordilis, A. and C.A. Thanos. 1997. Comparative ecophysiology of seed germination strategies in the seven pine species, naturally growing in Greece. *In: Basic and Applied Aspects of Seed Biology: Proceedings of the Fifth International Workshop on Seeds*, Reading, 1995. pp. 623-632. Ellis, R.H., M. Black, A.J. Murdoch, T.D. Hong (eds), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Σμύρης, Π. 2005. Παραδόσεις Ειδικής Εφαρμοσμένης Δασοκομικής. ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Χατζηστάθης, Α., Γ. Γουδέλης και Θ. Ζάγκας. 1994. Έρευνα απόδοσης των αναδασώσεων μαύρης πεύκης στο δάσος Δαδιάς-Σουφλίου σε σχέση με τους οικολογικούς παράγοντες. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Τόμος ΛΖ: 403-430.
- Velez, R. 1990. Preventing forest fires through silviculture. *UNASYLVA*, 162 (41): 10-12.

Χειρισμοί ευνόησης της φυσικής αναγέννησης και εφαρμογής της τεχνητής αποκατάστασης των δασών μαύρης πεύκης

Νικόλαος Σ. Γρηγοριάδης

Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας / Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών
Βασιλικά, 57006 Θεσσαλονίκη
e-mail: grig_nick@fri.gr

Προτεραιότητες έπειτα από τη φωτιά

Η υφιστάμενη τεχνογνωσία αναφορικά με τη βιολογία και την αποκατάσταση των καμένων δασών στη μεσογειακή ζώνη (αιψύλλων πλατυφύλλων και θερμόβιων πευκοδασών) θεωρείται επαρκής, παρουσιάζει, ωστόσο, σημαντικές διαφορές από εκείνη της παραμεσογειακής ζώνης με τα ορεινά δάση των κωνοφόρων (Πίνακας 1). Οι παρατηρούμενες δασικές πυρκαγιές στα μεγαλύτερα υψόμετρα που συνεπάγονται απώλειες ορεινών δασών (πευκοδάση και ελατοδάση) που δεν διαθέτουν μηχανισμούς αναγέννησης ανησυχεί ολοένα και περισσότερο τις αρμόδιες υπηρεσίες και τους ειδικούς.

Πίνακας 1. Ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των εύφλεκτων μεσογειακών και παραμεσογειακών πευκοδασών.

ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΑ ΠΕΥΚΟΔΑΣΗ <i>Pinus halepensis, P. brutia, P. pinea</i>	ΠΑΡΑΜΕΣΟΓΕΙΑΚΑ ΠΕΥΚΟΔΑΣΗ <i>Pinus nigra</i> spp.
ΟΜΟΙΟΤΗΤΕΣ	
Ρετοίνι (πολύ)	Ρετοίνι (λίγο)
Κουκουνάρια (μεγάλα)	Κουκουνάρια (μικρά)
Χοντρός φλοιός	Χοντρός φλοιός
Εύκολη παραγωγή φυταρίων στο φυτώριο	Εύκολη παραγωγή φυταρίων στο φυτώριο
ΔΙΑΦΟΡΕΣ	
Χοντρά & χαμηλά κοντά στο έδαφος κλαδιά	Λεπτά & ψηλά από το έδαφος κλαδιά
Πλούσιος υπόροφος	Πτωχός υπόροφος
Δυσκολία εγκατάστασης / επιτυχίας των φυταρίων στο ύπαιθρο (κυρίως κλιματικοί παράγοντες)	Ευκολία εγκατάστασης / επιτυχίας των φυταρίων στο ύπαιθρο (κυρίως κλιματικοί παράγοντες)
Απελευθέρωση σπόρων έπειτα από τη φωτιά & δημιουργία εδαφικής τράπεζας σπόρων	Αδυναμία εδαφικής τράπεζας σπόρων έπειτα από τη φωτιά
Σχετικά περιορισμένη εμπειρία αναδασώσεων	Αρκετή εμπειρία αναδασώσεων

Γενικά, τα κριτήρια που καθορίζουν την ανάληψη δράσης έπειτα από πυρκαγιά σε δασικά οικοσυστήματα είναι τα εξής:

- Η δυνατότητα ικανοποιητικής φυσικής αναγέννησης (όπως στα θερμόβια κωνοφόρα και τα αείφυλλα πλατύφυλλα της μεσογειακής ζώνης).
- Η προστασία των εδαφών, των υποδομών και των περιουσιών από την επικείμενη διάβρωση των εδαφών και των πλημμυρών.
- Η διαθέσιμη τεχνογνωσία, η εμπειρία και οι πόροι (οικονομικοί και ανθρώπινοι) τη στιγμή της αποκατάστασης.
- Ο δασοκομικός σκοπός της αποκατάστασης - αναδάσωσης.

Ειδικότερα, έπειτα από κάθε δασική πυρκαγιά ακολουθείται μια σειρά από ενέργειες που σκοπό έχουν την προστασία της καμένης έκτασης, ενώ ακολουθούν τα μέτρα αποκατάστασης. Ορισμένα από τα μέτρα αντιπλημμυρικής προστασίας, καθώς και τα μέτρα αποκατάστασης των υποδομών υλοποιούνται από υπηρεσίες της τοπικής ή νομαρχιακής αυτοδιοίκησης.

Τα συνήθη μέτρα που λαμβάνονται αμέσως μετά τη φωτιά είναι:

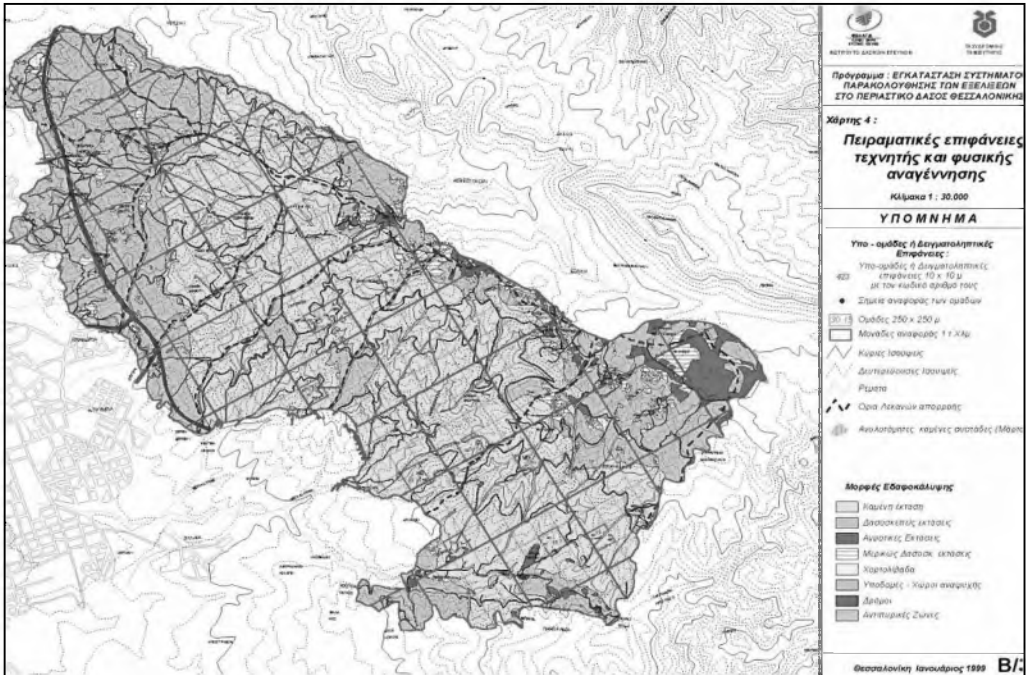
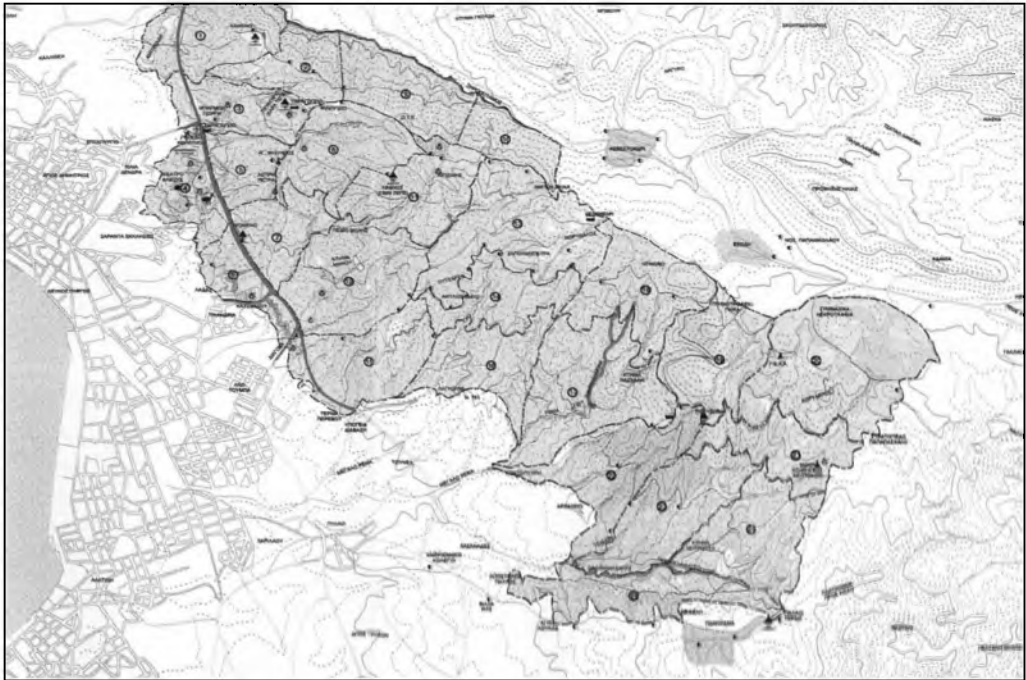
- Κήρυξη καμένης έκτασης ως αναδασωτέας και απαγόρευση της βόσκησης από τη δασική υπηρεσία.
- Προστασία από τη διάβρωση (Δασική Υπηρεσία, τεχνικές υπηρεσίες Περιφερειών, Νομαρχιών, ΟΤΑ και Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής).
- Καταγραφή - χαρτογράφηση της καμένης έκτασης.
- Απαγόρευση βοσκής, θήρας από τη Δασική Υπηρεσία (για παράδειγμα, σε προστατευόμενες περιοχές του δικτύου NATURA 2000).
- Δασοτεχνικές διευθετήσεις στον ορεινό χώρο (αρ. κανονισμού ΚΕΜΧ 50189/1055/16.12.69).
- Παρακολούθηση φυσικής αναγέννησης (Δασική Υπηρεσία).
- Αναδάσωση (δασική υπηρεσία, ΟΤΑ, ΜΚΟ), με βάση το υφιστάμενο νομικό καθεστώς.

Σε ορισμένες περιπτώσεις επιπρόσθετα:

- Μελετάται το ιστορικό των δασοοικοσυστημάτων πριν από την πυρκαγιά.
- Διακρίνονται τα καμένα δάση ανάλογα με την ευαισθησία - αντοχή τους στην πυρκαγιά και την ικανότητα για φυσική αναγέννηση.

Στα άμεσα μέτρα που λαμβάνονται έπειτα από τη φωτιά συγκαταλέγονται α) η καταγραφή, ώστε να είναι δυνατή η ιεράρχηση των προτεραιοτήτων της επόμενης ημέρας και β) ο σχεδιασμός της μεταπυρικής αποκατάστασης. Για παράδειγμα, η αεροφωτογράφιση και η χαρτογράφηση (Εικόνες 1 και 2) της καμένης περιοχής βοηθούν πολλαπλά στην προστασία από καταπατήσεις και αλλαγές χρήσεων γης, στον καθορισμό προτεραιοτήτων άμεσων μέτρων προστασίας από πλημμύρες και διάβρωση, καθώς και στην καταγραφή του δυναμικού ανανέωσης του δάσους από άκαφτες «κηλίδες».

Με βάση τα ανωτέρω και τις λοιπές διαθέσιμες πληροφορίες (διαχειριστικά σχέδια, μελέτες κ.ά.), θα πρέπει να ληφθούν σημαντικές και άμεσες αποφάσεις, όπως είναι απαγορεύσεις ή περιορισμοί (για παράδειγμα, συλλογής μανιταριών, άσκησης θήρας, αναψυχής κ.ά.), απομάκρυν-



Εικόνες 1 και 2. Χάρτες του καμένου περιαστικού δάσους Θεσσαλονίκης πριν και έπειτα από την τελευταία μεγάλη πυρκαγιά (1997).



Εικόνα 3. Μετατόπιση υλοτομημένων καμένων κορμών σε πευκοδάση της χώρας. Οι παράμετροι, όπως, η έκταση που θα υλοτομηθεί, ο χρόνος υλοτομίας, τα ποσοστά, ο τρόπος κ.ά., είναι διαφορετικές για κάθε περίπτωση.

ση ολόκληρου ή τμήματος των καμένων δέντρων με βάση ένα αυστηρό χρονοδιάγραμμα (Εικόνα 3). Στις έρευνες ή μελέτες που διεξάγονται θα πρέπει να γίνονται ειδικές αναφορές σε σημαντικά είδη που τυχόν απαντούν στην καμένη περιοχή, όπως για παράδειγμα, σε φυτά ή ζώα ή σε είδη εισβολείς έτσι ώστε να ληφθούν πρόσθετα μέτρα, πριν αλλά και κατά την αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων. Φυτοκοινωνιολογικές έρευνες ή μελέτες, γεωλογικοί - εδαφολογικοί χάρτες, χάρτες προελεύσεων ειδών και ποιοτήτων τύπου κ.ά. μπορεί να αποδειχθούν χρήσιμες πηγές πληροφοριών προκειμένου να προστατευθούν τα είδη, οι σχηματισμοί, οι δομές και οι λειτουργίες στα καμένα δασικά οικοσυστήματα, αλλά και να γίνει ορθός σχεδιασμός για την αποκατάσταση των καμένων δασών.

Ευνόηση της αναγέννησης - δασοκομικοί χειρισμοί έπειτα από τη φωτιά

Η σύνταξη του σχεδίου αποκατάστασης ή αναδάσωσης αποτελεί τη βάση των δασοκομικών χειρισμών στην περιοχή και απαιτεί αυστηρό κατά χώρο και χρόνο σχεδιασμό. Εφόσον εντοπισθούν οι επιφάνειες προς αποκατάσταση, επιλέγονται τα μέσα και η μέθοδος αποκατάστασης ή αναδάσωσης. Η συνηθέστερη προτεινόμενη πρακτική είναι η χρήση ήπιων μέσων επέμβασης,

χωρίς την πρόκληση σημαντικών επιπτώσεων στο περιβάλλον (στο έδαφος και γενικότερα στο οικοσύστημα), δηλαδή η χρήση χειρωνακτικών μέσων ή μικρών μηχανημάτων για τη διάνοιξη λάκκων, την άροση ή την αναμόχλευση του εδάφους. Επίσης, στην περίπτωση της καμένης συστάδας είναι δυνατόν να γίνει χρήση των υπολειμμάτων των υλοτομιών για την προστασία του εδάφους, σε ορισμένες περιπτώσεις και των κορμών, με αναμενόμενες επιδράσεις (θετικές και ορισμένες φορές αρνητικές) στο μεταπυρικό περιβάλλον. Οι τελευταίες θα πρέπει να εξετάζονται κατά περίπτωση, διότι έως σήμερα δεν ισχύει ένας γενικός κανόνας, καθώς δεν υπάρχουν συμπεράσματα μακροχρόνιας σχετικής έρευνας (Εικόνες 4 και 5).



Εικόνες 4 και 5. Απόψεις από τη χρήση των υπολειμμάτων των υλοτομιών (κορμών και κλαδιών) για την προστασία του εδάφους και επιπτώσεις στη φυσική αναγέννηση του δάσους.



Η πιο συνηθισμένη μέθοδος τεχνητής αναγέννησης καμένων δασών μαύρης πεύκης παραμένει η φύτευση, αφού η σπορά εμφανίζει, έως σήμερα, αρκετά μειονεκτήματα, όπως είναι η έλλειψη μεγάλων ποσοτήτων κατάλληλου σπόρου και η μεγάλη απώλεια σπόρων στη φύση (τρωκτικά, πουλιά). Στο παρελθόν, οι αναδασώσεις μαύρης πεύκης πραγματοποιούνταν με σκοπό τη συμπλήρωση των διάκενων (συνήθως με φτέρες) στα ορεινά δάση και την αύξηση της ξυλοπαραγωγής. Στην περίπτωση της αναδάσωσης των καμένων δασών μαύρης πεύκης, οι συνθήκες εγκατάστασης είναι τελείως διαφορετικές, αφού η εγκατάσταση της μαύρης πεύκης, ως πρόδρομο είδος, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε ένα εξωδασογενές (καμένο) περιβάλλον.

Η παρακολούθηση της εγκατάστασης και της πορείας εξέλιξης της αποκατάστασης αποτελεί απαραίτητη διεργασία προκειμένου να γίνει ο απολογισμός των έργων (πληρωμή των εργολάβων) και να ακολουθήσουν ή όχι ανάλογες συμπληρωματικές (διορθωτικές) δράσεις. Σημαντικές παράμετροι προς παρακολούθηση αποτελούν το δυναμικό της φυσικής αναγέννησης στις άκαφτες επιφάνειες, η πυκνότητα της φυσικής και τεχνητής αναγέννησης, η πορεία εξέλιξής τους (αύξηση), ο εσωτερικός ανταγωνισμός αλλά και ο ανταγωνισμός μεταξύ της μαύρης πεύκης και των υπολοίπων ειδών.

Βιβλιογραφία

- Brown, R.T., J.K. Agee and J.F. Franklin. 2004. Forest Restoration and Fire: Principles in the Context of Place Conservation Biology. Volume 18, No. 4, August 2004. pp. 903-912.
- Γκατζογιάννης, Σ. 2002. Η διαχείριση των οικοτόπων μαύρης πεύκης. ΕΘΙΑΓΕ, Αρκτούρος, 61 σελ. Θεσσαλονίκη.
- Θάνος, Κ.Α. 2005. Σχέδιο παρακολούθησης στα υπομεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα - *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* στο Εθνικό Δασικό Πάρκο Τροόδους. Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.
- Ντάφης, Σ. 1975. Δασοκομία Μέρος δεύτερον (Εφηρμοσμένη Δασοκομική). Θεσσαλονίκη. 389 σελ.
- Ντάφης, Σ. 1980. Δασοκομία Μέρος πρώτον (Δασική οικολογία). Θεσσαλονίκη. 373 σελ.

Συμπεράσματα Διεθνούς Συνεδρίου «Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης»

Σπάρτη, 15-16 Οκτωβρίου 2009

Οι μετέχοντες στο διεθνές συνέδριο με τίτλο «Νέες προσεγγίσεις στην αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης» που διεξήχθη στη Σπάρτη, στις 15 και 16 Οκτωβρίου 2009, κατέληξαν στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Στην Ελλάδα τα δάση της μαύρης πεύκης αντιμετωπίζουν, κατά την τελευταία 20ετία, όλο και πιο έντονα το πρόβλημα των δασικών πυρκαγιών. Οι πυρκαγιές απειλούν την κατάσταση διατήρησης των δασών αυτών που αποτελούν τύπο οικοτόπου προτεραιότητας με κωδικό *9530 «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα». Η μαύρη πεύκη είναι προσαρμοσμένη σε χαμηλής έντασης έρπουσες πυρκαγιές, αλλά όχι σε μεγάλες επικύρυνες πυρκαγιές που, ολόένα και συχνότερα, εμφανίζονται τα τελευταία έτη καταστρέφοντας μεγάλες εκτάσεις των δασών της.
- Η λεπτομερής χαρτογράφηση και η αποτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς στο δάσος, στη διατήρηση των τύπων οικοτόπων που αυτό συγκροτεί καθώς και των φυτών και των ζώων αποτελεί το πρώτο και αναγκαίο βήμα για τον σχεδιασμό της οικολογικής αποκατάστασης των δασών γενικά και των δασών μαύρης πεύκης ειδικότερα.
- Από τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν έγινε σαφές πως πρέπει να δίνεται βάρος στη διατήρηση των νησίδων ζωντανών δέντρων, οι οποίες παίζουν σπουδαίο ρόλο στη φυσική αναγέννηση της περιοχής.
- Προτεραιότητα πρέπει να δίνεται στη φυσική αναγέννηση, όπου αυτή είναι δυνατή, δηλαδή όπου υπάρχουν νησίδες ζωντανών δέντρων μεγέθους συνδενδριών, ομάδων λοχμών ή μικρών συστάδων, κανονικά κατανομημένες σε απόσταση μικρότερη των 3-5 υψών δέντρων.
- Η τεχνητή αποκατάσταση διαδραματίζει, επίσης, σπουδαίο ρόλο στην αποκατάσταση των δασών της μαύρης πεύκης. Για τον λόγο αυτό, σκόπιμη κρίνεται η υιοθέτηση μιας προσέγγισης, η οποία, μέσα από απλά και εύκολα στην εφαρμογή βήματα, διευκολύνει την επιλογή των κατάλληλων εκτάσεων για τεχνητή αποκατάσταση. Η εν λόγω προσέγγιση περιλαμβάνει πέντε βήματα:

1. Αρχική επιλογή εκτάσεων προς αποκατάσταση, με βάση ένα σύστημα κριτηρίων (για παράδειγμα, ύπαρξη αναγέννησης, οικολογική σημασία, θέση στην περιοχή, έκθεση, βάθος εδάφους, θέση στην πλαγιά, κλίση, γεωλογία, υψόμετρο).
2. Ιεράρχηση των εκτάσεων προς αποκατάσταση (ώστε να διατεθούν με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο οι διαθέσιμοι πόροι).
3. Επιλογή των εκτάσεων όπου θα εφαρμοσθεί η αποκατάσταση (ανάλογα με την ποσότητα διαθέσιμου φυτευτικού υλικού και σπερμάτων, το διαθέσιμο προσωπικό και τα τεχνικά μέσα, την απόσταση από το οδικό δίκτυο, τις δυνατότητες χρηματοδότησης κ.ά.).
4. Επιβεβαίωση στο πεδίο και τελική επιλογή.
5. Επιλογή τεχνικών αποκατάστασης.

