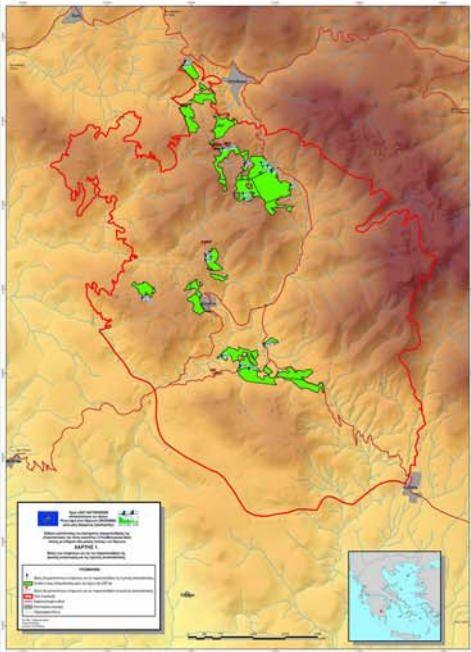




Έργο Life07 NAT/GR/000286
«Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα
(GR2520006) μέσω μίας δομημένης προσέγγισης»



Έργο LIFE PINUS: Έκθεση αξιολόγησης της αποκατάστασης των δασών μαύρης πεύκης στον Πάρνωνα



ΜΟΥΣΕΙΟ ΓΟΥΛΑΝΑΡΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΤΟΠΩΝ - ΥΠΟΤΟΠΩΝ



Η παρούσα έκθεση συντάχθηκε στο πλαίσιο του έργου Life07 NAT/GR/000286 «Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα (GR2520006) μέσω μιας 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 Peloponnese – Western Greece & the Ionian, the Management Body of mount Parnon and Moustos wetland and the Decentralized 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.

Ως πλήρης αναφορά της παρούσας μελέτης προτείνεται:

Κακούρος Π., Α. Αποστολάκης και Παναγιώτα Σιμάδη. 2013. Έργο LIFE PINUS: Έκθεση αξιολόγησης της αποκατάστασης των δασών μαύρης πεύκης στον Πάρνωνα. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων. Θέρμη. 31 σελ + 2 παραρτήματα.

This document may be cited as follows:

Kakouros P., A. Apostolakis and Panagiota Simadi. 2013. LIFE PINUS: Assessment of black pine forest restoration on Mount Parnonas. Greek Biotope-Wetland Centre. Thermi. 31 p + 2 annexes.

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

This report can also be acquired from LIFE PINUS web site www.parnonaslife.gr.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
SUMMARY.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1. Δράσεις αποκατάστασης	8
2. Περιοχή αξιολόγησης	10
3. Μέθοδος	11
3.1. Σκοπός.....	11
3.2. Εγκατάσταση θέσεων παρακολούθησης	12
3.3. Παρακολούθηση φυσικής αναγέννησης	14
3.4. Παρακολούθηση τεχνητής αποκατάστασης	15
3.5. Τηλεπισκόπηση.....	18
3.6. Καταγραφή, διασφάλιση, επεξεργασία δεδομένων και δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων	18
4. Αποτελέσματα.....	19
4.1. Φυσική αναγέννηση μαύρης πεύκης.....	19
4.2. Τεχνητή αποκατάσταση μαύρης πεύκης	23
4.3. Διαδοχή της βλάστησης	26
5. Συνολική αξιολόγηση	29
Βιβλιογραφία.....	30

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μετά την πυρκαγιά της 23-8-2013 στην Ειδική Ζώνη Διατήρησης «Όρος Πάρνωνα και περιοχή Μονής Μαλεβής» (GR 2520006) αποκαταστάθηκαν τεχνητά μέσω του έργου LIFE PINUS 290 ha δάσους μαύρης πεύκης του τύπου οικοτόπου προτεραιότητας του Παραρτήματος I της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα», ενώ σε άλλα περίπου 341 ha η μαύρη πεύκη αναγεννάται φυσικά. Με σκοπούς την αποτίμηση των δράσεων αποκατάστασης του έργου LIFE PINUS και τη δημιουργία προϋποθέσεων μακροχρόνιας παρακολούθησης της αποκατάστασης του δάσους μαύρης πεύκης μετά την πυρκαγιά, εγκαταστάθηκε στην περιοχή ένα πρόγραμμα παρακολούθησης για τη φυσική και τεχνητή αποκατάσταση. Το πρόγραμμα συνέλλεξε από το 2009 έως το 2012 και θα συνεχίσει να συλλέγει δεδομένα από 13 θέσεις δειγματοληψίας για τη φυσική αναγέννηση και από 20 θέσεις για την τεχνητή αποκατάσταση.

Το θέμα της παρακολούθησης της αποκατάστασης στον Πάρνωνα είναι η αξιολόγηση της επανόδου των τμημάτων του τύπου οικοτόπου που κήκαν από την πυρκαγιά του 2007 στην επιθυμητή κατάσταση διατήρησης. Οι υποθέσεις του προγράμματος ήταν ότι α) το 2013 αναμένεται να έχει υπάρξει φυσική αναγέννηση σε απόσταση τουλάχιστον 50 m από νησίδες και ζωντανά δένδρα μαύρης πεύκης και β) το 2013 θα είχαν επιβιώσει τουλάχιστον το 80% των φυτών που θα φυτευτούν στα 290 ha που θα αποκατασταθούν στο πλαίσιο του έργου LIFE PINUS.

Το πρόγραμμα χρησιμοποίησε, σε συνδυασμό με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις θέσεις παρακολούθησης, και πολυφασματικές δορυφορικές εικόνες για να υπάρξει δυνατότητα εκτίμησης της αποκατάστασης στο σύνολο της περιοχής.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι πράγματι, η φυσική αναγέννηση εγκαταστάθηκε με ικανοποιητική πυκνότητα (>1 φυτό/ m^2) εντός της απόστασης των 50 m από τα ζωντανά δέντρα, ενώ κατά θέσεις εμφανίζεται και σε αποστάσεις έως και 80 m από τα άκαυτα ζωντανά δέντρα. Παρατηρήθηκε επίσης καλή αύξηση των φυταρίων σε ύψος. Σε ό,τι αφορά την τεχνητή αποκατάσταση τα συλλεχθέντα στοιχεία έδειξαν ικανοποιητικό ποσοστό επιτυχίας και ότι όσο μεγαλύτερο το υψόμετρο τόσο μεγαλύτερο και το ποσοστό επιβίωσης των φυταρίων. Έδειξαν επίσης ότι το υψόμετρο επηρεάζει θετικά και την αύξηση σε ύψος των φυταρίων, που επίσης ήταν ικανοποιητική. Συλλέχθηκαν επίσης στοιχεία για την παρακολούθηση της μεταπυρικής διαδοχής της βλάστησης που έδειξαν ότι έχει αυξηθεί ο αριθμός των ειδών και η πληθοκάλυψη των ποωδών φυτών και ότι εμφανίζονται αρκετά χαρακτηριστικά είδη της φυτοκοινωνίας του δάσους μαύρης πεύκης. Ωστόσο δεν ήταν δυνατό να αξιολογηθεί ο βαθμός σύγκλισης με τη βλάστηση προ της πυρκαγιάς.

