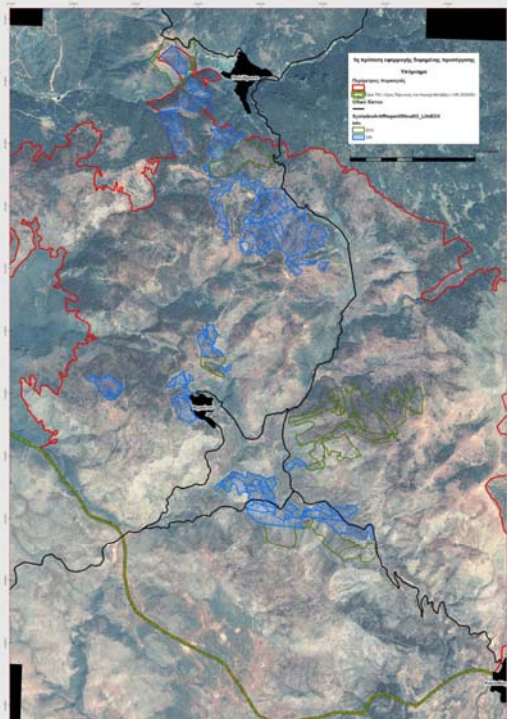




Έργο Life07 NAT/GR/000286
«Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα
(GR2520006) μέσω μίας δομημένης προσέγγισης»



Δομημένη προσέγγιση για την αποκατάσταση
καμένων δασών μαύρης πεύκης – βασικά
στοιχεία και εφαρμογή στον Πάρνωνα



ΜΟΥΣΕΙΟ ΓΟΥΛΑΝΔΡΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΤΟΠΩΝ - ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ



Η έκθεση αυτή συντάχθηκε 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 Αποκεντρωμένη Διοίκηση Πελοποννήσου – Δυτικής Ελλάδας και Ιονίου, τον Φορέα Διαχείρισης όρους Πάρνωνα και Υγρότοπου Μουστού και την Αποκεντρωμένη Διοίκηση 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 report 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 Decentralized Administration of Peloponnissos – Western Greece & Ionian Sea, the Management Body of mount Parnon and Moustos wetland and the Decentralised Administration of 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.

Προτεινόμενη βιβλιογραφική αναφορά:

Κακούρος Π., Σ. Ντάφης και Π. Σιμάδη. 2013. Δομημένη προσέγγιση για την αποκατάσταση καμένων δασών μαύρης πεύκης – βασικά στοιχεία και εφαρμογή στον Πάρνωνα (GR2520006). Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων. Θέρμη. 36 σελ.

Proposed citation:

Kakouros P. S. Dafis and P. Simadi. 2013. A structured approach for the restoration of burnt black pine forests – basic elements and implementation on Mount Parnonas (GR2520006). Greek Biotope-Wetland Centre. Thermi. 36 p.

Η παρούσα έκθεση μπορεί να αναζητηθεί ηλεκτρονικά στον δικτυακό τόπο του έργου Life www.parnonaslife.gr.

This report can also be acquired from Life project web site www.parnonaslife.gr



Περιεχόμενα

1. Τα δάση μαύρης πεύκης και οι πυρκαγιές	4
2. Η μεταπυρική διαχείριση και η αποκατάσταση των δασών μαύρης πεύκης	6
3. Η δομημένη προσέγγιση για την αποκατάσταση καμένων δασών μαύρης πεύκης.....	9
4. Πρόσθετα στοιχεία της δομημένης προσέγγισης	19
5. Εφαρμογή στον Πάρνωνα	22
5.1. Βήμα 1: Καθορισμός των κριτηρίων επιλογής	22
5.2. Βήμα 2: Εφαρμογή κριτηρίων αποκλεισμού.....	22
5.3. Βήμα 3: Αρχική επιλογή των συστάδων προς αποκατάσταση.....	26
5.4. Βήμα 4: Επιβεβαίωση της καταλληλότητας των εκτάσεων.....	27
5.5. Επιλογή των μέτρων αποκατάστασης	29
6. Βιβλιογραφία	30

Εισαγωγή

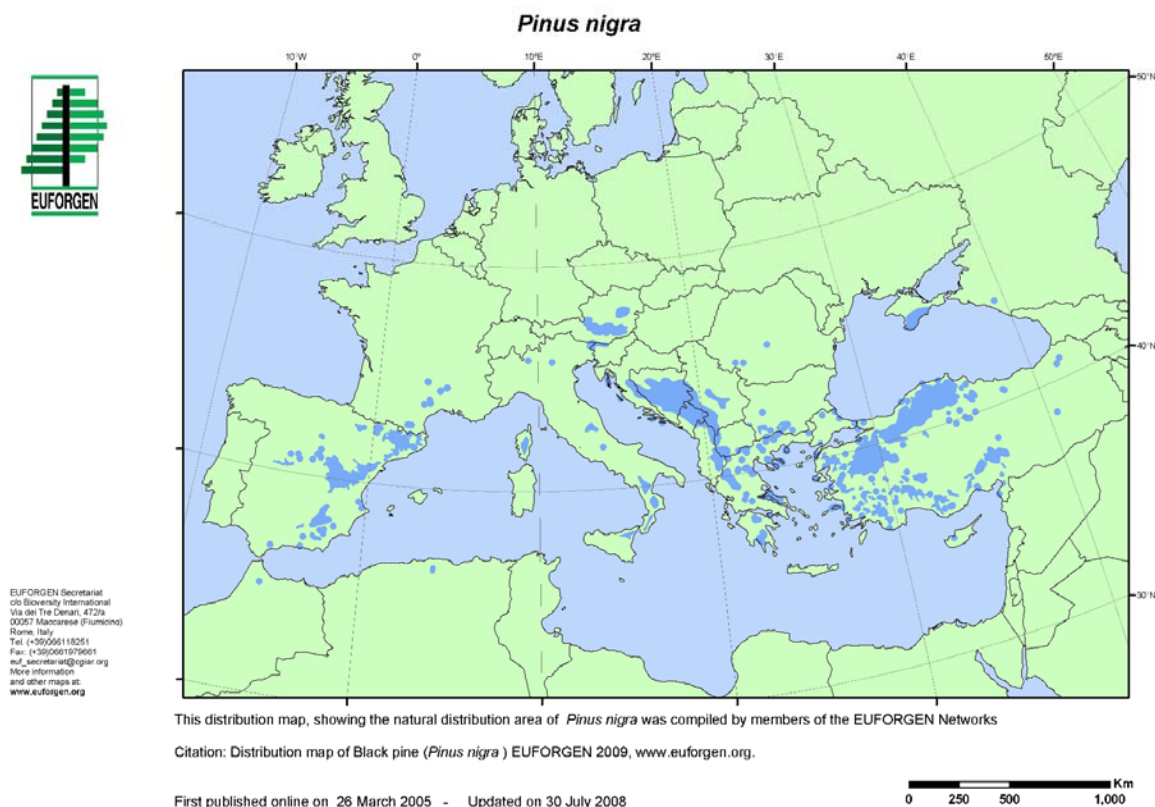
Έως τα μέσα της δεκαετίας το '90, η μεταπυρική διαχείριση των ορεινών δασών περιοριζόταν στην υλοτομία μέρους ή όλων των καμένων δέντρων και της επανεγκατάστασης του δάσους μέσω φυτεύσεων ή σποράς. Αργότερα, στις περιπτώσεις που υπήρχαν κίνδυνοι διάβρωσης και πλημμυρών κατάντη των καμένων εκτάσεων, άρχισαν να εφαρμόζονται κορμοδέματα και κλαδοδέματα, μικρά κορμοφράγματα στις κλιτείες και φράγματα συγκράτησης φερτών υλών στις κοίτες. Οι αποφάσεις, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά την επανεγκατάσταση του δάσους, λαμβάνονταν και εξακολουθούν να λαμβάνονται κατά περίπτωση, κυρίως με κριτήρια την εκτιμώμενη οικονομική σημασία του δάσους που θα αποκατασταθεί και το κόστος αποκατάστασης. Ήδη όμως από τις αρχές της δεκαετίας του 2000 παρατηρείται αύξηση των επεισοδίων πυρκαγιάς, αλλά και της ετήσιας καιόμενης έκτασης στα δάση των ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων (Αριανούτσου κ.ά. 2009) γεγονός που οδήγησε στην αναγνώριση της ανάγκης για μια πιο συστηματική οργάνωση της μεταπυρικής διαχείρισης (Κωνσταντινίδης 2001). Νεότερες αναφορές (π.χ. (Giannakopoulos κ.ά. 2009, Αριανούτσου κ.ά. 2009) εκτιμούν ότι, με βάση την αναμενόμενη κλιματική αλλαγή, οι πυρκαγιές αυτές αναμένεται να πολλαπλασιαστούν, εντείνοντας τις απειλές για την ύπαρξη πολλών από αυτά τα δάση.

Με γνώμονα τα παραπάνω και παρακινούμενοι από τις καταστροφικές πυρκαγιές στα δάση μαύρης πεύκης το καλοκαίρι του 2007, το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων (ΕΚΒΥ), σε συνεργασία με τη Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος και το Δασαρχείο Σπάρτης, ξεκίνησε την προσπάθεια ανάπτυξης μιας δομημένης προσέγγισης για την αποκατάσταση των καμένων δασών μαύρης πεύκης. Η δομημένη προσέγγιση είναι μια βήμα προς βήμα μέθοδος, που βοηθά στην ιεράρχηση των καμένων εκτάσεων ως προς την ανάγκη εφαρμογής μέτρων αποκατάστασης της μαύρης πεύκης. Αξιοποιεί υφιστάμενη γνώση για τον καθορισμό προτεραιοτήτων και τεχνικών αποκατάστασης, συγκεντρώνοντάς την σε ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο ενεργειών μετά την πυρκαγιά, με το οποίο εξυπηρετείται η καλύτερη οργάνωση της πληροφορίας και των πόρων που είναι απαραίτητοι για τη μεταπυρική διαχείριση.

Η παρούσα σύνοψη ξεκινά με σύντομες ανασκοπήσεις για τη μαύρη πεύκη, τις πυρκαγιές στα δάση μαύρης πεύκης και τις προσεγγίσεις μεταπυρικής διαχείρισης στην Ελλάδα και στην Ευρώπη. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βήματα της δομημένης προσέγγισης, πρόσθετα στοιχεία ετοιμότητας και βελτίωσης της εφαρμογής της και μια σύνοψη της εφαρμογής της στον Πάρνωνα.

1. Τα δάση μαύρης πεύκης και οι πυρκαγιές

Η μαύρη πεύκη (*Pinus nigra* Arnold) καλύπτει έκταση πάνω από 3,5 εκ. ha και παρουσιάζει ευρεία γεωγραφική εξάπλωση από τη βόρεια Αφρική, σε ορεινές περιοχές της νότιας Ευρώπης και τη Μικρά Ασία (Isajev κ.ά. 2004 Εικόνα 1). Είναι είδος με μεγάλη ενδοειδική ποικιλότητα (Θάνος 2008) και κοινό στην Ελλάδα, όπου απαντά σε υψόμετρα από 500 έως 1500 (ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος) από την Πελοπόννησο έως τη Ροδόπη, ενώ απαντά και στα νησιά Θάσος, Λέσβος και Σάμος. Το 1992 σύμφωνα με την Πρώτη Απογραφή Δασών της Ελλάδας (Τσαπρούνης 1992) κάλυπτε 280.000 ha.



Εικόνα 1. Η εξάπλωση της μαύρης πεύκης σύμφωνα με το EUFORGEN (2009)

Η μαύρη πεύκη είναι είδος φωτόφιλο, ανθεκτικό στον άνεμο και την ξηρασία (Isajev κ.ά. 2004) και είναι προσαρμοσμένη σε ποικίλα εδάφη και τοπογραφικές συνθήκες (Zaghi 2008). Στην Ελλάδα τα δάση της μαύρης πεύκης εμφανίζονται ομήλικα προερχόμενα από πυρκαγιές και σε μικτές συστάδες με την ελάτη (*Abies cephalonica* and *Abies borissii-regis*) και την οξιά (*Fagus* sp.) μετά από την αρχική δάσωση εγκαταλειμμένων ορεινών αγρών και λιβαδιών από τη μαύρη πεύκη. Το είδος δημιουργεί πολύξυλες, παραγωγικές συστάδες, γεγονός που συμβαίνει και στις υπόλοιπες χώρες του ευρωπαϊκού Νότου, όπου απαντά (Isajev κ.ά. 2004). Στα δάση μαύρης πεύκης απαντούν σπάνια και προστατευόμενα είδη ζώων όπως ο μαυρόγυπας (Ποϊραζίδης 2003) και η καφέ αρκούδα (Kanellorou κ.ά. 2006, Χρυσοπολίτου και Χατζηχαράλαμπος 2008). Τα δάση μαύρης πεύκης συγκροτούν τον τύπο οικοτόπου προτεραιότητας «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» με κωδικό 9530 του Παραρτήματος I της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

Η μαύρη πεύκη έχει μέτρια ανθεκτικότητα στις πυρκαγιές. Οι έρπουσες πυρκαγιές δεν προκαλούν καμία βλάβη στα ώριμα άτομα, καθώς αυτά προστατεύονται από χονδρό ξηρόφλοιο (Fernandes κ.ά. 2008, Fule κ.ά. 2008), ενώ το ορυκτό έδαφος που αποκαλύπτεται μετά την πυρκαγιά ευνοεί τη φυσική αναγέννηση, που συνήθως είναι άφθονη. Όταν, ωστόσο, οι πυρκαγιές είναι επικόρυφες, κάτι που συμβαίνει συνήθως το καλοκαίρι, τα δέντρα νεκρώνονται μαζί με τους ανώριμους κώνους και τα σπέρματα που ωριμάζουν και διασπείρονται την περίοδο Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου (Skordilis και Thanos

1997b). Καθώς η μαύρη πεύκη δεν διατηρεί κώνους και σπέρματα σε λήθαργο, όπως άλλα είδη πεύκης (Trabaud και Campant 1991, Habrouk κ.ά. 1999, Tapias κ.ά. 2001), η φυσική αναγέννηση εξαρτάται αποκλειστικά από τη δυνατότητα διασποράς σπερμάτων από τα δέντρα που βρίσκονται στο κράσπεδο καμένου και άκαυτου δάσους, μη καμένα μεμονωμένα δέντρα ή νησίδες άκαυτων δέντρων (Ordonez κ.ά. 2005). Έχει παρατηρηθεί ότι η διασπορά σπερμάτων, ένα φαινόμενο που ονομάζεται πλαγιοσπορά, φθάνει έως περίπου τα 100 m, με πυκνότητες που εξαρτώνται από την τοπογραφία, τους ανέμους και το ύψος των δέντρων-σπορέων (Ordonez κ.ά. 2006).

2. Η μεταπυρική διαχείριση και η αποκατάσταση των δασών μαύρης πεύκης

Στις ΗΠΑ η μεταπυρική διαχείριση οργανώνεται σε δυο φάσεις. Η πρώτη φάση αφορά την ανάσχεση της διάβρωσης, την προστασία από πλημμύρες και άλλα καταστροφικά φαινόμενα (Burnt Area Emergency Response- BAER) (Napper 2006), US-DOI (US-DOI 2006). Η δεύτερη φάση αφορά στην αξιολόγηση των αναγκών για τη μακροπρόθεσμη αποκατάσταση του δάσους, η οποία βασίζεται σε λεπτομερή αποτίμηση των βιολογικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων της πυρκαγιάς (Lutes κ.ά. 2006). Παρά την ευρεία αποδοχή της προσέγγισης αυτής, υπάρχουν και πολλές περιπτώσεις δράσεων αποκατάστασης που υλοποιούνται χωρίς αυτό τον ολοκληρωμένο σχεδιασμό, ενώ μια σειρά θεμάτων που συνδέονται με τη μεταπυρική διαχείριση, όπως οι υλοτομίες των καμένων κορμών για την απόληψη του ξύλου τους (salvage logging) αποτελούν αντικείμενο διαλόγου και αντιθέσεων μεταξύ επιστημόνων και διαχειριστών [βλ. π.χ. (Noss και Lindenmayer 2006, Baldini κ.ά. 2007)].

Στην Ευρώπη μια ανασκόπηση από τους Barbatι κ.ά. (2009) δείχνει ότι πολλά ζητήματα που αφορούν στη μεταπυρική διαχείριση δεν έχουν ακόμα αναλυθεί και αντιμετωπισθεί πλήρως, όπως είναι η οικονομική αποτίμηση των επιπτώσεων, το είδος και η έκταση των μέτρων επείγουσας εφαρμογής, η διαχείριση του καμένου ξύλου κτλ.

Στην Πορτογαλία η προσέγγιση των δυο φάσεων περιλαμβάνεται στην Εθνική Στρατηγική για τα Δάση (Direcao-Geral-dos-Recursos-Florestais 2007). Στο κεφάλαιο για την αποκατάσταση και ανόρθωση των δασών που έχουν επηρεασθεί από πυρκαγιές, τα μέτρα αποκατάστασης διακρίνονται σε αυτά που εφαρμόζονται βραχυπρόθεσμα και έχουν ως γενικό σκοπό την ελάττωση των άμεσων κινδύνων και στα μακροπρόθεσμα, που αντιμετωπίζουν από κοινού την αποκατάσταση τόσο των οικοσυστημάτων όσο και της παραγωγικής ικανότητας των δασών.