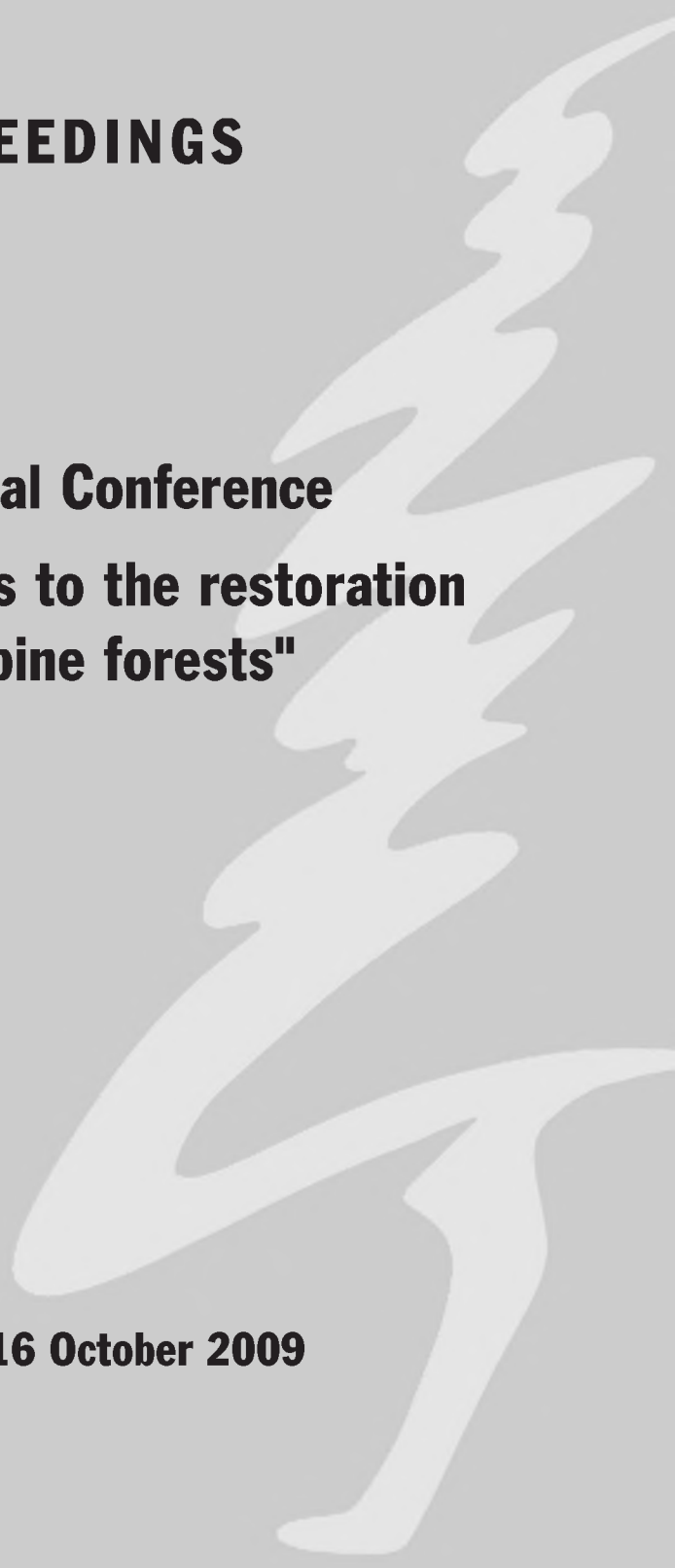
Η ανωτέρω δομημένη προσέγγιση συμπληρώνεται με συστάσεις και οδηγίες για ενέργειες που είναι σκόπιμο να έχουν προηγηθεί της εφαρμογής της.

- Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στην επιλογή των περιοχών από τις οποίες θα συλλέγονται τα σπέρματα για τη σπορά ή την παραγωγή φυταρίων. Οι περιοχές αυτές πρέπει να είναι κατά το δυνατό πλησιέστερα στην υπό αποκατάσταση περιοχή, αν είναι δυνατόν και μέσα σε αυτήν (εφόσον υπάρχουν νησίδες δέντρων που δεν έχουν καεί). Ο φυσικότερος τρόπος τεχνητής αποκατάστασης είναι η σπορά (ευρυσπορά ή κατά θέσεις), η οποία εξασφαλίζει την προσαρμογή του αρτιφύτρου και κυρίως του ριζικού συστήματος στις συνθήκες του εδάφους, με συνέπεια να αποφεύγεται το «σοκ» της μεταφύτευσης. Επειδή, ωστόσο, απαιτείται μεγάλη ποσότητα σπερμάτων και η επιτυχία της σποράς εξαρτάται από τον παράγοντα τύχη, η κύρια προσπάθεια αποκατάστασης θα πρέπει να γίνεται με φύτευση βλωφόρων φυταρίων ηλικίας 1-2 ετών. Φυτάρια μεγαλύτερα των δύο ετών θα πρέπει να αποκλείονται, λόγω του κινδύνου συστροφής των ριζών τους. Η σπορά είναι σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί επικουρικά, όπου το επιτρέπουν οι συνθήκες και πάντα κατά θέσεις (πινάκια). Η ακανονιστία του συνδέσμου επιτρέπει την επιλογή των βέλτιστων μικροπεριβαλλόντων.

PROCEEDINGS

International Conference "New approaches to the restoration of black pine forests"

Sparti, 15 - 16 October 2009



Preface

The black pine (*Pinus nigra*) is a typically polymorphic species with many subspecies, varieties and ecotypes, each of them having a characteristic geographical distribution. The formally accepted subspecies include the Salzmänn black pine (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*), the Corsica black pine (*Pinus nigra* subsp. *corsicana*), the Calabria black pine (*Pinus nigra* subsp. *calabrica* or *laricio*) and the Austrian black pine (*Pinus nigra* subsp. *austriaca* or *nigricans*). In Greece there were formerly considered to occur the varieties of *Pinus nigra* var. *pallasiana* (Palassian black pine) and *Pinus nigra* var. *austriaca* or *nigricans* (Austrian black pine). Today, we accept that there exist only two subspecies: a) the Salzmänn black pine (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) which is found in W, Mediterranean (NW Africa, Iberian peninsula, S. France, Corsica, S. Italy and Sicily) and b) the Austrian black pine (*Pinus nigra* subsp. *nigra*) which is found in SE Italy, Austria and the Balkan peninsula, Anatolia and Crimea. In Greece, the Caraman variety occurs (*Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica*).

In Greece, three clearly separated populations-ecotypes of the black pine exist: a) the population of Peloponnese, Euboea and Central Greece, b) the population of Pindos and c) the population of Olympus, Ossa, Kato Olympus, Pieria and Vermion. There are also some isolated populations, such as the ones in Rhodopes, Sithonia, Holy Mountain, and on Lesbos, Samos and Thasos islands.

The black pine, in contrast with the Mediterranean pines (Aleppo and Turkish pine), is not adapted to crown fires, because during summer (when most fire incidents take place) its cones are not ripe and do not bear seeds able to germinate. Consequently, the species does not regenerate after crown fires, except in cases where the fire is "selective" and burns only some parts, leaving others intact, so that natural regeneration is ensured through side sowing by the living trees. On the other hand, the species is benefited by ground fires to which it is quite tolerant due to its thick bark that protects the cambium. Ground fires result in the burning of the fungi compacted plaque which covers the ground and hinders regeneration. Following a ground fire the mineral soil is revealed and regeneration is plentiful.

In the past, crown fires seldom appeared in black pine forests. In recent times, however, crown fires

have appeared more and more frequently in black pine forests. This is due mainly to the depopulation of mountain areas, the accumulation of fuel mass (lack of cultivating measures such as thinning and pruning), the increased access and opening of black pine forests resulting in increased visitors and also probably to climate change which makes the sub-continental mountainous Mediterranean zone, where black pine forests occur, warmer and drier and consequently more vulnerable to forest fires.

This has been observed in all Mediterranean and Balkan countries and renders imperative the adoption of common measures for prevention and repression of fires in Black pine forests, as well as for their regeneration after crown fires.

This international conference titled "New approaches to the restoration of black pine forests" that took place in Sparti on 15 and 16 October 2009, aimed at facilitating the exchange of views and experiences among experts from various areas of the country, as well as of other Mediterranean countries.

Spyros Dafis

Greetings

I welcome you all to Sparti and to this conference dealing with new approaches to the restoration of black pine forests. The conference comes as a reply to the destruction caused by the fires of 2007 in Parnonas, Taygetos and other areas of Greece.

As the representative of the Region and at the same time as the representative of the Management Body of Mount Parnonas and Moustos Wetland, I would like to introduce you to this conference which is held within the framework of the LIFE+ project, "Restoration of *Pinus nigra* forests on Mount Parnonas (GR2520006) through a structured approach". Greek Biotope/Wetland Centre (EKBY) prepared and submitted the proposal for this project, while its implementation has been facilitated by the Region of Peloponnisos, represented by the Forest Service of Sparti and the General Directorate for the Development and Protection of Forests and Natural Environment of the Ministry for the Environment, Energy and Climate Change (M.E.E.C.C.) who is also a co-financier of the Project covering 25%. The Management Body of Parnonas, that organized this conference, is in charge of the communication actions of the Project, while the Region of East Macedonia - Thrace will contribute to the production of reproductive material. The major part of the work will be carried out by the Forest Service of Sparti, since it will be in charge of the sowing and the reforestation of black pine in Parnonas. EKBY will study and evaluate the best practices for black pine forest regeneration and reestablishment.

Panagiotis Bazigos

General Director of the Region of Peloponnisos

Having the extraordinary honor to represent the Venerable Metropolitan of Monemvasia and Sparti, Mr. Efstathios, I will convey to you his patristic wishes and his pontifical blessings. We wish success to the international conference titled "New approaches to the restoration of black pine forests". Good luck.

Father Kyriakos

Representative of the Monemvasia and Sparti Metropolitan

I openly declare that I am a nature lover and not an expert on the issue. You are the experts and will express your views and deposit your knowledge on the restoration of our forest.

The destructive forest fires of 2007 burned out almost 28,500 ha in Taygetos and Parnonas, areas valuable for the conservation and development of our land. Our country suffered losses of human lives, agricultural areas were destroyed and large areas of pure pine forests were affected with immense consequences on the natural and anthropogenic environment. Today, we are facing the aftermath and we must restore these forests as soon as possible, and in the best possible way. Their restoration should take place through activities that promote the natural regeneration of forests and natural environment. The bet is to deal with this destruction in the best possible way so that our land and the future generations will remain as intact as possible. These and many other issues will be analyzed by the elite scientists that participate at this international conference.

I congratulate you for this initiative and I welcome you to the conference. Thank you very much.

Panagiotis Bogeas

Vice Prefect of Lakonia

On behalf of the Municipality of Sparti I wish success to the conference and I thank you for your offering to our area. Thank you very much.

Paraskevas Koutsogiorgas

Representative of Sparti Mayor

Therapnes Municipality was greatly affected by the fires of the summer of 2007. Sadly in fact, the part that was affected, was the most beautiful; the one that you were protecting, where you have dwelled, worked, loved and where you have lived, this part of black pine and fire forest that lies in the heart of Parnonas, in the Municipality of Therapnes. From that time until today many actions have taken place, like the construction of soil erosion control works, some tree planting and a multitude of other works with the support of various bodies. Today we begin the implementation of one more, necessary in my opinion, action. The forest is life, it is the birthplace for all of us and gives breath to our land.

From this position, I would like to thank all those that made an effort working until today for the restoration of the forest and showed us, once more, that in these difficult times we are not alone. I would like to specially thank the Region and the Forest Service of Sparti. I want to congratulate you for the organization of this international conference. I am very glad that it takes place in our town and I am particularly honored by that. I would like to wish good luck to the conference. Thank you again and good luck. Be well.

Ioannis Rallis

Therapnes Mayor

Iwould also like to wish, on my part, good luck to this international conference, which for us, the mountain municipalities, is of particular importance because it reveals the efforts made for the black pine, a tree that flourishes in Parnonas. A public body, i.e. the Forest Service, funded by the LIFE+ Programme, is responsible for the implementation of works at Parnonas. I believe that, with the help of the participants of the conference, the results will be good. Good luck to the conference.

Evangelos Aivaliotis

Oinounda Mayor

The problem of restoring burned black pine forests - Principles of forest ecosystems restoration

Spyros Dafis

Emeritus Professor Aristotelian University of Thessaloniki
e-mail: ntafis@ekby.gr

On our planet, three fire prone climatic zones occur. In these zones, forest fires constitute an ecological factor of ecosystem regeneration. These zones are a) the Tundra and Taiga regions, b) the savanna and steppe regions and c) the Mediterranean regions and Mediterranean formations in their wider sense, that is the Mediterranean, SW California (chaparral), the pine forests of Florida, C. Chile, the cape of S. Africa and SE Australia.

In all the above mentioned areas, fire constitutes a significant key factor and natural fires break out at almost regular intervals. In the Tundra and Taiga regions, the most common causes of natural forest fires are lightning and spontaneous combustion of detritus that has been formed by the accumulation of organic matter, which cannot decompose due to climatic conditions. In this zone, natural fires appear every 50-100 years and more rarely every 150 years. In the savannas, forest fires are annual and they are considered to be necessary for grass regeneration. Finally, in the Mediterranean zone, forest fires, caused by lightning and spontaneous combustion of organic matter, appear every 50-80 years.

The ecosystems of all three zones are well adapted to natural fires and easily regenerate afterwards. In the Mediterranean ecosystems, the evergreen broadleaf formations, the maquis of the Mediterranean, the chaparral of California, the evergreen scrub of C. Chile and S. Africa cape (fynbos), regenerate vigorously after a fire, regardless of their age and the frequency of the fires, because the species that form these ecosystems are able to regenerate through root saplings or stump saplings. Consequently, in the above mentioned ecosystems there is no need for further care, apart from protection against grazing. The same stands for the deciduous broadleaves, not only in the Mediterranean areas, but also in the sub-continental zone, which is the zone of the most thermophile deciduous oaks. Mediterranean conifers, like Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.), Turkish pine (*Pinus brutia* Ten.), Seaside pine (*Pinus maritima* Mill.), Stone pine (*Pinus pinea*) and Cypress tree (*Cupressus sempervirens*) are perfectly adapted to forest fires after the age of 15-20 (25) years, when they produce plenty of seeds and their regeneration after fire is guaranteed so that no extra care is required.

However, the situation is different in regard to Mediterranean montane conifers, such as Greek fir (*Abies cephalonica* Loud.), Macedonian fir (*Abies borisii regis* Mattf.) and black pine (*Pinus nigra* Arn.). Greek fir, in whose forests natural fires rarely appear, is not at all tolerant of forest fires, neither of ground fires because of its thin bark nor of crown fires. In addition, Greek fir does not produce dormant sperms and the germinants are very sensitive to high temperatures, so when large areas are burned, natural regeneration of the species is slow. Black pine acquires a thick bark in old age and is thus well adapted to ground fires. Ground fires burn the fungus layer of the decomposing needles which develops slowly, thus hindering regeneration. Eventually, the mineral soil is revealed and natural regeneration occurs adequately. Consequently, ground fires are an important ecological factor for the regeneration of old Black pine forests. However, this does not hold true for crown fires. Black pine does not produce dormant seeds, while its cones mature during November-December of the second year after their fertilization and open up during December-January and the seeds fall to the ground. Since forest fires appear in summer, crown fires burn the cones before ripening. As a result, regeneration appears only in the case where there is a mosaic of groups, thickets or solitary living trees that are evenly distributed at distances less than 3-5 tree heights. In areas where fire has created a mosaic of burned and unburned patches, it is recommended that some technical intervention aimed at assisting the natural regeneration be put into operation 4-5 years after the fire. In cases where large and uniform areas have been burned and no natural seed sources are available or such sources only exist at very long distance, it is imperative to initiate artificial restoration.

Following the implementation of post-fire erosion and flood control works, the first step¹ to begin with reforestation is to secure seeds from the closest possible area. In situations where there are unburned trees, seeds should be preferentially collected from these. Choosing the appropriate provenance of seed is the first and most decisive step for the success of the restoration project.

The second step is the choice of the most suitable method of restoration, between sowing and planting. Sowing is the most natural method of restoration and has many advantages when compared to planting; the young plants that come from direct sowing are able to adapt their root system to the local soil characteristics right from the start and do not experience the transplantation shock, to which the young plants produced at the nursery are subjected. As a result, a much larger number of young plants per unit of surface area appear and, consequently, the potential for natural selection becomes stronger. Furthermore, a choice must be made between broadcast or spot seeding in squares across the site. Broadcast seeding, during which it is feasible to use aerial methods (especially in cases of large areas), is the most natural method, however it has the disadvantage that it requires a very large quantity of seeds, which may be hard to acquire and also increases the cost of the project. Spot seeding in squares requires the use of much less seed and there is also the possibility of controlling the spacing, that is the distances among squares or sites, in order to reduced the amount of required seed, as well as the cost of protection and subsequent

¹ The choice of species is not a matter in this case, as it is about restoration of pure black pine forest, directly linked to the restoration of the landscape.

silvicultural treatments. Regardless of the distribution method, the greatest disadvantage of seeding is that its success relies almost entirely on stochastic factors. That is to say, that if seeding is followed by favorable conditions then it will be successful, whereas if adverse conditions, such as draught or frosts prevail, then there may well be failure to a great extent.

In the case of planting there must be a choice between a) bare-root seedlings or container seedlings and b) first or second year seedlings, and more rarely third year seedlings. Bare-root seedlings have the advantage of low cost at the production phase and greater adaptive potential of their root system at the replanting site, but they demand much greater care in the extraction, packaging, transportation and planting phase, and the time between extraction and planting must be limited in order to minimise transplantation shock. One of the advantages of bare-root seedlings is the fact that quick and simple methods can be used for planting, such as planting with planting bar or pickaxe, provided that the soil conditions are suitable.

Container seedlings carry the disadvantage of higher production cost and the possibility of root twisting, especially when their age is greater than two years. The transportation cost is also greater but there is the advantage that they can be maintained for a longer time from the moment of extraction to the moment of planting, which allows for the prolongation of the planting period. One year seedlings, as well as bare-root and container seedlings, have the advantage of lower production, transportation and planting costs, however they incur greater costs for protection, especially against competition with ground vegetation. On the other hand, two year seedlings have the disadvantages of higher cost per plant, transportation and planting costs (and in the case of container seedlings the risk of root twisting), but they require less post-planting care than the first year and bare-root seedlings.

A key factor in the success of planting is the distance of the nursery from the area being restored. The nearer the nursery, the less the risk of damage to the seedlings, especially to the bare-root seedlings, during their transportation. Furthermore, their development is better adapted to the local climatic conditions of the area to be restored.