Από κατάλληλες πολυφασματικές εικόνες των ετών 2009 και 2013 υπολογίσθηκε ο κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης (ΚΔΒ: NDVI Normalised Difference Vegetation Index). Τα αποτελέσματα για το σύνολο της περιοχής δείχνουν πολύ ικανοποιητική ανάκαμψη της ξυλώδους βλάστησης. Ωστόσο τα αποτελέσματα δεν είναι δυνατό να δείξουν τη συνεισφορά της τεχνητής αποκατάστασης σε αυτή. Αυτό οφείλεται στο ότι η διάμετρος της κόμης των δενδρυλλίων είναι μικρότερη από τη διακριτική ικανότητα του ΚΔΒ.

Συνολικά, η αποτίμηση έδειξε ότι το έργο LIFE PINUS συνέβαλε αποφασιστικά στην αποκατάσταση μεγάλου μέρους της καείσας έκτασης του τύπου οικοτόπου «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» στον Πάρνωνα και ότι δημιούργησε προϋποθέσεις για την ταχύτερη επάνοδο της επιθυμητής κατάστασης διατήρησής του σε μια περιοχή με ιδιαίτερα δυσμενές κλιματεδαφικό περιβάλλον.

SUMMARY

After the fire of 08/23/2013 at Special Area of Conservation "Mount Parnonas (kai periochi Malevis)» (GR 2520006), 290 ha of the Annex I of Directive 92/43/EEC priority habitat type "(Sub-) Mediterranean pine forests with endemic black pines" were artificially restored through the project LIFE PINUS. Another 341 ha of black pine forest regenerates naturally. In order to evaluate the success of the restoration actions of LIFE PINUS and to establish a long-term monitoring programme of the restoration of the burnt black pine forest after the fire, a monitoring program for natural and artificial restoration was settled. The program collected from 2009 to 2012 and will continue to collect data from 13 sampling sites for natural regeneration and from 20 sites for artificial restoration.

The subject of the monitoring is the evaluation of recovery of the favourable conservation status of the burnt areas by the fire of 2007. The assumptions of the project was that a) by 2013 natural regeneration is expected to appear at least at a distance of 50 m from alive black pine trees and islets of alive black trees and b) by 2013 at least 80% of the plants to planted in 290 ha under the LIFE PINUS project would have survived.

The program used, in conjunction with the data collected from the monitoring sites, multispectral satellite images in order to assess the progress of the restoration in the whole burnt area.

The results showed that natural regeneration installed with sufficient density (> 1 plant/m²) within the distance of 50 m of living trees, while in some places appears at distances up to 80 m from the unburnt live trees. Plant height growth was also good. As regards the artificial restoration, the data collected showed a satisfactory success rate and that the higher the altitude, the greater was the survival rate of seedlings. Data also showed that the altitude affects positively the height of seedlings, which was also good. Vegetation data were also collected for the monitoring of post-fire vegetation succession. These data showed an increase in the number of species and to the cover of the herbaceous plants. Several characteristic species of the plant community of black pine forest were also found, but the degree of convergence with vegetation before the fire could not be estimated.

Data derived from NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) calculations from multispectral images of the years 2009 and 2013 showed a remarkable re-establishment of the woody vegetation for the whole area. Despite this, the specific contribution of plantings could not be assessed. This is because the crown diameter of the seedlings is less than the resolution of the NDVI.

Overall, the evaluation showed that the project LIFE PINUS contributed decisively to the restoration of the burnt area of the habitat type "(Sub-) Mediterranean pine forests with endemic black pines" on Parnonas and that has contributed to the restoration of the favourable conservation status by accelerating the re-establishment of black pine in an area with adverse climatic and soil conditions.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αποκατάσταση των δασικών οικοσυστημάτων είναι μια αργή διαδικασία της οποίας τυχόν αστοχίες στον τυχόν αστοχίες στον σχεδιασμό αποκαλύπτονται, ίσως μετά από δεκαετίες όταν ενδεχομένως δεν υπάρχουν πολλές δυνατότητες διόρθωσής τους. Ο έγκαιρος εντοπισμός ουσιαστικών αποκλίσεων από τους σκοπούς των έργων αποκατάστασης επιτυγχάνεται μόνο μέσω της συνεχούς αξιολόγησης και προσαρμογής της διαχείρισής τους που βασίζεται σε αξιόπιστα προγράμματα παρακολούθησης. Τα προγράμματα αυτά πρέπει να είναι συμβατά με τις αρχές της αειφορίας, δηλαδή να προάγουν τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, να είναι οικονομικά αποτελεσματικά και κοινωνικά αποδεκτά (Cortina και Bautista 2004). Ουσιώδη μέρη των προγραμμάτων παρακολούθησης αποτελούν η παρακολούθηση τόσο των μέτρων αποκατάστασης (Clewel et al. 2005) όσο και της φυσικής αναγέννησης. Ειδικότερα στην περίπτωση της αποκατάστασης δασικών οικοσυστημάτων όπως αυτών της μαύρης πεύκης μετά από πυρκαγιά, μια διαδικασία που μπορεί να χρειαστεί δεκαετίες (Vallauri et al. 2005), η παρακολούθηση μπορεί να προσφέρει πληροφορίες μεγάλης αξίας ιδιαίτερα στην παρούσα περίοδο όπου η κλιματική αλλαγή εντείνει υφιστάμενες ή δημιουργεί νέες απειλές για τα δάση (Fischer 2008). Οι Aronson et al. (2004) υποστηρίζουν δε ότι μέσω της παρακολούθησης των δράσεων τεχνητής αποκατάστασης των δασών γίνεται δυνατή η τεκμηρίωση της αξίας των μέτρων και των προγραμμάτων αποκατάστασης στα οποία αφιερώνεται ήδη ένα μεγάλο μέρος των χρηματοδοτήσεων για παρεμβάσεις στη φύση.

Έχοντας αυτά υπόψη συντάχθηκε η παρούσα έκθεση που παρουσιάζει μια συνολική εικόνα της κατάστασης του καμένου δάσους μαύρης πεύκης της Ειδικής Ζώνης Διατήρησης «Όρος Πάρνωνας (και περιοχή Μονής Μαλεβής)» (GR2520006) από την πυρκαγιά της 23-8-2007 μετά την υλοποίηση του έργου LIFE PINUS «Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρωνα (GR2520006) μέσω μίας δομημένης προσέγγισης», στο πλαίσιο του οποίου υλοποιήθηκαν δράσεις αποκατάστασης στα δάση μαύρης πεύκης. Το έργο υλοποιήθηκε την περίοδο Ιανουαρίου 2009-Ιουνίου 2013 και οι δράσεις αποκατάστασης από τον Δεκέμβριο του 2010 έως τον Μάρτιο του 2013.