Σε μια ανασκόπηση για τον προσδιορισμό σκοπών και προτεραιοτήτων για τη μεταπυρική αποκατάσταση στην ανατολική Ισπανία οι Vallejo κ.ά. (2006) αναγνωρίζει ως μέγιστης προτεραιότητας τα μέτρα που αφορούν στην προστασία του εδάφους και προτείνει τον προγραμματισμό των υπόλοιπων μέτρων αποκατάστασης σε επόμενη φάση. Ειδικότερα για την Περιφέρεια της Βαλένθιας, έχει αναπτυχθεί ένα μοντέλο πρόβλεψης της δυνατότητας φυσικής αναγέννησης, το οποίο βοηθά στον εντοπισμό των περιοχών που έχουν χαμηλό δυναμικό φυσικής αποκατάστασης και, επομένως, θα πρέπει να έχουν προτεραιότητα για τεχνητή αποκατάσταση (Vallejo 2010). Επίσης, από το 1994 εφαρμόζεται εγκύκλιος με την οποία ρυθμίζονται τα μέτρα υλοτομίας ξύλου σε περιοχές που έχουν πληγεί από δασικές πυρκαγιές (Comunitat Valenciana 1994). Τα κριτήρια περιλαμβάνουν την κλίση του εδάφους, το γεωλογικό υπόβαθρο, τυχόν ανάγκες προστασίας ανθρώπων από πτώση δέντρων ή πρόκληση πτώσης βράχων, την αποφυγή διαταραχής της αναγέννησης και την αποφυγή πρόκλησης διάβρωσης. Σύμφωνα με την εγκύκλιο αυτή, όταν μια πυρκαγιά είναι μεγαλύτερη σε έκταση από 50 ha, τότε είναι υποχρεωτική η εκπόνηση μιας ειδικής αναφοράς τεκμηρίωσης των χειρισμών των καμένων δέντρων.

Για την Ιταλία οι Beghin κ.ά. (2010) αναφέρουν ότι έμφαση δίνεται κυρίως στην καταστολή των πυρκαγιών, με αποτέλεσμα η αποκατάσταση να έχει χαμηλή προτεραιότητα και να υποχρηματοδοτείται. Η μεταπυρική διαχείριση αφορά κυρίως στις σωστικές του ξυλοποθέματος υλοτομίες, που σε ορισμένες περιπτώσεις ακολουθούνται από φυτεύσεις. Λαμβάνονται επίσης αντιδιαβρωτικά μέτρα όπου κρίνεται απαραίτητο. Οι υλοτομίες των καμένων δέντρων δεν πραγματοποιούνται ως μέσο μείωσης του κόστους που προκαλούν οι πυρκαγιές, δεδομένου ότι τα έσοδα από αυτές είναι πολύ μικρά λόγω της χαμηλής εμπορευσιμότητας του υλοτομούμενου ξύλου, της τοπογραφίας και της μειωμένης προσβασιμότητας των καμένων δασών. Ο ίδιος αναφέρει, τέλος, ότι η αποκατάσταση των καμένων δασών εξαρτάται κυρίως από τη διαθέσιμη χρηματοδότηση.

Στην Κύπρο οι Ιωαννου και Parageorgiou (2007) αναφέρουν ότι οι ώριμες καμένες συστάδες αφήνονται στη φυσική αναγέννηση. Μόνο εάν μετά από 3-5 έτη δεν έχει αναγεννηθεί ικανοποιητικά το δάσος εφαρμόζεται τεχνητή αποκατάσταση, ενώ στις νεαρές συστάδες η τεχνητή αποκατάσταση εφαρμόζεται άμεσα. Σύμφωνα με τους ίδιους, στην



περίπτωση της τραχείας πεύκης (*Pinus halepensis* subsp *brutia* Ten.) η επιτυχία της φυσικής αναγέννησης είναι μεγάλη.

Στην Ελλάδα η νομοθεσία επιβάλλει την κήρυξη της περιοχής ως αναδασωτέας, που σημαίνει υπο αποκατάσταση, μη επιτρεπόμενων άλλων χρήσεων και απαγόρευση της βόσκησης για πολλά έτη. Επίσης, προκειμένου η αποκατάσταση να μη βλάπτει τη φυσική αναγέννηση, η νομοθεσία συνιστά η τεχνητή αποκατάσταση να διενεργείται εντός τριών ετών από την κήρυξη της έκτασης ως αναδασωτέας. Ωστόσο, η έλλειψη ενός περιεκτικού και ολοκληρωμένου συστήματος μεταπυρικής διαχείρισης των δασών έχει επισημανθεί κατά την τελευταία δεκαετία, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τα δάση ειδών με σπέρματα σε λήθαργο, όπως η χαλέπιος πεύκη (Κωνσταντινίδης 2001). Μετά τις μεγάλες και ιδιαίτερα καταστροφικές πυρκαγιές του 2007 στην Πελοπόννησο, η μεταπυρική διαχείριση επανήλθε στην επικαιρότητα, όχι μόνο λόγω των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των πυρκαγιών, αλλά και λόγω της απώλειας ανθρώπων και παρουσιάσθηκαν οι πρώτες ολοκληρωμένες προσεγγίσεις. Μια τέτοια προσέγγιση προτάθηκε και εφαρμόσθηκε στις καμένες εκτάσεις γύρω από την Αρχαία Ολυμπία από το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων του ΕΘΙΑΓΕ (Λυριντζής 2007). Το έργο αυτό ξεχωρίζει γιατί α) οι δράσεις αποκατάστασης βασίστηκαν σε μια λεπτομερή εκτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς και β) είναι μια σαφής προσέγγιση οργάνωσης των δράσεων αποκατάστασης σε δυο φάσεις: αυτή των άμεσων παρεμβάσεων για την αντιμετώπιση βραχυπρόθεσμων κινδύνων και αυτή των μεσοπρόθεσμων παρεμβάσεων.

Σημαντική συμβολή στη μεταπυρική διαχείριση των δασών της Νότιας Ευρώπης ήταν αυτή του έργου Cost Action FP0701 on "Post-Fire Forest Management in Southern Europe"¹. Σε αυτό το έργο, ένα δίκτυο ερευνητών και εκπροσώπων υπηρεσιών που εργάζονται στην οικολογία των πυρκαγιών και στη διαχείριση των δασών συνεργάσθηκαν για την ανάπτυξη και διάδοση κριτηρίων λήψης αποφάσεων για τη μεταπυρική διαχείριση, από τη συστάδα έως το δασικό τοπίο. Τα αποτελέσματα του έργου συνοψίστηκαν σε μια ειδική έκδοση, που περιλαμβάνει και θέματα για τη μαύρη πεύκη (Retana κ.ά. 2012).

Σε αυτό το πλαίσιο, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι οι ιδιαιτερότητες της μεταπυρικής αποκατάστασης των δασών μαύρης πεύκης δεν είχαν προσελκύσει το επιστημονικό ενδιαφέρον. Καθώς όμως από το 1990 και μετά οι πυρκαγιές στα δάση αυτά άρχισαν να πολλαπλασιάζονται, η επιστημονική έρευνα εντάθηκε, με αποτέλεσμα τη δημοσίευση πληθώρας εργασιών, που συμβάλλουν στην επίλυση και στον εντοπισμό κρίσιμων θεμάτων σχετικών με την αποκατάσταση των καμένων δασών μαύρης πεύκης. Τα θέματα που κυρίως εξετάζονται είναι η εξέλιξη της βλάστησης μετά από πυρκαγιές (π.χ. (Rodrigo κ.ά. 2004), η ικανότητα φυσικής επανεγκατάστασης (Ordonez κ.ά. 2005, Politi κ.ά. 2009, Arianoutsou κ.ά. 2010, Fyllas κ.ά. 2010) και οι τεχνικές αποκατάστασης (Vallejo κ.ά. 2006, Vallejo 2010).

Στην Ελλάδα μετά από μεγάλες πυρκαγιές σε δάση μαύρης πεύκης, ιδιαίτερα όταν αυτά είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμα, η αποκατάσταση οργάνωνεται σε δυο φάσεις. Κατά τη διάρκεια των πρώτων εβδομάδων μετά την πυρκαγιά εφαρμόζονται συνήθως μέτρα ανάσχεσης της διάβρωσης με κορμοδέματα και κορμοφράγματα. Οι θέσεις ανάπτυξης τους προτείνονται από μια τεχνική μελέτη, που περιλαμβάνει μια αδρομερή οικολογική αποτίμηση της πυρκαγιάς, στην οποία περιλαμβάνεται η εκτίμηση των κινδύνων διάβρωσης, η έκταση που κάηκε κατά δασικό τύπο και ο ξυλώδης όγκος που επηρεάστηκε από την πυρκαγιά. Η εκτίμηση του κινδύνου διάβρωσης και του πλημμυρικού κινδύνου συνήθως γίνονται εμπειρικά. Δεν υπάρχει υποχρέωση διενέργειας λεπτομερούς οικολογικής αποτίμησης της πυρκαγιάς. Κατά την περίοδο μελέτης και εφαρμογής των μέτρων άμεσης ανάγκης, αποφασίζεται και το εάν θα γίνουν σωστικές του ξυλαποθέματος υλοτομίες. Οι σχετικές αποφάσεις λαμβάνονται κυρίως εμπειρικά, με βαρύνοντα κριτήρια τη ζήτηση του υλοτομούμενου ξύλου και την τιμή του.

Κατά την επόμενη φάση, στη διάρκεια του χειμώνα μετά την πυρκαγιά, εξετάζεται εάν υπάρχει ανάγκη τεχνητής αποκατάστασης. Θεωρητικά αξιολογείται το σύνολο της καμένης έκτασης προς αποκατάσταση, αλλά οι τελικές αποφάσεις εξαρτώνται από την πιθανότητα

¹ <http://uaeco.biol.uoa.gr/cost/>



επιβίωσης των φυταρίων, την παραγωγικότητα του εδάφους, το μακροπρόθεσμα εκτιμώμενο κίνδυνο διάβρωσης κάθε έκτασης και τη διαθέσιμη χρηματοδότηση. Σε αρκετές περιπτώσεις δεν είναι διαθέσιμα λεπτομερή στοιχεία για όλα αυτά γνωρίσματα, οπότε οι αποφάσεις λαμβάνονται εμπειρικά. Οι μελέτες αποκατάστασης σπάνια εξετάζουν την αποκατάσταση ως πλήρη αποκατάσταση του δασικού οικοσυστήματος. Επίσης, ο σχεδιασμός της αποκατάστασης δεν εξετάζει θέματα οικολογίας τοπίου, όπως η δημιουργία διαδρόμων σύνδεσης μεταξύ απομονωμένων τμημάτων του δάσους για τις κινήσεις των ειδών της πανίδας που χρειάζονται ενδοδασικό περιβάλλον. Συνήθως οι μελέτες αυτές εστιάζουν το ενδιαφέρον τους στην επανεγκατάσταση της προηγούμενης δασικής βλάστησης. Όταν οι διαθέσιμοι πόροι είναι περιορισμένοι, η επιλογή των εκτάσεων όπου θα αποκατασταθεί τεχνητά η δασική βλάστηση βασίζεται στην καταλληλότητα του εδάφους και σε τεχνικά κριτήρια, όπως η ευκολία πρόσβασης από το υφιστάμενο οδικό δίκτυο. Οι επιλογές αυτές στηρίζονται κυρίως στην εμπειρία των διαχειριστών του δάσους παρά σε κάποιο αντικειμενικό σύστημα αξιολόγησης και ιεράρχησης. Ωστόσο, η αναγκαιότητα της ολοκληρωμένης οικολογικής και οικονομικής αξιολόγησης των επιπτώσεων των πυρκαγιών έχει αναγνωρισθεί (Πετρογιάννης 2001). Επιπρόσθετα, η ανάδυση του προβλήματος της διαχείρισης των μεγάλων ποσοτήτων ξυλείας των καμένων δέντρων έθεσε νέα ερωτήματα σχετικά με τη διαχείρισή του (Γεωργηλάς 2001) και παρακίνησε στην ανάπτυξη ενός σχετικού συστήματος λήψης αποφάσεων (Ξανθόπουλος κ.ά. 2001).

3. Η δομημένη προσέγγιση για την αποκατάσταση καμένων δασών μαύρης πεύκης

Ιδανικά, η μεταπυρική διαχείριση ενός δάσους θα πρέπει να αποτελεί τμήμα του σχεδιασμού διαχείρισής του, όπως προτείνουν οι Moreira κ.ά. (2012). Σε αυτή την περίπτωση η τεχνητή αποκατάσταση είναι ένα από τα διαχειριστικά μέτρα που αποσκοπούν στην επίτευξη των ειδικών σκοπών διαχείρισης που τίθενται για τις καμένες εκτάσεις (Vallejo 1999). Στην πράξη, οι διαχειριστές των δασών καλούνται συνήθως να αποφασίσουν χωρίς κάποιο σχέδιο προετοιμασίας (Alloza και Vallejo 2006), σε πολύ σύντομο χρόνο, την υιοθέτηση νέων ή την τροποποίηση υφιστάμενων σκοπών διαχείρισης, ώστε, για παράδειγμα, να προσαρμοστούν στη διαθέσιμη χρηματοδότηση. Επιπρόσθετα, ένα πλήρες πρόγραμμα αποκατάστασης πρέπει να συνεκτιμά τα ζητήματα διατήρησης της βιοποικιλότητας της ευρύτερης περιοχής, τους τυχόν οικονομικούς, τεχνικούς και νομικούς περιορισμούς (Vallauri κ.ά. 2005a), κάτι που δυσχεραίνει περαιτέρω τη λήψη αποφάσεων. Η δομημένη προσέγγιση αποτελεί μια προσπάθεια αντιμετώπισης των παραπάνω θεμάτων που αναπτύχθηκε πάνω στις ακόλουθες αρχές και γενικούς σκοπούς:

- Να διατηρείται η έκταση που καλύπτει ο τύπος οικοτόπου προτεραιότητας «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» πριν την πυρκαγιά.
- Να αποκαθίσταται και, εάν είναι εφικτό, να βελτιώνεται η κατάσταση διατήρησης του τύπου οικοτόπου προτεραιότητας.
- Να διευκολύνεται η δημιουργία κατάλληλων ενδαιτημάτων για τη μετακίνηση των ειδών που χρειάζονται ενδοδασικό περιβάλλον.
- Να βελτιώνεται η ανθεκτικότητα του δάσους μαύρης πεύκης στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μέσω της προσαρμογής της διαχείρισής του με βάση τις συστάσεις της CBD/SBSTTA 7 Recommendation VII/6 (Resco de Dios κ.ά. 2007), που συνιστούν: (1) διατήρηση των αυτόχthonων ειδών και της γενετικής ποικιλότητας των δασών, (2) δικτύωση προστατευόμενων περιοχών και φυσικών οικοσυστημάτων μέσω της δημιουργίας οικολογικών διαδρόμων ή με τη διατήρηση των κατάλληλων θέσεων που θα επιτρέπουν τη φυσική μετανάστευση των ειδών, (3) ελάττωση του κατακερματισμού των δασών που προκαλείται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, (4) αποκατάσταση διαταραγμένων γαιών, (5) περιγραφή βέλτιστων πρακτικών διαχείρισης που διατηρούν ή ενισχύουν την προσαρμοστικότητα ή την ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων.
- Να εφαρμόζονται οι αρχές της οικολογικής αποκατάστασης (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group 2004) και οι οδηγίες για την ανάπτυξη και διαχείριση έργων οικολογικής αποκατάστασης (Clewell κ.ά. 2005).

Προκειμένου η προσέγγιση να είναι λειτουργική, λαμβάνονται υπόψη ειδικότερα γνώρισμα της αναγέννησης και της αποκατάστασης των δασών μαύρης πεύκης, ώστε να είναι εύκολα εφαρμόσιμη από τις δασικές υπηρεσίες. Η φυσική αναγέννηση της μαύρης πεύκης εξαρτάται αποκλειστικά από την πλαγιοσπορά από τα εναπομείναντα ζωντανά δέντρα, ενώ μετά από 2-3 έτη τα αρτίφυτρα και τα νεόφυτα αντιμετωπίζουν έντονο ανταγωνισμό από την υποβλάστηση. Αυτά σημαίνουν ότι ο διαθέσιμος χρόνος για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή της τεχνητής αποκατάστασης είναι περίπου 2 έτη. Σε ό,τι αφορά την ευχρηστία της δομημένης προσέγγισης από τις δασικές υπηρεσίες, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι στην Ελλάδα η χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών είναι σχετικά περιορισμένη στη δασική διαχείριση, ότι υπάρχει έλλειψη προσωπικού και ότι συχνά λείπουν λεπτομερείς χαρτογραφήσεις κρίσιμων γνωρισμάτων του δάσους, όπως η κατανομή ειδών, οι εδαφικές ιδιότητες κτλ. Για τους λόγους αυτούς η δομημένη προσέγγιση σχεδιάστηκε, ώστε να μπορεί να υλοποιηθεί ακόμη και με τα βασικά στοιχεία που περιλαμβάνονται στις δασικές διαχειριστικές μελέτες και να μπορεί να εφαρμοστεί με το συνήθη εξοπλισμό πληροφορικής (υπολογιστές και λογισμικό) που διαθέτουν οι περιφερειακές δασικές υπηρεσίες.

Αφού ελήφθησαν υπόψη οι παραπάνω αρχές, γενικοί σκοποί και περιορισμοί, η δομημένη



προσέγγιση σχεδιάστηκε ως μια βήμα προς βήμα μέθοδος επιλογής εκτάσεων με δυνατότητες αποκατάστασης με τη χρήση κριτηρίων αποκλεισμού και ιεράρχησης. Η βήμα προς βήμα προσέγγιση στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, σύμφωνα με τους Hampton κ.ά. (2003), είναι μια διαδοχόμενη μέθοδος, που μπορεί να εξετάσει εναλλακτικές λύσεις, αυξάνοντας την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και την επιτυχία της αποκατάστασης. Τα βήματα αυτά είναι τα ακόλουθα:

Βήμα 1. Επιλογή κριτηρίων ιεράρχησης των περιοχών προς αποκατάσταση

Βήμα 2. Ιεράρχηση των περιοχών προς αποκατάσταση

Βήμα 3. Επιλογή των συστάδων προς αποκατάσταση

Βήμα 4. Επιβεβαίωση της καταλληλότητας των συστάδων

Βήμα 5. Επιλογή των μέτρων αποκατάστασης

Βήμα 1. Καθορισμός των κριτηρίων επιλογής υποψήφιων εκτάσεων προς αποκατάσταση

Η επιλογή των κριτηρίων έγινε με βάση τη βιολογία της μαύρης πεύκης, τη σημασία της για τη πανίδα, την κοινοτική και την εθνική νομοθεσία, αλλά και τις Ευρωπαϊκές Κατευθύνσεις για τις Δασώσεις και τις Αναδασώσεις που υιοθετήθηκαν από κοινού από τη Ευρωπαϊκή Διυπουργική Διάσκεψη για τα Δάση και το Συμβούλιο της Πανευρωπαϊκής Στρατηγικής για τη Βιολογική και Τοπική Ποικιλότητα (FOREST EUROPE 2008).