References

- Dafis, S.A.. 1986. *Forest Ecology*. Published by Giahoudi-Giapouli, Thesssaloniki. 443 p.
- Chatzistathis, A. and S. Dafis. 1989. *Reforestations - Forest nurseries*. Published by Giahoudi-Giapouli, Thesssaloniki. 265 p.

Forest fires and restoration of black pine forests

Constantinos Krawaritis

Ministry of the Environment, Energy and Climate Change
General Directorate for the Development and Protection of Forests and Natural Environment
Directorate of Reforestations and Mountain Hydronomy
31 Halkokondyli Str., 10164 Athens

Although the phenomenon of forest fires is not the subject of this speech, it is worth mentioning that during the last few years there has been an increase in the number of fires in forests and forest lands, in both the number of incidents and the area of surfaces burned. As a result there has been an increase in the extent of black pine forest burned, although such fires also occurred in the past.

A common practice after forest fires, despite the criticism by non-specialists, is to wait for a period of 2-3 years in order to allow natural regeneration to occur across the burned areas. Afterwards, and according to the degree of natural regeneration that has occurred, reforestation procedures are implemented, especially in cases where natural regeneration was not possible due to local conditions, or where it did not appear directly. However, with regards to the black pine, after a crown fire and complete destruction, natural regeneration is very difficult and so it is not necessary to wait 2-3 years in order to start restoration procedures. The budget for these activities was never high, although after the latest fire incidents, it seems that it has been realised that there is a need to increase the finances made available for such interventions. In this framework, there are now higher funds available and so direct and more dynamic erosion and flood protective as long as reforestation works are supported.

Table 1 shows the data regarding forest fires in black pine forests in Greece. From this table it is evident that the problem has increased during the last few decades. The data has been assembled after personal communication with the local forest services.

Table 1. Data on fires in black pine forests

A/A	AREA	FIRE DESCRIPTION - RESTORATION MEASURES
1	AMFISSA Year: 1977 Area: 300 ha of mixed fir and black pine forest	Crown fire. Almost complete destruction. Scarse natural regeneration. Planting in extended areas with success (only black pine). No significant problems from grazing.
2	XYLOKASTRO Year: 1982 ARea: 1600 Ha.	Crown fire. Complete destruction. Scarse natural regeneration in the edges and around few remaining seed producing plants (side seeding). Planting with success. Seeding in square plots unsuccessful due to draught.
	THASSOS ISLAND Years: 1985 and 1989 Area: 1000 Ha.	Mixed fire. Natural regeneration satisfactory in spots where seed dispersing trees were available. Planting with success. Seeding in square plots unsuccessful. Problems caused by grazing over the first years.
	KONITSA Years: 1997 and 2008 Area: 1000 Ha.	1997: Mixed fire. Natural regeneration satisfactory in spots where seed dispersing trees were available. Planting with good results. Seeding after soil scraping had very good results. 2008: Crown fire. Complete destruction of the forest and large parts of the areas burned in 1997. Because of the accumulation of large quantities of fuel material, it is estimated that after the fifth year large grazing animals should be allowed in these areas.
	GOUMENISSA Year: End of '90's Area: 20 Ha (area "Skra")	Mixed fire. Natural regeneration satisfactory. No particular grazing problem. Black pine dominated over oak.
	DRAMA Year: End of '90's Area: 1000 Ha. (Nevrokopi)	Mixed fire. Natural regeneration satisfactory. Successful planting. No particular grazing problem.

Table 1. Data on fires in black pine forests

A/A	AREA	FIRE DESCRIPTION - RESTORATION MEASURES
	IOANNINA Year: 2000 Area: 1700 Ha.	Crown fire. Complete destruction. Scarse natural regeneration. Broadleaves dominated (oak). Sowing in square plots was successful in a limited area managed by a local community.
	PIERIA Year: 2007 Area: 700 Ha.	Mixed fire. Natural regeneration satisfactory (after the fire and before the construction of erosion protection works there was heavy rain that caused flooding which resulted in the aggrading of a dam).
	KASTORIA Year: 2007	After the fire, some strips, islets and single trees remained. Natural regeneration was satisfactory in some places. There is a problem with grazing but also with competition from ground vegetation. In order to succeed with seeding and planting there is a need for fencing and soil cultivation.
	PARNITHA Year: 2007	Planting of black pine and fir (with watering, good results).

The role of the Central Store for Forests Seeds in the restoration of forests

Despoina Paitaridou

Ministry of the Environment, Energy and Climate Change
General Directorate for the Development and Protection of Forests and Natural Environment
Directorate of Reforestations and Watershed Management
Section of Forest Nurseries and Seed Production
31 Halkokondyli Str., 10164 Athens
e-mail: paitaridou@yahoo.gr

Introduction

In Greece, climate and soil variability, but mainly the distribution of many forest species on islands and other geographically isolated areas, contribute to high biodiversity and high levels of endemism. As a result, forestry in Greece is exercised in highly variable environments, which, in addition, play a multifunctional role in respect to social, environmental, ecological, financial and cultural functions.

Forest fires during the year 2007 were the most destructive of the recent decades both at national level and also at a European level. One of the areas affected was Mount Parnonas (Site of Community Importance, code GR 2520006 "Mount Parnonas and Malevi Monastery area"), where extended black pine, Greek fir and other deciduous and evergreen broadleaved forests are found. The fires, in combination with climatic and soil factors, resulted in the degradation of the conservation status of the natural habitat types and the species of the area to a degree that has not been determined yet.

Wherever natural regeneration is difficult, the forest service has the responsibility of taking all necessary measures in order to support it. The main measure for this task is reforestation. The purpose of reforestation is to reestablish forests after fire and other causes, renew mature forests and rehabilitate degraded forests ecosystems. All the above can be achieved through appropriate technical works (seeding or planting). However, a necessary precondition for the success of reforestations (be it productive, aesthetic or protective) and afforestations, is the selection of the provenance and the production of high quality planting material (seedlings) from public forest nurseries.

Legal framework

According to the General Declaration of the 3rd Ministerial Conference for the Conservation of Forests in Europe, that took place in Lisbon in 1998, as regards forestations and afforestations, there should be a preference for indigenous species, which are well adapted to local environmental conditions. Besides, if the desired result is forests of high productive value in regard to stability,

adaptation, resistance, productiveness and variability, then it is necessary to use Forest Reproductive Material (FRM), genetically and phenotypically suited to the area. High quality FRM must comply, where needed, at certain quality standards.

In recognition of this fact, the European Union (EU) put into force the Directive 1999/105/EC of the Council of Europe for the trading of FRM. This directive ensures the supply of high quality FRM for species within EU, with the provision that it is prohibited to trade material that is not certified, according to one of four categories specified by the Directive. Categories vary according to the strictness of quality criteria that must be met by the material in the market. This is of vital importance for determining the suitability of FRM for a specific area.

Greece, incorporated Directive 1999/105/EC, with the Presidential Decree 17/2003 (P.D. 17/2003) as well as particular measures that the Directive specifies, which are then implemented on the basis of Regulations and Decisions of the Commission (Paitaridou 2003). For the implementation of P.D. 17/2003, a Ministerial Decree 101833/1933, (Government Journal Issue 2311/5-12-2007), was issued, accompanied by maps of species origin and a National List of certified seed production regions. The choice of a seed production region is based on criteria such as isolation, homogeneity, production volume, timber quality, trunk type and behavior during development, health, resistance to enemies and diseases, effective population size (genetic variability), age and growth. In order to achieve a better representation of forest species, within a wide geographic range, a large number of stands were selected. The target is to collect FRM from locations where ecological conditions are relevant to the ones where the afforestation will take place.

Figure 1 is a map of the regions from which Black pine (*Pinus nigra*) originates. In every regional map, provenances where forest stands or seed sources, intended for FRM production of the categories "known source" and "selected" have being delineted. Furthermore, Annexes II and III of the above mentioned ministerial decision include for every region the respective climatic and soil data, main vegetation zones, a map of bioclimatic stories of Greece, a vegetation map and a bioclimatic map according to Mavrommatis (1980).

For instance, in the origin region of Peloponnese, 46% are shallow soils found mainly on mountainous and hilly areas, where schist, limestone and flysch rocks prevail. Deep soils cover 39% of the area and include alluvial soils, as well as soils originating from tertiary deposits, coluvia, flysch and schist. Finally, 15% of the region is rocky soils mainly from hard limestone. In this region, nearly all Greek vegetation zones can be found with Greek fir (*Abies cephalonica*), Black pine (*Pinus nigra*) and oaks (*Quercus* sp.) being the dominant species.

Central Store of Forest Seeds

The Central Store of Forest Seeds (CSFS) was founded in 1989 and belongs to the Directorate of Reforestations and Watershed Management, Section of Forest Nurseries and Seed Production, which has now been transferred from the Ministry of Rural Development and Food to the Ministry for the

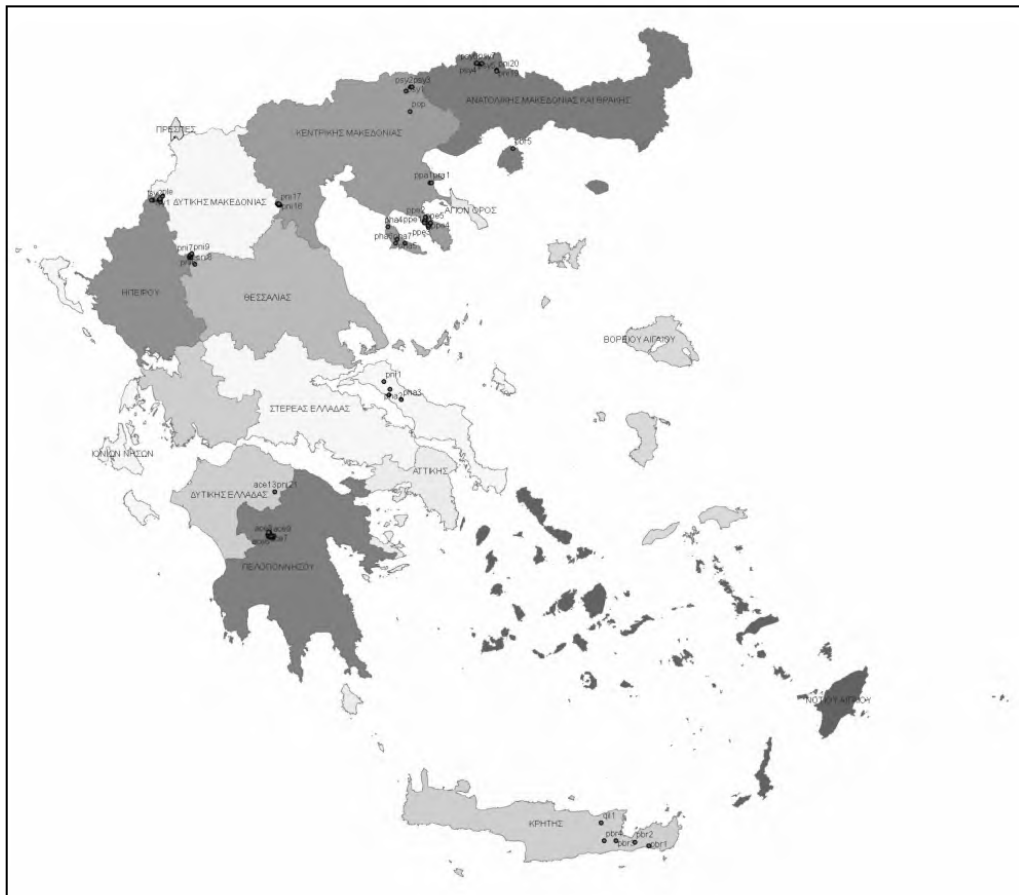


Figure 1. Map of origin regions of the black pine (*Pinus nigra*).

Environment, Energy and Climate Change. The CSFS is the only body in Greece, responsible for the collection, ginning, preservation, quality control and distribution of FRM with the purpose of producing high quality seedlings for public forest nurseries, in order to meet the demands of the country's reforestation and afforestation programs.

According to the existing legislation, the Directorate of Reforestations and Watershed Management, maintains a program of seed production and provides all public forest nurseries and also individuals with FRM (seeds and planting material). In particular, CSFS provides seeds and planting material to c. 40 forest nurseries that operate today under the local forest services of the country.

The main forest species that are used today in the reforestation programs taking place in Greece are pines, because they are found in the indigenous vegetation of the areas to be restored. In recent years, apart from pines, other species have also been used, such as Italian cypress (*Cupressus*

sempervirens), maples (*Acer* sp.), Greek fir (*Abies cephalonica* Loud.), poplars (*Populus* sp.), Juda's tree (*Cercis siliquastrum*), oaks (*Quercus* sp.), ash (*Fraxinus* sp.), both for restoration as well as for aesthetic purposes.

CSFS has a ginnyery, laboratory for control and certification of FRM, as well as chambers for the preservation of seed stocks at suitable temperature and humidity conditions. In 1992, the ginnyery was modernized and the first automated unit for processing FRM for a limited number of species was installed. On average, 25-30 t of seed bearing bodies of various forest species (cones, strobili, fruits) are collected annually. After treatment, they produce 2.000 kg of seeds per year. After ginning, the seed is stored in the refrigerators, in a temperature adjusted to the needs of each species. Some seeds are kept in chambers with simple cooling (0 to 4°C), while others are put into deep freezing (0 to -2°C). The life expectancy of the seeds in the refrigerators depends on the way of ginning, as well as on the tree species and it may last for several decades. For instance, in CSFS, Norway spruce seeds have been preserved since 1991 with very good germination success.

The laboratory for quality control of FRM was founded and has been in operation since 2004. The purpose of this laboratory is the measurement of the quality characteristics of the seed and, consequently, the estimation of the material's performance before it is distributed to the forest nurseries for the production of seedlings. Seed characteristics that are examined are the germination, namely the percentage germination ability of clean seed, purity, the weight in grams for 1000 seeds and the contained humidity. Humidity is an important factor because it gives evidence for the time span for a seed to be stored. So, for long term storage, some degree of humidity is removed. At the beginning of 2009, the laboratory of quality control started issuing quality certificates. In this way public bodies and individuals that obtain seeds from CSFS know the particular characteristics of the seeds.

Since the launching of the laboratory there have been controls on 46 forest species. For instance, in 2008 a total of 116 laboratory analyses were conducted.

Conclusions

CSFS produces, stores and distributes good quality FRM to the forest nurseries of the country. Modernization of units with the latest technology would allow its further development into a Forest Gene Bank, given the exceptionally high biodiversity of our country this would be a worthwhile procedure to follow.

References

- Decision 101833/1933, Government Journal Issue 2311/5-12-2007. Demarcation of origin regions of basic material for the production of reproductive material, categories "known source" and "selected", and drawing up and publishing of demarcation maps for the origin regions according to P.D. 17/2003 (Government Journal Issue 14/ 27-1-2003).
- Mavrommatis, G.N. 1980. The bioclimate of Greece. Relations of climate and natural vegetation. Bioclimatic maps. Forest Research, Volume I: 5-63.
- Directive 1999/105/EC. On the marketing of forest reproductive material; L11/17/15-1-00.
- Paitaridou, D. 2003. Harmonization of Greek - European legislation for distribution of forest reproductive material. Proceedings of scientific conference on the subject: "Selection of plant species for forestations, afforestations and improvements of urban and natural landscapes" Drama, 06-06-2003, pp. 105-112. Department of Forestry, Technological Educational Institute of Kavala, Branch of Drama.
- Presidential Decree 17/2003. Forest Reproductive Material, in compliance with Directive 1999/105/EC. Government Journal Issue 14/27-1-03.
- Sorting, Mapping and Evaluation of Soils at regional level. Directorate of Forest Maps, Section of Soil Sorting.

The area of Parnonas, the fire of 2007 and its consequences

Panagiota Simadi

Forest Service of Sparti
Ton 118 37, 23100 Sparti
e-mail: pan_simadi@yahoo.gr

General info

Mount Parnon occupies the SE part of the Peloponnese with a maximum altitude of 1936 m.

The Forest Complex of Parnonas belongs administratively to:

- The General Secretariat of Peloponnese Region, based at Tripoli
- The Prefectural Administrations of Lakonia and Arkadia
- The administrative areas of the following municipal districts:
 - a. *Lakedaimonos Province, Lakonia Prefecture*: Karyes Community, municipal districts of Vamvakou-Verroia (Oinoundos Municipality), municipal districts of Polydrosos, Agriana, (Therapnes Municipality) and municipal district of Kallithea (Geronthron Municipality).
 - b. *Kynouria Province, Arkadia Prefecture*: Kosmas Community, municipal districts of Platanaki and Palaiochori (Leonidio Municipality), municipal districts of Agios Petros, Sitaina, Kastanitsa and Prastos (North Kynouria Municipality).

The forest is administered by the Forest Service of Sparti which is supervised (ordered from higher to lower level):

- a. the General Directorate of Peloponnese Region, based at Tripoli
- b. the Forest Directorate of Peloponnese Region, based at Tripoli
- c. the Forest Directorate of Lakonia, based at Sparti

The Forest Complex of Parnonas extends to an area of 52.473,80 ha. This area is distributed as follows according to exploitation method and forest species:

1. Fir forest (*Abies cephalonica* Loud.): 8.969,53 ha
2. Black pine forest (*Pinus nigra* Arn.): 3.964,05 ha
3. Aleppo pine forest (*Pinus halepensis*): 367,00 ha
4. Juniper forest (*Juniperus* sp.): 702,00 ha
5. Hungarian oak forest (*Quercus frainetto* Ten.): 448,20 ha
6. Mixed fir - pine forests with dominance of fir: 3.152,82 ha

7. Mixed pine - fir forests with dominance of pine: 3.421,80 ha
8. Mixed fir - juniper forests: 1.860,20 ha
9. Chestnut forests (*Castanea sativa*): 538,90 ha
10. Evergreen broadleaves: 16.137,70 ha

The rest of the area is partially forested, fields and arid land.

Property conditions

The Forest Complex of Parnonas has belonged to the Greek State since the liberation of the country from the Ottoman occupation and it has been managed until today as public property, since there has not been any claim of property rights from anyone. The complex is subject to no grazing bondages. All municipal districts collect the "per capita" tax from the animal breeders, as they are in charge of grazing in public lands. In earlier years, there was bondage for the collection of resin from the Agriana and Polydroso Black pine forests, but the resin collectors have withdrawn from their rights after reimbursement.

The chestnut groves of Kastanitsa, Kosmas and Agios Petros lie within the agricultural areas of municipal districts and are managed as forest cultivations, with only the exception of Kastanitsa Municipal District where an area of 400 ha has been declared as a private forest belonging to all the inhabitants of the village with the no. 142480/4-12-1937 Order by the Ministry of Agriculture. Moreover, in the chestnut grove of Kastanitsa Christmas trees are produced (circa 5.000/year) for the Greek market. The main profession of the people living near the forest is livestock raising.

Management until today

Since 1955, exploitation of the Parnonas Forest Complex was under direct state control (State Forest Operation - SFO). There are management plans for the Parnonas Forest Complex for the periods 1963-1972, 1973-1982, 1983-1992 and the decade of 2006-2015. It is worth mentioning that before 1955, forest management was focused on production of fire wood that was used for the needs of the local communities, as well as for the operation of lime kilns. Harvesting of forest products is made by the members of forest cooperatives of the municipal districts of Kastanitsa, Sitaina and Prastos.

Increases in forest area and subsequently of wood biomass, as well as of timberwood production from Parnonas Forest Complex, was achieved through the implementation of the rules of SFO. In this context the ever improving network of forest roads, which today reaches a length of 400 km, contributed significantly. The network is in very good condition and the main axes are the roads of a. Vamvakou - Stravorachi - Ag. Petros, b. Stravorachi - Kastanitsa, c. Stravorachi - Prastos - Ag. Vasileios - Platanaki, d. Stravorachi - Kosmas - Palaiochori, e. Tselehana - Polydroso - Agrianoi - Kallithea and f. Polydroso - Verroia - Vassaras. The primary road network is supported by a multitude of secondary roads.

Main products and services

The calculated timberwood harvest for the decade 2006-2015 has been estimated to 31,081.35 m³ from fir, 75,462.32 m³ from black pine. An amount of 4,496.68 m³ fuelwood from oak will be distributed to the inhabitants of Karyes village. Apart from wood production, in the area of the forest complex the following activities take place:

- Quarry activities, mainly marble extraction, since antiquity.
- Stock raising, with herds of goats and sheeps that are transferred to the area during summer.
- Apiculture.
- Production of Christmas trees from the chestnut groves of Kastanitsa - Palaiochori and from other private plantations.
- Collection of organic topsoil from the Kastanitsa chestnut grove for ornamental plants.