1. Δράσεις αποκατάστασης

Η πυρκαγιά της 23 Αυγούστου 2007 στον Πάρνωνα και ειδικότερα στην Ειδική Ζώνη Διατήρησης (ΕΖΔ) GR2520006 «Όρος Πάρνωνας και περιοχή Μαλεβής» εξαπλώθηκε μεταξύ άλλων και στα δάση μαύρης πεύκης που συγκροτούν τον τύπο οικοτόπου προτεραιότητας του Παραρτήματος Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» με κωδικό 9530. Η έκταση που επηρεάστηκε αντιστοιχεί στο 35,91% της έκτασης του τύπου οικοτόπου στην ΕΖΔ GR2520006. Η έκταση αυτή μαζί με αυτές που κήκων στον Ταΰγετο αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 3% της έκτασης του τύπου οικοτόπου σε όλες τις περιοχές Natura 2000 της χώρας. Σημειώνεται εδώ ότι σύμφωνα με την (Zaghi 2008) στην Ελλάδα απαντά σχεδόν το 30% των δασών αυτού του τύπου οικοτόπου που απαντά στην Ευρωπαϊκή Ένωση¹, συνεπώς οι πυρκαγιές αυτές θα μπορούσαν να προκαλέσουν σοβαρό πλήγμα στη συνολική κατάσταση διατήρησης του τύπου οικοτόπου σε πανευρωπαϊκό επίπεδο.

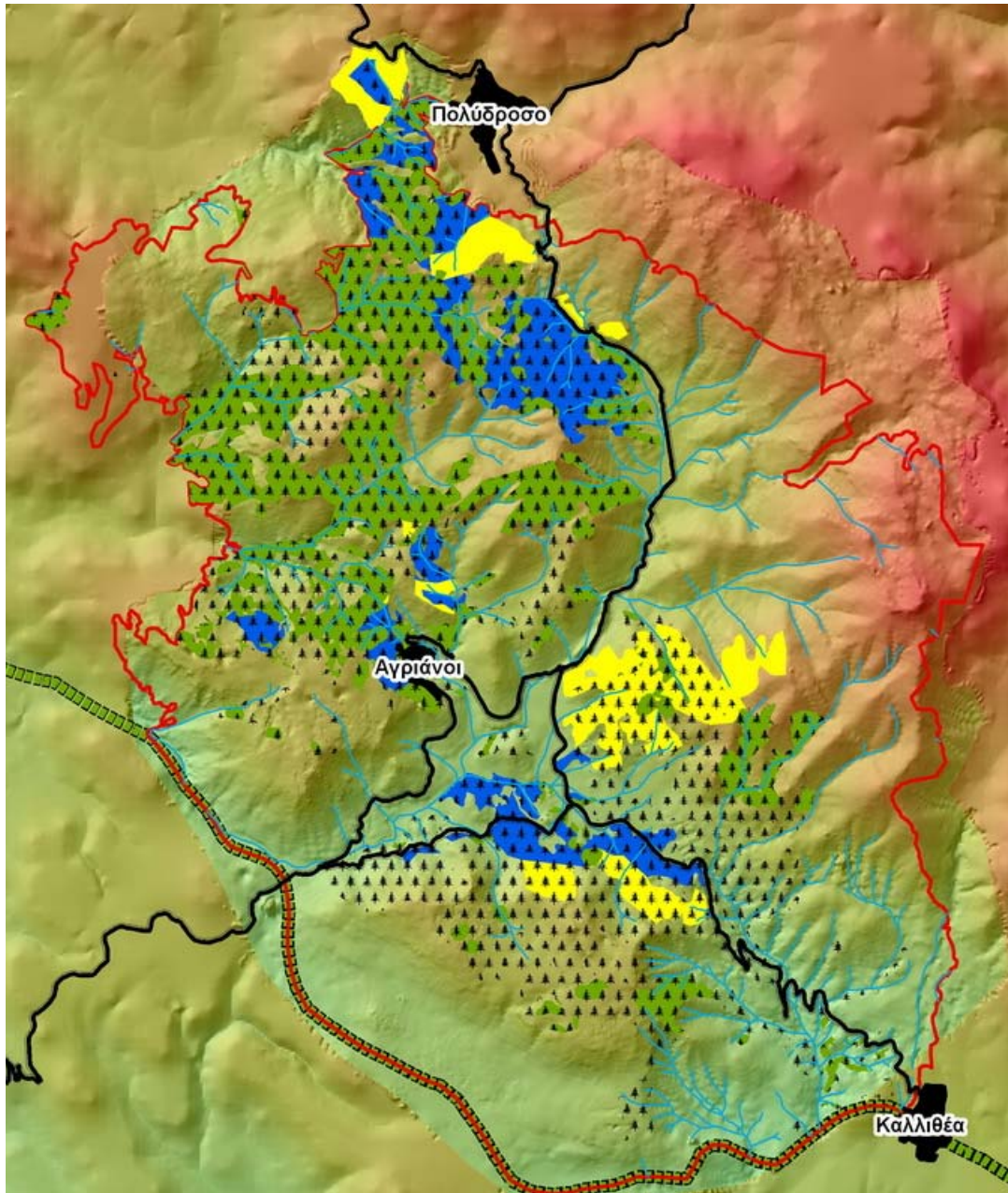
Από τη χαρτογράφηση της περιμέτρου και τη λεπτομερή αποτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς της 23-8-2007 (Κακούρος κ.ά. 2009) προέκυψε ότι εντός της ΕΖΔ «Όρος Πάρνωνας (και περιοχή Μαλεβής)» η πυρκαγιά εξαπλώθηκε σε έκταση 5.788 ha από τα οποία επηρεάστηκαν τα 5.373 ha που αποτελούν το 9,6% της έκτασης της ΕΖΔ. Από τη συνολική έκταση των δασών μαύρης πεύκης εντός της ΕΖΔ «Όρος Πάρνωνας (και περιοχή Μαλεβής)» (5.350 ha) κήκων ελαφριά, μέτρια και πλήρως 1921 ha (35,91%).

Η αποτίμηση έδειξε ότι περισσότερο από το ένα τρίτο της έκτασης που κήκε μπορεί να αναγεννηθεί φυσικά. Ειδικότερα, διατηρήθηκαν 420,1 ha νησίδων ζωντανών δέντρων και πλέον αυτών αναμένεται φυσική αναγέννηση α) σε μετρίως 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. Τα ανεπηρέαστα τμήματα που έχουν διατηρηθεί σε μορφή νησίδων και αυτά στα οποία αναμένεται να εμφανισθεί φυσική αναγέννηση ανέρχονται σε 761,34 ha. Με βάση τα ανωτέρω, οι εκτάσεις του τύπου οικοτόπου που εξετάστηκαν περαιτέρω προς τεχνητή αποκατάσταση μέσω της δομημένης προσέγγισης για την αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης (Κακούρος και Ντάφης 2009) ήταν 1225,1 ha.