Τα κριτήρια είναι αποκλεισμού (Α και Β) και ιεράρχησης (Γ έως Ζ) και εφαρμόζονται με τη σειρά από Α προς Ζ. Τα κριτήρια αποκλεισμού αποτρέπουν α) τη διαταραχή εκτάσεων όπου εξελίσσονται επιθυμητές φυσικές μεταπυρικές διεργασίες, κυρίως της φυσικής αναγέννησης και β) την επιλογή εκτάσεων με σοβαρά μειονεκτήματα για την εφαρμογή τεχνητής αποκατάστασης (όπως π.χ. αντίξοες κλιματικές συνθήκες). Τα κριτήρια ιεράρχησης αποδίδουν υψηλότερη προτεραιότητα στις εκτάσεις με τις ευνοϊκότερες συνθήκες για α) επιτυχή αποκατάσταση της μαύρης πεύκης και β) επίτευξη της επιθυμητής κατάστασης διατήρησης των ειδών που εξαρτώνται από τα δάση μαύρης πεύκης.

A. Αφθονία φυσικής αναγέννησης

Η φυσική αναγέννηση πρέπει να προστατεύεται και, όπου είναι δυνατό, να ευνοείται. Γενικά στην αναγέννηση συστάδων μαύρης πεύκης, όταν η πυκνότητα των αρτίφυτρων ή φυταρίων είναι ίση ή μεγαλύτερη του 1 φυτό/μ², δεν συνίσταται τεχνητή αποκατάσταση (Βέργος κ.ά. 1995, Ordonez και Retana 2004). Μετά από πυρκαγιά η πυκνότητα αυτή είναι σκόπιμο να αθροίζεται κατά την άνοιξη του δεύτερου έτους μετά την πυρκαγιά, καθώς το είδος πληροκαρπεί ανά δυο έτη. Οι εκτάσεις του καμένου δάσους που εξαιρούνται είναι εκείνες, όπου η πυρκαγιά έχει κάψει μόνο τον υπόροφο, οι εκτάσεις όπου έχουν απομείνει διάσπαρτα ζωντανά δένδρα ή βρίσκονται εντός μιας ζώνης διασποράς σπερμάτων γύρω από άκαυτες νησίδων και το όριο μεταξύ καμένων και άκαυτων εκτάσεων (Ordonez κ.ά. 2005). Στις εκτάσεις αυτές, όλες οι εργασίες που διαταράσσουν το έδαφος, όπως υλοτομίες και απόληψη ξύλου, πρέπει να ολοκληρώνονται πριν τη διασπορά των σπόρων που διαρκεί από τον Φεβρουάριο έως τον Απρίλιο (Skordilis και Thanos 1997a). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την αποφυγή ποδοπάτησης ή καταπλάκωσης των αρτίφυτρων και των φυταρίων.

B. Ελάχιστο υψόμετρο εξάπλωσης του είδους

Περιοχές με υψόμετρο χαμηλότερο από αυτό της φυσικής εξάπλωσης της μαύρης πεύκης στην περιοχή πρέπει να εξαιρούνται. Το υψόμετρο αυτό μπορεί να αυξηθεί, αν οι περιοχές κοντά στο κατώτερο όριο εξάπλωσης είναι, από κλιματικής άποψης, οριακά κατάλληλες ή αν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις επιδείνωσης του κλιματικού πλαισίου λόγω της κλιματικής αλλαγής. Μεμονωμένα δέντρα ή συδενδρίες σε χαμηλά υψόμετρα δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Για τη διασαφήνιση του κατώτερου υψομέτρου εξάπλωσης της μαύρης πεύκης στην εξεταζόμενη περιοχή μπορούν να χρησιμοποιηθούν παλαιοί δασικοί ή άλλοι χάρτες και αρχειακό υλικό. Σε περίπτωση που εντοπισθεί χαμηλότερο υψόμετρο



εξάπλωσης από αυτό αμέσως πριν την πυρκαγιά, είναι σκόπιμο να εντοπισθούν οι αιτίες για την υποχώρηση σε μεγαλύτερο υψόμετρο και να ληφθούν υπόψη στον καθορισμό του κατώτατου ορίου εφαρμογής της τεχνητής αποκατάστασης.

Γ. Αντιπροσωπευτικότητα της τυπικής σύνθεσης της βλάστησης του τύπου οικοτόπου

Η αντιπροσωπευτικότητα της τυπικής σύνθεσης αποτελεί ένα από τα γνωρίσματα των τύπων οικοτόπων που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα I της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ για την αξιολόγηση της κατάστασης διατήρησης ενός τύπου οικοτόπου σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Σύμφωνα με τις επεξηγηματικές σημειώσεις του Τυποποιημένου Εντύπου Δεδομένων για τις περιοχές του δικτύου Natura 2000 (ΟJ n° L 107 1997), η αντιπροσωπευτικότητα αποτελεί ένα μέτρο της συνάφειας της βλάστησης μιας συγκεκριμένης έκτασης ενός τύπου οικοτόπου με την τυπική του σύνθεση, όπως αυτή αναφέρεται στο τρέχον Εγχειρίδιο Αναγνώρισης των τύπων Οικοτόπων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Υψηλή αντιπροσωπευτικότητα μιας περιοχής του τύπου οικοτόπου προτεραιότητας «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» πριν την πυρκαγιά της δίνει υψηλότερη προτεραιότητα για αποκατάσταση. Στο Τυποποιημένο Έντυπο Δεδομένων η αντιπροσωπευτικότητα διαβαθμίζεται σε τέσσερις κλάσεις: Α για πλήρη αντιπροσωπευτικότητα, Β για υψηλή, C για ικανοποιητική και D όταν ο τύπος οικοτόπου δεν έχει σημαντική παρουσία.

Δ. Καθεστώς προστασίας

Τα καμένα δάση μαύρης πεύκης που βρίσκονται εντός προστατευόμενων περιοχών ή περιοχών του δικτύου Natura 2000 πρέπει να έχουν προτεραιότητα στην αποκατάστασή τους, καθώς περιλαμβάνονται εντός περιοχών που έχουν ήδη αξιολογηθεί ως σημαντικές για τη διατήρηση της φύσης. Εξάλλου, η Οδηγία 92/43/ΕΟΚ καλεί με το άρθρο 6, παρ. 1 για την αποκατάσταση της ικανοποιητικής κατάστασης διατήρησης των τύπων οικοτόπων που έχουν υποστεί διαταραχές και υποβάθμιση της κατάστασης διατήρησής τους. Στην περίπτωση δε των δασών μαύρης πεύκης που αποτελούν τύπο οικοτόπου προτεραιότητας, η ανάγκη αποκατάστασης αποκτά ιδιαίτερη σπουδαιότητα.

Ε. Συμβολή στη διατήρηση σημαντικών ειδών

Κάθε καμένη έκταση αξιολογείται για τη συμβολή της στη διατήρηση προστατευόμενων, ενδημικών ή απειλούμενων ειδών της χλωρίδας και της πανίδας. Η αξιολόγηση αυτή είναι σκόπιμο να βασίζεται σε στοιχεία παρουσίας και κατανομής των πληθυσμών των ειδών, αν ωστόσο αυτά είναι ελλιπή είναι δυνατό, ιδιαίτερα εφόσον στην περιοχή απαντούν είδη προτεραιότητας του παραρτήματος II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, να χρησιμοποιηθεί η γνώμη των ειδικών. Κατά την αξιολόγηση της συμβολής για κάθε είδος, οι εκτάσεις που έχουν καεί παίρνουν τιμές από το 3 έως το 1 ως εξής: (3: Μεγάλη συμβολή, 2: μέτρια συμβολή, 1: ελάχιστη συμβολή). Η τιμή του κριτηρίου για την εξεταζόμενη έκταση είναι ο μέσος όρος των τιμών για κάθε είδος. Όταν δεν είναι γνωστή η σημασία μιας έκτασης για κανένα είδος η τιμή του κριτηρίου είναι 0.

ΣΤ. Αποκατάσταση της φυσικής συνέχειας του δάσους

Ο κατακερματισμός θεωρείται ως μια από τις σημαντικότερες αιτίες υποβάθμισης των ευρωπαϊκών δασών και επιδρά αρνητικά στην κατάσταση διατήρησης πολλών ειδών (Lindenmayer και Fischer 2006, Kettunen κ.ά. 2007, Cosquer κ.ά. 2012). Συνεπώς, ο σχεδιασμός της αποκατάστασης πρέπει να προωθεί τη συνδεσιμότητα μεταξύ των ενδιαιτημάτων των ειδών (Sayer κ.ά. 2004, Lindenmayer και Fischer 2006, Meinke κ.ά. 2009), κυρίως μέσω διαδρόμων, όπως αυτοί περιγράφονται από τον Lidicker (1999). Στην περίπτωση της αποκατάστασης των καμένων δασών μαύρης πεύκης, αυτό μπορεί να επιτευχθεί εάν οι εκτάσεις που είναι κατάλληλες για εφαρμογή τεχνητής αποκατάστασης ιεραρχηθούν σύμφωνα με τη δυνητική τους συμβολή στην αύξηση της συνδεσιμότητας μεταξύ α) των άκαυτων τμημάτων του δάσους ή β) μεταξύ άκαυτων τμημάτων και άλλων οικοσυστημάτων που ευνοούν τη διασπορά των ειδών που χρειάζονται ενδοδασικό περιβάλλον. Οι Lindenmayer και Fischer (2006) συνιστούν η αξιολόγηση αυτής της συμβολής να βασίζεται στη λειτουργική συνδεσιμότητα που επηρεάζεται από τη βιολογία



των ειδών που απαντούν στην περιοχή, σε συνδυασμό με τη χρήση των ενδiciaτημάτων από αυτά τα είδη για τη συγκεκριμένη περιοχή. Όταν αυτά τα δεδομένα δεν είναι επαρκή, η εκτίμηση μπορεί να γίνει με βάση τη γνώμη ειδικών ή η συμβολή στη συνδεσιμότητα να βασιστεί στη δομική συνδεσιμότητα. Εάν επιλεγεί η χρήση της δομικής συνδεσιμότητας, προτείνεται η προσέγγιση των Jacquemyn κ.ά. (2003), να αποκαθίστανται τα τμήματα που είναι πλησιέστερα σε αυτά που δεν έχουν διαταραχθεί, καθώς έτσι εξασφαλίζονται μεγαλύτερες δυνατότητες διασποράς των ειδών που απαιτούν ενδοδασικό περιβάλλον. Σε αυτή την περίπτωση οι εκτάσεις που είναι κατάλληλες για αποκατάσταση και αποτελούν κόμβο (Forman 1995) ιεραρχούνται υψηλότερα από αυτές που απλά συνδέουν δύο εκτάσεις. Οι εκτάσεις που δεν συμβάλλουν στη συνδεσιμότητα ιεραρχούνται τελευταίες (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Οι κατάλληλες προς αποκατάσταση εκτάσεις ιεραρχούνται με κριτήριο τη συμβολή τους στην αύξηση της συνδεσιμότητας του δασικού οικοσυστήματος [0: καμία συμβολή, 1: μέτρια συμβολή (σύνδεση δυο εκτάσεων), 2: υψηλή συμβολή (κόμβος σύνδεσης περισσότερων των 2 εκτάσεων)]

Ζ. Αβιοτικά γνώρισμα

Για την αποκατάσταση δασών η εδαφική υγρασία είναι το αβιοτικό γνώρισμα με τη μεγαλύτερη σπουδαιότητα (Ντάφης 1986). Ειδικότερα για τη μαύρη πεύκη η εδαφική υγρασία είναι καθοριστική, ιδιαίτερα στη Νότια Ελλάδα, όπου η ξηροθερμική περίοδος μπορεί να φτάσει και τις 75 ημέρες (Μαυρομμάτης 1980). Η εδαφική υγρασία εξαρτάται από το ύψος των κατακρημνισμάτων, την εξατμισοδιαπνοή και από την ικανότητα του εδάφους να αποθηκεύει νερό. Τόσο το ύψος των κατακρημνισμάτων όσο και η εξατμισοδιαπνοή εξαρτώνται ισχυρά από το υψόμετρο, αφού αυτό συσχετίζεται θετικά με τα κατακρημνίσματα και αρνητικά με τη θερμοκρασία που αποτελεί κρίσιμη συνιστώσα του δυναμικού εξατμισοδιαπνοής. Εκτός από το υψόμετρο, η θερμοκρασία, ιδιαίτερα αυτή του εδάφους, επηρεάζεται σοβαρά και από την προσπίπτουσα ακτινοβολία, που εξαρτάται με τη σειρά της από την έκθεση, με τις βόρειες και ανατολικές εκθέσεις να παρουσιάζουν χαμηλότερες θερμοκρασίες, και το αντίστροφο για τις νότιες και δυτικές (Αποστολίδου 2007). Δεδομένου ότι με το κριτήριο Β έχουν ήδη αποκλειστεί οι εκτάσεις με υψόμετρο που συνδέονται με θερμοκρασίες και κατακρημνίσματα που δεν ευνοούν την αποκατάσταση, η ιεράρχηση των εκτάσεων που εξετάζονται ως προς τα αβιοτικά τους

γνωρίσματα γίνεται με βάση το βάθος του εδάφους και της έκθεσής τους. Προβάδισμα για αποκατάσταση έχουν οι εκτάσεις με βαθύτερο έδαφος και ευνοϊκότερες εκθέσεις, με την ακόλουθη ιεράρχηση από την ευνοϊκότερη προς τη δυσμενέστερη: B, BA, BD, A, Δ, NA, NΔ, N.

Βήμα 2. Εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού και ιεράρχησης

Για την εφαρμογή του βήματος αυτού όλες οι εκτάσεις που εξετάζονται εισάγονται σε έναν φύλλο εργασίας σχετικού λογισμικού, όπου κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μια έκταση και κάθε στήλη στην τιμή ενός κριτηρίου. Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών, ο πίνακας αυτός εξάγεται από το σύστημα έτοιμος, αφού έχουν γίνει επιτόπου όλες οι υπερθέσεις των επιπέδων πληροφορίας κάθε κριτηρίου και έχουν διακριθεί οι επιμέρους επιφάνειες. Ένα παράδειγμα τέτοιου πίνακα είναι ο πίνακας 1.

Τα κριτήρια διατάσσονται κατά στήλες με ιεραρχική σειρά. Στις πρώτες στήλες δίνονται οι τιμές για τα κριτήρια αποκλεισμού, τη φυσική αναγέννηση (Κριτήριο Α) και το μέσο υψόμετρο της έκτασης (Κριτήριο Β) και ακολουθούν τα υπόλοιπα πέντε κριτήρια: αντιπροσωπευτικότητα της τυπικής σύνθεσης (Γ), καθεστώς προστασίας (Δ), συμβολή στη διατήρηση σημαντικών ειδών (Ε), αποκατάσταση της φυσικής συνέχειας του δάσους (ΣΤ) και αβιοτικά γνωρίσματα (Ζ). Τα αβιοτικά γνωρίσματα είναι επίσης ιεραρχημένα με το βάθος εδάφους να έχει προτεραιότητα σε σχέση με την έκθεση. Προκειμένου να είναι ευκολότερη η ιεράρχηση για τα κριτήρια της αντιπροσωπευτικότητας και των αβιοτικών γνωρισμάτων χρησιμοποιούνται αριθμητικές τιμές. Η πλήρης αντιπροσωπευτικότητα (Α) παίρνει την τιμή 3, η υψηλή (Β) παίρνει την τιμή 2, η ικανοποιητική (C) 1 και, όταν ο τύπος οικοτόπου δεν έχει σημαντική παρουσία (D), η τιμή του κριτηρίου είναι 0. Για τα κριτήρια των προστατευόμενων περιοχών και των αβιοτικών παραγόντων χρησιμοποιούνται ζεύγη τιμών. Για τις προστατευόμενες περιοχές, η πρώτη αφορά το εάν η έκταση περιλαμβάνεται εντός περιοχής Natura 2000 και η δεύτερη το εάν περιλαμβάνεται εντός προστατευόμενης περιοχής. Στην περίπτωση των αβιοτικών παραγόντων, η πρώτη τιμή αφορά στο βάθος του εδάφους και παίρνει τιμές από 9 έως 1, με το 9 να αντιστοιχεί σε βαθύ έδαφος και το 1 σε βράχο, και η δεύτερη αφορά στην έκθεση και κυμαίνεται από 8 για την πλέον ευνοϊκή βόρεια έκθεση έως 1 για την πλέον δυσμενή νότια.

Στη συνέχεια δημιουργείται ένας κωδικός για κάθε έκταση, που προκύπτει από την παράθεση των τιμών κάθε κριτηρίου (δείκτης καταλληλότητας στον πίνακα 1), και ακολουθεί η ταξινόμηση, με τις μεγαλύτερες αξίες στην κορυφή, με χρήση της σχετικής εντολής του λογισμικού που χρησιμοποιείται. Η εργασία αυτή μπορεί να γίνει και με διαδοχική ταξινόμηση για κάθε κριτήριο, αλλά δεν συνίσταται για την αποφυγή σφαλμάτων. Από τη διαδικασία ιεράρχησης ταξινόμησης εξαιρούνται όλες οι εκτάσεις με τιμές φυσικής αναγέννησης > 1 φυτό/μ² και με υψόμετρο ίσο ή χαμηλότερο από το όριο που έχει τεθεί για τη συγκεκριμένη περιοχή. Μετά την ταξινόμηση, ο αρχικός πίνακας αναδιατάσσεται όπως φαίνεται στον πίνακα 2.

Πίνακας 1. Παράδειγμα δημιουργίας του δείκτη καταλληλότητας των εκτάσεων που εξετάζονται για αποκατάσταση πριν την ταξινόμηση. Το παράδειγμα βασίζεται στην αποκατάσταση του καμένου δάσους μαύρης πεύκης στον Πάρνωνα, όπου ως ελάχιστο υψόμετρο τέθηκαν τα 850.