Historic elements in the area, traditional villages, archaeological sites and monasteries, in combination with the natural environment, render the area of the forest complex suitable for the development of mountain tourism and forest recreation. It is noteworthy that, in the wider area, there is a declared Nature Monument (Decision of the Minister of Agriculture 185983/1959/21-08-1980) "Monastery of Malevi - Agios Petros" of 74 ha with *Juniperus drupacea*. There is some tourist infrastructure in many of the villages of Parnonas, such as Polydrosos, Kastanitsa, Agios Petros, Kosmas, Vamvakou etc.

Other Characteristics

The Parnonas Forest Complex is part of the Site of Community Importance with code GR 2520006 "Mount Parnonas (kai Periochi Malevis) of the NATURA 2000 network.

Forest Fire Protection

In Parnonas Forest Complex there are 10 cement constructed water reservoirs, with a capacity of 440 m³ and 2 excavated water reservoirs of 3.500 m³ and 5.600 m³, respectively. 8 out of the 10 cement constructed water reservoirs and the 2 excavated were constructed during the period 2006-2009. In each municipal district within the forest there is now one cement reservoir with a capacity of 330 m³.

Actions of the Forest Service of Sparti after the forest fire of 2007

- The burned area has been mapped and an area of 15.295,652 ha. was declared as land under reforestation. From the above mentioned area, 3.900 ha where forests of fir, black pine and aleppo pine.

- A regulation of grazing named Forest Restriction Decision was issued prohibiting grazing for 10 years for all burnt areas with natural vegetation and for 15 years particularly in areas with burnt forest.
- A similar restrictive regulation for hunting was issued for 2 years and afterwards, in 2009, hunting was banned in a section of the burned area of Parnonas for 2 more years.
- Flood and erosion protection measures were taken in the burnt forest of Parnonas (municipal districts of Kallithea, Agrianoi and Polydrosos). In particular, 2,310 m² of wood check-dams and 355,195 m of contour logs were constructed, according to an approved plan, with a cost of 1,750,000 euros.
- Additionally, a contract, of a total cost of 300.000 euros, was signed between the Region of Peloponnisos and the Management Body of Mount Parnonas and Moustos Wetland, which allowed for the Management Body funded to fund the Forest Service of Sparta to implement the following measures:
 - Construction of 18 erosion check-dams from cement in the streams of the burned area of Parnonas (municipal districts of Kallithea - Agrianoi - Polydrosos) with a cost of 194,000 euros.
 - Maintenance of forest roads in the area (municipal districts of Kallithea - Agrianoi - Polydrosos), because of the intense land falls after the first fires, cost 15,000 euros.
 - Coating (sealing) and covering with special plastic membrane of one of the excavated water reservoirs, with a capacity of 5,625 m³ in the area of Ag. Anargyroi Monastery, Oinoundos Municipality, with a cost of 37.299 euros. In order to construct the reservoir there was some extra cost and the machinery of the Forest Service was used.
 - Construction of a water reservoir, from cement with a capacity of 330 m³ in the Municipal District of Ag. Petros Kynourias, area of Xirokampia, with a cost of 52,922 euros.
- An ad-hoc timber harvest order was drawn for the burned forest and, after its approval, a part of the burnt wood was leased to the Forest Co-operative. Until October 2009, they have felled a total of 3,500 m³ fir - black pine and 13,200 metric m³ industrial and fuel wood (According to the forest management plan the amount of fuelwood volume for the decade 2006-2015 from the area was circa 5.000 m³).
- Black pine seeds were collected for use in the afforestation of the burnt forest in Parnonas and in other areas.
- Forest clearing and planting were implemented near the villages of Chrysafa, Kallithea, Agrianoi and Polydrosos) and in the respective provincial - forest roads.
- 40.000 Black pine seedlings were planted in the area of Agrianoi-Polydrosos with the funding of the JOHNSON & JOHNSON company, through the NGO "Praksis".
- Finally, the Forest Service supervised plantings that took place near the villages, from schools, the military, the Holy Metropolis, the Sparta Hunting Club and Parnon Forum "Agrianoi" as well

as the inhabitants of Polydroso and Chrysafa. During the planting period of 2008-2009 there was a total of circa 10.000 trees planted, mainly black pine, in areas close to the municipal districts.

The consequences of the 2007 forest fire

The fire caused deterioration of the environment. The soil erosion that took place after the fire was more intense in some areas and less intense in others. The consequences to stock raising in the municipal districts of Agrianoi and Chrysafa of Therapnes Municipality, and Kallithea and Kalloni of Geronthron Municipality, were severe because stock raising is quite developed there and the animals were fed mainly in the shrublands that were burnt.

Regeneration problems

In the area of Kallithea, the prevailing forest species was aleppo pine, which has regenerated naturally and the progress of the regeneration is very good. In the areas where Greek fir occurred before the fire of 2007, the soil is very rocky and regeneration (natural or artificial) presents great difficulties.

The natural regeneration of the burnt Black pine forest is rare and there is an essential need for assisted regeneration. The inclusion of 290 ha of burnt black pine forest into the LIFE+ Project "Restoration of *Pinus nigra* forests on Mount Parnonas (GR 2520006) through a structured approach" is expected to contribute significantly in the restoration of the environment.

References

- NERKO - N. CHLYKAS, 2005. Study for the Protection and Management of the Parnonas State Forest. 128 p. + annexes + maps.
Data from the Forest Service of Sparti.

The forest fire of 2007 in Taygetos mountain and treatment of its consequences

Spyros Katsipodas

Kalamata Forestry Service
Hydras str. 5, Kalamata 24100
e-mail: skatsipo@gmail.com

The Taygetos Forest Complex

The Forest Complex of Taygetos belongs, administratively, to the Forest Service of Kalamata and is managed by that body. The major part of the complex is situated across the northwest slopes of Mount Taygetos. A smaller part lies along the eastern slopes. The total area of the forest complex is 13,200 ha, of which 4,500 are covered by Greek fir forest (*Abies cephalonica* Loud.), 2,400 ha are covered by Black pine forest (*Pinus nigra* Arn.) and 2,000 by mixed Greek fir and Black pine forests. The rest of the area consists of cultivations, evergreen broadleaves and villages. It is a managed productive forest of uneven age structure.

The Forest Complex of Taygetos has satisfactory infrastructure for fire protection, comprised of an extensive forest attached to the rural road network of various categories, fire breaks, water reservoirs and forest fire watchtowers.

The forest fires of 2007

The year 2007 was probably the worst year regarding losses from forest fires for the Prefecture of Messinia. In Messinia, a total area of 19,500 ha was burned, of which 14,500 were forests and forest land. The fire in Taygetos burned 11,300 ha, of which 9,300 were covered by forests and forest land. More specifically, the fire burned 4,500 ha of timber producing Black pine and Greek fir forest, 3,800 ha of evergreen broadleaved forest and 2,000 ha of cultivations. Out from the 4,500 ha of timber producing forests, 2,000 ha had been burned again in 1998 (Figure 1a). The fire also burned some areas at Spartorachi, where seeding of Black pine had been implemented in the years 2000 and 2002 (Figure 1b).

Apart from the huge catastrophe to the forest wealth of Taygetos, and unfortunately for the Forest Service, the facilities of the state timber sawmill of Artemisia and the Forest Station were also lost (Figures 2a and b).



Figures 1a and b. Part of the areas burned in 1998 that were burned again in 2007 (a) and restoration with sowing (b).



Figures 2a and b. External and inside view of the timber sawmill after the fire.

The timber sawmill of Artemisia, which was built between 1935 and 1949 as a basis for the first timber industry together with those of Pertouli and Vytina, was completely destroyed. Apart from the equipment, that had historic value, the Forest Station and several Forest Service machinery, as well as warehouses and other equipment were burned.

Treatment measures against the effects of forest fire

Immediately after the fire, the burnt area was mapped and then declared as land under reforestation. Furthermore, grazing and hunting were prohibited across all burnt areas for two years and especially for Taygetos where the ban was extended for two more years.

The first issue that had to be dealt with was the construction of log checkdams for erosion control and, in general, erosion protection works for the protection of the soil. The Forest Service had former experience from 1998, when it had constructed wood check-dams and contour log barriers. In 2007 it was decided to proceed with the construction of wood check-dams only, for two reasons: a) in the forest that had been burned previously there was no timber and transportation of timber from other areas was very expensive and b) erosion phenomena were scarce and small scale. Additionally, in the rest of the forest, felling works were about to begin, so the construction of contour log barriers would be useless since it would be destroyed by the felling. Consequently, it was agreed that only log checkdams would be constructed (Figures 3a and b). The Forest Service made the relevant study for the construction of 15,000 m² of log checkdams.

The location of each checkdam within the stream, the distance between them and other details of the construction were decided depending on the characteristics of each stream, the surroundings e.t.c. Valuable experience was gained from the construction of these works, and, apart from the fact that some of them were destroyed, in general they proved very effective. The destruction of log checkdams was not a problem, since these are not permanent constructions. The Forest Service estimates that with the construction of the log checkdams the goal was achieved, that was to avoid

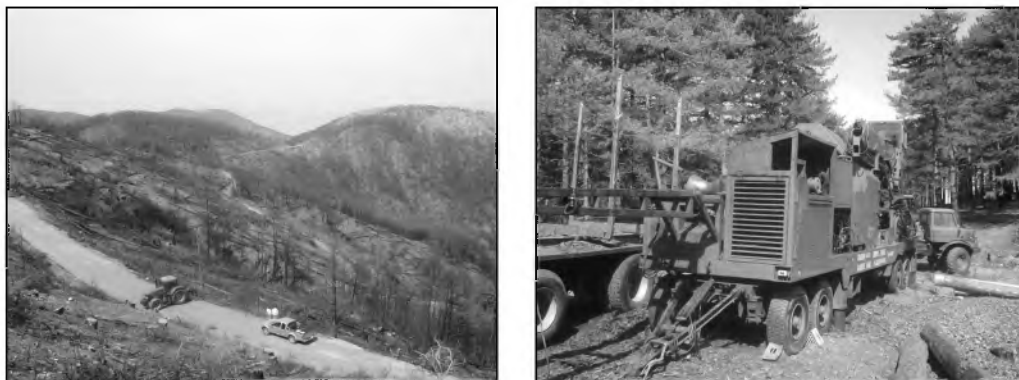


Figures 3a and b. A series of wood barriers (a) and withholding of sediments (b) in the forest of Taygetos.

any incidents of flooding in the villages of Taygetos or in the city of Kalamata (the basin in which the fire occur ends up at Kalamata). The wood barriers were constructed as projects of technical forest works in a time span of three months. In total, log check dams were constructed in 5,000 locations, amounting to 16,500 m². These small scale dams reinforced the stone dams that the Forest Service had constructed over the last 50 years (Figure 4). In Messinia, for the construction of the log checkdams apart from felled burnt trees, wooden railway sleepers were also used (for instance in the areas of Ano Messina, Tsakona, Paradeisia e.t.c.). Another matter that had to be dealt with was the restoration of the Artemisia Forest Station, a necessary project since the study and the administration of the works demanded the full time presence of the personnel. Immediately after the fire a container was donated to the Forest Service in order to cover accommodation needs. Later, the



Figure 4. View of a damn in Nedon river; a major part of its basin was burned during the summer of 2007.



Figures 5a and b. Felling of burned black pine forest (a) and husking machinery (b) at Taygetos.

Ministry of Agricultural Development and Food, granted 3 prefabricated buildings from the State Industry of Kalambaka, in which the Forest Station was started to operate again. For the restoration of the historical building a study was drafted in cooperation with Messinia Development Company and Messinia Prefecture.

Management of burned timber

Immediately after the fire, an ad-hoc felling order for exceptional yield was issued. It included logging of 165,000 m³ of timber, 100.000 m³ of which were classed as sawwood and 65.000 m³ were classed for industrial use. Felling and moving of logs was assigned to various forest cooperatives for a fee. Until mid-October 2009, when felling ended, a total of circa 100.000 m³ of timber had been felled (Figures 5a and b).

Forest restoration

Due to the magnitude of the destruction there was not enough seed for sowing or for planning a full afforestation. To face the shortage of seeds a study concerning the collection of 20 t of black pine cones was conducted and during 2008, 7 t of Black pine cones were collected and then sent to the Central Stock of Forest Seeds for ginning. Collection will be continued. Collection of seeds is made from trees with desirable characteristics, mainly for timber production. This process made available 50 kg of seeds, ready for seeding and planting in order to impement the reforestation study drafted by the Forest Service of Kalamata.

In the burnt areas of evergreen broadleaves no reforestation was proposed because in these ecosystems there is satisfactory natural regeneration. The reforestation study dealt with the Black pine forest and particularly the area that had been burned in 1998. In the burnt areas, where there

were conifers (Black pine, Greek fir), it will be examined whether natural regeneration occurs or not. Some natural regeneration close to stands or solitary trees that remained unburnt has already begun to appear. However, it is estimated that in large areas totally destroyed, there will not be any natural regeneration and consequently artificial restoration must take place.

The reforestation study had a budget of 1,600,000 euros for planting of 315,000 black pine seedlings in an area of 210 ha, for sowing in an area of 150 ha that was first treated by bulldozer. The seeding will take place mainly in soils that were burnt in 1998 where success has been recorded.

Funding of the above mentioned works comes from the Forest Fund, which provisioned the study. From the total amount of funding, 1,000,000 euros was a donation from the Commercial Bank of Greece to the Forest Service. The seedlings are produced in the Forest Nursery of Nevrokopi with seeds from Parnonas forest, collected in 2007. One other issue that had to be dealt with was the use of bare root seedlings, as they usually suffer during the transportation of the seedlings and during their manipulation while they are planted.

Assessment of forest fire severity on the black pine forests in Mount Parnonas - The approach for their restoration

Petros Kakouros

Greek Biotope - Wetland Center
P.O.Box 60394, Thermi 57001
e-mail: petros@ekby.gr

Introduction

In the summer of 2007, Greece was struck by destructive fires. The size of the burnt area previous the 30th of September 2007 was 270,563 ha of which 31,042, that is 11,5% of the burned areas, belonged to the NATURA 2000 network, mainly in the Peloponnese. The effect of these fires on the priority habitat type *9530 of Annex I (Directive 92/43/EEC) "(Sub-) Mediterranean pine forests with endemic black pines" was severe. According to Kakouros *et al.* (2009) in the Site of Community Importance (SCI) with code GR 25200006 "Mount Parnonas and Malevi area" alone, an area of 1,921 ha was burned which correspond to 2.79% of the area of this habitat type in the Peloponnese and 0.75% of the area on a national level. According to Zaghi (2008), Greece holds almost 30% of the European distribution of the habitat type *9530.

Restoration of burnt Black pine forests (*Pinus nigra* Arn.) presents a number of problems, due to its limited capacity for natural regeneration after a crown fire, since this species does not have dormant seeds (Skordilis & Thanos 1997). This is why the maintenance of islets and solitary trees within the burnt area plays an important role, as they can act as natural seeders (McClanahan 1986, Turner *et al.* 2001, Ordoñez *et al.* 2005). For the restoration of the rest of the area, it is necessary to design restoration measures that will ensure the best possible use of the available resources for the reestablishment of black pine forests.

Assessing and designing the restoration

Assessment

The assessment of the forest fire refers to surveying the burned area and mapping the changes therein with special reference to the severity of the forest fire at different points, and with an emphasis on the tracking down of live trees. In Parnonas, the assessment was performed by means of remote sensing and field work. More specifically, for the assessment of fire severity and the spotting of islets and solitary living Black pine trees, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

was used, an index widely used in relevant studies (Nikolaou *et al.* 2000, Navarro Cerrillo *et al.* 2007). For its calculation, a satellite image by IKONOS from 12/06/2009 was used. From the georeferenced phasmatic images the index NDVI was calculated and on this basis the positions where living vegetation remained (islets and solitary living trees) were delineated, initially on a map. The results from the initial delineation were checked and corrected on the basis of other geographic information, using Geographical Information System (GIS), in combination with field work.

To determine the changes in vegetation structure caused by the fire, the Change Vector Analysis (CVA) was used. This method is used for changes that are caused by deforestation, loss of vegetation because of fire, biomass reduction because of tree felling or other disturbances, but also increase of plant cover when the vegetation re-establishes (Lanbin & Strahler 1994, Johnson & Kasischke 1998, Lawrence & Ripple 1999). It is implemented through the technique of pair wise comparisons of pixels from two different layers that are produced from one satellite image, with the corresponding pixels produced from another satellite image from an earlier point in time. In Parnonas, the transformation Kauth-Thomas, also known as Tasseled Cap transformation (Johnson & Kasischke 1998, Allen & Kupfer 2000, Lorena *et al.* 2002, Lunetta *et al.* 2004) was used. This transformation was chosen because it is based on the changes of brightness and chlorophyll quantity on the land surface, two indicators of great importance for assessing the changes caused by the fire. The values of brightness are affected by the presence of bare soil, whose ratio is always increased after fire, while the values of chlorophyll quantity are affected by the total leaf cover of each position.

Designing of the restoration

Restoration was designed based on the approach that was developed in the framework of the LIFE+ Project "Restoration of *Pinus nigra* forests in Parnonas (GR 2520006) through a structured approach" (Kakouros *under publication*). During the design, a step-by-step process of prioritization and selection of areas (or parts of them) that could be restored was followed. These steps are: 1) implementation of ecological criteria for the prioritisation of the areas that are completely burnt, 2) prioritisation of the areas to be restored in regard to site suitability, 3) selection of areas to be restored on the basis of the available resources, 4) confirmation of the suitability of the selected areas and possible corrections and 5) selection of restoration methods. For the prioritization of the soil suitability for each area to be restored (step 2), information from the digital bas relief created in the framework of evaluating and from the classification system of the Soil Map of Greece (Daskalakis *et al.* 1989) was used. The procedure was subjected to some changes so that the prioritization could be made through a work sheet or a data base.

Results

Assessment of the effects of the forest fire of 23/08/2007 on Parnonas

The fire of 23/08/2007 at Parnonas affected 1.921 ha of habitat type *9530 which corresponds to 35.91% of 5,350 ha of this habitat type in the SCI "Mount Parnonas and Malevi area" code GR

2520006. From these 212,5 ha were lightly burned, 256 ha were moderately affected and 1,452.5 ha were completely burned (Figure 1).

As islets of living trees were considered unburnt thickets or small clusters that had remained unburnt or were only lightly or moderately affected and are dominated by Black pine. Solitary living Black pine trees were found in the areas that had been moderately affected and that were previously covered by mixed Black pine - Greek fir forest with the dominant species, before the fire, being the Black pine.

The islets with living trees occupy in total an area of 420.1 ha. The areas with solitary black pine trees occupy 113.9 ha (Figure 2).

Field work showed that natural regeneration occurs near islets and solitary trees and in the edges between burned and unburned areas at distances up to 50 m from the seeder trees. Natural

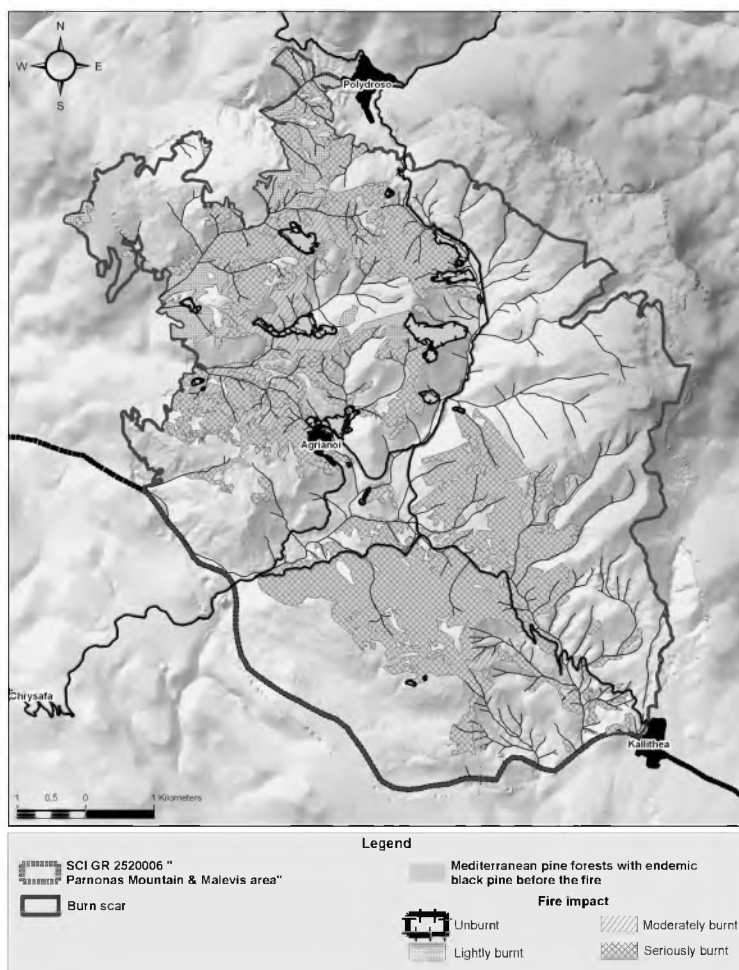


Image 1. The boundary of burnt areas and fire severity on habitat type *9530 "(Sub-) Mediterranean pine forests with endemic black pines" within the SCI with code GR 2520006 "Mount Parnonas and Malevi area".

regeneration seems quite abundant (1-2 plants/m²) with two year and one year seedlings and also saplings, except in places that are covered by dense grass. It was also found that one year seedlings were found closer to the seeder trees. The above data form the following picture, regarding the areas where the habitat type was maintained or where natural regeneration is expected within the boundary of the burned area and where the habitat type was originally situated:

- An area of 420,1 ha of islets of living trees that cover 21.1% of the expanse of the habitat type in the burnt area (unaffected areas) and 113.91 ha with living solitary trees, that is 5.7% of the expanse of the habitat type.
- Natural regeneration is expected in a) 113.91 ha with living solitary trees that occupy 5,7% of the habitat type area, b) 50 m wide strips around the islets, because of the natural regeneration that was spotted, covering an area of 227,33 ha or 11,44% of the habitat type and c) islets with living black pine trees that were lightly or moderately burned covering an area of 354,68 ha.