Από την έκταση αυτή διακρίθηκαν και αποκαταστάθηκαν από τον Δεκέμβριο του 2010 έως τον Απρίλιο του 2011, 290 ha ως άμεσης προτεραιότητας για αποκατάσταση μέσω του έργου LIFE Nature NAT/GR/000286 «Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρνωνα (GR2520006) μέσω μίας δομημένης προσέγγισης». Στη συνέχεια, με βάση την ιεράρχηση που είχε ήδη γίνει μέσω της δομημένης προσέγγισης, διακρίθηκαν άλλα 250 ha προς αποκατάσταση από το έργο ΕΟΧ «Αποκατάσταση δασών Όρους Πάρνωνας και κατευθύνσεις διατήρησης Όρους Ταΰγετου στη Λακωνία²». Αυτά αποκαταστάθηκαν σε δυο φάσεις, από τον Οκτώβριο του 2010 έως τον Μάρτιο του 2011. Στην εικόνα 1 φαίνονται οι εκτάσεις που αποκαταστάθηκαν και με τα δυο έργα.

¹ Στις εκτάσεις αυτές δεν περιλαμβάνονται αυτές της Ρουμανίας και της Βουλγαρίας.

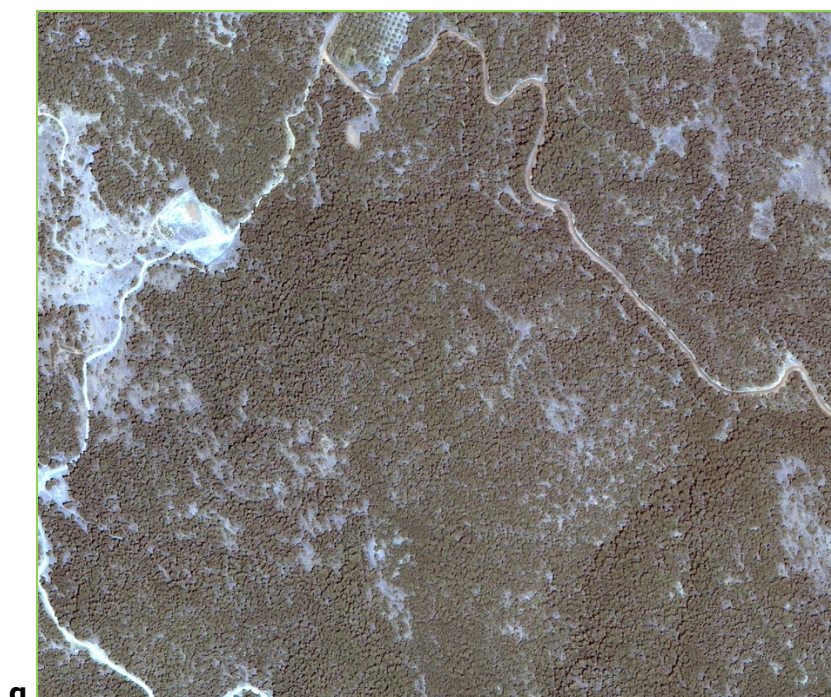
² <http://www.parnonas-taygetos.gr>



Εικόνα 1. Εκτάσεις που αποκαταστάθηκαν με τα έργα LIFE PINUS και EOX με μπλε και κίτρινο χρώμα αντίστοιχα. Με πράσινο χρώμα οι εκτάσεις που δεν κήκαν ή αναγεννώνται φυσικά. Η έκταση που κατελάμβανε η μαύρη πεύκη πριν την πυρκαγιά εντός της ΕΖΔ «Όρος Πάρνωνας (και περιοχή Μαλεβής) φαίνεται με διάστικτο μαύρο χρώμα ενώ η περίμετρος της πυρκαγιάς εντός της ΕΖΔ φαίνεται με κόκκινο χρώμα.

2. Περιοχή αξιολόγησης

Η παρούσα έκθεση εστιάζει στις εκτάσεις που αποκαταστάθηκαν μέσω του έργου LIFE PINUS. Οι εκτάσεις αυτές καταλαμβάνονταν πριν την πυρκαγιά από δάσος μαύρης πεύκης και αποτελούσαν μέρος των εκτάσεων του τύπου οικοτόπου προτεραιότητας «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» με κωδικό 9530 (Εικόνα 2α). Μετά την πυρκαγιά η όψη της περιοχής άλλαξε δραματικά (Εικόνα 2β), ιδιαίτερα στο νοτιότερο και χαμηλότερου υψομέτρου τμήμα της.



Εικόνα 2. Δορυφορικές εικόνες της έκτασης της ΕΖΔ GR2520006 «Όρος Πάρνωνας και περιοχή Μαλεβής» που κάηκε από την πυρκαγιά της 23-8-2007, α) πριν την πυρκαγιά (ICONOS της 27-7-2007) και β) μετά την πυρκαγιά (ICONOS της 7-6-2009).

3. Μέθοδος

3.1. Σκοπός

Το πρόγραμμα παρακολούθησης σχεδιάστηκε σύμφωνα με το γενικό σχήμα που προτείνει η Αναγνωστοπούλου (1996) λαμβάνοντας υπόψη του και τις απαιτήσεις του έργου LIFE, στο πλαίσιο του οποίου υλοποιήθηκε (Κακούρος και Ντάφης 2011). Σύμφωνα με αυτά, ως σκοπός της παρακολούθησης καθορίστηκε η εκτίμηση της επιτυχίας της φυσικής αναγέννησης και της τεχνητής αποκατάστασης του δάσους μαύρης πεύκης που επλήγη από την πυρκαγιά της 23-8-2007 στην ΕΖΔ "Όρος Πάρνωνας και περιοχή Μονής Μαλεβής" (GR 2520006).

Σύμφωνα με την εκτίμηση για τις δυνατότητες φυσικής αναγέννησης (Κακούρος κ. ά. 2009) φυσική αναγέννηση θα εμφανιζόταν σε λωρίδες πλάτους 50 m γύρω από νησίδες, έκτασης 227,33 ha. Ταυτόχρονα, αναμενόταν φυσική αναγέννηση μαύρης πεύκης σε μετρίως καμένες επιφάνειες του μικτού δάσους ελάτης - μαύρης πεύκης, όπου κυριαρχούν μεμονωμένα ζωντανά δένδρα μαύρης πεύκης. Οι μετρίως καμένες επιφάνειες του μικτού δάσους καταλαμβάνουν έκταση 113,9 ha. Η φυσική αναγέννηση θεωρείται ικανοποιητική όταν μετά το 2ο έτος από την πυρκαγιά διατηρούνται 1-2 άτομα/m² (Βέργος κ.ά. 1995).