Κωδικός έκτασης ή συστάδα	Έκταση (ha)	Φυσ. αναγέννηση	Υψόμετ ρο	Αντιπροσ ωπευτικό τητα	Natura 2000	Προστ. περιοχή	Συμβολή στη διατήρηση ειδών	Αποκατάσταση συνέχειας	Βάθος εδάφους	Έκθεση	Δείκτης καταλληλότητας
		A	B	Γ	Δ1	Δ2	Ε	ΣΤ	Z1	Z2	Γ/Δ1/Δ2/Ε/ΣΤ/Z1 /Z2
042	26,451	0.2	1050	2	1	1	0	2	4	6	2110246
043c	12,614	0	1050	1	1	1	0	2	4	3	1110243
048a	11,975	0	1075	0	0	1	0	1	8	5	0010185
047b	4,3014	0	1125	2	1	1	0	1	8	9	2110189
051	5,038	0	775	1	1	1	0	1	2	3	1110123

Πίνακας 2. Οι εξεταζόμενες εκτάσεις του πίνακα 1 μετά την εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού και ιεράρχησης. Η έκταση της συστάδας με 51 αποκλείστηκε λόγω υψομέτρου.

Κωδικός έκτασης ή συστάδα	Έκταση (ha)	Φυσ. αναγέννηση	Υψόμετ ρο	Αντιπροσ ωπευτικό τητα	Natura 2000	Προστ. περιοχή	Συμβολή στη διατήρηση ειδών	Αποκατάσταση συνέχειας	Βάθος εδάφους	Έκθεση	Δείκτης καταλληλότητας
		A	B	Γ	Δ1	Δ2	Ε	ΣΤ	Z1	Z2	Γ/Δ1/Δ2/Ε/ΣΤ/Z1 /Z2
042	26,451	0.2	1050	2	1	1	0	2	4	6	2110246
047b	4,3014	0	1125	2	1	1	0	1	8	9	2110189
043c	12,614	0	1050	1	1	1	0	2	4	3	1110243
048a	11,975	0	1075	0	0	1	0	1	8	5	0010185

Βήμα 3. Αρχική επιλογή των συστάδων προς αποκατάσταση

Κατά την εφαρμογή των Βημάτων 1 και 2 δεν λαμβάνονται υπόψη οι διαθέσιμοι πόροι για την υλοποίηση της αποκατάστασης. Αυτό γίνεται στο Βήμα 3, όπου γίνεται ο καθορισμός της μέγιστης δυνατής έκτασης προς αποκατάσταση και η αρχική επιλογή των επιμέρους εκτάσεων, αφού προηγουμένως ληφθούν υπόψη τα επιχειρησιακά δεδομένα, όπως είναι οι διαθέσιμοι πόροι (χρηματοδότηση, διαθεσιμότητα αναπαραγωγικού υλικού) και τεχνικά θέματα, όπως για παράδειγμα η προσβασιμότητα στις επιμέρους εκτάσεις. Οι διαθέσιμοι πόροι προσδιορίζουν τη συνολική έκταση που μπορεί να αποκατασταθεί, αφού ληφθεί υπόψη το κόστος αποκατάστασης ανά εκτάριο και οι πιθανότητες επιτυχίας κάθε μεθόδου (σπορά ή φύτευση). Κατά την επιλογή της μεθόδου επανεγκατάστασης της μαύρης πεύκης πρέπει να συνεκτιμώνται όχι μόνο τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα που σχετίζονται με την εφαρμογή τους, αλλά και τα μακροπρόθεσμα οφέλη. Σύμφωνα με τους Köse κ.ά. (2012), η σπορά είναι η πλέον φυσική μέθοδος αποκατάστασης και έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις φυτεύσεις. Επίσης, οι Pausas κ.ά. (2004) επισημαίνουν ότι η σπορά, εκτός από μικρότερο κόστος, διαταράσσει λιγότερο το έδαφος και διευκολύνει την τεχνητή αποκατάσταση σε απομακρυσμένες θέσεις. Ωστόσο, παρά το μικρότερο κόστος ανά εκτάριο, απαιτεί μεγαλύτερη ποσότητα σπόρων. Για τον λόγο αυτό, όταν το απόθεμα σπόρων είναι χαμηλό, συνίσταται περιορισμένη εφαρμογή της σποράς και χρήση κυρίως φυτεύσεων, σε συνάρτηση βέβαια με τη διαθέσιμη χρηματοδότηση για την παραγωγή φυτευτικού υλικού και τις φυτεύσεις. Μεταξύ των μειονεκτημάτων της σποράς, το κυριότερο είναι ότι η επιτυχία της εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες (Köse κ.ά. 2012). Αν δηλαδή μετά τη σπορά ακολουθήσουν ευνοϊκές συνθήκες, τότε η επιτυχία θα είναι πολύ μεγάλη. Εάν όμως επικρατήσουν αντίξοες συνθήκες, ξηρασία ή παγετοί, η αποτυχία θα είναι επίσης πολύ μεγάλη. Επίσης μυρμηγκία, τρωκτικά και πουλιά μπορεί να καταναλώσουν σημαντικό μέρος των σπόρων (Ordonez και Retana 2004 Zwolak κ.ά. 2010). Η σπορά επίσης δυσχεραίνεται σοβαρά και χρειάζονται εργασίες προετοιμασίας του εδάφους όσο περνά ο χρόνος από την πυρκαγιά και αρχίζει να εγκαθίσταται ποώδης βλάστηση και συσσωρεύεται οργανική ουσία (Espelta κ.ά. 2003).

Μετά τον καθορισμό της συνολικής έκτασης που μπορεί να αποκατασταθεί, γίνεται η προκαταρκτική επιλογή των εκτάσεων προς αποκατάσταση, ξεκινώντας από αυτές που βρίσκονται στην κορυφή της ιεράρχησης που έχει παραχθεί στο Βήμα 2. Η επιλογή συνεχίζεται μέχρι να καλυφθεί η συνολική περιοχή προς αποκατάσταση. Θα πρέπει εδώ να τονιστεί ότι η ιεράρχηση του Βήματος 2 πρέπει να χρησιμοποιείται ως οδηγός. Εκτάσεις υψηλά ιεραρχημένες, αλλά με ειδικής φύσης μειονεκτήματα για την εφαρμογή τεχνητής αποκατάστασης, μπορούν να παραλείπονται. Στο πλαίσιο αυτό είναι σκόπιμο να συνεκτιμώνται κατά την επιλογή δυο ακόμα παράμετροι, η συγκέντρωση των εκτάσεων και η προσβασιμότητά τους.

- Η συγκέντρωση των εκτάσεων. Όσο μικρότερη είναι η απόσταση μεταξύ των επιμέρους εκτάσεων στις οποίες προτείνεται τεχνητή αποκατάσταση της μαύρης πεύκης, μειώνεται το κόστος εφαρμογής των μέτρων αποκατάστασης λόγω μείωσης του χρόνου και των δαπανών μετακίνησης μέσων και προσωπικού. Επιπρόσθετα, εξυπηρετείται και η αποκατάσταση της φυσικής συνέχειας του δάσους.
- Πρόσβαση από το υφιστάμενο οδικό δίκτυο. Μικρότερες αποστάσεις μεταξύ του οδικού δικτύου και των υπο αποκατάσταση επιφανειών ελαττώνουν τις ανάγκες διάνοιξης νέων δρόμων που προκαλούν διάβρωση του εδάφους και το κόστος εφαρμογής των μέτρων αποκατάστασης. Τυχόν εξοικονομούμενες δαπάνες μπορούν να αυξήσουν τη διαθέσιμη χρηματοδότηση για τα κυρίως μέτρα αποκατάστασης.

Η διερεύνηση διαφόρων συνδυασμών εκτάσεων και μεθόδων αποκατάστασης που διενεργείται κατά την εφαρμογή του Βήματος 3, με απώτερο σκοπό τη μεγιστοποίηση των εκτάσεων που αποκαθίστανται, διευκολύνει την οργάνωση της αποκατάστασης του συνόλου του καμένου δάσους, σε διαφορετικές φάσεις ανάλογα με τις προβλέψεις χρηματοδότησης.

Το Βήμα 3 ολοκληρώνεται με τη δημιουργία του προκαταρκτικού χάρτη και του σχετικού



πίνακα με τις εκτάσεις προς αποκατάσταση και τα μέτρα αποκατάστασης που θα εφαρμοσθούν σε κάθε μια.

Βήμα 4. Έλεγχος και οριστικοποίηση των εκτάσεων προς αποκατάσταση

Το Βήμα 4 αφορά στην επιβεβαίωση της καταλληλότητας των εκτάσεων και των μέτρων ανά έκταση που επιλέχθηκαν στο Βήμα 3. Η επιβεβαίωση γίνεται με επιτόπου επίσκεψη, κατά την οποία ελέγχονται η καταλληλότητα του εδάφους για αποκατάσταση με τη μέθοδο που έχει κατ' αρχήν επιλεγεί, η προσβασιμότητα από το υφιστάμενο οδικό δίκτυο, αλλά και η κατάσταση του οδικού δικτύου, καθώς μετά την πυρκαγιά μπορεί να έχει υποστεί φθορές ή να υπάρχουν σε αυτό εμπόδια από πεσμένα δέντρα ή άλλα υλικά. Σε περίπτωση που χρειάζονται πρόσθετες εργασίες αποκατάστασης της προσβασιμότητας, αυτές εκτιμώνται σε ό,τι αφορά τον απαιτούμενο χρόνο και το κόστος. Αφού γίνουν οι αναγκαίες προσαρμογές στον αρχικό σχεδιασμό, το Βήμα 4 ολοκληρώνεται με την κατάρτιση του τελικού χάρτη επεμβάσεων.

Βήμα 5. Επιλογή των μέτρων αποκατάστασης

Στο Βήμα 5 καθορίζονται οι ειδικότερες τεχνικές εφαρμογής των μεθόδων αποκατάστασης που έχουν αποφασισθεί στο Βήμα 3 και οριστικοποιήθηκαν στο Βήμα 4, καθώς και τα τυχόν αναγκαία συμπληρωματικά μέτρα. Στη συνέχεια παρουσιάζονται εδώ αυτά που συνήθως εφαρμόζονται στην Ελλάδα, χωρίς να αποκλείονται άλλα ανάλογα με τις ειδικές ανάγκες κάθε περιοχής.

Διαχείριση καμένων δέντρων

Η διαχείριση των καμένων δέντρων, ιδιαίτερα των ιστάμενων, είναι ένα αμφιλεγόμενο ζήτημα, γύρω από το οποίο υπάρχει έντονη διαμάχη διεθνώς για το εάν πρέπει ή δεν πρέπει να υλοτομούνται και για το εάν πρέπει ή δεν πρέπει να απομακρύνονται από το δάσος. Σύμφωνα με τους Baldini κ.ά. (2007), δεν μπορούν να διατυπωθούν κανόνες γενικής εφαρμογής και οι όποιες αποφάσεις θα πρέπει να λαμβάνονται, αφού ληφθούν υπόψη οι τοπικές συνθήκες, σε συνδυασμό με την προτεραιότητα που έχουν η προστασία του εδάφους και η βιοποικιλότητα. Σε σχέση με τα οικονομικά οφέλη από την πώληση του ξύλου, οι Castro κ.ά. (2010) επισημαίνουν ότι αυτά είναι λογικό να επιδιώκονται, αλλά μόνο όταν η πρόσθετη διαταραχή του τοπίου από τις υλοτομίες δεν θα έχει επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα.

Η διάβρωση του εδάφους είναι η κυριότερη επίπτωση των υλοτομιών καμένων δέντρων και, σύμφωνα με τους DellaSala 2006 και Baldini κ. ά. (2007, είναι αναπόφευκτη, ακόμη και όταν χρησιμοποιούνται τα λιγότερο βλαπτικά για το έδαφος συστήματα συγκομιδής του ξύλου. Επιπρόσθετα, η μετακίνηση των κορμών μπορεί να προκαλέσει και απώλειες θρεπτικών στοιχείων (McIver and Starr 2000). Υλοτομίες διενεργούνται συνήθως για την κατασκευή κορμοδεμάτων και κορμοφραγμάτων. Ωστόσο, αρκετοί ερευνητές όπως π.χ. οι Marques και Mora (1998) και οι Robichaud κ.ά. (2008) βρήκαν ότι αυτά είναι αποτελεσματικά στη συγκράτηση της επιφανειακής ροής και των αιχμών της μόνο σε μικρής έντασης φαινόμενα. Επίσης, η αποτελεσματικότητά τους επηρεάζεται έντονα από την ορθή εφαρμογή τους (Robichaud κ.ά. 2000, Λυριντζής 2007).

Οι Lindenmayer κ.ά. (2004) υποστηρίζουν ότι τα καμένα δέντρα ωφελούν τη βιοποικιλότητα είτε ιστάμενα είτε υλοτομούμενα, αλλά χωρίς να εξαχθούν από το δάσος και ότι «οι εργασίες για τη συγκομιδή καμένων δέντρων υπονομεύουν τα θετικά στοιχεία των μεγάλων διαταραχών των οικοσυστημάτων». Οι Castro κ.ά. (2010) βρήκαν ότι η συγκομιδή καμένων δέντρων σε δάση πεύκης στην Ισπανία είχε σημαντικές επιπτώσεις στην ποικιλότητα και αφθονία της ορνιθοπανίδας και πρότειναν να μη γίνονται ή να γίνονται με πολύ προσεκτικό σχεδιασμό και σε συνδυασμό με άλλα προστατευτικά μέτρα. Στην Ελλάδα οι Spanos κ.ά. (2005) βρήκαν ότι οι υλοτομίες που διενεργούνται σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά την πυρκαγιά προκαλούν λιγότερες επιπτώσεις, ενώ οι Raftoyiannis και Spanos (2005) επισημαίνουν ότι οι υλοτομίες καμένων δέντρων και τα κορμοδέματα δεν είχαν σημαντικές επιπτώσεις στην αποκατάσταση της φυσικής βλάστησης. Το ξύλο των υλοτομούμενων δέντρων που αφήνονται στο δάσος αποσυντίθεται γρηγορότερα, έτσι βελτιώνεται η ποιότητα του εδάφους και ωφελούνται τα είδη που ζουν στο έδαφος. Ωστόσο, το ξύλο μικρών διαστάσεων μπορεί να είναι ιδιαίτερα εύφλεκτο τα πρώτα έτη μετά

την υλοτομία, κάνοντας τις υλοτομίες μη επιτυχή επιλογή για τη μείωση της έντασης των πυρκαγιών που τυχόν θα εμφανιστούν στην περιοχή (Donato κ.ά. 2006, Thompson και Spies 2010). Από την άλλη, όταν τα ιστάμενα δέντρα πέφτουν φυσικά τα επόμενα έτη προκαλούν ζημιές στη φυσική αναγέννηση, αλλά ταυτόχρονα θα παρέχουν σκιά σε αυτή (DellaSala 2006), ενώ οι Fernandez κ.ά. (2007) έχουν καταγράψει θετική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού κάλυψης από δέντρα και της εδαφικής υγρασίας.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι όποιες αποφάσεις λαμβάνονται με μεγαλύτερη ασφάλεια, όταν βασίζονται σε λεπτομερή αποτίμηση των επιδράσεων της πυρκαγιάς και ότι είναι αναγκαίο να υπάρξουν μακροχρόνια προγράμματα παρακολούθησης των επιπτώσεων των διαφόρων μέτρων που λαμβάνονται, ώστε να βελτιώνεται συνεχώς η γνωσιακή βάση που χρησιμοποιείται για τη λήψη αποφάσεων.

Μέθοδοι επανεγκατάστασης της μαύρης πεύκης

Η τεχνητή επανεγκατάσταση της μαύρης πεύκης μπορεί να γίνει με σπορά ή φύτευση, αλλά και οι δύο μέθοδοι μπορούν να εφαρμοστούν με αρκετές διαφορετικές τεχνικές.

Τεχνικές σποράς

Σύμφωνα με τους Köse κ.ά. (2012), η σπορά είναι η πλέον φυσική μέθοδος αποκατάστασης και έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις φυτεύσεις. Το κυριότερο είναι ότι το ριζικό σύστημα των φυταρίων προσαρμόζεται καλύτερα στις τοπικές εδαφικές συνθήκες από την αρχή, σε αντίθεση με το σοκ μεταφύτευσης που υφίστανται τα φυτάρια που έχουν παραχθεί σε φυτώριο. Με τη σπορά εγκαθίσταται πολύ μεγαλύτερος αριθμός φυταρίων ανά μονάδα επιφάνειας και έτσι υπάρχει μεγαλύτερος αριθμός φυτών για φυσική επιλογή. Οι Pausas κ.ά. (2004) επισημαίνουν ότι η σπορά, εκτός από μικρότερο κόστος, διαταράσσει λιγότερο το έδαφος και διευκολύνει την τεχνητή αποκατάσταση σε απομακρυσμένες θέσεις.

Οι σπορές γίνονται με δυο τεχνικές, την ευρυσπορά και τη μερική σπορά κατά θέσεις, γραμμές ή πινάκια. Στην ευρυσπορά τα σπέρματα διασκορπίζονται σε μεγάλη επιφάνεια εδάφους με τυχαίο τρόπο, συχνά μάλιστα όταν πρόκειται για μεγάλες εκτάσεις χρησιμοποιούνται ακόμη και εναέρια μέσα (Napper 2006). Η μέθοδος αυτή προσομοιάζει με τη φυσική διασπορά, έχει όμως το σοβαρό μειονέκτημα ότι απαιτεί πολύ μεγάλη ποσότητα σπόρων, η οποία δεν είναι πάντα διαθέσιμη. Η μερική σπορά κατά πινάκια γραμμές και θέσεις απαιτεί μικρότερη ποσότητα σπόρων και υπάρχει η δυνατότητα της επιλογής του συνδέσμου, δηλαδή της απόστασης μεταξύ των πινάκων, των γραμμών και των θέσεων. Με τον τρόπο αυτό περιορίζονται οι δαπάνες για προστατευτικές και καλλιεργητικές επεμβάσεις. Η επιλογή της σποράς και των επιμέρους τεχνικών της είναι ασφαλέστερη αν υπάρχουν αξιόπιστα δεδομένα για την επιτυχία της στο παρελθόν και αν υπάρχουν μετεωρολογικά δεδομένα.