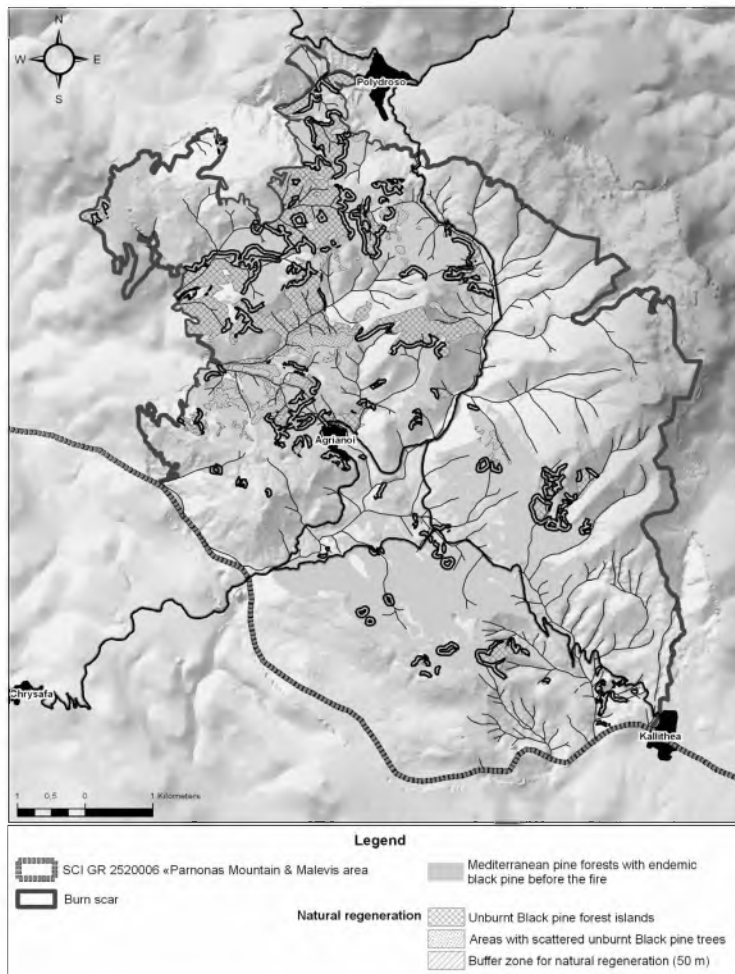


Figure 2. Islets and areas with solitary living black pine trees within the SCI with code GR 2520006 "Mount Paronias and Malevi area".

In total, from the 1.921 ha of the habitat type that were affected by the forest fire of 23/08/2007 in SCI "Mount Parnonas and Malevi area" natural regeneration is expected to appear in 1/3 (36,23%) of the habitat type area affected by the fire.

Designing the restoration in Parnonas

Step 1 includes: a) the exclusion from the areas candidate for restoration, of the areas that can be regenerate naturally within 5 years after the fire and b) the assessment of the contribution of each of the remaining areas to the restoration of the forest continuity. Hereupon, the areas that were prioritised for artificial restoration covered 1,221.5 ha. Regarding criterion b, the assessment of each area was made on the basis of its position in relation to the rest of the areas.

Implementation of step 2 supplemented the prioritisation of step 1, taking into account site suitability

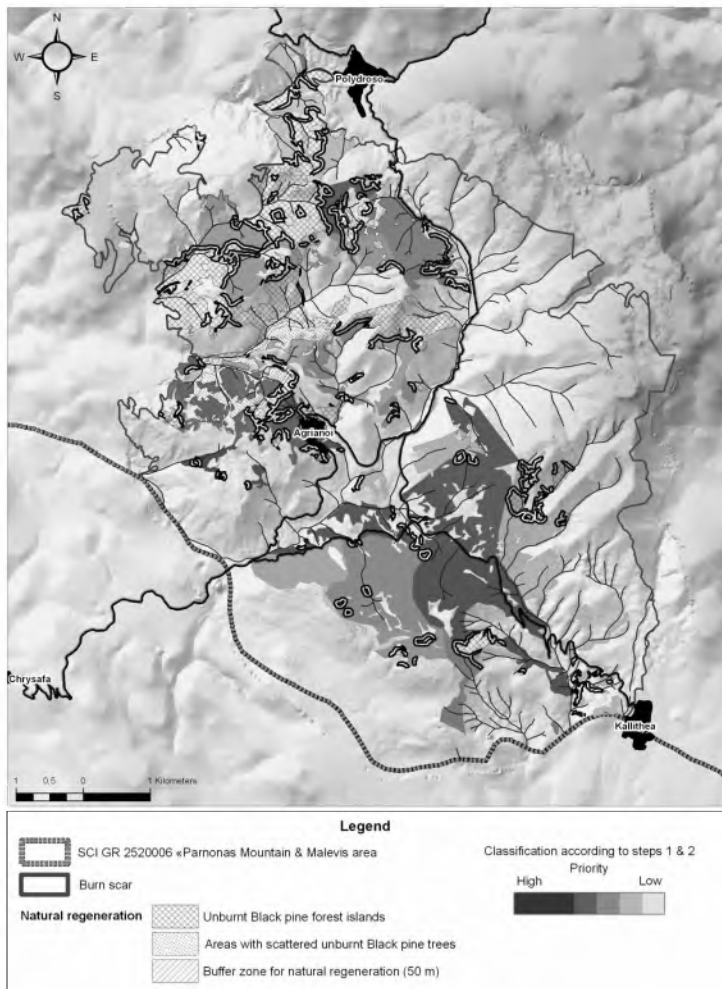


Figure 3. Ranking of the surfaces to be restored, according to steps 1 and 2 of the structured approach for the restoration of black pine forests.

for the implementation of artificial restoration. In the prioritisation process, all 1,221,5 ha were included. The criteria that were used, in descending order, are a) soil depth, b) exposure, c) position on the slope, d) inclination and e) altitude. According to Apatsidis (1977), the best locations are those with deep soil, north and northeast exposure that are situated on the lower parts of the slopes, with mild inclinations and in relatively high altitudes, whereas the most disadvantageous ones are those with shallow or rocky soil, southern exposures, at the top of elevations and low altitudes. The most suitable positions have higher values and are scaled with priority for restoration (Figure 3). In Table 1, the areas and the proportions of suitability criteria "soil depth" and "exposure" are presented.

Table 1 shows that, in the area under assessment, there is a predominance of adverse exposures (the very hot, dry summer period, southern exposures). Furthermore, shallow soils prevail (over 50% of the area).

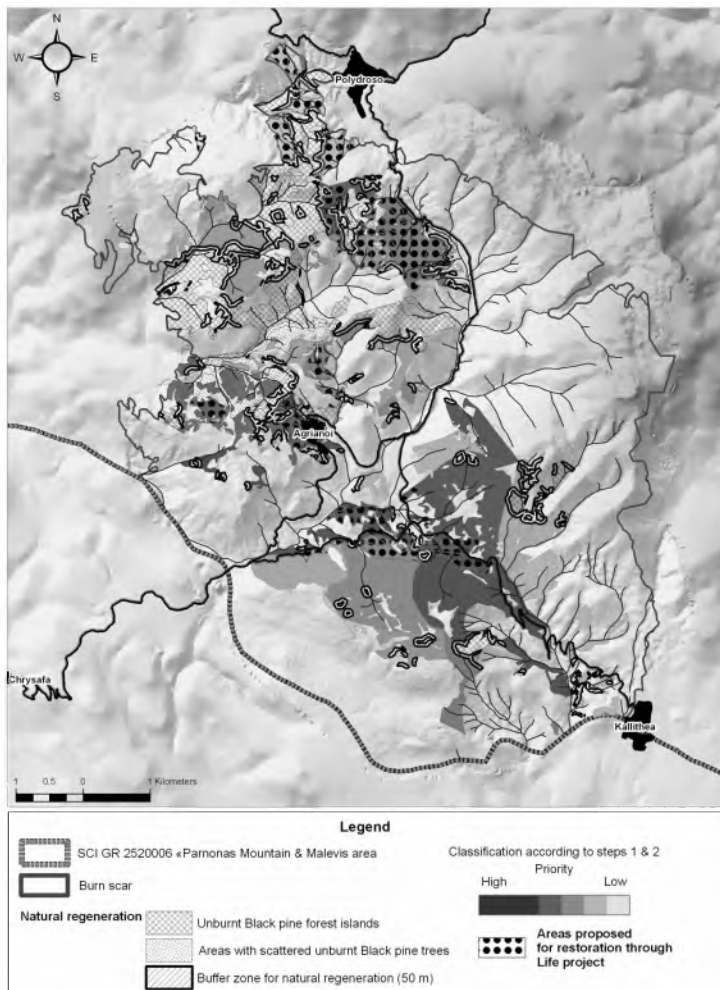


Figure 4. Areas that were assessed as the most suitable for restoration in the framework of the project LIFE07 NAT/GR/000286 "Restoration of *Pinus nigra* forests in Parnonas (GR 2520006) through a structured approach".

Table 1. Areas and proportions for the criteria "soil depth" and "exposure" for the areas that were assessed for restoration in the SCI GR 2520006 "Mount Parnonas and Malevi area".

Soil depth	Exposure						Totals
	NE	E	W	SE	SW	S	
Deep & shallow	0,98%	0,00%	0,00%	2,64%	0,73%	2,36%	6,71%
Shallow & deep	3,97%	4,83%	0,05%	20,02%	13,67%	7,99%	50,53%
Shallow	0,00%	0,52%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,52%
Shallow & rock	0,04%	2,26%	0,00%	0,00%	7,91%	8,92%	19,13%
Rock & shallow	3,47%	5,13%	0,00%	1,64%	2,97%	9,91%	23,11%
Totals	8,46%	12,73%	0,05%	24,30%	25,28%	29,17%	100,00%

During the 3rd step the most suitable areas that score higher in the prioritisation scale were selected, according to the following criteria:

1. The areas to be restored should be situated as close as possible one to another in order to a) create areas with forest as compact as possible and b) reduce the restoration cost.
2. The areas should be accessible by the existing road network.
3. There should not present any physicochemical or biological attributes that will pose difficulties to the restoration (i.e. fungi).
4. In case of areas where natural regeneration by broadleaved species appears, their exception should be considered, on the condition that the soil is adequately protected, since natural regeneration is always better.

Restoration of the selected areas should be technically and economically feasible during the planning period (for this case, during the period 2010-2013, duration of LIFE+ Project). The implementation of step 3 in Parnonas resulted in the initial selection of 583,4 ha, from which 293 ha were deducted on a later stage, because natural regeneration of evergreen broadleaves had appeared. For the remaining 290,4 ha, it was proposed that they should be restored within the framework of the Project LIFE07 NAT/GR/000286 "Restoration of *Pinus nigra* forests in Parnonas (GR 2520006) through a structured approach". These areas are shown in Figure 4 and are situated within the boundaries of 17 areas.

References

- Allen, T.R. and J.A. Kupfer. 2000. Application of Spherical Statistics to Change Vector Analysis of Landsat Data: Southern Appalachian Spruce-Fir Forests. *Remote Sensing of Environment*, 74: 482-493.
- Daskalakis, T., E. Ziagas and G. Nakos. 1989. Soil map of Greece – Lad Map. Ministry of Agriculture, Forestry Service, Athens (in Greek)
- Johnson, R.D. and E.S. Kasischke. 1998. Change vector analysis: a technique for the multispectral

- monitoring of land cover and condition. *International Journal of Remote Sensing*, 19: 411-426.
- Kakouros, P., A. Apostolakis and S. Dafis, 2009α. Valuation report for the effect of the forest fire of 2007 at the habitat type "(Sub)Mediterranean pine forests with endemic black pines" of Parnonas (GR2520006). Greek Biotope/Wetland Centre, Thessaloniki, 53 pp
- Kakouros, P. (*in litt*). Directions for a structures approach for the restoration of black pine forests after fire. Greek Biotope/Wetland Centre, Thessaloniki.
- Lanbin, E.F. and A.H. Strahler. 1994. Change-Vector Analysis in Multitemporal Space: A tool to detect and categorize land-cover change processes using high temporal-resolution satellite data. *Remote Sensing of Environment*, 48: 231-244.
- Lawrence, R.L. and W.J. Ripple. 1999. Calculating Change Curves for Multitemporal Satellite Imagery: Mount St.Helens 1980-1995. *Remote Sensing of Environment*, 67: 309-310.
- Lorena, R.B., J.R. dos Santos, Y.E. Shimabukuro, I.F. Brown and H.J.H. Kux. 2002. A change vector analysis technique to monitor land use/land cover change in SW Brazilian Amazon: Acre Site. Integrated Remote Sensing at the Global, Regional and Local Scale: ISPRS Commission I Mid-Term Symposium in conjunction with Pecora 15/Land Satellite Information IV Conference. ISPRS, Denver, Colorado, USA. p. 8.
- Lunetta, R.S., D.M. Johnson, J.G. Lyon and J. Crotwell. 2004. Impacts of imagery temporal frequency on land-cover change detection monitoring. *Remote Sensing of Environment*, 89: 444-454.
- McClanahan, T.R. 1986. Seed dispersal from vegetation islands. *Ecological Modelling*, 32: 301-309.
- Navarro Cerrillo, R.M., R. Hernández Clemente, S. Escuin Royo, R. Crespo Calvo, P. Rebollo Fernández and S. Lanjeri. 2007. Forest fire effects assesment in Andalucía: a review of strategies and methodologies for severity mapping and vegetation recovery monitoring at the long-term. *Wildfire 2007*, Sevilla, Espana. p. 14.
- Nikolaou, E., A. Ganas, E. Athanasiou και A. REtalis. 2000. Use of vegetation indexes for the over time mappoing of burned areas in Mount Penteli. *Geotechnica Epistimonika Themata* 11: 258-271.
- Ordoñez, J.L., J. Retana and J.M. Espelta. 2005. Effects of tree size, crown damage, and tree location on post-fire survival and cone production of *Pinus nigra* trees. *Forest Ecology and Management*, 206: 109-117.
- Skordilis, A. and C.A. Thanos. 1997. Comparative ecophysiology of seed germination strategies in the seven pine species naturally growing in Greece. *In: Ellis R.H., Black M., Murdoch A.J. and Hong T.D. (eds.). Basic and applied aspects of seed biology.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 20.
- Turner, M.G., R.H. Gardner and R.V. O' Neill. 2001. *Landscape Ecology in theory and practice.* Springer-Verlag. 401 p.
- Zaghi, D. 2008. Management of Natura 2000 habitats. *9530 (Sub)Mediterranean pine forests with endemic black pines. European Commission, Brussels. p. 27.

Criteria for the selection of targets and measures concerning post-fire management of Black pine forests on the basis of ecological science

Margarita Arianoutsou

Department of Ecology - Taxonomy, Faculty of Biology
University of Athens, 15784 Ilisia
e-mail: marianou@biol.uoa.gr

Introduction

The climatic conditions that prevail in the Mediterranean are characterised by the alternation of hot and cold, dry and wet periods. It is known, and nowadays widely accepted, that from the time of their appearance, the ecosystems of the Mediterranean climatic type experience the effects of frequent fires and have, thus, evolved with them. This "coevolution" shaped their biodiversity patterns (Cowling *et al.* 1996) and has determined their functions (Rundel 1981).

The fire regime in a given area is of decisive importance for determining the responses of ecosystems, since, for example, it can hinder the renewal of the soil or the surface seed bank of the obligatory wind-regenerating species (Arianoutsou 1998), deplete the carbohydrate reserves in the dormant buds of the obligatory sprouting species (Arianoutsou 1999) and help the appearance and establishment of alien species (Vil_ *et al.* 2001). Fires are a result of various factors, including human activities. However, the characteristics of a given fire are directly determined by climatic factors. The indications of serious deviations in the Mediterranean climatic pattern are now very strong. The Intergovernmental Panel on Climate Change, has, since 2001, produced scenarios which foresee warmer springs and even warmer summers, connected to prolonged periods of draught in the boundaries of the Mediterranean basin. The combination of the above conditions is expected to lead to more frequent forest fires in lower altitudes, which correspond to areas with Mediterranean vegetation, while at the same time it is expected to lead to the break out of forest fires in higher altitudes, where normally fire was a rare and limited phenomenon (Arianoutsou 2007).

Fire in the forest of mountain conifers

The available statistical data about forest fires in the mountain conifer ecosystems in Greece tend to confirm the above mentioned hypothesis (Figure 1). Regardless of the causes responsible for this situation, the fact is that the species constituting the plant communities which have recently begun to burn, do not possess the necessary mechanisms to survive fire, since fire has not acted as a

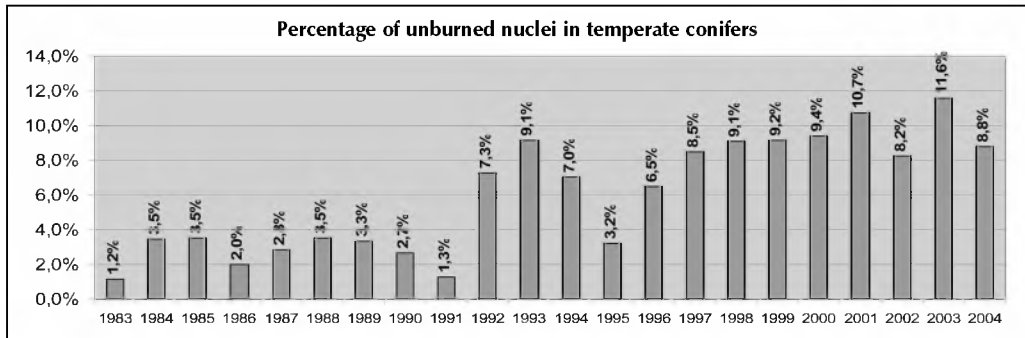


Figure 1. The number of fire incidents in mountainous temperate conifer forests of Greece (1963-2004, from Arianoutsou *et al.* 2008).

selection factor in the shaping of their natural life cycle. (Ordoñez *et al.* 2006). Particular forest species, deciduous species (oaks, chestnuts), can resprout after the destruction of their above ground biomass (Kazanis & Arianoutsou 2004), an adaptation to any factor of disturbance. On the other hand, conifers (firs and temperate conifers) don't seem to possess any mechanism to respond to fire (Christodouloupoulou *et al.* 2008), such as a ground seed bank, similar to that of the Mediterranean conifers and, as a consequence, their populations and ecosystems in general, face a major problem during fires and post-fire management. Both Greek fir and Black pine do not develop serotinous cones and moreover, during the summer, their seeds are still immature, as they mature and disperse early in October (Politi *et al.* 2007) for the fir and in early spring for the pine.