Η απουσία δεδομένων για τη σύνθεση της παρεδαφιαίας βλάστησης πριν την πυρκαγιά δεν επιτρέπει την υιοθέτηση ασφαλούς υπόθεσης σχετικά με το αν και σε ποιο χρονικό διάστημα θα αποκατασταθεί η τυπική βλάστηση του τύπου οικοτόπου. Ωστόσο, συλλέχθηκαν στοιχεία βάσης και να γίνει σχετική αξιολόγηση στο μέλλον.

Σύμφωνα με τον σχεδιασμό της αποκατάστασης (Δασαρχείο Σπάρτης 2010) στο τέλος της περιόδου 2009-2013 θα έπρεπε να είχαν αποκατασταθεί τεχνητά 290 ha του τύπου οικοτόπου. Στις παραγωγικές αναδασώσεις, θεωρείται ότι υπάρχει πλήρης επιτυχία όταν το ποσοστό επιβίωσης των φυταρίων μετά και τη δεύτερη θερινή περίοδο βρίσκεται πάνω από 80%.

Με βάση τα ανωτέρω, οι υποθέσεις του προγράμματος ήταν οι ακόλουθες:

- Το 2013 αναμενόταν να έχει υπάρξει επαρκής φυσική αναγέννηση σε απόσταση τουλάχιστον 50 m από νησίδες και ζωντανά δένδρα μαύρης πεύκης, περιλαμβανομένου του μικτού δάσους ελάτης - μαύρης πεύκης.
- Το 2013 θα επιτυγχανόταν πλήρης επιτυχία της τεχνητής αποκατάστασης αν είχε επιβιώσει τουλάχιστον το 80% των φυτών που θα φυτεύονταν στα 290 ha στο πλαίσιο του έργου Life07 NAT/GR/000286 "Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρωνα (GR2520006) μέσω μίας δομημένης προσέγγισης".

Για την παρακολούθηση της φυσικής αναγέννησης και της τεχνητής αποκατάστασης, οι μέθοδοι συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων που επιλέχθηκαν είναι η α) η επιτόπια συλλογή δεδομένων με τη χρήση επιφανειών δειγματοληψίας και εργασίας πεδίου, και β) η τηλεπισκόπηση με την αξιοποίηση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών. Οι δύο μέθοδοι είναι αλληλοσυμπληρούμενες. Η τηλεπισκόπηση διευκολύνει την ταχεία εκτίμηση και τον εντοπισμό σημείων ενδιαφέροντος, ενώ η εργασία πεδίου είναι απαραίτητη τόσο για τη συλλογή ορισμένων δεδομένων που δεν μπορούν να συλλεχθούν μέσω τηλεπισκόπησης (όπως π.χ. η αύξηση σε ύψος των νεαρών φυτών και η σύνθεση της βλάστησης) και για την επαλήθευση στοιχείων που συλλέγονται τηλεπισκοπικά.

3.2. Εγκατάσταση θέσεων παρακολούθησης

Το σχέδιο κατανομής των δειγματοληπτικών επιφανειών προσαρμόστηκε στα ειδικότερα γνωρίσματα της περιοχής του Πάρνωνα, σύμφωνα με τις κατωτέρω αρχές:

- Να εκπροσωπείται η ετερογένεια των κυριότερων αβιοτικών παραγόντων που απαντούν στις εκτάσεις που παρουσιάζουν φυσική αναγέννηση ή αποκαθίστανται τεχνητά (π.χ. βάθος εδάφους, έκθεση, υψόμετρο). Αντίστοιχη επιλογή θέσεων προτείνεται και από τον (Θάνος 2008) για την παρακολούθηση του τύπου οικοτόπου στο όρος Τρόδος στην Κύπρο. Επίσης για την παρακολούθηση προστέθηκε και η γεωλογία καθώς οι επιφάνειες αυτές θα χρησιμοποιηθούν και για την παρακολούθηση της διαδοχής της υποβλάστησης στην οποία επιδρά σοβαρά και η φύση του πετρώματος (Bergmeier 2002).
- Η φυσική αναγέννηση και η τεχνητή αποκατάσταση να παρακολουθούνται αν είναι δυνατόν σε γειτονικές ή οικολογικά αντίστοιχες θέσεις ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση των δυο διαδικασιών.

Αυτή η στρατηγική δειγματοληψίας ακολουθείται συχνά στη δασοκομική έρευνα (Jongman et al. 1995) ιδιαίτερα όταν πρόκειται να συνδυασθεί με χρήση τηλεπισκοπικών δεδομένων (Sandmann 1999) όπως στη περίπτωση του Πάρνωνα.

Όλες οι θέσεις δειγματοληψίας σημάνθηκαν μόνιμα (Εικόνες 3α-δ). Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες και διατομές που αφορούν τη φυσική αναγέννηση έχουν τον κωδικό «Ε» και οι επιφάνειες για την τεχνητή αποκατάσταση το «Α». Σε κάθε επίσκεψη στις επιφάνειες για τη συλλογή των δεδομένων διενεργείται και φωτογραφική αποτύπωση. Η φωτογραφική αποτύπωση χρησιμοποιείται ευρύτατα στα μακροχρόνια προγράμματα παρακολούθησης (Hall 2001, Scholz et al. 2005). Η φωτογραφική αποτύπωση περιλαμβάνει τουλάχιστον 3 φωτογραφίες, μια από μια γωνία όπου θα φαίνεται ολόκληρη ή μεγάλο μέρος της επιφάνειας και ο περίγυρός της και 2 από το εσωτερικό που να καλύπτουν το σύνολό της.



α



β



γ



δ

Εικόνα 3. Σήμανση δειγματοληπτικών επιφανειών για τη φυσική αναγέννηση (α και β) και σήμανση δειγματοληπτικών επιφανειών για την τεχνητή αποκατάσταση (γ και δ).

3.3. Παρακολούθηση φυσικής αναγέννησης

Για την παρακολούθηση της φυσικής αναγέννησης τοποθετήθηκαν 13 μόνιμες δειγματοληπτικές επιφάνειες. Κατά την υλοποίηση του έργου απρόβλεπτα περιστατικά υποχρέωσαν σε ορισμένες αλλαγές. Οι συντεταγμένες των τελικών θέσεων των επιφανειών και διατομών φαίνονται στον πίνακα 1 και η θέση τους στην εικόνα 4. Τα ειδικότερα στοιχεία της μεθόδου παρακολούθησης της φυσικής αναγέννησης αναφέρονται από τους Κακούρο και Ντάφη (2011).

Πίνακας 1. Κατάλογος των δειγματοληπτικών επιφανειών για την παρακολούθηση της φυσικής αναγέννησης.