Τεχνικές φύτευσης

Για τη φύτευση χρησιμοποιούνται φυτάρια γυμνόριζα ή βωλόφυτα. Τα γυμνόριζα φυτάρια έχουν το μεγάλο πλεονέκτημα του μικρού κόστους παραγωγής και της μεγαλύτερης ικανότητας προσαρμογής του ριζικού τους συστήματος στις συνθήκες του εδάφους, απαιτούν όμως πολύ μεγαλύτερη φροντίδα στην εξαγωγή, συσκευασία, μεταφορά και στη φύτευση. Ο χρόνος που πρέπει να μεσολαβεί από την εξαγωγή τους μέχρι τη φύτευση είναι πολύ περιορισμένος και το μεταφυτευτικό σοκ είναι μεγαλύτερο. Ένα ακόμα πλεονέκτημα της χρήσης τους είναι ότι μπορούν να φυτευθούν με απλές, φθηνές και γρήγορες μεθόδους όπως με εμβολέα, με αξίνα κ.λπ. εφόσον το επιτρέπει η κατάσταση του εδάφους.

Τα βωλόφυτα έχουν αποδειχθεί καταλληλότερα σε περιοχές με ξηρό Μεσογειακό κλίμα κυρίως γιατί μπορούν να διατηρηθούν για περισσότερο χρόνο κατά τη μεταφορά, κάτι που μπορεί να επιμηκύνει τη φυτευτική περίοδο και ότι μπορούν να φυτευθούν σε μεγαλύτερο βάθος σε περιπτώσεις που η επιφάνεια του εδάφους ξηραίνεται τακτικά (Chirino κ.ά. 2009). Από την άλλη παρουσιάζουν τα μειονεκτήματα του μεγαλύτερου κόστους παραγωγής, μεταφοράς και φύτευσης και του κινδύνου συστροφής των ριζών ιδιαίτερα αν είναι μεγαλύτερα του ενός έτους.

Αύξηση της διαθεσιμότητας του νερού



Η εξασφάλιση επαρκούς εδαφικής υγρασίας είναι ίσως ο κρισιμότερος παράγοντας επιτυχίας της αποκατάστασης (Ντάφης 1986, Vallejo 2010). Η αύξηση της διαθεσιμότητας εδαφικής υγρασίας μπορεί να επιτευχθεί είτε μέσω της μείωσης της εξατμισοδιαπνοής είτε με την παροχή νερού στα φυτά.

Η μείωση της εξατμισοδιαπνοής αφορά κυρίως τη μείωση της έκθεσης στο άμεσο ηλιακό φως μέσω σκίασης. Η σκίαση παρέχεται από νεκρή οργανική ουσία, από την υποβλάστηση που αναγεννιάται (Castro κ.ά. 2002) και από τα νεκρά ιστάμενα δέντρα. Συνεπώς είναι σκόπιμο όλοι οι μεταφυτικοί χειρισμοί που επιδρούν στη βλάστηση και το έδαφος να εξετάζονται προσεκτικά και ως προς αυτή τη διάσταση. Η παροχή νερού στα φυτά είναι μια σχετικά δαπανηρή διαδικασία και υλοποιείται με μεγάλη ποικιλία μεθόδων που περιλαμβάνει τεχνικές συγκέντρωσης επιφανειακού νερού, εφαρμογή υδρογέλης και κατασκευή μικροαρδευτικών δικτύων νερού (Vallejo 2010). Οι τεχνικές συγκέντρωσης νερού εφαρμόζονται στις φυτεύσεις και στις σπορές σε πινάκια ή σε γραμμές. Με αυτές διαμορφώνεται η πλαγιά σε μικρολεκάνες με σκοπό την επιβράδυνση της ροής του επιφανειακού νερού και την όδυσή του με μικροαύλακες στις φυτεύσεις ή τις σπορές. Η εφαρμογή υδρογέλης άλλοτε επιτυγχάνει και άλλοτε όχι (Pausas κ.ά. 2004 Chirino κ.ά. 2009). Τα μικροαρδευτικά δίκτυα είναι χαμηλού κόστους μέθοδοι συλλογής νερού της βροχής ή από τη συμπύκνωση ατμοσφαιρικών υδρατμών (Estrela κ.ά. 2009) που αποθηκεύεται σε μικρές δεξαμενές και παρέχεται συνήθως υποεπιφανειακά στο ριζικό σύστημα μέσω προσωρινού δικτύου πλαστικών σωλήνων. Σημειώνεται πάντως ότι όλες οι λύσεις παροχής νερού έχουν αυξημένο κόστος και είναι σκόπιμο να εφαρμόζονται σε περιπτώσεις θέσεων με στρατηγική σημασία για την επιτυχία της αποκατάστασης. Είναι επίσης σκόπιμο να εξετάζονται συνδυασμοί μέτρων με κριτήριο την ελάχιστη επιδιωκόμενη επιτυχία των σπορών ή φυτεύσεων σε συνάρτηση με τους διαθέσιμους πόρους (χρόνο, εργασία, τεχνικά μέσα, προσβασιμότητα κάθε θέσης κ.λπ.).

Έλεγχος της βόσκησης

Η βόσκηση αγροτικών ζώων αποτελεί σοβαρό κίνδυνο για την αποκατάσταση (φυσική ή τεχνητή) του καμένου δάσους. Δεδομένου δε ότι ιδιαίτερα τα πρώτα έτη ούτε η ποώδης βλάστηση έχει ανακάμψει πλήρως, υπάρχει σοβαρή πιθανότητα υπερβόσκησης, που, εκτός της καταστροφής των φυταρίων, μπορεί να προκαλέσει και συμπίεση του εδάφους (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992), γεγονός που μπορεί να προκαλέσει ή να επιτείνει την αυλακωτή διάβρωση και την έκπλυση θρεπτικών στοιχείων. Στην περίπτωση που δεν μπορεί να αποκλειστεί η βόσκηση με άλλα μέσα, είναι σκόπιμο να αναπτυχθούν φράκτες. Αυτοί μπορεί να λειτουργούν ως περιφράξεις ή εμπόδια, ανάλογα με τις ανάγκες. Κατά την εγκατάστασή τους θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ανάγκες της άγριας πανίδας (κυρίως των οπληφόρων) της περιοχής, καθώς και το γεγονός ότι, εκτός από το κόστος εγκατάστασης, ενδεχομένως να προκύψει και κόστος απομάκρυνσης.

4. Πρόσθετα στοιχεία της δομημένης προσέγγισης

Η εφαρμογή της δομημένης προσέγγισης βελτιώνεται σοβαρά με θετικό αποτέλεσμα και στην αποκατάσταση χάρη στην εφαρμογή ορισμένων συμπληρωματικών μέτρων. Αυτά είναι:

- να ξεκινήσει η εφαρμογή της διαδικασίας αμέσως μετά την πυρκαγιά
- να αποτιμηθούν οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς
- να είναι χαρτογραφημένες οι ποιότητες τόπου και να υπάρχει εδαφολογικός χάρτης
- να είναι γνωστή και χαρτογραφημένη η χλωρίδα, η βλάστηση, οι τύποι οικοτόπων και η πανίδα.
- να είναι χαρτογραφημένο το οδικό δίκτυο
- να υπάρχει απόθεμα σπόρων από την ίδια προέλευση
- στην περίπτωση των φυτεύσεων η παραγωγή των φυταρίων να γίνει σε μικρή απόσταση από την προς αποκατάσταση έκταση
- να σχεδιαστεί παρακολούθηση της αποκατάστασης

Εκκίνηση της διαδικασίας αμέσως μετά την πυρκαγιά

Ο κυριότερος λόγος γι' αυτό είναι ότι, εάν η διαδικασία ολοκληρωθεί έως το τέλος Ιανουαρίου του επόμενου έτους, και εφόσον υπάρχει ετοιμότητα μέσων και προσωπικού, είναι δυνατό:

- έως την επόμενη άνοιξη να σχεδιαστούν και να εφαρμοστούν τα όποια μέτρα αποκατάστασης διαταράσσουν το έδαφος (υλοτομίες καμένων δέντρων, αντιδιαβρωτικά μέτρα κ.λπ.) πριν την έκπτυξη των αρτίφυτρων, ιδιαίτερα στις εκτάσεις όπου αναμένεται φυσική αναγέννηση. Αυτά σκόπιμο είναι να έχουν ολοκληρωθεί και στις υπόλοιπες εκτάσεις έως τότε, προκειμένου να μειωθεί η διάρκεια διαταραχής του οικοσυστήματος, αλλά και για να μην επηρεαστεί αρνητικά η επανεγκατάσταση των υπόλοιπων ειδών, γεγονός ιδιαίτερα αναγκαίο για την προστασία του εδάφους από τη διάβρωση.
- νωρίς την άνοιξη να εφαρμοσθούν σπορές (και τα τυχόν συνοδευτικά τους μέτρα, π.χ. σκίαση) εκεί όπου έχει κριθεί ότι θα είναι αποτελεσματικές, ώστε τα αρτίφυτρα να αντιμετωπίσουν τον μικρότερο δυνατό ανταγωνισμό από την υπόλοιπη βλάστηση.
- να προγραμματιστεί έγκαιρα η παραγωγή φυταρίων μαύρης πεύκης, στην περίπτωση που χρειαστεί να πραγματοποιηθούν φυτεύσεις. Η παραγωγή του φυταρίων μαύρης πεύκης χρειάζεται τουλάχιστον ένα έτος από την σπορά στο φυτώριο, η οποία προτείνεται να γίνει στα τέλη του φθινοπώρου. Είναι, επομένως, προφανές ότι όσο πιο γρήγορα γίνει η εκτίμηση των αναγκών τόσο καλύτερος θα γίνει ο προγραμματισμός της παραγωγής.

Το πλέον κρίσιμο στοιχείο σε αυτή τη διαδικασία είναι η χαρτογράφηση των εκτάσεων όπου η αποκατάσταση είναι δυνατή μέσω της φυσικής αναγέννησης. Η χαρτογράφηση αυτή βασίζεται στη χαρτογράφηση του βαθμού επίδρασης της πυρκαγιάς. Νησίδες άκαυτων δέντρων και θέσεις ή νησίδες δέντρων, με δέντρα που έχουν επηρεασθεί από τη φωτιά αλλά διατηρούν ζωντανή κόμη, αποτελούν κέντρα αναγέννησης, όχι μόνο στην έκτασή τους αλλά και σε μια απόσταση που εξαρτάται από το ύψος των δέντρων, την ηλικία τους και άλλους παράγοντες. Ο χρόνος που απαιτείται για τη χαρτογράφηση αυτή εξαρτάται από την έκταση της καμένης έκτασης και τη διαθεσιμότητα τηλεπισκοπικών δεδομένων (Lutes κ.ά. 2006, Corona κ.ά. 2008, Mitri και Gitas 2008, Veraverbeke κ.ά. 2010). Αυτή η διαδικασία μπορεί να αντιμετωπίσει εμπόδια, όπως δυσκολίες στη λήψη εικόνων χωρίς σύννεφα, δυσπρόσιτες περιοχές για επιβεβαίωση στο πεδίο κτλ. Συνίσταται συνεπώς η αποφυγή καθυστερήσεων που μπορεί, στο τέλος, να προκαλέσουν δυσχέρειες στην αποκατάσταση.

Τελικά, εφόσον η δομημένη προσέγγιση ενεργοποιηθεί άμεσα, είναι δυνατόν ήδη εντός του πρώτου έτους να έχουν εφαρμοστεί, εκτός από τα επείγοντα μέτρα προστασίας του

εδάφους, και οι πρώτες προσπάθειες αποκατάστασης με σπορές. Εντός του δεύτερου έτους είναι δυνατόν να εφαρμοστούν φυτεύσεις, αλλά και να εκτιμηθεί η επιτυχία της φυσικής αναγέννησης, ώστε να υπάρξουν διορθωτικές παρεμβάσεις.

Έκθεση αποτίμησης των επιπτώσεων της πυρκαγιάς

Εκτός από τη χαρτογράφηση της επίδρασης της πυρκαγιάς στο δάσος που αναφέρθηκε ήδη, αυτή έχει επιπτώσεις στη χλωρίδα και στην πανίδα, αλλά και στις υποδομές και στο παραγωγικό δυναμικό του δάσους. Όλες αυτές οι επιπτώσεις είναι σκόπιμο να ενσωματώνονται σε μια έκθεση αξιολόγησης των επιπτώσεων της πυρκαγιάς, που θα χρησιμεύει ως βάση όλων των αποφάσεων σχετικά με τις ανάγκες, τους σκοπούς και τα μέτρα αποκατάστασης (Clewell κ.ά. 2005). Εκτός από τη χαρτογράφηση της επίδρασης της πυρκαγιάς και της εκτίμησης των δυνατοτήτων φυσικής αναγέννησης, η έκθεση αποτίμησης των επιπτώσεων α) συμβάλλει στην παροχή των δεδομένων βάσης για την ιεράρχηση των καμένων εκτάσεων σε ό,τι αφορά τη συμβολή τους στη διατήρηση της χλωρίδας και της πανίδας, περιλαμβανομένης και της αποκατάστασης της φυσικής συνέχειας του δάσους και β) συμβάλλει στον καθορισμό των παραμέτρων που πρέπει να καταγράφονται από το πρόγραμμα παρακολούθησης της αποκατάστασης.

Κατά την αποτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς, είναι σκόπιμο να εντοπίζονται και οι επιπτώσεις των όποιων μέτρων προστασίας του εδάφους, αντιπλημμυρικών, υλοτομιών κ.λπ. έχουν εφαρμοσθεί, ώστε να λαμβάνονται υπόψη κατά τον καθορισμό των κριτηρίων επιλογής υποψήφιων εκτάσεων προς αποκατάσταση (Βήμα 1), να τροποποιούνται τα δεδομένα των εκτάσεων (Βήμα 2) ή να λαμβάνονται υπόψη κατά την αρχική επιλογή των συστάδων προς αποκατάσταση (Βήμα 3) της δομημένης προσέγγισης.

Χαρτογράφηση εδαφών και ποιοτήτων τόπου

Η λεπτομερής χαρτογράφηση των εδαφικών τύπων και των ποιοτήτων τόπου αυξάνει ουσιαστικά την ακρίβεια της ιεράρχησης των εκτάσεων που έχουν καεί ως προς τα αβιοτικά τους γνωρίσματα (Βήμα 2) και μειώνει τις πιθανότητες να χρειαστούν διορθώσεις στο Βήμα 4 της προσέγγισης.

Χαρτογράφηση χλωρίδας, βλάστησης, τύπων οικοτόπων και παρουσίας πανίδας

Η όσο πιο λεπτομερής γνώση της χωρικής κατανομής των ειδών και των τύπων οικοτόπων που απαντούσαν στην περιοχή που κάηκε πριν την πυρκαγιά, αυξάνει σοβαρά την ακρίβεια της εκτίμησης της σημασίας κάθε έκτασης κατά την ιεράρχησή της για αποκατάσταση (π.χ. για την εκτίμηση της αντιπροσωπευτικότητας μιας έκτασης). Αυτά θα πρέπει να υπάρχουν πριν την πυρκαγιά, καθώς μετά το οικοσύστημα θα έχει αλλάξει και θα είναι πολύ δύσκολο να γίνουν ακόμα και εκτιμήσεις. Αυτό απαιτεί τη συνεχή καταγραφή των ειδών και την τακτική ενσωμάτωση των σχετικών πληροφοριών στα περιγραφικά δεδομένα (χωρικά και μη) της περιοχής. Αν τα παραπάνω δεν έχουν γίνει έως την πυρκαγιά και τα στοιχεία παραμένουν ανεπεξέργαστα, ο διαθέσιμος χρόνος για να μπορούν να αξιοποιηθούν είναι πρακτικά ανύπαρκτος. Τα στοιχεία αυτά λαμβάνονται υπόψη στο Βήμα 2 και, όσο πιο ακριβή είναι, τόσο μειώνονται οι πιθανότητες να χρειαστούν διορθώσεις στο Βήμα 4 της προσέγγισης.

Χαρτογράφηση οδικού δικτύου

Η ενημερωμένη χαρτογράφηση του οδικού δικτύου, και μάλιστα με στοιχεία κατάστασης των δρόμων, συμβάλλει στην επιτυχεστέρα αρχική επιλογή των εκτάσεων (Βήμα 3) και μειώνει αντίστοιχα την αναγκαία εργασία πεδίου (Βήμα 4). επίσης, συμβάλλει σημαντικά στην εφαρμογή άλλων μέτρων, όπως η παρακολούθηση, η φύλαξη της περιοχής κτλ.

Απόθεμα σπόρων

Η τεχνητή αποκατάσταση της μαύρης πεύκης εξαρτάται αποκλειστικά από τη διαθεσιμότητα των σπόρων, γι' αυτό είναι ζωτικής σημασίας να διατηρείται ένα επαρκές απόθεμα από κάθε προέλευση έτοιμο για χρήση. Η μαύρη πεύκη παράγει μεγάλο αριθμό σπόρων κάθε δύο χρόνια και αυτοί οι σπόροι διατηρούν ένα 75% της βλαστικής τους ικανότητας για 2-4 χρόνια (Τάκος και Μέρου 1995). Ως εκ τούτου, συνίσταται οι διαχειριστές των δασών να διατηρούν και να ανανεώνουν τα αποθέματά τους τακτικά.

Στις σπορές, μια αναλογία 0,8 kg/ha απαιτείται ανάλογα με την τεχνική της σποράς



(ευρυσπορά, σε πινάκια κ.λπ.). Για την παραγωγή φυταρίων, κάθε κιλό σπόρου δίνει περίπου 30.000 φυτά. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι στην Ελλάδα κατά μέσο όρο φυτεύονται 2.500 φυτά/ha, κάθε κιλό σπόρου μπορεί να παράγει φυτάρια για περίπου 12 εκτάρια. Σύμφωνα με τους Marañón-Jiménez κ.ά. (2013), η μέση καμένη έκταση των δασών μαύρης πεύκης μετά από πυρκαγιές είναι 915 ha. Για μια τέτοια έκταση, χρειάζονται κατά μέσο όρο 76 kg σπόρων (συχνά της ίδιας προέλευσης) που θα πρέπει να είναι άμεσα διαθέσιμα. Η ποσότητα αυτή ισοδυναμεί με περίπου 2.9 m³ ή 2.508 kg κώνων.