The Taygetos fire in 2007

The central part of Taygetos Mountain is a Site of Community Importance (SCI) of the NATURA 2000 network with code GR 2550006. Its flora maintains one of the highest rates of endemism in Greece. There are more than 160 endemic taxa, 21 of which are strictly local, found only in Taygetos (Dafis *et al.* 1996). Furthermore, a major part of Taygetos is a designated Special Protection Area (SPA) for bird fauna and belongs to the NATURA 2000 network with the code GR 2550009 and the title "Oros Taygetos - Lagkada Trypis". In the zone of mountain conifers, forests of *Pinus nigra* and *Abies cephalonica* occur. For both species, Taygetos is the southernmost point of their distribution in continental Europe, reinforcing the importance of the area for the conservation of these populations. A large part of this mountainous zone was burned during the fire of 2007. In the burnt area, both Greek fir and Black pine forests occur, as well as in the areas that were burned previously in the summer of 1998. According to the initial estimates, the total burnt area at Taygetos came to 11,300 ha, 4,500 of which were Black pine and Greek fir forests and 3,800 were more sparse forest areas. Analysis of satellite images showed that a total of 8,654 ha within the protected area was burned (16,3% of the total area) (WWF Greece 2007).

Post-fire regeneration in the *Pinus nigra* forests of Taygetos

The scope of the research was the documentation of the role of unburnt islets in the regeneration of the burnt Black pine forest and biodiversity conservation (Arianoutsou *et al.* 2009). Pilot plots were established for sampling in the burnt Black pine forests (Figure 2), selected on the basis of their accessibility and on their undisturbed, by management activities around the islets, environment.

The seeds of *Pinus nigra* are light and can be transported at great distances by the wind (Trabaud & Campant 1991). The species presents a typical curve of dispersal for wind dispersing species (Nathan & Casagrandi 2004), with 94% of the seeds found at a distance shorter than 14 m. (Trabaud & Campant 1991). These data indicated the sampling method, which included the establishment of an intersection that began at the edge of the unburnt nuclei and spread in a radial way outwards towards the burnt area at a distance of up to 100 m. On both sides of the intersections, 1 m x 1 m plots were installed for monitoring of the appearing germinants. Sampling started in the first spring after the fire and since then there has been systematic monitoring of the permanent plots. The first results of the appearance of Black pine seedlings in the burned areas of Taygetos are presented in Figure 3.

Regarding the plant community, the presence of a plethora of species in the burnt area indicated that the fire did not severely affect the indigenous flora, given the multitude and diversity of species that were recorded (Figure 4).



Figure 2. Characteristic view of an unburnt islet with Black pine (from Arianoutsou *et al.* 2009).

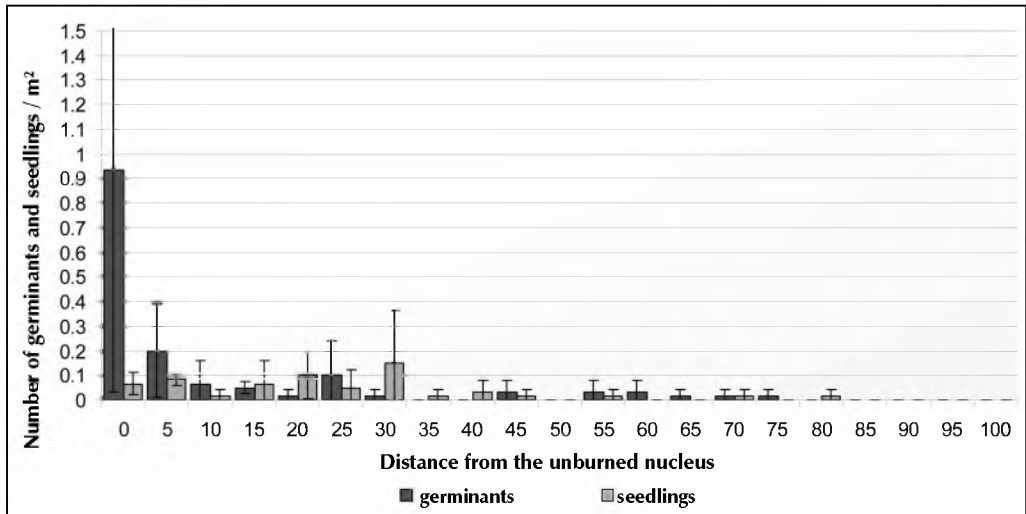


Figure 3. Average density of seedlings and germinants of Black pine in the burned area (from Arianoutsou *et al.* 2009).

Post-fire management of the Black pine forests of Taygetos

The scope of a sound management plan should be considered in the long-term, taking into consideration the environmental and social particularities of an area and based on ecological knowledge. The area under consideration has particularly important characteristics on a country level and so it is of special value. Ecological theory demands that, prior to the implementation of any post-fire management practice, the following should be taken under consideration:

1. Fire intensity
2. History of fire in the area
3. Physiography of the area
4. Available ecological knowledge for the species and the ecosystems of the area (adaptations, resilience, life cycle characteristics, threats *et.c.*).

In this case, Black pine does not regenerate in a natural way after fire, but the remnant of unburnt islets do act as dispersal nuclei of seeds over a considerable distance. Given the fact that the fire in Taygetos was, at most, a ground fire and did not burn completely the mature Black pine individuals, the conservation of the latter is imperative. Moreover, the unburnt islets in many positions are quite close to each other, something that increases the possibility of natural regeneration through dispersal. Preservation of the islets is necessary for the total biodiversity of the forests, since this will allow the plant community to rapidly recover and maintain its floristic richness. It is also proposed that, in cases where the islets are surrounded by areas that were burnt twice, if an artificial restoration, this should not be implemented, at distances less than 150 m from the islets and the species that will be used should not be alien to the area. It is also necessary that all these sites are

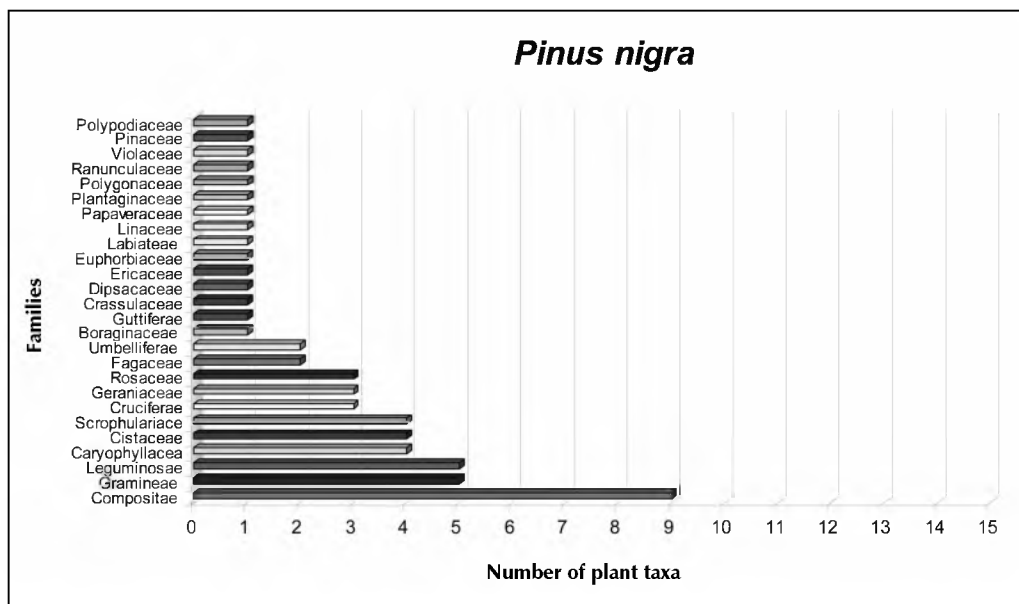


Figure 4. First results for the flora of burned Black pine forests of Taygetos (from Arianoutsou *et al.* 2009).

effectively protected against grazing and illegal felling. Finally, measures for timber extraction must be implemented in the mildest possible way, after controlling for the viability of the trees in order to protect their natural regeneration.

Acknowledgments

This research was made with funding from WWF Greece and is a pioneer work for wider research in the framework of the European Project FUME (Forest fires under climate, social and economic changes in Europe, the Mediterranean and other fire-affected areas of the world, Contract 243888).

References

- Arianoutsou, M. 1998. Aspects of demography in post-fire Mediterranean plant communities of Greece, pp 273-295. *In*: P.W. Rundel, G. Montenegro and F. Jaksic (eds). Landscape Degradation in Mediterranean-Type Ecosystem. Ecological Studies 136, Springer-Verlag.
- Arianoutsou, M. 2007. Resilience of Mediterranean vegetation to fire: issues under the global change scenarios, pp. 5-7. *In*: Rokich, D., G. Wardell-Johnson, C. Yates, J. Stevens, K. Dixon, R. McLellan, G. Moss (eds). Proceedings of the MEDECOS XI 2007 Conference, Perth, Australia. Kings Park and Botanic Garden, Perth, Australia.
- Arianoutsou, M., K. Kaoukis and D. Kazanis. 2008. Fires in the forests of temperate conifer forests

- of Greece: a coincidence or a symptom of climate change? 215 p. Minutes of the 4th Pan-Hellenic Congress of the Ecological Society "Modern trends of research in Ecology" Paraskevopoulos S., A. Sfouggaris, K. Gourgoulianis, N. Dalezios, B. Papadimitriou, Ch. Karagiannidis and D. Vavougiou (Eds.), Volos (in Greek).
- Arianoutsou, M., D. Kazanis, A. Christopoulou, I. Kokkoris, I. Bazos and P. Kostantinidis-Georgiou. 2009. Biological indicators of the conservation status of burned communities in forests of mountain conifers in the Peloponnese. 1st annual Report in the framework of the WWF-Greece project "Actions for the restoration of burned forests of Peloponnese and conservation of unburned islets", Athens (in Greek).
- Cowling, R.M., P.W. Rundel, B.B. Lamont, M.K. Arroyo and M. Arianoutsou. 1996. Plant diversity in Mediterranean-climate regions. *Trends Ecol. Evol.* 11(9): 362-366.
- Dafis, S., E. Papastergiadou, K. Georghiou, D. Babalonas, T. Georgiadis, M. Papageorgiou, T. Lazaridou and V. Tsiaoussi. 1996. Directive 92/43/EEC The Greek "Habitat" Project NATURA 2000: An overview. Life contract B4-3200/94/756, Commission of the European Communities DG XI, The Goulandris Natural History Museum - Greek Biotope/Wetland Centre. 917 p.
- Kazanis, D. and M. Arianoutsou. 2004. Long-term post-fire vegetation dynamics in *Pinus halepensis* forests of central Greece: a functional-group approach. *Plant Ecol.*, 171: 101-121.
- Nathan, R. and R. Casagrandi. 2004. A simple mechanistic model of seed dispersal, predation and plant establishment: Janzen-Connell and beyond. *J. Ecol.*, 92: 733-746.
- Ordoñez, J.L., R. Molowny-Horas and J. Retana. 2006. A model of the recruitment of *Pinus nigra* from unburned edges after large wildfires. *Ecol. Model.*, 197: 405-417.
- Politi, P.I., M. Arianoutsou and K. Georghiou. 2007. Aspects of reproductive biology of the Greek fir (*Abies cephalonica* L.) in the Mt. Aenos National Park (Greece), pp 191-192. In: Rokich, D., G. Wardell-Johnson, C. Yates, J. Stevens, K. Dixon, R. McLellan, G. Moss (eds). Proceedings of the MEDECOS XI 2007 Conference, Perth, Australia. Kings Park and Botanic Garden, Perth, Australia.
- Rundel, P.W. 1981. Fire as an ecological factor, pp. 501-538. In: O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond and H. Ziegler (eds). Encyclopedia of Plant Physiology. Voll2A. Physiological Plant Ecology. Springer. Berlin, Heidelberg. New York.
- Trabaud, L. and C. Campant. 1991. Difficulté de recolonisation naturelle du pin de Saizmann *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* (Dunal) Franco après incendie. *Biol. Cons.*, 58: 329-343.
- Vilá, M, F. Lloret, E. Ogheri and J. Terradas. 2001. Positive fire-grass feedback in Mediterranean Basin woodlands. *For. Ecol. Manage.*, 147: 3-14.
- Christopoulou, A., G. Kokkoris, D. Kazanis και M. Arianoutsou. 2008. Post-fire dispersal of *Abies cephalonica* Loudon seeds in the National Park of Parnitha: the role of unburned nuclei of the population" 193 p. Minutes of the 4th Pan-Hellenic Congress of the Ecological Society "Modern trends of research in Ecology" Paraskevopoulos S., A. Sfouggaris, K. Gourgoulianis, N. Dalezios, B. Papadimitriou, Ch. Karagiannidis and D. Vavougiou (Eds.), Volos (in Greek).

Approaches for post-fire management of Black Pine

V. Ramon Vallejo

CEAM Foundation (Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo)
e-mail: vvallejo@ub.edu

The problem of *Pinus nigra* post-fire regeneration

Surface fire regimes are believed to have predominated in *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, and *Pinus uncinata* (Tapias *et al.* 2004). Surface-fire-adapted species do not have an effective canopy seed bank, so regeneration of *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris* forests has been poor (Habrouk *et al.* 1999) to the point of disappearance of some of these forests following fire (Pausas *et al.* 2004) until re-colonization is produced from the unburned neighbouring forests. Severe wildfires in recent years have been especially damaging in these forests (Pausas *et al.* 2004); between 1990-2000, over 25% of the *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* forests in Catalunya, north-eastern Spain, were killed by severe fire (Retana *et al.* 2002, Espelta *et al.* 2003). Major *Pinus nigra* life traits related to its low post-fire regeneration are:

- It is a non-serotinous species (Lanner 1998).
- Seeds release is produced in late winter to early spring (Skordilis & Thanos 1997), therefore surface summer fires would damage seedling and seeds on soil surface or on the forest floor.
- Few closed cones may remain in the tree canopy in summer. Those open at 70-120°C, whereas Aleppo pine cones open at 200-400°C (Habrouk *et al.* 1999). Therefore, black pine cones are more sensitive to damages in case of summer crown fires.
- The seeds of *Pinus nigra* are sensitive to moderate temperatures and exposure time, much more than the seeds of *Pinus pinaster*, much less than those of *Pinus uncinata*, but not very different from the seeds of *Pinus halepensis*, *Pinus sylvestris* and *Pinus canariensis* (Escudero *et al.* 1999).

Although black pine usually shows low post-fire regeneration, small resistant stands sometimes appear more or less scattered in the landscape. Old trees with thick bark and the canopy disconnected to surface fuels may resist surface fires. These old trees only persist on steep cliff faces or rock outcrops and on open woodlands; accessible trees had been cut long ago. Fule *et al.* (2008) studied one of these resistant black pine stands in eastern Spain (Sierra del Turmell site). Analysing fire scars and tree rings, the authors were able to date fires and fire season. Main stand characteristics, as compared to average forests in the closer region of NE Spain, are shown in Table

1. The north-eastern Spanish forests were dominated by smaller diameter trees, as opposed to the larger trees at Sierra Turmell. On a per-hectare basis, the Sierra Turmell forest supported over twice the basal area and over 2,5 times the biomass of the north-eastern Spanish forests (Table 1). Trees in the Sierra Turmell forest averaged almost 3 times older and the oldest tree at Sierra Turmell, 362 years old, was over 1,5 century older than the oldest *Pinus nigra* tree encountered on any of the inventory plots in north-eastern Spain. There were 11 fire dates in 172 years (1834-2005) in the Turmell site. The minimum interval between the 20th century fire dates within any site was 2 years and the maximum was 57 years. The relict forest at Sierra Turmell provides evidence of multi-aged forest structure persisting through numerous surface fires over several centuries. Forest structure was relatively open with large trees and high crown bases, reducing vulnerability to crown fire behaviour. Shallow forest floors and low woody debris loading, probably due to repeated fires, were also conducive to reduced fire severity. The multi-aged stand structure indicated that regeneration had been dominated by small-scale events for at least 350 years, with mature overstory trees surviving many surface fires.

Table 1. Comparison of forest attributes in the old forest at Sierra Turmell with all *Pinus nigra* forests in north-eastern Spain (from Fule *et al.* 2008).

Variable	Units	Sierra Turmell	Northeastern Spain*
Density	trees ha ⁻¹	592	690
Basal area	m ² ha ⁻¹	25,7	11,7
Average diameter	cm	23,5	14,7
Above-ground biomass	Mg ha ⁻¹	101,8	39,1
Carbon storage	Mg ha ⁻¹	51,9	19,9
Carbon sequestration	Mg ha ⁻¹ yr ⁻¹	1,86	0,30
Average age	years	158	53
Maximum age	years	362	215

* Data for north-eastern Spain (Catalunya) are for trees $\geq 7,5$ cm.

Strategies and techniques to preserve and restore black pine forest

Efforts for forest fire prevention and post-fire restoration have to be prioritized for the most fire-vulnerable forests and, among them, black pine forests. In the Region of Valencia (eastern Spain), a GIS (Geographical Information System) based model has been developed to predict post-fire forest regeneration capacity as a basis for prioritizing and planning fire prevention and post-fire restoration (Alloza & Vallejo 2006). Forest restoration is considered when the extant vegetation shows low resilience to forest fires, loss of key forest species (e.g. black pine) and the possibility of regenerating

fire-prone formations after wildfire. These vulnerable plant formations can be identified from vegetation cartography and/or forest inventories.

Experiences for planting black pine with moderate success have been conducted in north-eastern Spain, 4 years after fire (Espelta *et al.* 2003). However, seedling plantations on drylands and degraded soils are often discouraging because of the high mortality rates and poor growth (Vallejo *et al.* 2006). In general, climatic conditions after outplanting are among the major limiting factors for seedling establishment. Suitable restoration techniques may help the seedlings to get through the transplant shock and first summer drought, and establish successfully. These include appropriate selection of species, ecotypes, genotypes and species diversification, several nursery techniques to positively manipulate species plasticity, micro-habitat conditioners, and soil preparation and amendment. Following, we present the most appropriate techniques according to our experience through several European Commission (EC) research projects focused in the Mediterranean (REDMED, SPREAD, GEORANGE, REACTION, CREOAK) (Chirino *et al.* 2009).

Substrates for seedling cultivation in the nursery

The characteristics of the growing media are important for good root development, which is considered a key step in the success of a plantation. Nowadays, the growing media recommended for use include standard components, like peat moss or other alternative organic materials, such as coconut fibber, composted sawdust, bark or composted sewage sludge, in combination with a mixture of aeration materials like perlite, sand, vermiculite, tuff or polystyrene (Landis *et al.* 1990). Some decades ago, foresters thought that the use of raw substrates based on topsoil produced better rustic plants that were well adapted to harsh field conditions. Natural topsoil is difficult to standardise; not only is it very heavy hindering planting operations, but it also often comes from excavations for constructions and has poor fertility. Our experiments in eastern Spain using different types of growing media showed that those based on topsoil produced poor results, in terms of survival and growth. A mixture with low proportions of other substances like hydrogels or some clay (sepiolite) can increase the water holding capacity of the plug, thus providing the seedlings with high water availability for a longer period of time in the field after outplanting.

Site preparation

Site preparation for reforestation generates a certain degree of disturbance, which could temporarily increase the risk of soil erosion (Shakesby *et al.* 1994). Thus, it is recommended that plantations and soil preparation works should be applied some time after the fire, usually after 2 years, when the soil is less vulnerable and the plant cover has been regenerated to a minimum protective threshold. The objective of site preparation is to increase the effective soil volume for root growth, to improve the capture of runoff and to increase the soil water-holding capacity, in order to enhance seedling survival in the short-term. Due to its suitability for steep slopes, pit planting is a commonly used

spot-treatment in soils with abundant rock outcrops or in degraded areas where the existing vegetation can play an important role, both in the recovery process and in soil conservation. Linear subsoiling is one of the most widely used soil preparation techniques and it generally yields higher seedling growth and survival than spot treatments (Espelta *et al.* 2003, Bocio *et al.* 2004). This method provides a higher volume of effective soil for root growth and a higher water-holding capacity. On the other hand, it may increase soil erosion, as well as the visual impact on the landscape, especially in rocky soils.

Water availability is the main factor hampering ecosystem restoration in dry or semi-arid areas (Vallejo *et al.* 2000). Current techniques that increase the amount of water available in the planting hole are: the application of different inorganic (hydrogels; Hüttermann *et al.* 1999) or organic amendments (composted or uncomposted refuses; Querejeta *et al.* 2000) or the construction of small water-harvesting structures associated with the planting holes (micro-catchments; Fuentes *et al.* 2004). The micro-catchment technique involves dividing the slope into several units that reduce its length and, as a consequence, the erosive strength of the runoff water. This soil preparation includes the excavation of shallow furrows to collect the runoff water in the plantation hole and the excavation of a bench with a ridge to retain water. An inaccurate procedure or the occurrence of extreme rainfall events may generate the breakdown of the structure, leading to concentrated runoff and, hence, rill erosion.