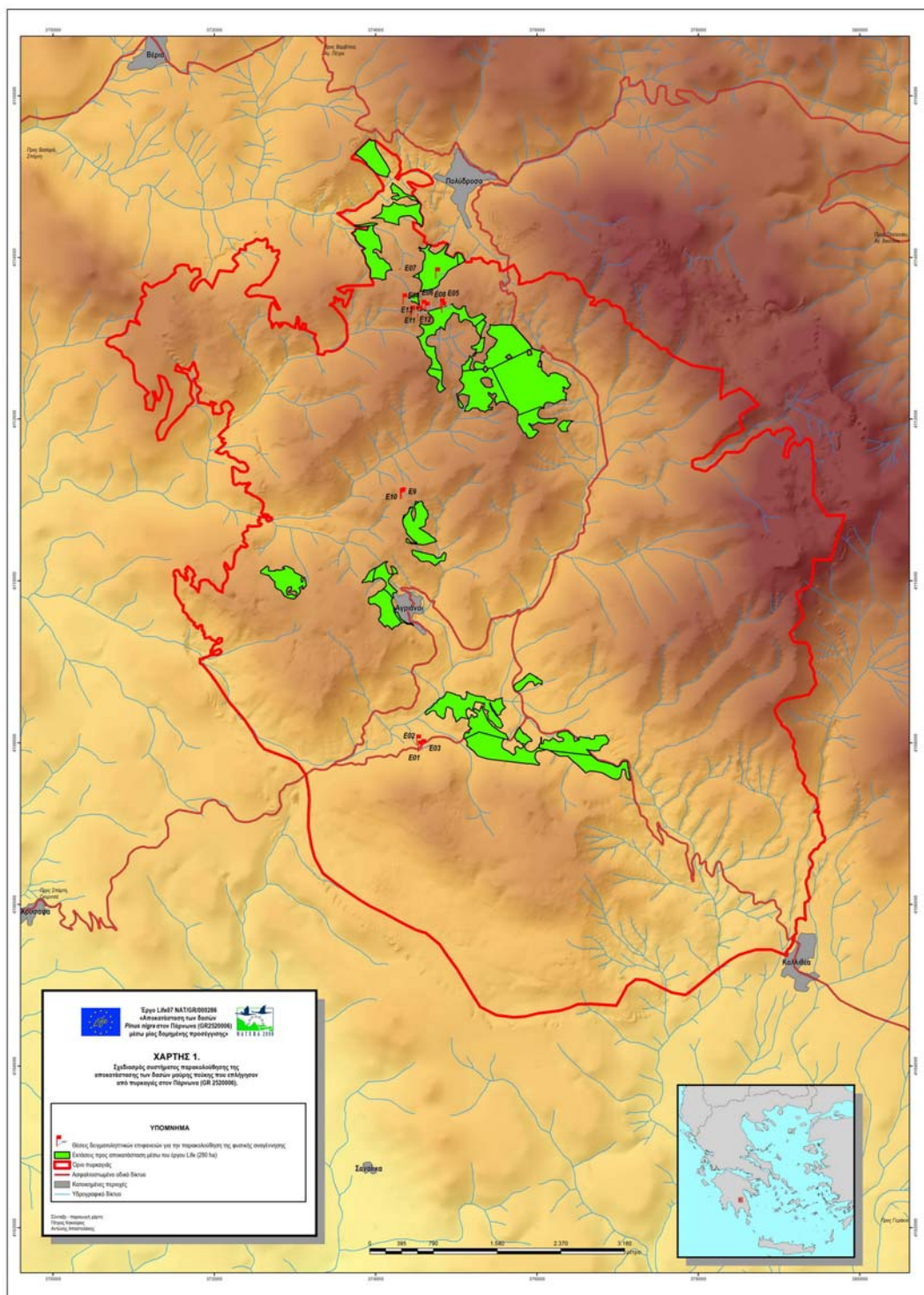
Κωδικός	Συντεταγμένες				Χρόνος εγκατάστασης και παρατηρήσεις
	ΕΓΣΑ 87		WGS 84		
	x	y	Lat	Long	
E01*	374571	4108032	37,1102	22,5883	2009
E02*	374636	4107977	37,1097	22,5890	2009
E03*	374592	4107956	37,1095	22,5886	2009
E04	374640	4113406	37,1587	22,5882	2009
E05	374680	4113383	37,1585	22,5886	2009
E06	374588	4113334	37,1580	22,5876	2009
E07	374627	4113845	37,1626	22,5880	2009. Καλύφθηκε με φτέρες το 2010 και αντικαταστάθηκε με την E14
E08	374866	4113423	37,1588	22,5907	2009
E09	374382	4111084	37,1377	22,5857	2009
E10	374368	4111073	37,1376	22,5855	2009
E11a	374556	4113336	37,1580	22,5872	2009. Επηρεάσθηκε σοβαρά από την αντιπυρική λωρίδα και αντικαταστάθηκε το 2011 από την E11b
E11b	374500	4113333	37,1580	22,5866	2011
E12*	374885	4113383	37,1585	22,5909	2009
E13a	374548	4113384	37,1584	22,5871	2009. Τα δέντρα στο σημείο εκκίνησης ξεράθηκαν και αντικαταστάθηκε το 2011 με την E13b
E13b	374515	4113755	37,1618	22,5867	2010. Καταστράφηκε από την αντιπυρική λωρίδα και αντικαταστάθηκε το 2011 από την E13c
E13c	374807	4113805	37,1623	22,5900	2011
E14	374402	4113485	37,1593	22,5855	2010

*Επιφάνειες τετράγωνου σχήματος για την παρακολούθηση διασποράς σε μεγάλη απόσταση.

Στοιχεία για τη φυσική αναγέννηση συλλέχθηκαν τις ακόλουθες περιόδους:

- Απρίλιος και Σεπτέμβριος 2009
- Ιούνιος 2010. Ιούνιος 2011
- Μάιος 2012

Τον Ιούνιο του 2010 στις επιφάνειες αυτές έγινε αναγνώριση της βλάστησης που είχε εγκατασταθεί μετά την πυρκαγιά για να υπάρχουν δεδομένα βάσης για την μακροχρόνια παρακολούθηση της διαδοχής της βλάστησης.