Οι σπόροι πρέπει να είναι πιστοποιημένοι από την Κεντρική Αποθήκη Σπόρων της Ειδικής Γραμματείας Δασών, που αποτελεί την εθνική αρχή για πιστοποίησης όλων των δασικών σπόρων που χρησιμοποιούνται σε φυσικά δάση και διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό για το χειρισμό και την αποθήκευση των σπόρων.

Ποιότητα φυτευτικού υλικού

Σε περίπτωση φυτεύσεων η ποιότητα των φυταρίων είναι θεμελιώδους σημασίας για την επιτυχία της αποκατάστασης. Τα φυτά θα πρέπει να αντέξουν το σοκ μεταφύτευσης και την ξηρή περίοδο του πρώτου καλοκαιριού (Vallejo 2006, 2010). Θα πρέπει, επίσης, να είναι ικανά να προσαρμοστούν στις τοπικές κλιματικές συνθήκες, όπως η ξηρή και θερμή περίοδος του θέρους, οι κύκλοι της ξηρασίας, αλλά ταυτόχρονα να μπορούν να επωφεληθούν από ευνοϊκές μετεωρολογικές συνθήκες, ώστε να αναπτύσσονται. Φυτάρια που έχουν παραχθεί στην περιοχή που αποκαθίσταται αναμένεται να παρουσιάζουν αυτά τα γνωρίσματα (Χατζηστάθης και Ντάφης 1989, Köse κ.ά. 2012), εφόσον κατά την παραγωγή τους εφαρμοστούν τεχνικές χειρισμού των φυταρίων, όπως η σκλήρυνση πριν τη μεταφύτευση, η χρήση εδαφοβελτιωτικών κτλ.

Παρακολούθηση

Παρά τις γνώσεις για την αποκατάσταση των δασών που έχουν συσσωρευθεί κατά τις τελευταίες δεκαετίες, εξακολουθούν να εντοπίζονται σημαντικές ελλείψεις (Barbati κ.ά. 2009). Ένα από τα καλύτερα μέσα για την αντιμετώπισή τους είναι να κατανοηθούν οι επιτυχίες και οι αποτυχίες μέσω της μακροχρόνιας παρακολούθησης και αξιολόγησης των δράσεων αποκατάστασης των μεσογειακών τοπίων (Vallejo κ.ά. 2006). Αυτό κρίνεται απαραίτητο, διότι η αποκατάσταση είναι μια μακροχρόνια διαδικασία και η αποτελεσματικότητά της είναι δύσκολο να αξιολογηθεί κατά την αρχική φάση της εφαρμογής ή ακόμη και τα πρώτα χρόνια μετά (Vallauri κ.ά. 2005b). Εξάλλου, η επιτυχία της εξαρτάται συχνά και σε μεγάλο βαθμό από μέτρα που πρέπει να εφαρμόζονται πολλά χρόνια μετά την επανεγκατάσταση της βλάστησης (αραιώσεις, καλλιέργεια κτλ). Για το λόγο αυτό, η σύγχρονη αντίληψη είναι η παρακολούθηση να αποτελεί ουσιώδες στοιχείο της προσαρμοζόμενης διαχείρισης, διασφαλίζοντας έτσι την ανατροφοδότηση της γνωσιακής βάσης της διαχείρισης με πληροφορίες γύρω από την εξέλιξη των εκτάσεων που αποκαταστάθηκαν (O'Connor κ.ά. 2005). Για τους παραπάνω λόγους, τα προγράμματα παρακολούθησης πρέπει να είναι προσαρμοσμένα στο έργο αποκατάστασης κάθε περιοχής και να ενσωματώνονται στο σύστημα παρακολούθησης της ευρύτερης περιοχής (εάν υπάρχει). Σε ό,τι αφορά τους δείκτες παρακολούθησης, οι Vallauri κ. ά. (2005b) συστήνουν αυτοί να είναι απλοί, μετρήσιμοι, αξιόπιστοι, κατάλληλοι και να μπορούν να συλλέγονται εύκολα.

5. Εφαρμογή στον Πάρνωνα

5.1. Βήμα 1: Καθορισμός των κριτηρίων επιλογής

Τα κριτήρια αποκλεισμού και ιεράρχησης των εκτάσεων προς αποκατάσταση είναι αυτά που παρουσιάστηκαν στο κεφ. 3.

5.2. Βήμα 2: Εφαρμογή κριτηρίων αποκλεισμού

5.2.1. Δυνατότητα φυσικής αναγέννησης δάσους μαύρης πεύκης

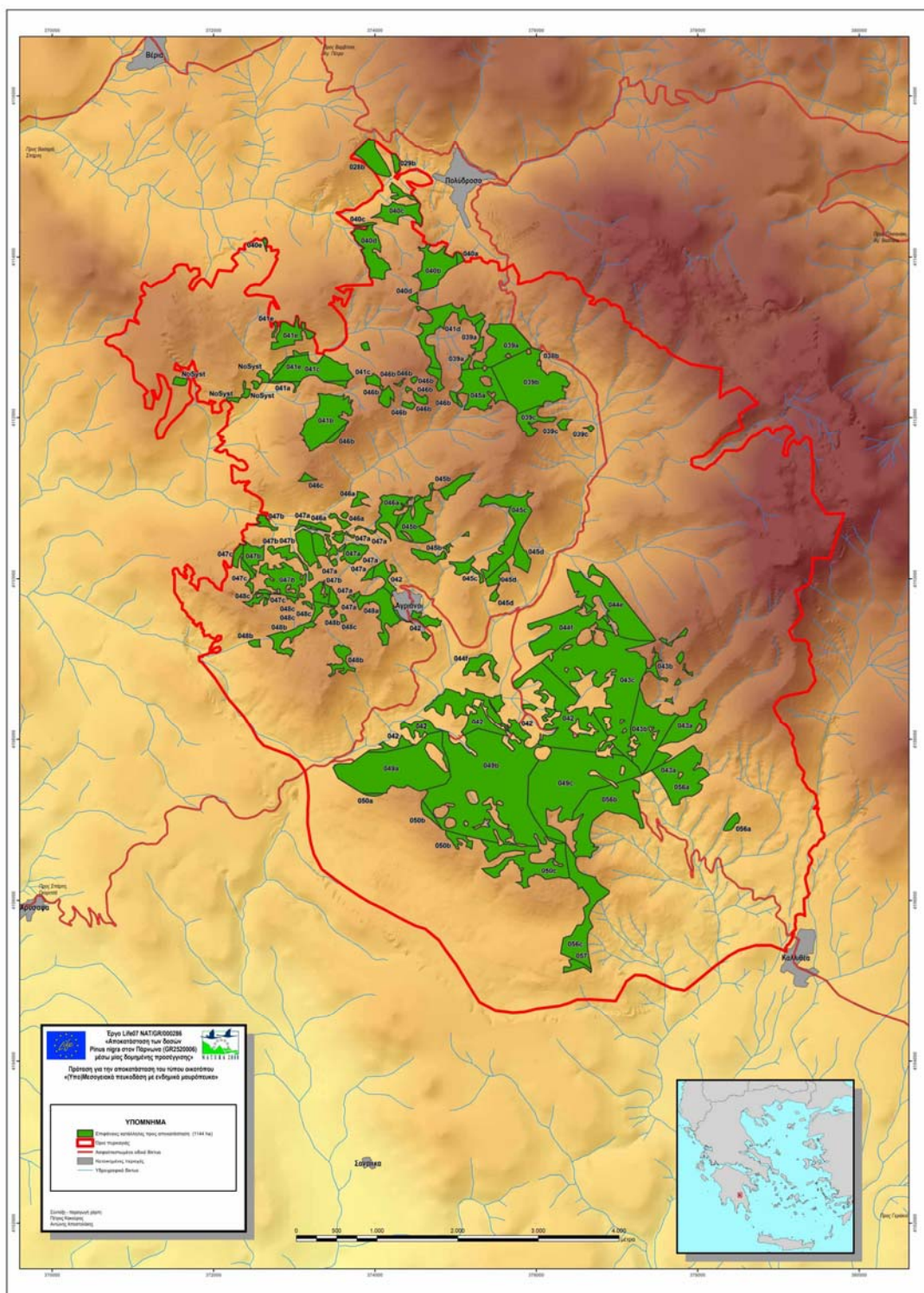
Στην περίπτωση του Πάρνωνα, επηρεάστηκαν 1921,02 ha του τύπου οικοτόπου από την πυρκαγιά, και επιπλέον 65,41 ha. Τα δάση μαύρης πεύκης του Πάρνωνα, εντός της περιμέτρου της πυρκαγιάς, διακρίνονται στις ακόλουθες συστάδες: 28β, 29β, 38β, 39α, 39β, 39γ, 40α, 40β, 40γ, 40δ, 40ε, 41α, 41β, 41γ, 41δ, 41ε, 42, 43α, 43β, 43γ, 44ε, 44στ, 45α, 45β, 45γ, 45δ, 46α, 46β, 46γ, 47α, 47β, 47γ, 48α, 48β, 48γ, 49α, 49β, 49γ, 50α, 50β, 50γ, 51, 56α, 56β, 56γ, 57. Επιπροσθέτως, επηρεάστηκε δάσος μαύρης πεύκης εκτός καθορισμένων συστάδων, επιφάνειας 21,31 ha.

Μετά από λεπτομερή αποτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς της 23/8/2007 (Κακούρος κ.ά. 2009), εκτιμήθηκε ότι περισσότερο από το 1/3 της επιφάνειας έχει δυνατότητες φυσικής αναγέννησης, καθώς αναγνωρίστηκαν 761,34 εκτάρια με δυνατότητες φυσικής αναγέννησης, περιλαμβανομένων των νησίδων ζωντανών δένδρων. Ειδικότερα, διατηρήθηκαν 420,1 ha νησίδων ζωντανών δέντρων και πλέον αυτών αναμένεται φυσική αναγέννηση α) σε μέτρια καμένες επιφάνειες του μικτού δάσους μαύρης πεύκης – ελάτης, στις οποίες κυριαρχούν μεμονωμένα ζωντανά δένδρα μαύρης πεύκης, συνολικής έκτασης 113,91 ha και β) σε λωρίδες πλάτους 50 m γύρω από τις νησίδες, με έκταση 227,33 ha. Συνολικά, από τα 1986,44 ha του τύπου οικοτόπου εντός της περιμέτρου της πυρκαγιάς της 23/8/2007 στον ΤΚΣ «Όρος Πάρνωνα (και περιοχή Μαλεβής)» (επιφάνειες που επηρεάστηκαν πολύ, μέτρια και ελαφρά, έκτασης 1921,02 ha, καθώς και ανεπηρεάστες επιφάνειες έκτασης 65,41 ha) από την πυρκαγιά είτε έχουν διατηρηθεί σε μορφή νησίδων ή αναμένεται να εμφανιστεί φυσική αναγέννηση σε 761,34 ha. Η έκταση αυτή κατανέμεται σε όλες τις συστάδες του δάσους, εκτός από τις επιφάνειες των συστάδων 28β, 40α, 49α, 50α, 50β 57.

Με βάση τα ανωτέρω, οι εκτάσεις του τύπου οικοτόπου που εξετάστηκαν περαιτέρω προς τεχνητή αποκατάσταση είναι 1225,1 ha.

5.2.2. Ελάχιστο υψόμετρο 850

Στη συνέχεια εξαιρέθηκαν οι επιφάνειες που είχαν ελάχιστο υψόμετρο μικρότερο των 850. Μετά την εφαρμογή και αυτού του κριτηρίου οι επιφάνειες που παρέμειναν προς ιεράρχηση έχουν έκταση 1144 ha και κατανέμονται στις επιφάνειες των συστάδων 029β, 038β, 039α, 039β, 039γ, 040α, 040β, 040γ, 040δ, 040ε, 041α, 041β, 041γ, 041δ, 041ε, 042, 043α, 043β, 043γ, 044ε, 044f, 045α, 045β, 045γ, 045δ, 046α, 046β, 046γ, 047α, 047β, 047γ, 048α, 048β, 048γ, 049α, 049β, 049γ, 050α, 050β, 050γ, 056α, 056β, 056γ, 057 και σε μια μικρή σχετικά έκταση εκτός της διαίρεσης του δάσους στο δυτικό άκρο της περιοχής που κήκε. Οι εκτάσεις που παραμένουν προς αποκατάσταση φαίνονται στην εικόνα 3.



Εικόνα 3. Οι συστάδες έκτασης 1144 ha που ιεραρχούνται προς αποκατάσταση.

5.2.3. Αποκατάσταση της φυσικής συνέχειας του δάσους

Δεδομένου ότι στην περιοχή δεν ήταν γνωστές οι κατανομές των σημαντικών ειδών της χλωρίδας και της πανίδας και καθώς το σύνολο των εκτάσεων που αξιολογήθηκαν περιλαμβάνονται εντός περιοχής του δικτύου Natura 2000 και προστατευόμενης περιοχής η ιεράρχηση βασίσθηκε στα κριτήρια αποκατάστασης της συνέχειας του δάσους και στα αβιοτικά γνωρίσματα. Κατά την κατάταξη των επιφανειών των 1144 ha, επιλέχθηκαν οι συστάδες που αξιολογήθηκαν με «2», δηλαδή αποτελούν κόμβους για την αποκατάσταση

της συνέχειας του δάσους προς περισσότερες της μιας κατευθύνσεις, συνολικής έκτασης 287,2 ha και οι συστάδες που αξιολογήθηκαν με «1», δηλαδή συμβάλλουν στην αποκατάσταση της συνέχειας του δάσους προς μια κατεύθυνση, έκτασης 601,1 ha. Οι συστάδες που ιεραρχούνται ως προτεραιότητας για αποκατάσταση καταλαμβάνουν συνολικά έκταση 888,4 ha.

5.2.4. Αβιοτικά γνωρίσματα

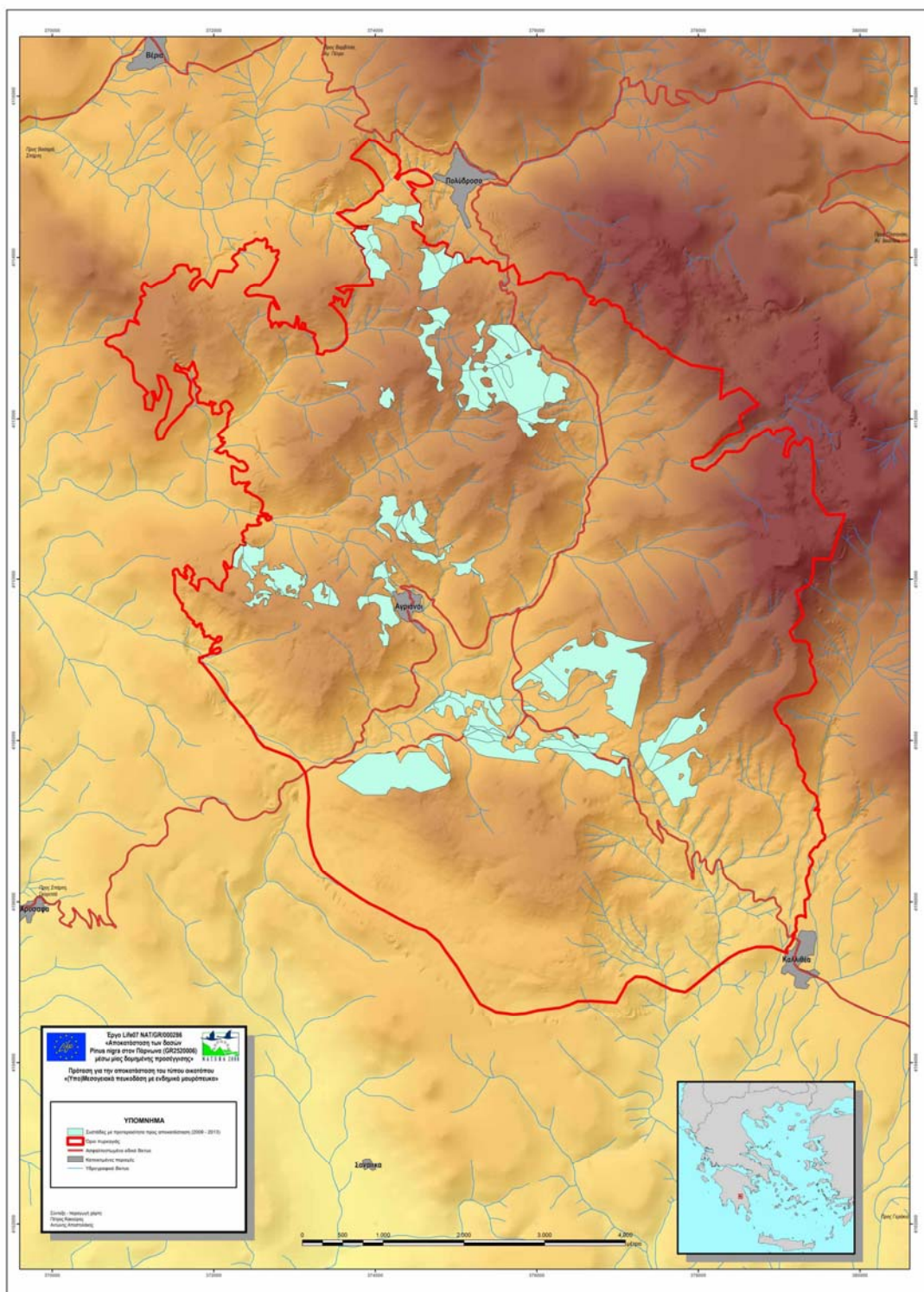
Η έκταση των 888,4 ha που περιλαμβάνεται παρουσιάζει μεγάλη ετερογένεια σε ό,τι αφορά τα γνωρίσματα του βάθους εδάφους και της έκθεσης (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Εκτάσεις και αναλογίες για τα γνωρίσματα “βάθος του εδάφους” και “έκθεση” των επιφανειών που επιλέχθηκαν για τεχνητή αποκατάσταση.