Soil amendments

Shallow soils, or soils with poor fertility, may need high nutrient content to maintain an acceptable seedling performance and fertilization may contribute to overcoming these physical and chemical drawbacks. Planting holes may benefit from the application of biosolids, which act as a slow-release fertilizer and can provide longer-lasting effects than inorganic fertilizers. Besides, biosolids promote microbial activity and increase the soil water-holding capacity and infiltration rates, resulting in higher water availability for the target seedlings. The negative effects of biosolid application are related to increased salinity and, if using semi-liquid sludges (slurry), physical problems within the soil, as the sludge dries out. Determining the optimum application rate is the key to this technique, although some studies suggest that doses of 15-30 Mg (dry weight) ha⁻¹ are best for a *Pinus halepensis* plantation under dry-subhumid Mediterranean conditions (Valdecantos *et al.* 2004).

Use of collected fog water in the restoration of degraded burned areas

Fog water collected on mountainous sites can be used for restoration applications in degraded areas where natural recovery is unlikely. Bulk fog water harvesting can be achieved by means of large flatpanel collectors, built at low cost using simple materials (Estrela *et al.* 2009). In our experimental plots, the annual fog water rate was 3,3 l/m²/day in only a 5-month period to fill up three 1000 l storage tanks for irrigation applications. Small water pulses during the first summer in the field

promoted seedling survival and growth. The application of small water pulses to reduce the length of the drought period and split it into several less stressful intervals is an interesting option for restoring burned degraded areas more efficiently. It is expected that the more stressful the environmental conditions, the more efficient the water pulses.

Conclusions / recommendation

Black pine forest conservation under a regime of increasing fire hazard would require careful silvicultural treatments and fire prevention practices in order to promote the physical separation of tree canopies from surface fuels as soon as possible and open pine woodland structure. This way, tree resistance to surface fire would be highly improved. These treatments should be incorporated in the framework of fire prevention and forest management plans where fire-vulnerable forest should be identified and their protection and restoration prioritized.

In case of black pine stand-replacement fire, updated plantation techniques are available from recent EC research in order to optimize plantation success, especially in relation to plant quality and site preparation and amendment.

Acknowledgements

This research was funded by the Generalitat Valenciana (FEEDBACKS - PROMETEO project), Bancaja Foundation, Ministry of Science and Innovation (GRACCIE - CONSOLIDER project) and EC Research (Energy, Environment and Sustainable Development, REACTION project: EVK2-CT2002-80025, REDMED: ENV4-CT97-0682, GEORANGE: EVK2-2000-22089, SPREAD: EVGI-2001-00027 and CREOAK: QLRT-2001-01594).

References

- Alloza, J.A. and V.R. Vallejo. 2006. Restoration of burned areas in forest management plans. pp. 475-488. *In*: W.G. Kepner, J.L. Rubio, D.A. Mouat and F. Pedrazzini (editors). *Desertification in the Mediterranean Region: a Security Issue*. Springer, Dordrecht.
- Bocio, I., F.B. Navarro, M.A. Ripoll, M.N. Jiménez and E. De Simón. 2004. Holm oak (*Quercus rotundifolia* Lam.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) response to different soil preparation techniques applied to forestation in abandoned farmland. *Ann. For. Sci.*, 61: 171-178.
- Chirino, E., A. Vilagrosa, J. Cortina, A. Valdecantos, D. Fuentes, R. Trubat, V.C. Luís, J. Puértolas, S. Bautista, M.J. Baeza, J.L. Peñuelas and V.R. Vallejo. 2009. Ecological Restoration in Degraded Drylands: The need to improve the seedling quality and site conditions in the field. pp. 85-158. *In*: S.P. Grossberg (editor). *Forest Management*. Nova Science Publ., New York.
- Escudero, A., M.V. Sanz, J.M. Pita and F. Pérez-García. 1999. Probability of germination after heat

- treatment of native Spanish pines. *Ann. For. Sci.*, 56: 511-520.
- Espelta, J.M., J. Retana and A. Habrouk. 2003. An economic and ecological multi-criteria evaluation of reforestation methods to recover burned *Pinus nigra* forests in NE Spain. *Forest Ecology and Management*, 180:185-198.
- Estrela, M.J., J.A. Valiente, D. Corell, D. Fuentes and A. Valdecantos. 2009. Prospective use of collected fog water in the restoration of degraded burned areas under dry Mediterranean conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149: 1896-1906.
- Fuentes, D., A. Valdecantos and V.R. Vallejo. 2004. Plantación de *Pinus halepensis* Mill. y *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf) Samp. en condiciones mediterráneas secas utilizando microcuencas. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.*, 17: 157-161.
- Fule, P.Z., M. Ribas, E. Gutierrez, V.R. Vallejo and M. Kaye. 2008. Forest structure and fire history in an old *Pinus nigra* forest, eastern Spain. *Forest Ecology & Management*, 255: 1234-1242.
- Habrouk, A., J. Retana and J.M. Espelta. 1999. Role of heat tolerance and cone protection in the response of three pine species to wildfires. *Plant Ecology*, 145: 91-99.
- Hüttermann A., M. Zommodi and K. Reise. 1999. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. *Soil & Tillage Research*, 50: 295-304.
- Landis, T.D., R.W. Tinus, S.E. McDonald and J.P. Barnett. 1990. Containers and growing media. Vol 2. The container Tree Nursery Manual. Agric. Handbook 674. USDA Forest service, Washington DC, USA.
- Lanner, R.M. 1998. Seed dispersal in *Pinus*. p.p. 281-295. In: D.M. Richardson (editor). *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pausas, J.G., C. Bladé, A. Valdecantos, J.P. Seva, D. Fuentes, J.A. Alloza, A. Vilagrosa, S. Bautista, J. Cortina and V.R. Vallejo. 2004. Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: new perspectives for an old practice - a review. *Plant Ecology*, 171: 209-220.
- Querejeta, J.I., A. Roldán, J. Albaladejo and V. Castillo. 2000. Soil physical properties and moisture content affected by site preparation in the afforestation of a semiarid rangeland. *Soil Science Society of America Journal*, 64: 2087-2096.
- Retana, J., J.M. Espelta, A. Habrouk, J.L.Ordoñez, F. Solà-Morales. 2002. Regeneration patterns of three Mediterranean pines and forest changes after a large fire in northeastern Spain. *Ecoscience*, 9: 89-97
- Shakesby, R.A., D.J. Boakes, C.O.A. Coelho, A.J.B. Gonçalves and R.P.D. Walsh. 1994. Limiting soil loss after forest fire in Portugal: the influence of different post-fire timber clearance practices. pp. 1161-1170. In: *Proceedings of 2nd International Conference of Forest Fire Research*, Coimbra, Portugal.
- Skordilis, A. and C.A. Thanos. 1997. Comparative ecophysiology of seed germination strategies in the seven pine species naturally growing in Greece. pp. 623-632. In: R.H. Ellis, M. Black, A.J. Murdoch and T.D. Hong (editors). *Basic and Applied Aspects of Seed Biology: Proceedings of the*

Fifth International Workshop on Seeds. Kluwer, Dordrecht.

Tapias, R., J. Climent, J.A. Pardos and L. Gil. 2004. Life histories of Mediterranean pines. *Plant Ecology*, 171: 53-68.

Valdecantos, A., D. Fuentes, and J. Cortina. 2004. Utilización de biosólidos en la restauración forestal. pp. 313-344. *In*: V.R. Vallejo and J.A. Alloza (editors). *Avances en el estudio de la gestión del monte Mediterráneo*. Fundación CEAM, Valencia, España.

Vallejo, V.R., S. Bautista and J. Cortina. 2000. Restoration for soil protection after disturbances. pp. 301-343. *In*: L. Trabaud (editor). *Life and Environment in the Mediterranean*. WIT Press, Boston, USA.

Vallejo, V.R., J. Aronson, J.G. Pausas and J. Cortina. 2006. Restoration of Mediterranean woodlands. pp. 193-207. *In*: J. van Andel and J. Aronson (editors). *Restoration Ecology. The new frontier*. Blackwell Publishing, Malden, USA.

Forest characteristics of Black pine ecosystems and restoration of burned stands

Petros Ganatsas

Laboratory of Silviculture, Faculty of Forestry and Natural Environment
Aristotle University of Thessaloniki
P.O. Box 262, 54124 Thessaloniki
e-mail: pgana@for.auth.gr

Introduction

During the recent years in Greece, but also on a global scale, there have been significant fires in forest ecosystems which have not developed adaptation mechanisms to such forest fires. Typical are the cases of Black pine *Pinus nigra* Arn. and fir forests (Greek fir - *Abies cephalonica* Loud. and King Boris fir *Abies borisii regis* Mattf). None of these species have developed adaptive mechanisms to forest fires, especially to crown fires. The seeds produced mature during autumn and disperse in spring, so in case of summer fire there are no mature seeds to ensure regeneration. At the same time, these species cannot regenerate asexually and, as a result, there is the risk of the forest not being able to re-establish itself with all the consequences for biodiversity that this failure entails, loss of natural resources (i.e. loss of soil due to erosion) and degradation of the landscape. It is noteworthy that the ecosystems formed by Black pine are a priority habitat type on a European level, according to the Habitats Directive (Directive 92/43/EEC). Taking into consideration the various scenarios for climate change, tackling the problem becomes even more imperative, since a greater number of fires are expected to appear in these ecosystems in the future, due to the increase of mean temperature and the of extreme weather events, such as broiling weather, droughts etc. On the basis of all the above, it is evident that the restoration of burnt Black pine forests is particularly important.

Silviculture of Black pine forests

Site conditions

The Black pine grows in areas where the rainfall is over 700 mm, average temperature 9-16°C and relative humidity over 60%. The species is tolerant to low temperatures and it is considered to have low nutrient requirements and to be tolerant to draught. Thus it grows well on dry and bare soils and on various kinds of substrates. It protects the soil from erosion and improves soil quality.

Ecophysiological properties of the species

It is a medium shade tolerant species, in contrast with the other pine species (Smyris 2005) found

in Greece. Black pine is a tree that reaches a height of 20-40 m with a straight trunk and a canopy that is pyramidal in the beginning and then acquires an umbrella shape. It is relative fast growing at a young age (maximum growth rate at the age of 10-30 years) and in good quality sites, it can become taller than 40 m. It produces its first mature cones early, at the age of 7-10 years, however full reproductive ability is not reached until much later. It has a mast year every 2-3 years. It creates a strong, deep root system, which is in the form of a pole in the beginning and later becomes heart-shaped.

Reproduction

Black pine is an obligate seeder. It flowers during May-June and the seeds mature in November of the second year after flowering. The seeds have high germination success (Skordilis & Thanos 1997, Paitaridou *et al.* 2005) which is maintained for several years (at least 5). They sprout 2-3 weeks after seeding, under favourable conditions.

Risks and enemies

The species is tolerant to low temperatures, draughts, winds and heat waves. It suffers damage from snow, in the form of broken branches when stands are very dense. Regarding fire it is particularly vulnerable to crown fires because it has not adapted regeneration mechanisms. On the contrary, it is not threatened by ground fires, which help its natural regeneration. The timber of Black pine can be infected by melanosis when it is left in the forest for a long period of time.

Importance for forestry sector

The economic value of the species is considerable, since it forms highly productive forests in many areas of Greece. Black pine timber is of good quality and has a wide usage. It is used in the building and mining industry, for container construction, sleepers, poles (perfused) and industrial wood. Black pine has also a significant forest value, as it can be used in plantings in bare and relatively moisture and nutrients poor soil, and it also serves as a pioneer species in many cases.

Black pine ecosystems

The ecosystems of black pine can be distinguished in the following categories:

- *Depending on the way of establishment*, in natural and artificial ecosystems (afforestations)
- *Depending on the forest form*, into even- or multi-aged clusters
- *Depending on the composition of the stands*, into pure and mixed stands

Characteristics of the natural ecosystems of Black pine

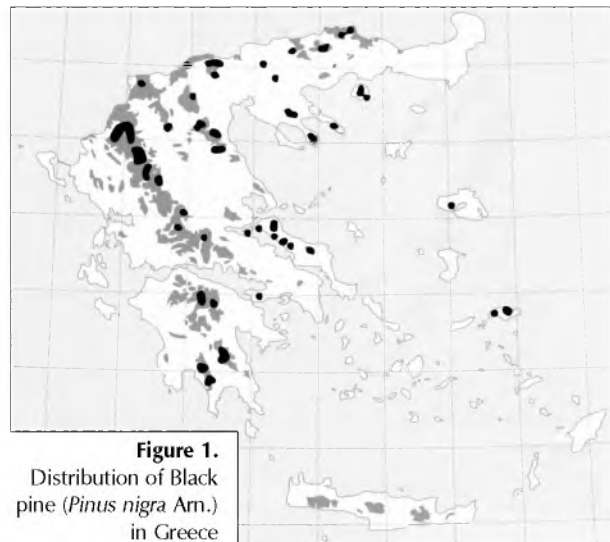
Natural distribution of the Black pine in Greece

Black pine is found almost everywhere in the mountainous and semi-mountainous Greece, from south Peloponnese (Taygetos, Parnonas) to Evros (Figure 1). Usually, it is found at altitudes from 500 to 1600 m. In some areas, it forms the tree-line while in other areas like Soufli, Sithonia and

elsewhere it is found in lower altitudes (200-300). The optimum altitude of its distribution is at 900 to 1300 m.

Sylvicultural features of Black pine's natural ecosystems

The natural structure of Black pine forests range from pure monocultures to mixed stands with oak, usually at the warmer limits of its distribution. It has also been observed, in several cases, to act as an intrusive species into degraded stands of oak, as single trees or as small groups. In these cases, an interesting phenomenon of succession occurs. Black pine forms mixed clusters with beech – at the best sites – and with fir. On the other hand, fir intrudes into many reforestation or afforestation of Black pine. Black pine also forms mixed clusters with evergreen broadleaves, mainly in Southern Greece.



Sylvicultural structure

The Black pine is appropriate for highforest, in pure or mixed stands, even aged or with age groups (Smyris 2005). The current sylvicultural structure of the stands depends mainly on the method of regeneration in managed forests, while in unmanaged forests it depends on the method of colonization and the natural evolution of the stands. In managed forests, regeneration takes place based on the rules of the ecologically adapted forestry, exclusively by applying selective tree felling, usually under shade. This results in even aged or age grouped stands. Natural regeneration in even aged clusters takes place through fellings under shade that aim at a canopy closure rate of 0,4-0,6. In spots where the grass is rigorous, the stands are maintained more closed. Final felling is made 3-5 years after establishment of regeneration. In the case of the stands that are not under normal management, natural development is affected by the ecophysiological features of the species, site quality and human interventions. In many cases, there is an intensive accumulation of biomass because of the lack of sylvicultural treatments, which increases the risk of forest fires.

Characteristic of artificial ecosystems of Black pine

Black pine was, for decades, the main forest species used for timber production afforestations. In the framework of this policy, important afforestation projects were implemented at various areas in Greece during the 50's, like Soufli (Thrace), Rhodope mountain, Grevena, Holomondas (Halkidiki), NE Halkidiki, the western slopes of Olympus, Pertouli, Parnitha, Arcadia et.c.

These artificial ecosystems today form pure or mixed stands. In most of these cases succession is evident. In the Paramediterranean vegetation zone, oaks appear (Holomondas, Dadia et.c.), in the mountainous para-mediterranean coniferous forests zone, fir (Pertouli, Parnitha et.c.) or beech (Holomondas et.c.) appears. Black pine afforestations are, in many cases, very productive, in terms of annual growth, as in Holomondas (Goudelis 1991), in Dadia (Hatzistathis *et al.* 1994) and in Olympus (Thanasis 2004).

Behavior of the species in forest fires

According to international literature, after forest fires in forests of Black pine, there is a secondary succession and development of non-forest ecosystems. For example, Ocal *et al.* (2007) mention that the results of research carried out in Turkey showed that, after fire in a Black pine forest, there was secondary succession leading to dominance of the species *Cistus laurifolius* in the burnt areas. Also, Retana *et al.* (2002), after analysis of their research data from Spain, mention that there is a decline of Black pine presence in burnt areas, due to the lack of regeneration of the species in post-fire conditions, while a great percentage of burnt Black pine forests has a significant probability of turning into shrubland. It has also been noted that aged stands are considered to present higher tolerance to fires (Fule *et al.* 2008).

According to existing data in Greece, it is evident that in burnt Black pine forests there is very little natural regeneration, with what there is occurring mainly at short distances from unburnt stands or around unburnt islets of alive trees. Fyllas *et al.* (2008) report that, in Mytilini, 13 years after the fire in a Black pine forest at Olympos, the burnt area is dominated by mixed stands of Turkish pine and evergreen broadleaves. Areas where there have been crown fires of Black pine forests are the National Park of Olympus, Vermio mountain, Thasos island, Ioannina, Lesvos island, Amfissa, Mountain Korinthia, Parnonas, Taygetos et.c.

Several researchers, mainly Spanish, have done research on Black pine post-fire natural regeneration. The research focused on the seed producing ability and the dispersal methods of the seeds, aiming at determining the areas in which natural regeneration is most probable (Ordoñez *et al.* 2006), but also in order to draw post-fire regeneration models for the Black pine (Retana *et al.* 2002). Other research includes endurance of cones and seeds at high temperatures (Habrouk *et al.* 1999), the role of unburnt islets for the production of the necessary seeds for the beginning of natural regeneration (Ordoñez *et al.* 2005) and the succession phenomena after the fire (Gracia *et al.* 2002). Based on the results of the above research, it is evident that the basic determinant of reestablishment potential of

the forest is the distribution of the unburnt trees, clusters or stands, as well as the site conditions. Since the Black pine has no adaptative mechanisms to crown fires, natural regeneration of the species is limited to a short distance from the unburnt stands. Consequently, natural regeneration is depended on the number of mature trees, thickets or stands within the burnt area, since these are the carriers of regeneration as they produce and disseminate their seeds in the burned areas (Ordoñez *et al.* 2005).

Side seeding depends on the height of the trees (the taller the trees the further the seeds disperse), the age of the unburnt stand (for instance, at an age younger than 10-15 years, we should not expect any remarkable seeding results), the density of the stands, the topography of the area (down slope the seeds can go much further) and the direction and speed of the prevailing winds. The post-fire regeneration capability of the species depends, mainly, on the side seeding potential and on site characteristics, such as soil fertility, moisture, inclinations etc., on the germination success of the seeds in the post-fire environment, on the competition with other species, on the survival and development ability of the germinants and on anthropogenic interventions (protection, grazing etc.). The dispersal models that have been developed have shown that natural regeneration of the Black pine must be expected at distances no greater than 100 m (Retana *et al.* 2002, Ordoñez *et al.* 2005, Ordoñez *et al.* 2006).

Silvicultural treatments aiming at eliminating the risk of forest fires

It is widely accepted that appropriate forest management plays a very important role in eliminating the risk of forest fires (Velez 1990, Graham *et al.* 2004, Agee & Skinner 2005). Appropriately designed precautionary management actions have a significant effect on eliminating the risk of destruction caused by fire (Keyes & O'Hara 2002). The following measures are proposed for eliminating great destruction from forest fires:

Thinning from below, in contrast with the thinning from above that is implemented in productive forests, thinning from below aims at removing the dominated and suppressed individuals, reducing fuel biomass and elongating the part of the trunk that has no branches.

Pruning, especially of the younger stages of the stands aiming at eliminating the quantity of fuel biomass and elongating the part of the trunk that has no branches.

At the same time, it is essential to reevaluate the current policies for the management of Black pine stands, from the point of view of eliminating the risk of fire, i.e. commencing earlier with the thinnings (Gonzalez-Olabarria *et al.* 2008).

Restoration of burnt stands

The research for the restoration of burned Black pine forests is still at its infancy, especially in Greece. An exception is the important research effort that was made in the issue of afforestation

methods for burnt Black pine forests from Espelta *et al.* (2003), in Spain. In cases of fire in natural ecosystems of Black pine, the aim of the restoration must be the preservation of the species as dominant. Its natural presence in an area is a result of long-term evolutionary processes, often under human influence. In cases of artificial stands (afforestations), the ability for natural regeneration of all tree species, the features of the indigenous flora and the management objective have to be taken into consideration. In all cases, the stands must be automatically declared as 'under afforestation' and their survival must be ensured through a set of strict controls that maintain the forest's character.