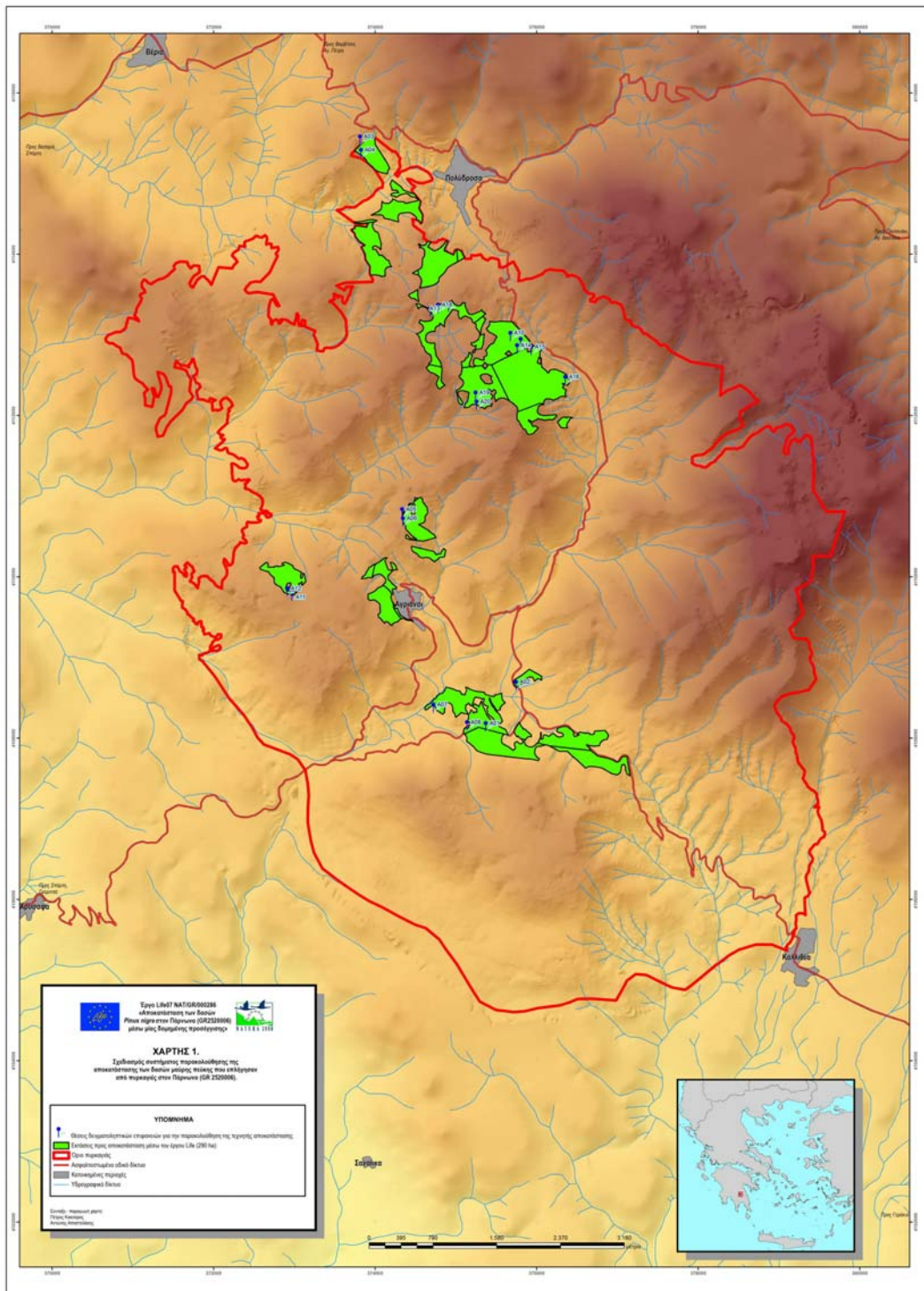


Εικόνα 4. Οι θέσεις των δειγματοληπτικών επιφανειών για την παρακολούθηση της φυσικής αναγέννησης και της τεχνητής αποκατάστασης.

3.4. Παρακολούθηση τεχνητής αποκατάστασης

Για την παρακολούθηση της τεχνητής αποκατάστασης τοποθετήθηκαν το 2009 20 δειγματοληπτικές επιφάνειες έκτασης 0,25 ha (2.500 m²) με διάσταση 50x50 m (10 επιφάνειες x 2 επαναλήψεις) στις εκτάσεις που έγινε αποκατάσταση (Δασαρχείο Σπάρτης 2010). Οι θέσεις των δειγματοληπτικών επιφανειών για την παρακολούθηση της τεχνητής αποκατάστασης φαίνονται στην εικόνα 5. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι θέσεις και τα γνωρίσματα των θέσεων των 20

δειγματοληπτικών επιφανειών που τοποθετήθηκαν. Τα ειδικότερα στοιχεία της μεθόδου παρακολούθησης της τεχνητής αποκατάστασης αναφέρονται από τους (Κακούρος και Ντάφης 2011).



Εικόνα 5. Οι θέσεις των δειγματοληπτικών επιφανειών για την παρακολούθηση της τεχνητής αποκατάστασης.

Πίνακας 2. Κατανομή δειγματοληπτικών επιφανειών για την παρακολούθηση της τεχνητής αποκατάστασης

Κωδικός επιφάνειας	Συστάδα	Κλάση υψομέτρου	Βάθος εδάφους	Έκθεση	Γεωλογία	Θέση στην πλαγιά	Κλίση (μοίρες)	Συντεταγμένες	
								x ³	y
A01	49β	901-950	Βράχος και αβαθές	B	Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	Κοίλωμα	0-10	375402	4108145
A02	42	901-950	Βράχος και αβαθές	N	Φυλλίτες	Κάτω μέρος πλαγιάς	0-10	375776	4108658
A03	28β	1101-1150	Αβαθές	NA	Πλακοπαγείς ασβεστόλιθοι	Ανώτερο μέρος πλαγιάς	41-50	373844	4115421
A04	28β	1101-1150	Αβαθές	A	Πλακοπαγείς ασβεστόλιθοι	Ανώτερο μέρος πλαγιάς	31-40	373856	4115255
A05	45β	1101-1150	Αβαθές και βαθύ	NA	Σκληροί ασβεστόλιθοι	Ανώτερο μέρος πλαγιάς	11-20	374366	4110799
A06	45β	1101-1150	Αβαθές και βαθύ	BA	Σκληροί ασβεστόλιθοι	Ανώτερο μέρος πλαγιάς	11-20	374375	4110687
A07	42	850-900	Βράχος και αβαθές	Δ	Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	Παλιές βαθμίδες	11-20	374754	4108378
A08	42	901-950	Βράχος και αβαθές	N	Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	Κάτω μέρος πλαγιάς	11-20	375168	4108157
A09	39α	1151-1200	Βράχος και αβαθές	BA	Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	Μέσο πλαγιάς	31-40	375834	4112910
A10	39α	1151-1200	Αβαθές και βράχος	BA	Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	Παλιές βαθμίδες	11-20	375706	4112986
A11	48γ	1151-1200	Βράχος και αβαθές	A	Ασβεστόλιθοι	Επίπεδη επιφάνεια	0-10	373001	4109764
A12	48β	1151-1200	Βράχος και αβαθές	BA	Ασβεστόλιθοι	Επίπεδη επιφάνεια	0-10	372942	4109817
A13	41δ	1251-1300	Βαθύ και αβαθές	NΔ	Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	Ανώτερο μέρος πλαγιάς	21-30	374718	4113287
A14	39α	1151-1200	Αβαθές και βράχος	BA	Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	Μέσο πλαγιάς	11-20	375789	4112831
A15	39β	1101-1150	Αβαθές και βαθύ	BA	Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	Κάτω μέρος πλαγιάς	21-30	375964	4112812
A16	39β	1101-1150	Αβαθές και βαθύ	A	Φυλλίτες	Παλιές βαθμίδες	0-10	376386	4112439
A17	41δ	1251-1300	Αβαθές και βράχος	NΔ	Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	Παλιές βαθμίδες	21-30	374941	4113350
A18	41δ	1251-1300	Αβαθές και βράχος	A	Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	Μέσο πλαγιάς	11-20	374812	4113334
A19	45α	1201-1250	Αβαθές και βράχος	BΔ	Πλακοπαγείς ασβεστόλιθοι	Μέσο πλαγιάς	31-40	375275	4112246
A20	45α	1201-1250	Αβαθές και βράχος	NΔ	Πλακοπαγείς ασβεστόλιθοι	Μέσο πλαγιάς	21-30	375287	4112134

³ Οι συντεταγμένες κατά ΕΓΣΑ 87.