Βάθος εδάφους	Έκθεση						Σύνολα
	BA	ΒΔ	A	Δ	NA	ΝΔ	
Βαθύ και αβαθές	0,34%	1,42%	2,30%	0,23%	0,08%	0,02%	4,40%
Αβαθές και βαθύ	0,07%	10,95%	3,64%	3,91%	2,24%	1,08%	21,88%
Αβαθές	0,48%	1,18%	2,99%	0,06%	0,36%	0,00%	5,05%
Αβαθές και βράχος	0,08%	3,69%	8,77%	4,20%	13,69%	0,37%	30,80%
Βράχος και βαθύ	0,75%	5,90%	16,36%	7,26%	1,01%	0,00%	31,27%
Βράχος και αβαθές	0,00%	0,31%	0,86%	1,96%	3,46%	0,00%	6,59%
Σύνολα	1,71%	23,45%	34,92%	17,61%	20,83%	1,47%	100,00%

Από τα στοιχεία του πίνακα 1 φαίνεται ότι στην περιοχή που αξιολογείται επικρατούν σχετικά δυσμενείς συνθήκες βάθους εδάφους, αφού επικρατούν εδάφη με σχετικά δυσμενείς συνθήκες για την αύξηση δασικών δένδρων (σχεδόν στο 70% της έκτασης εμφανίζονται βράχοι). Ταυτόχρονα, παρατηρείται μια σχετικά ομοιόμορφη κατανομή της έκτασης σε εκθέσεις μέτρια ευνοϊκές, όπως οι βορειοδυτικές, έως σχετικά δυσμενείς, όπως οι νοτιοανατολικές. Τα δεδομένα αυτά οδηγούν στην επιλογή των εκτάσεων προς αποκατάσταση, με κύριο κριτήριο το βάθος του εδάφους. Κρίνεται, επομένως, σκόπιμο οι εκτάσεις με χαρακτήρα βάθους εδάφους «Βράχος και βαθύ», «Βράχος και αβαθές» που ιεραρχούνται χαμηλότερα στο σύνολο των 888,4 ha, να μην επιλεγούν. Οι επιφάνειες αυτές αντιστοιχούν σε έκταση 390,12 ha. Οι επιφάνειες που παραμένουν για περαιτέρω αξιολόγηση έχουν έκταση 498,28 ha και κατανέμονται σε 26 συστάδες, οι οποίες είναι οι 039α, 039β, 039γ, 040α, 040β, 040γ, 040δ, 041δ, 042, 043α, 043β, 043γ, 045α, 045β, 045γ, 046α, 046β, 047α, 047β, 047γ, 048α, 048γ, 049α, 049β, 049γ, 056α. Τα ειδικότερα γνωρίσματα των συστάδων αυτών φαίνονται στον πίνακα Β του παραρτήματος Ι.

Οι θέσεις των προτεινόμενων επιφανειών προς αποκατάσταση φαίνονται στην εικόνα 4.



Εικόνα 4. Οι συστάδες με προτεραιότητα προς αποκατάσταση και έκταση 498,28 ha.

5.3. Βήμα 3: Αρχική επιλογή των συστάδων προς αποκατάσταση

Οι εκτάσεις που περιλαμβάνονται στις 26 συστάδες 039α, 039β, 039γ, 040α, 040β, 040γ, 040δ, 041δ, 042, 043α, 043β, 043γ, 045α, 045β, 045γ, 046α, 046β, 047α, 047β, 047γ, 048α, 048γ, 049α, 049β, 049γ, 056α, συνολικής έκτασης 498,28 ha αξιολογούνται στο βήμα αυτό με τεχνικά κριτήρια. Τα ειδικότερα γνωρίσματα των επιφανειών αυτών φαίνονται στον πίνακα Β του παραρτήματος Ι. Από την έκταση των 498,28 ha επιλέχθηκαν προς αποκατάσταση στο πλαίσιο του έργου Life07 NAT/GR/000286 «Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα (GR2520006) μέσω μίας δομημένης προσέγγισης» 271 ha. Οι εκτάσεις που επιλέχθηκαν είναι οι πλέον ευπρόσιτες, αφού το 83% της έκτασης βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 50 m από δρόμο. Στις επιφάνειες αυτές προστέθηκαν ακόμη 20,3 ha, κατανεμημένα στα όρια 12 συστάδων από τα αρχικά 1144 ha. Η επιλογή αυτή έγινε για τους εξής λόγους:

- Για να μην αφεθούν μικρές εκτάσεις χωρίς αποκατάσταση δίπλα σε μεγάλες επιφάνειες (περιπτώσεις συστάδων 39α, 40α, 40β, 40δ, 42, 45α, 47α και 48α συνολικής έκτασης 4,65 ha).
- Για να αποκατασταθεί η αισθητική του τοπίου απέναντι από τον οικισμό του Πολύδροσου και να αποτραπεί η διάβρωση στα πρηνή του Τζιτζινιώτικου ρέματος (εκτάσεις στα όρια των συστάδων 28β και 40γ). Οι εκτάσεις αυτές έχουν βάθος εδάφους εντός των ορίων που τέθηκαν στην επιλογή των 498,28 ha, αλλά καθώς δεν αξιολογήθηκε ότι θα συνέβαλαν στην αποκατάσταση της συνέχειας του δάσους, δεν επιλέχθηκαν μετά την ιεράρχηση των 1144 ha. Οι εκτάσεις αυτές έχουν συνολική έκταση 12,34 ha, η οποία εάν καλυπτόταν από τα 498,28 ha, θα ήταν σε θέσεις με δυσκολίες πρόσβασης, αφού οι πλέον προσβάσιμες είχαν ήδη επιλεγεί.
- Για να συμπληρωθούν μικρής έκτασης εθελοντικές δενδροφυτεύσεις κατά μήκος της οδού Αγριάνων-Καλλιθέας που έχουν γίνει ήδη από το 2007. Με τη συμπλήρωση αυτή θα αποκατασταθεί σταδιακά η μαύρη πεύκη σε μια διαδρομή που, για τους κατοίκους της περιοχής, είναι χαρακτηριστική για την παρουσία του είδους στον Πάρνωνα. Η έκταση αυτή είναι 2,92 ha και αποτελείται από δυο επιφάνειες στα όρια των συστάδων 49α και 49β. Οι εκτάσεις αυτές έχουν βάθος εδάφους εντός των ορίων που τέθηκαν στην επιλογή των 498,28 ha και βρίσκονται δίπλα σε δρόμο.

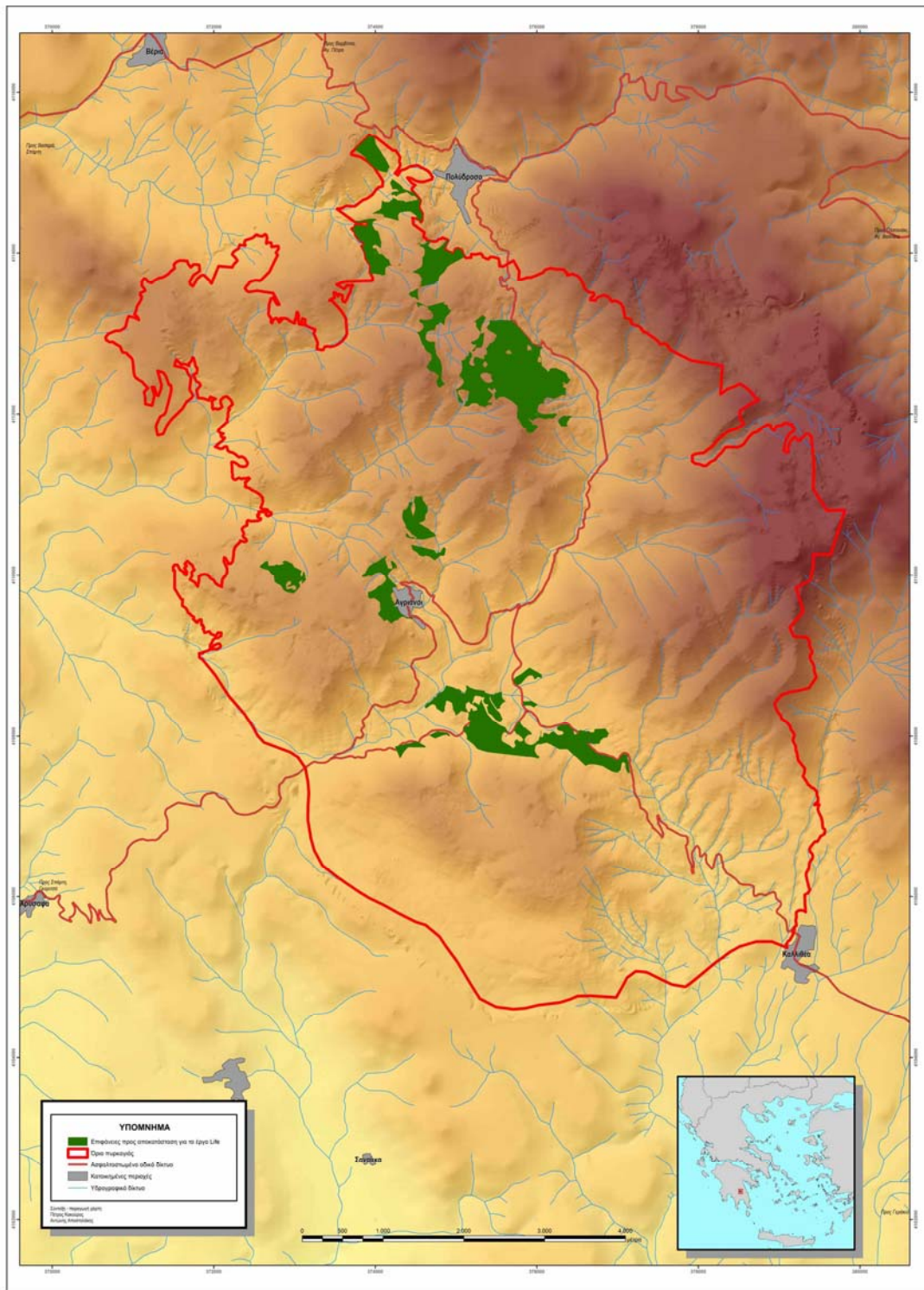
Η συνολική έκταση κατανέμεται στα όρια 19 συστάδων και οι θέσεις τους φαίνονται στην εικόνα 5. Η διαφορά των 1,33 ha μεταξύ της επιλεγείσας έκτασης (291,33 ha) και αυτής που αρχικά είχε προβλεφθεί (290 ha) υπάρχει προκειμένου να μην διασπαστούν οι εκτάσεις προς αποκατάσταση, αλλά και για την περίπτωση στην οποία θα εντοπιστούν θέσεις εντός των εκτάσεων που έχουν επιλεγεί, όπου η φύτευση δεν θα είναι εφικτή.

5.4. Βήμα 4: Επιβεβαίωση της καταλληλότητας των εκτάσεων

Η αρχική επιλογή των προς αποκατάσταση εκτάσεων επιβεβαιώθηκε η ορθότητά της με επίσκεψη στο πεδίο. Κατά τις επισκέψεις αυτές εξετάστηκε α) εάν οι εκτάσεις είναι κατάλληλες προς αποκατάσταση, κυρίως σε ό,τι αφορά την ποιότητα τόπου και β) εάν εντοπίζονται τυχόν ιδιαιτερότητες που θα έπρεπε να ληφθούν υπόψη κατά την υλοποίηση της αποκατάστασης. Από την εργασία πεδίου και με βάση τη γνώση της περιοχής, επιβεβαιώθηκε η ορθότητα της επιλογής των συστάδων, τα γνωρίσματα των οποίων σε σχέση με το έδαφος φαίνονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4. Κατανομή κατά κατηγορίες βάθους εδάφους των εκτάσεων του τύπου οικοτόπου «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» στον Πάρνωνα που προτείνεται να αποκατασταθούν στο πλαίσιο του έργου Life.

Συστάδα	Βάθος εδάφους					Σύνολα
	Βαθύ και αβαθές	Βαθύ και βράχος	Αβαθές και βαθύ	Αβαθές	Αβαθές και βράχος	
28β	0,00%	0,00%	1,00%	0,00%	2,17%	3,16%
39α	0,00%	0,00%	0,54%	1,24%	6,46%	8,25%
39β	0,00%	0,00%	0,00%	3,75%	11,50%	15,25%
39γ	0,00%	0,00%	1,85%	0,00%	1,29%	3,13%
40α	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,30%	0,30%
40β	0,00%	0,00%	0,00%	1,47%	3,88%	5,35%
40γ	0,00%	0,00%	4,13%	0,23%	0,00%	4,36%
40δ	0,00%	0,00%	3,18%	1,92%	0,11%	5,22%
41δ	0,00%	0,00%	2,75%	0,00%	1,32%	4,07%
42	0,00%	0,20%	0,00%	4,16%	13,88%	18,24%
45α	0,00%	0,00%	2,92%	0,00%	4,00%	6,92%
45β	0,00%	0,00%	4,15%	0,00%	1,14%	5,30%
46β	0,00%	0,00%	0,92%	0,00%	0,00%	0,92%
47α	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,45%	0,45%
47β	3,84%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,84%
48α	2,83%	0,00%	0,00%	0,00%	0,41%	3,25%
49α	0,00%	0,00%	0,92%	0,31%	0,00%	1,23%
49β	0,00%	0,00%	5,80%	0,00%	0,69%	6,49%
49γ	0,00%	0,00%	4,28%	0,00%	0,00%	4,28%
Σύνολα	6,67%	0,20%	32,44%	13,09%	47,60%	100,00%



Εικόνα 5. Οι συστάδες που επιλέχθηκαν για αποκατάσταση την περίοδο 2009-2013 στο πλαίσιο του έργου Life07 NAT/GR/000286 «Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα (GR2520006) μέσω μίας δομημένης προσέγγισης».

5.5. Επιλογή των μέτρων αποκατάστασης

Στην περίπτωση του Πάρνωνα και λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του σχεδιασμού για την αποκατάσταση των 290 ha στο πλαίσιο του έργου Life, την εμπειρία των δασικών υπηρεσιών από παλαιότερες και νεότερες (μετά το 2007) προσπάθειες αποκατάστασης και την κατάσταση του δάσους πριν την πυρκαγιά, όπως αποτυπώνεται στα φύλλα περιγραφής συστάδας της Διαχειριστικής Μελέτης του Πάρνωνα (NERCO-Χλύκας 2005), διατυπώνονται οι κάτωθι ειδικοί σκοποί:

- α) η επανεγκατάσταση της καμένης έκτασης του τύπου οικοτόπου, κατά προτεραιότητα σε 291,3 ha και κατόπιν σε 227,25 ha.
- β) η ευνόηση της φυσικής αναγέννησης μαύρης πεύκης και,
- γ) η κατά το δυνατόν αποκατάσταση της συνέχειας του δάσους μεταξύ των τμημάτων του, που παρέμειναν άκαυτα ή ελαφρώς επηρεασμένα.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία διαμορφώνεται η ακόλουθη εικόνα ως προς τα αναγκαία μέτρα για την αποκατάσταση του τύπου οικοτόπου «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» που βρίσκεται εντός της περιμέτρου της πυρκαγιάς της 23/8/2007, στον Τόπο Κοινοτικής Σημασίας «Όρος Πάρνωνα (και περιοχή Μονής Μαλεβής)» (GR 2520006):

- Καμία επέμβαση δεν θα γίνει στις νησίδες ζωντανών δένδρων και στις θέσεις όπου αναμένεται φυσική αναγέννηση, δηλαδή σε έκταση 761,34 ha.
- Από τα εναπομείναντα 1225,1 ha, α) 291,3 ha θα αποκατασταθούν έως το 2013 μέσω του έργου Life «Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα (GR2520006) μέσω μίας δομημένης προσέγγισης» και β) Άλλα 227,25 ha είναι σκόπιμο να αποκατασταθούν την ίδια περίοδο ανάλογα με τους διαθέσιμους πόρους.
- Η υπόλοιπη έκταση των 645,25 ha θα παρακολουθείται ως προς τη φυσική διαδοχή της βλάστησης έως το 2014-15 (περίοδος λήξης της Διαχειριστικής Μελέτης του Δασικού Συμπλέγματος του Πάρνωνα). Τότε θα εξεταστεί εάν πρέπει να προγραμματιστούν μέτρα τεχνητής αποκατάστασης για την επόμενη διαχειριστική περίοδο (2016-2025).
- Για την επανεγκατάσταση του δάσους μαύρης πεύκης στο πλαίσιο του έργου LIFE στην περίοδο 2009-2013 επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν φυτεύσεις βωλόφυτων με βασικό σύνδεσμο 2x2 m. Η θέση φύτευσης θα επιλέγεται κατά τρόπο, ώστε να μην θίγεται τυχόν υφιστάμενη φυσική αναγέννηση θαμνωδών ειδών (βλ. Δελτίο περιγραφής μέτρου-Παράρτημα II).