It is also accepted that the extent of fire severity depends on the structure of the stands, and the quantity and the distribution of the biomass. Stands that are left without any silvicultural treatments are much more sensitive to fire and the disasters that follow the fire are of greater extent. In the framework of protection and management of the Black pine forest, special priority should be given to the systematic management and appropriate implementation of silvicultural treatments of the stands, regardless of whether they lie within protected areas (NATURA 2000 network, National Parks etc.) thus under a special management regime.

References

- Agee, J.K. and C.N. Skinner. 2005. Basic principles of forest fuel reduction treatments. *Forest Ecology and Management*, 211: 83-96.
- Alloza, J.A. and R. Vallejo. 2006. Restoration of burned areas in forest management plans. *In: Desertification in the Mediterranean Region. A Security Issue. Book Series: Nato Science for Peace and Security Series C - Environmental Security*, 3: 475-488.
- Cracia, M., J. Retana and P. Roig. 2002. Mid-term successional patterns after fire of mixed pine-oak forests in NE Spain. *Acta Oecologica*, 23: 405-411.
- Gkanatsas, P., E., Daskalakou, D. Paitaridou, B. Menteli and G. Prassas. 2009. Exploration for the restoration potential of the burned fir forest at the National Park of Parnitha. Minutes of the 14th Panhellenic Forest Conference, Patra, 1-4 November 2009 (in Greek).
- Goudelis, G. 1992. Comparative research on the reforestation at the University Forest of Taxiarchis, Halkidiki (Behavior of Artificial Clusters) PhD Thesis, Aristotle University of Thessaloniki, Department of Forestry and Natural Environment, Thessalonki (in Greek).
- Espelta, J.M., J. Retana and A. Habrouk. 2003. An economic and ecological multi-criteria evaluation of reforestation methods to recover burned *Pinus nigra* forests in NE Spain. *Forest Ecology and Management*, 180: 185-198.
- Fyllas, N., O.L. Phillips, W.E. Kunin, Y.G. Matsinos and A.I. Troumbis. 2007. Development and parameterization of a general forest gap dynamics simulator for the northeastern Mediterranean Basin (Greek Forest Species). *Ecological Modelling*, 204: 439-456.
- Fule, P.Z., M. Ribas, E. Gutiérrez, R. Vallejo and M.W. Kaye. 2008. Forest structure and fire history in an old *Pinus nigra* forest, eastern Spain. *Forest Ecology and Management*, 255: 1234-1242.

- Graham, R.T., S. McCaffrey and T.B. Jain. 2004. Science Basis for Changing Forest Structure to Modify Wildfire Behavior and Severity. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-120. 43 p.
- Gonzalez-Olabarria, J.R., M. Palahi, T. Pukkala and A. Trasobares. 2008. Optimizing the management of *Pinus nigra* Arn. stands under endogenous risk of fire in Catalonia. *Invest Agrar: Sist Recur For*, 17(1): 10-17.
- Harbouk, A., J. Retana and J.M. Espelta. 1999. Role of heat tolerance and cone protection of seeds in the response of three pine species to wildfires. *Plant Ecology*, 145: 91-99.
- Thanasis, G. 2004. Research on the reafforestations of Black pine at the area of Olympos. PhD Thesis, Aristotle University of Thessaloniki, Department of Forestry and Natural Environment, Thessaloniki (in Greek).
- Keyes, C.R. and K.L. O'Hara. 2002. Quantifying stand targets for silvicultural prevention of crown fires. *Western Journal of Applied Forestry*. 17: 101-109.
- Ocak, A., L. Kurt, M. Oz and G.N. Tug. 2007. Floristical and Ecological Studies on Burned Blackpine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe) Forest Area at Central Anatolia. *Asian Journal of Plant Science*, 6(6): 892-905.
- Ordoñez, J.L., J. Retana and J.M. Espelta. 2005. Effects of tree size, crown damage and tree location on post-fire survival and cone production of *Pinus nigra* trees. *Forest Ecology and Management*, 206: 109-117.
- Ordoñez, J.L., R. Molowny-Horas and J. Retana. 2006. A model of the recruitment of *Pinus nigra* from unburned edges after large wildfires. *Ecological Modelling*, 197: 405-417.
- Paitaridou, D., P. Gkanatsas, K. Sotiriou and G. Varvarigos. 2005. Quality control of the sowing material of four indigenous pine species. Minutes of the 12th Panhellenic Forest Conference, Drama, October 2005 (in Greek).
- Retana, J., J.M. Espelta, A. Habrouk, J.L. Ordoñez and F. de la Sola-Morales. 2002. Regeneration patterns of three Mediterranean pines and forest changes after a large wildfire in northeastern Spain. *Ecoscience*, 9: 89-97.
- Skordilis, A. and C.A. Thanos. 1997. Comparative ecophysiology of seed germination strategies in the seven pine species, naturally growing in Greece. *In: Basic and Applied Aspects of Seed Biology: Proceedings of the Fifth International Workshop on Seeds*, Reading, 1995. pp. 623-632. Ellis, R.H., M. Black, A.J. Murdoch, T.D. Hong (eds), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Smyris, P. 2005. Lectures of Impelemented Forestry. Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki (in Greek).
- Chatzistathis, A., G. Goudelis and Th. Zagas. 1994. Research on the performance of Black pine reafforestations at the forests of Dadia-Soufli in relation to ecological factors. *Scientific Annals of the Department of Forestry and Natural Environment*, Issue AZ: 403-430 (in Greek).
- Velez, R. 1990. Preventing forest fires thought silviculture. *UNASYLVA*, 162 (41): 10-12.

Manipulations for favoring natural regeneration and implementing technical restoration in Black pine forests

Nikolaos S. Grigoriadis

National Institute for Agricultural Research / Institute of Forest Research
Vasilika, 57006 Thessaloniki
e-mail: grig_nick@fri.gr

Priorities after fire

The existing know-how regarding the biology and restoration of burnt forests in the Mediterranean zone (evergreen broadleaves and Mediterranean pines) is considered adequate, although it involves considerable differences when compared to that of the sub-Mediterranean zone of mountain conifer forests (Table 1). The occurrence of forest fires at higher altitudes resulting in the loss of mountain forests (pine and fir forests) that do not possess regeneration mechanisms, is becoming of great concern to forest services and experts.

Table 1. Similarities and differences between flammable Mediterranean and sub-Mediterranean pine forests.

MEDITERRANEAN PINE FORESTS <i>Pinus halepensis, P. brutia, P. pinea</i>	SUB-MEDITERRANEAN PINE FORESTS <i>Pinus nigra</i> spp.
SIMILARITIES	
Resin (much)	Resin (little)
Cones (large)	Cones (small)
Thick bark	Thick bark
Easy production of plantings in the nursery	Easy production of plantings in the nursery
DIFFERENCES	
Thick branches situated low near the ground	Thin branches situated higher away from the ground
Rich understorey	Poor understorey
Low success of natural seedling establishing and survival (due to climatic factors)	High success of natural seedling establishing and survival (due to climatic factors)
Release of seeds after the fire and creation of a ground seed bank	Lack of ground seed bank after the fire
Relatively limited experience of use in afforestations	Adequate experience of use in afforestations

In general, the criteria that determine the post-fire actions in forest ecosystems are the following:

- The potential of natural regeneration (as in the warm zone conifers and the evergreen broadleaves of the Mediterranean zone).
- The protection of soils, infrastructure and properties from subsequent soil erosion and flooding.
- Available know-how, experience and resources (financial and human) at the time of restoration.
- The silvicultural objectives of restoration - afforestation.

In particular, after every forest fire a series of actions are taken which aim primarily to the protection the burnt area (mainly the soil) leaving restoration measures for the second phase of interventions. Most of the protection and restoration measures are implemented by the local forest services. Some flood protection measures and other issues regarding restoration of infrastructure are carried out by other services, such as the municipalites or the prefectural authorities.

The usual actions that are taken soon after the fire are:

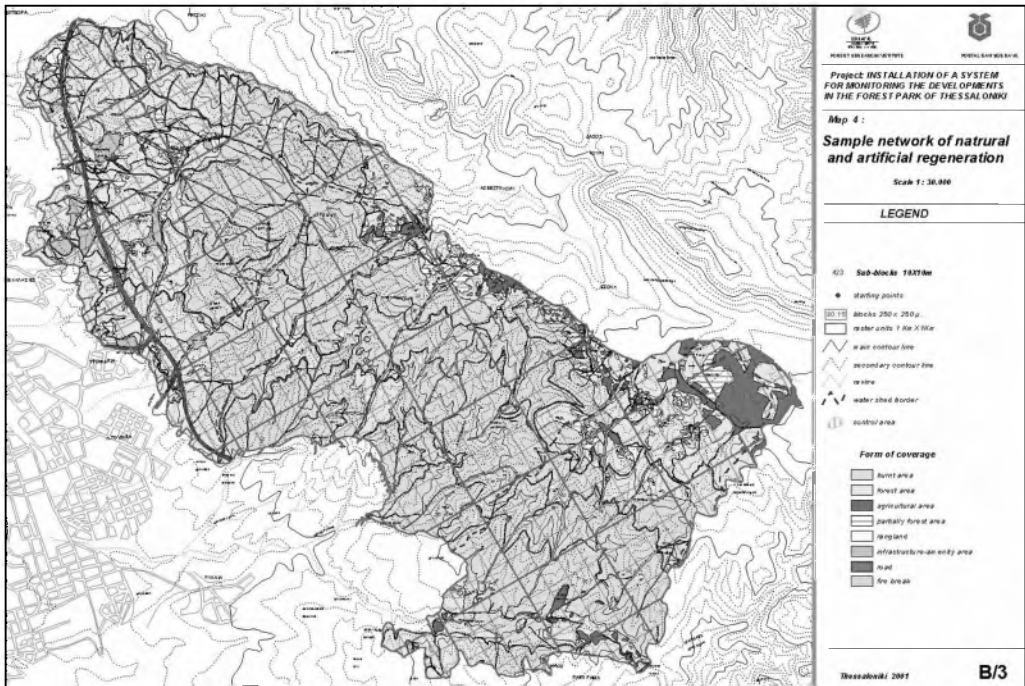
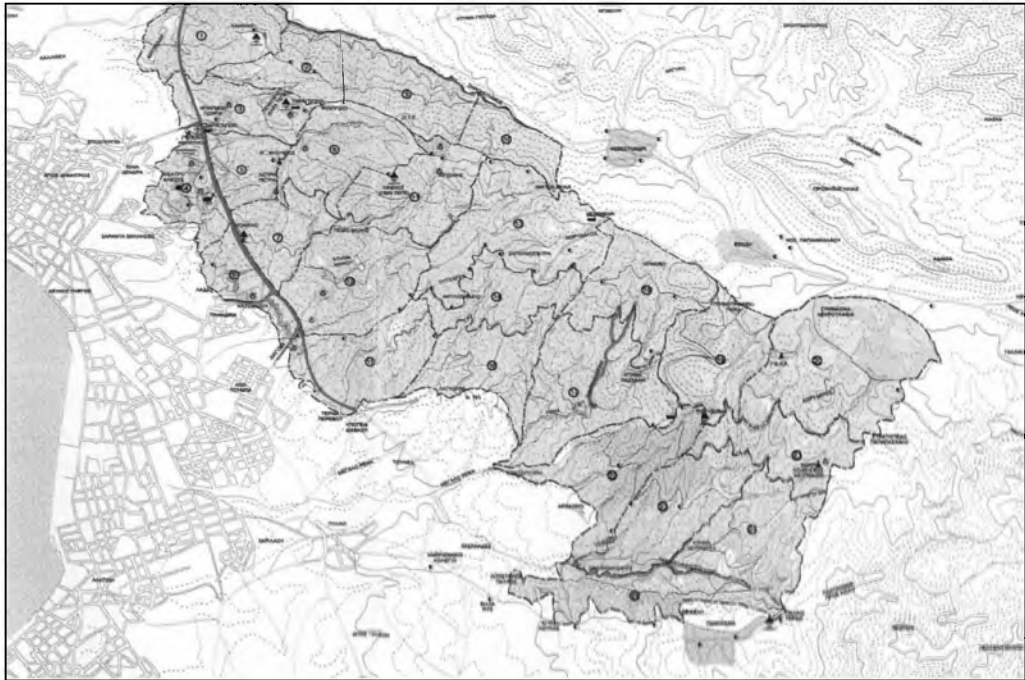
- Declaration of the burnt area as "afforestation area" and prohibiting of grazing by the Forest Service.
- Protection from erosion (Forest Service, Regional and Prefectural Technical Services, Communities and Municipalities, Ministry of the Environment, Energy and Climate Change).
- Surveying and mapping of the burnt area (Forest Service).
- Prohibiting of grazing and hunting (i.e. in protected areas belonging to the NATURA 2000 network-Forest service).
- Erosion and flood protection works in slopes and streams on mountainous areas (Forest Service: regulation "KEMX" 50189/1055/16.12.69).
- Monitoring of natural regeneration (Forest Service).
- Afforestation (Forest Service).

In some cases additional measures implemented by the Forest Service or other scientific institutions are:

- Study of the history of the forest ecosystem before the fire.
- Categorization of the burnt forests depending on their sensitivity and tolerance to fire and their potential for natural regeneration.

The immediate measures that take place soon after the fire include: a) surveying so that it is possible to rank the priorities for following activities and b) designing of post-fire restoration. For example, aerial photography and mapping (Figures 1 and 2) of the burnt area are used in the protection against illegal land use changes, in determining the priorities for immediate protection measures against flood and erosion, as well as in monitoring the regeneration potential of the forest in the form of unburned spots.

On the basis of the above and other available information (management plans, studies etc.), important decisions must be taken short after the fire, such as prohibitions or regulations (for instance collecting mushrooms, hunting, recreation etc.), removal of the total or part of the burnt



Figures 1 and 2. Maps of the burnt suburban forest of Thessaloniki, before (1) and after (2) the fire of 1997.



Figure 3. Moving of burnt trunks in pine forests of Greece. The parameters for actions, such as area that will be salvaged logged , felling methods etc. vary for every case.

timber based on a strict timetable (Figure 3). In the post-fire research and technical studies, special reference to the important species occurring in the burned area, for example protected or endemic plants or animals or invasive species. In this way appropriate measures can be taken before and after the restoration of the burnt area. Phytosociological studies, geological and soil maps, maps of species origins, site classes etc. can be proved useful sources of information in facilitating the protection of species, vegetation formations and the ecological structure and functions of the burnt forests.

Favoring regeneration - forest manipulations after the fire

Drafting a restoration or afforestation plan is the basis for all silvicultural interventions in the area and demands accurate planning in both time and space. As soon as the areas to be restored are located, the means and method are selected for the restoration or afforestation. The most commonly proposed practice is the use of mild interventions, minimizing significant effects to the environment (soil and ecosystem in general). Usually these methods are based on the use of hand tools or lightweight machinery for opening planting holes or soil scraping. It is also possible to use felling

residues for the protection of the soil and in some cases even trunks, with mostly positive (but in some cases negative) effects on the post-fire environment. The use of felled trunks must be examined per case because until now there has been no general rule, since there are no conclusions from long-term research (Figures 4 and 5).

The most common method for artificial restoration of burnt Black pine forests remains planting, because seeding, up until now, incurs several disadvantages, such as the lack of adequate quantities of seed and an extensive loss of seeds by natural causes (rodents, birds). In the past, Black pine



Figures 4 and 5. Use of residues of fellings (trunks and twigs) for the protection of the soil and effects on the natural regeneration of the forest.



afforestations were made with the intent of filling up the treeless patches (usually covered by ferns) in mountain forests in order to increase timber production. In the case of reforestation of burnt Black pine forests, the conditions are completely different, since the establishment of Black pine as a pioneer species, must take place in a non-forest post-fire environment.

Monitoring the establishment and growing of the new plants is a necessary process in order to achieve the accounting of the works (payment of contractors) and their continuation, if needed, with the required complementary (corrective) actions. Important parameters to monitor are the natural regeneration potential in the unburnt areas, the density of natural and artificial regeneration, its growth and competition, either intraspecific or with and other species.

References

- Brown, R.T., J.K. Agee and J.F. Franklin. 2004. Forest Restoration and Fire: Principles in the Context of Place Conservation Biology. Volume 18, No. 4, August 2004. pp. 903-912.
- Gkatzogiannis, S. 2002. Management of Black pine habitat types. NAGREF, Arcturos 61 p., Thessaloniki (in Greek).
- Thanos, K.A. 2005. Monitoring plan for sub-Mediterranean pine forests with endemic Black pines - *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* in the Troodos National Park, University of Athens, Athens (in Greek).
- Dafis, S. 1975. Forestry - Part 2: Applied Forestry. Thessaloniki, 389 p. (in Greek)
- Dafis, S. 1980. Forestry - Part 1: Forest Ecology. Thessaloniki, 373 p. (in Greek)

Conclusions of the international conference "New approaches to the restoration of black pine forests"

Sparti, 15 – 16 October 2009

The participants of the international conference titled "New approaches to the restoration of black pine forests" that took place in Sparti, on 15 and 16 October 2009, have reached the following conclusions:

- Black pine forests in Greece, during the last 20 years, have faced increasing problems caused by forest fires. Forest fires threaten the conservation status of these forests that consist a priority habitat type with code *9530 "(Sub)Mediterranean pine forests with endemic black pines". The black pine is adapted to low intensity ground fires but not to the large crown fires that have occurred more often during recent years, devastating large areas of black pine forests.
- Detailed mapping and assessment of the effect of forest fires on the forest, on the conservation of habitat types included in the forest, as well as on the flora and fauna, is the first and most important step in order to form an ecological restoration plan for the forest in general and for the black pine forest in particular.
- The results that were presented render evident the fact that special attention must be given to the preservation of islets of living trees, which play an important role in the natural regeneration of the area.
- Priority must be given to natural regeneration, wherever this is possible, that is where there are islets of living trees (thickets or small stands) which are evenly distributed at distances less than 3-5 tree heights.
- Artificial restoration also plays an important role in the restoration of Black pine forests. For this reason, it is appropriate to adopt an approach that, through simple and easy means in the implementation process, will facilitate the selection of suitable areas for technically assisted restoration. This approach includes five steps:
 - Initial selection of areas to be restored, based on a criteria system (for example, existence of natural regeneration, ecological importance, position in the area, exposure, soil depth, position on the slope, inclination, geology, altitude).

- Prioritization of areas to be restored (so that resources are allocated in the optimum way).
- Selection of areas where restoration will be implemented (according to the quantity of available planting material and seeds, available personnel and technical means, distance from road network, funding opportunities etc.).
- Validation in the field and final selection.
- Selection of restoration techniques.

The above mentioned structured approach is complemented by recommendations and directions for actions, which should precede its implementation.

- Special attention must be given to the selection of areas from which seeds will be collected for seeding or for the production of seedlings. These areas must be as close as possible to the areas under restoration or, if possible, even within the area under restoration (provided that there are remnant islets of trees that are not burnt). The most natural way for artificial restoration is seeding (broadcast or spot), which ensures the adaptation of the germinant and its developing root system to the soil conditions, avoiding the transplanting shock that occurs in the case of plantings. However, since a large amount of seed is needed for this process and its success largely depends on stochastic factors, the main restoration efforts must be made with the use of container seedlings aged 1-2 years. Seedlings older than 2 years should be excluded due to the risk of twisted roots. Seeding can be used in an auxiliary manner, in locations where the conditions are favorable and always in plots. Uneven planting distances allows for choice of better microhabitats.



ΕΡΓΟ: LIFE07 NAT/GR/00286

«Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα (GR 2520006) μέσω μιας δομημένης προσέγγισης»

Το έργο υλοποιείται με τη συνεισφορά του χρηματοδοτικού μέσου Life της Ευρωπαϊκής Κοινότητας

“Restoration of *Pinus nigra* forests on Mount Parnonas (GR 2520006) through a structured approach”

The project is funded by the Life financial instrument of the European Community

ΣΧΗΜΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Συντονιστής δικαιούχος:



ΜΟΥΣΕΙΟ ΓΟΥΛΑΝΑΡΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΤΟΠΩΝ - ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ

Συμπράτοντες δικαιούχοι:

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΔΑΣΑΡΧΕΙΟ ΣΠΑΡΤΗΣ



ΦΟΡΕΑΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΟΡΟΥΣ ΠΑΡΝΩΝΑ
ΥΓΡΟΤΟΠΟΥ ΜΟΥΣΤΟΥ



ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ

Συγχρηματοδότηση:



ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΔΑΣΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

www.parnonaslife.gr