6. Βιβλιογραφία

- Alloza, J.A. and R. Vallejo 2006. Restoration of burned areas in forest management plans. *In* Kepner, W. G., J. L. Rubio, D. A. Mouat and F. Pedrazzini (eds.), *Desertification in the Mediterranean Region: a Security Issue*. Springer, Dordrecht. 14 p.
- Arianoutsou, M., A. Christopoulou, D. Kazanis, T. Tountas, E. Ganou, I. Bazos and Y. Kokkoris 2010. Effects of fire on high altitude coniferous forests of Greece. *In* Viegas, D. X. (ed.), *VI International Conference on Forest Fire Research*, Coimbra, Spain. 12 p.
- Baldini, S., G. Certini, F. Di Fulvio, G. Giovannini and E. Marchi 2007. Environmental impact of postfire logging in a Maritime pine stand in Tuscany (Central Italy). 4th International Wildland Fire Conference. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Seville, Spain. 12 p.
- Barbati, A., M. Arianoutsou, P. Corona, J. De Las Heras, P. Fernandes, F. Moreira, K. Papageorgiou, R. Vallejo and G. Xanthopoulos 2009. Post-fire forest management in southern Europe: a COST action for gathering and disseminating scientific knowledge. *iForest – Biogeosciences and Forestry* 3: 5-7.
- Beghin, R., E. Lingua, M. Garbarino, M. Lonati, G. Bovio, R. Motta and R. Marzano 2010. *Pinus sylvestris* forest regeneration under different post-fire restoration practices in the northwestern Italian Alps. *Ecological Engineering* 36: 1365-1372.
- Castro, J., G. Moreno-Rueda and J.A. Hódar 2010. Experimental Test of Postfire Management in Pine Forests: Impact of Salvage Logging versus Partial Cutting and Nonintervention on Bird-Species Assemblages. *Conservation Biology* 24: 810-819.
- Castro, J., R. Zamora, J.A. Hódar and J.M. Gómez 2002. Use of shrubs as nurse plants: A new technique for reforestation in Mediterranean mountains. *Restoration Ecology* 10: 297-305.
- Chirino, E., A. Vilagrosa, J. Cortina, A. Valdecantos, D. Fuentes, R. Trubat, V.C. Luis, 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. *In* Grossberg, S. P. (ed.), *Forest Management*. Nova Science Publishers, New York. 74 p.
- Clewell, A., J. Rieger and J. Munro 2005. *Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects*, 2 Edition. Society for Ecological Restoration International, Tucson. 16 p.
- Corona, P., A. Lamonaca and G. Chirici 2008. Remote sensing support for post fire forest management. *iForest – Biogeosciences and Forestry* 1: 6-12.
- Cosquer, A., R. Raymond and A.-C. Prevot-Julliard 2012. Observations of Everyday Biodiversity: a New Perspective for Conservation? *Ecology and Society* 17.
- DellaSala, D.A. 2006. Post-fire logging summary of key studies and findings. WWF. 28 p.
- Direcao-Geral-dos-Recursos-Florestais 2007. *National Forest Strategy: Portugal*. Direcao-Geral dos Recursos Florestais, Lisboa. 109 p.
- Donato, D.C., J.B. Fontaine, J.L. Campbell, W.D. Robinson, J.B. Kauffman and B.E. Law 2006. Post-Wildfire logging hinders regeneration and increases fire risk *Science* 311: 352.
- 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.
- Fernandes, P.M., J.A. Vega, E. Jimenez and E. Rigolot 2008. Fire resistance of European pines. *Forest Ecology and Management* 256: 246-255.
- Fernandez, C., J.A. Vega, T. Fonturbel, P. Perez-Gorostiaga, E. Jimenez and J. Madrigal 2007. Effects of wildfire, salvage logging and slash treatments on soil degradation.



- Land degradation and development 18: 591-607.
- FOREST EUROPE 2008. Pan-European Guidelines for Afforestation and Reforestation with a special focus on the provisions of the UNFCCC. Report. FOREST EUROPE, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Oslo. 12 p.
- Forman, R.T.T. 1995. Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 632 p.
- Fule, P.Z., M. Ribas, E. Gutierrez, 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.
- Fyllas, N.M., P.I. Politi, A. Galanidis, P.G. Dimitrakopoulos and M. Arianoutsou 2010. Simulating regeneration and vegetation dynamics in Mediterranean coniferous forests. *Ecological Modelling* 221: 1494-1504.
- Giannakopoulos, C., P. Le Sager, M. Bindi, M. Moriondo, E. Kostopoulou and C.M. Goodess 2009. Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming. *Global and Planetary Change* 68: 209-224.
- Habrouk, 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.
- Hampton, H., Y. Xu, T. Sisk, J.W. Prather, E.N. Aumack, B.G. Dickson and M.M. Howe 2003. Spatial Tools for Guiding Forest Restoration and Fuel Reduction Efforts. 23rd Annual ESRI International User Conference. ESRI San Diego, California. 33 p.
- Ioannou, A.P. and K.A. Papageorgiou 2007. Forest fire management in Cyprus: from prevention to restoration. *In* Wildfire 2007. Ministry of Environment / Junta de Andalucía of Spain, Seville Spain. 17 p.
- Isajev, V., B. Fady, H. Semerci and V. Andonovski 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black pine (*Pinus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 6 p.
- Jacquemyn, H., J. Butaye and M. Hermy 2003. Impacts of Restored Patch Density and Distance from Natural Forests on Colonization Success. *Restoration Ecology* 11: 417-423.
- Kanellopoulos, N., G. Mertzanis, G. Korakis and M. Panagiotopoulou 2006. Selective habitat use by brown bear (*Ursus arctos* L.) in northern Pindos, Greece. *Journal of Biological Research* 5: 23-33.
- Kettunen, M., A. Terry, G. Tucker and A. Jones 2007. Guidance on the maintenance of landscape features of major importance for wild flora and fauna - Guidance on the implementation of Article 3 of the Birds Directive (79/409/EEC) and Article 10 of the Habitats Directive (92/43/EEC). Institute for European Environmental Policy, Brussels,. 166 p.
- Köse, N., Ü. Akkemik, H.N. Dalfes, M.S. Özeren and D. Tolunay 2012. Tree-ring growth of *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* under different climate conditions throughout western Anatolia. *Dendrochronologia* 30: 295-301.
- Lidicker, W.Z. 1999. Responses of mammals to habitat edges: an overview *Landscape Ecology* 14: 333-343.
- Lindenmayer, D.B. and J. Fischer 2006. Tackling the habitat fragmentation panchreston. *TRENDS in Ecology and Evolution* 22: 127-132.
- Lindenmayer, D.B., D.R. Foster, J.F. Franklin, M.L. Hunter, R.F. Noss, F.A. Schmiegelow and D. Perry 2004. Salvage harvesting policies after natural disturbance. *Science* 303: 1303.
- Lutes, D.C., R.E. Keane, J.F. Caratti, C.H. Key, N.C. Benson, S. Sutherland and L.J. Gangi 2006. FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins. 400 p.
- Marañón-Jiménez, S., J. Castro, E. Fernández-Ondoño and R. Zamora 2013. Charred wood remaining after a wildfire as a reservoir of macro- and micronutrients in a Mediterranean pine forest. *International Journal of Wildland Fire*: -.
- Marques, M.A. and E. Mora 1998. Effects on erosion of two post-fire management

- practices: clear-cutting versus non-intervention. *Soil and Tillage Research* 45: 433-439.
- Meinke, C.W., S.T. Knick and D.A. Pyke 2009. A Spatial Model to Prioritize Sagebrush Landscapes in the Intermountain West (U.S.A.) for Restoration. *Restoration Ecology* 17: 652-659.
- Mitri, G.H. and I.Z. Gitas 2008. Mapping the severity of fire using object-based classification of IKONOS imagery. *International Journal of Wildland Fire* 17: 431-442.
- Moreira, F., M. Arianoutsou, R. Vallejo, J. de Las Heras, P. Corona, G. Xanthopoulos, P. Fernandes and K. Papageorgiou 2012. Setting the Scene for Post-Fire Management. *In* Moreira, F., M. Arianoutsou, P. Corona and J. De las Heras (eds.), *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests*. Springer, Dordrecht. 19 p.
- Napper, C. 2006. Burned Area Emergency Response Treatment Catalog. US Department of Agriculture Forest Service, San Dimas, California, USA. p.
- NERCO-Χλύκας 2005. Μελέτη Προστασίας και διαχείρισης Δημοσίου Δάσους Πάρνωννα, Δασαρχείου Σπάρτης, Ν. Λακωνίας. NERCO-Χλύκας & συν. ΕΠΕ, Αθήνα. 128 + παραρτήματα + χάρτες p.
- Noss, R.F. and D.B. Lindenmayer 2006. Special Section: The ecological effects of salvage logging after natural disturbance. *Conservation Biology* 20: 946-948.
- O'Connor, S., N. Salafsky and D.W. Salzer 2005. Monitoring forest restoration projects in the context of an adaptive management cycle. *In* Mansourian, S., D. Vallauri and N. Dudley (eds.), *Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees*. Springer New York, New York. 5 p.
- Ordóñez, 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.
- Ordóñez, J.L. and J. Retana 2004. Early reduction of post-fire recruitment of *Pinus nigra* by post-dispersal seed predation in different time-since-fire habitats. *Ecography* 27: 449-458.
- Ordóñez, 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.
- Pausas, J.G., C. Blade, A. Valdecantos, J.P. Seva, D. Fuentes, J.A. Alloza, A. Vilagrosa, S. Bautista, J. Cortina and 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.
- Politi, P.I., M. Arianoutsou and G.P. Stamou 2009. Patterns of *Abies cephalonica* seedling recruitment in Mount Aenos National Park, Cephalonia, Greece. *Forest Ecology and Management* 258: 1129-1136.
- Raftoyannis, Y. and I. Spanos 2005. Evaluation of log and branch barriers as post-fire rehabilitation treatments in a Mediterranean pine forest in Greece. *International Journal of Wildland Fire* 14: 183-188.
- Resco de Dios, V., C. Fischer and C. Colinas 2007. Climate Change Effects on Mediterranean Forests and Preventive Measures. *New Forests* 33: 29-40.
- Retana, J., X. Arnan, M. Arianoutsou, A. Barbatí, D. Kazanis and A. Rodrigo 2012. Post-Fire Management of Non-Serotinous Pine Forests. *In* Moreira, F., M. Arianoutsou, P. Corona and J. De las Heras (eds.), *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests*. Springer, Dordrecht. 20 p.
- Robichaud, P., L. Beyers and D. Neary 2000. Evaluating the effectiveness of postfire rehabilitation treatments RMRS-GTR-63. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Rocky Mountain Research Station. 85 p. p.
- Robichaud, P.R., J.W. Wagenbrenner, R.E. Brown, P.M. Wohlgemuth and J.L. Beyers 2008. Evaluating the effectiveness of contour-felled log erosion barriers as a post-fire runoff and erosion mitigation treatment in the western United States. *International Journal of Wildland Fire* 17: 255-273.

- Rodrigo, A., J. Retana and F.X. Pico 2004. Direct regeneration is not the only response of Mediterranean forests to large fires. *Ecology* 85: 716–729.
- Sayer, J., U. Chokkalingam and J. Poulsen 2004. The restoration of forest biodiversity and ecological values. *Forest Ecology and Management* 201: 3-11.
- Skordilis, A. and C.A. Thanos 1997a. Comparative ecophysiology of seed germination strategies in the seven pine species naturally growing in Greece. In Ellis, R. H., M. Black, A. J. Murdoch and T. D. Hong (eds.), *Basic and applied aspects of seed biology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 20 p.
- Skordilis, A. and C.A. Thanos 1997b. Comparative ecophysiology of seed germination strategies in the seven pine species naturally growing in Greece. In Ellis, R. H., M. Black, A. J. Murdoch and T. D. Hong (eds.), *Basic and applied aspects of seed biology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 623-632 p.
- Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group 2004. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. Society for Ecological Restoration International, Tucson. 15 p.
- Spanos, I., Y. Raftoyannis, G. Goudelis, E. Xanthopoulou, T. Samara and A. Tsiontsis 2005. Effects of Postfire Logging on Soil and Vegetation Recovery in a *Pinus halepensis* Mill. forest of Greece. *Plant and Soil* 278: 171-179.
- Tapias, R., L. Gil, P. Fuentes-Utrilla and J.A. Pardos 2001. Canopy seed banks in Mediterranean pines of southeastern Spain: a comparison between *Pinus halepensis* Mill., *P. pinaster* Ait., *P. nigra* Arn. and *P. pinea* L. *Journal of Ecology* 89: 629-638.
- Thompson, J.R. and T.A. Spies 2010. Factors associated with crown damage following recurring mixed-severity wildfires and post-fire management in southwestern Oregon. *Landscape Ecology* 25: 775-789.
- Trabaud, L. and C. Campant 1991. Difficulté de recolonisation naturelle du Pin de Salzmann *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* (Dunal) Franco Après Incendie. *Biological Conservation* 58: 329-343.
- US-DOI 2006. Interagency Burned Area Emergency Response Guidebook. In Interior, U. D. o. t. (ed.). US Department of the Interior, Washington D.C. 37 p.
- Vallauri, D., J. Aronson and N. Dudley 2005a. An Attempt to Develop a Framework for Restoration Planning. In Mansourian, S., D. Vallauri and N. Dudley (eds.), *Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees*. Springer New York, New York. 7 p.
- Vallauri, D., J. Aronson, N. Dudley and R. Vallejo 2005b. Monitoring and evaluating forest restoration success. In Mansourian, S., D. Vallauri and N. Dudley (eds.), *Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees*. Springer New York, New York. 10 p.
- Vallejo, R. 1999. Post fire restoration in mediterranean ecosystems. In Eftichidis, G., P. Balabanis and E. A. Ghazi (eds.), *Advanced Study Course on Wildfire Management*, Proc. of the Algosystems S.A., Athens. 10 p.
- Vallejo, R. 2006. Setting goals and priorities in post-fire restoration projects. In Vallejo, R. (ed.), *Common methodologies and tools for restoring burned areas* 5 p. p.
- Vallejo, R. 2010. Approaches for post-fire management of Black Pine. In Kakouros, P. and V. Chrysopolitou (eds.), *New approaches to the restoration of black pine forests*. Management Body of Mount Parnonas and Moustos Wetland, Sparti. 7 p.
- Vallejo, R., J. Aronson, J.G. Pausas and J. Cortina 2006. Restoration of Mediterranean woodlands. In van Andel, J. and J. Aronson (eds.), *Restoration Ecology: The New Frontier*. Wiley-Blackwell 15 p.
- Veraverbeke, S., W.W. Verstraeten, S. Lhermitte and R. Goossens 2010. Evaluating Landsat Thematic Mapper spectral indices for estimating burn severity of the 2007 Peloponnese wildfires in Greece. *International Journal of Wildland Fire* 19: 558-569.
- Zwolak, R., D.E. Pearson, Y.K. Ortega and E.E. Crone 2010. Fire and mice: Seed predation moderates fire's influence on conifer recruitment. *Ecology* 91: 1124-1131.
- Αποστολίδου, Η.-Γ. 2007. Η επίδραση του αναγλύφου στην εισερχόμενη ηλιακή

- ακτινοβολία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. p.
- Αριανούτσου, Μ., Κ. Καούκης and Δ. Καζάνης 2009. Οι φωτιές στα δάση ψυχρόβιων κωνοφόρων της Ελλάδας: τυχαίο γεγονός ή σύμπτωμα των κλιματικών αλλαγών. p.
- Βέργος, Σ., Δ. Ξύστρας, Ν. Χουλιάρας and Β. Τάντος 1995. Έρευνα των αιτίων έλλειψης φυσικής αναγέννησης σε συστάδες Μαύρης πεύκης περιοχής Αβδέλλης του δασικού συμπλέγματος Περιβολίου Γρεβενών., Πρακτικά 6ου Πανλληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Χανιά. 17 σελ. p.
- Γεωργηλάς, Κ. 2001. Διαχείριση καμένου δάσους. *In* Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Αθήνα, ΕΘΙΑΓΕ-ΙΜΔΟ. 5 p.
- Κακούρος, Π., Α. Αποστολάκης and Σ. Ντάφης 2009. Έκθεση αποτίμησης των επιπτώσεων της πυρκαγιάς του 2007 στον τύπο οικοτόπου «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» του Πάρνωνα (GR2520006). Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων, Θεσσαλονίκη. 53 p.
- Κωνσταντινίδης, Π. 2001. Μέθοδοι αποκατάστασης των καμένων δασικών οικοσυστημάτων στην Ελλάδα. *In* Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Αθήνα, ΕΘΙΑΓΕ-ΙΜΔΟ. 11 p.
- Λυριντζής, Γ. 2007. Αποκατάσταση του αρχαιολογικού και ευρύτερου τοπίου της Ολυμπίας. ΕΘΙΑΓΕ, Αθήνα. 255 p.
- Μαυρομμάτης, Γ.Ν. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλαστήσεως. Δασική Έρευνα 1: 63.
- Ντάφης, Σ. 1986. Δασική οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη. 443 p.
- Ξανθόπουλος, Γ., Π. Γκαγκάρη, Γ. Λυριντζής and Γ. Μπαλούτσος 2001. Διαχείριση καμένης ξυλείας μετά από πυρκαγιά. *In* Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Αθήνα, ΕΘΙΑΓΕ-ΙΜΔΟ. 12 p.
- Παπαναστάσης, Β.Π. and Β.Ι. Νοϊτσάκης 1992. Λιβαδική Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη. 224 p.
- Πετρογιάννης, Χ. 2001. Καταγραφή και αποτίμηση καμένων εκτάσεων. *In* Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Αθήνα, ΕΘΙΑΓΕ-ΙΜΔΟ. 4 p.
- Ποϊραζίδης, Κ. 2003. Επιλογή βιοτόπων αναπαραγωγής από ημερόβια συνυπάρχοντα αρπακτικά πουλιά, με κριτήριο τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, στο Εθνικό Πάρκο Δαδιάς-Λευκίμης-Σουφλίου, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης: Θεσσαλονίκη. 246 p.
- Τάκος, Ι. and Θ. Μέρου 1995. Τεχνολογία σπόρων ξυλωδών φυτών. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας, Θεσσαλονίκη. 181 p.
- Τσαπρουνής, Ι. 1992. Αποτελέσματα Πρώτης Εθνικής Απογραφής Δασών. Γενική Διεύθυνση Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αθήνα. 134 p.
- Χατζηστάθης, Α. and Σ. Ντάφης 1989. Αναδασώσεις - Δασικά φυτώρια. Εκδ. Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη. 265 p.
- Χρυσοπολίτου, Β. and Έ. Χατζηχαράλαμπος 2008. Δεύτερη εθνική έκθεση για την εφαρμογή της Οδηγίας των Οικοτόπων στην Ελλάδα (περίοδος αναφοράς 2001-2006). Έντυπα αναφοράς και χάρτες των τύπων οικοτόπων (Παράρτημα Ι) και των ειδών (Παράρτηματα ΙΙ, ΙV και V) που απαντούν στην Ελλάδα. ΥΠΕΧΩΔΕ, ΕΚΒΥ, Αθήνα-Θέρμη. p.