3.5. Τηλεπισκόπηση

Σε μια προσπάθεια διαμόρφωσης πληρέστερης εικόνας της αποκατάστασης του δάσους μαύρης πεύκης έγινε και χρήση διαχρονικής σύγκρισης πολυφασματικών δορυφορικών εικόνων. Ειδικότερα έγινε σύγκριση του κανονικοποιημένου δείκτη βλάστησης (ΚΔΒ: NDVI Normalised Difference Vegetation Index) που υπολογίστηκε από πολυφασματικές δορυφορικές εικόνες των ετών 2009 και 2013. Η δορυφορική εικόνα του 2009 (IKONOS λήψης της 7-6-2009) ήταν ήδη διαθέσιμη από την αποτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς (Κακούρος κ. ά. 2009), ενώ για το 2013 αποκτήθηκε δορυφορική εικόνα WorldView 2 της 1-4-2013. Επίσης, για να υπάρχει σύγκριση με την κατάσταση προ της πυρκαγιάς χρησιμοποιήθηκε και μια εικόνα LANDSAT της 12-12-2003 που είναι ελεύθερα διαθέσιμη⁴.

Οι τιμές του δείκτη ΚΔΒ για κάθε εικονοστοιχείο κυμαίνονται μεταξύ των -1 και +1. Τιμές κοντά στο -1 αντιστοιχούν σε υδάτινες επιφάνειες. Οι περιοχές που δεν φέρουν βλάστηση (γυμνό έδαφος, βράχια, άμμος ή χιόνι) δίνουν αρνητική τιμή ή τιμή που προσεγγίζει το μηδέν. Μικρές θετικές τιμές μεταξύ 0,2 και 0,4 αντιπροσωπεύουν περιοχές που καλύπτονται από θάμνους και ποολίβαδα ενώ οι τιμές που προσεγγίζουν το +1 (0,7-1) αντιπροσωπεύουν ανεπτυγμένα δάση σε εύκρατες και τροπικές περιοχές (Fortheringham et al. 1992, Solberg et al. 2005). Έγιναν τρεις διαχρονικές συγκρίσεις:

1. Για τις διαφορές στις περιοχές όπου απαντά φυσική αναγέννηση.
2. Για τις διαφορές στις περιοχές που εφαρμόστηκε τεχνητή αποκατάσταση.
3. Για το σύνολο της περιοχής που κήκε.

3.6. Καταγραφή, διασφάλιση, επεξεργασία δεδομένων και δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων

Όλα τα πρωτογενή δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά την παρακολούθηση και αντίγραφα των εκθέσεων διατηρούνται στα αρχεία του Δασαρχείου Σπάρτης και του ΕΚΒΥ. Οι εκθέσεις βρίσκονται δημοσιευμένες και στον δικτυακό τόπο του έργου LIFE PINUS www.parnonaslife.gr. Ειδικότερα συντάχθηκαν 3 ετήσιες εκθέσεις για την πορεία της φυσικής αναγέννησης, 2 εκθέσεις για την πορεία της τεχνητής αποκατάστασης, οι οδηγίες εγκατάστασης του προγράμματος και η παρούσα έκθεση ανασκόπησης.

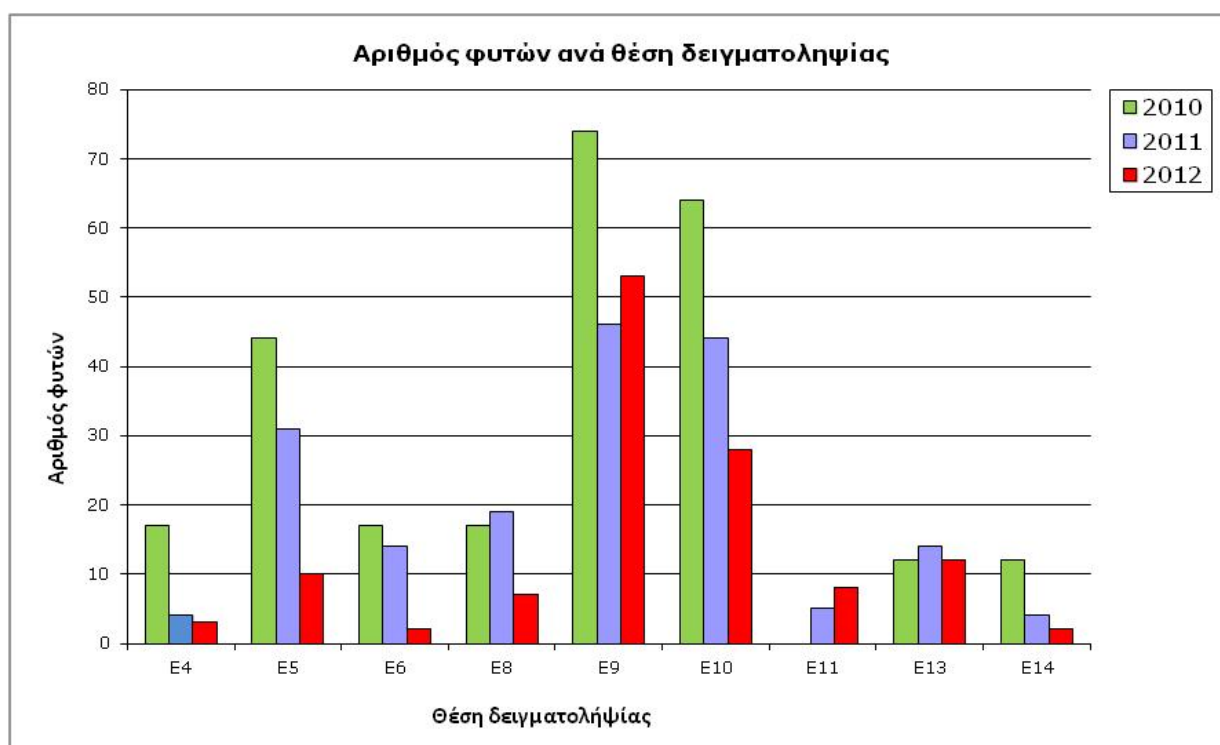
Εκθέσεις θα συντάσσονται και μετά από κάθε συλλογή δεδομένων για την πορεία της αποκατάστασης, θα δημοσιεύονται στον δικτυακό τόπο του έργου και σε άλλους δικτυακούς τόπους και θα είναι στη διάθεση κοινού και ειδικών. Τα πρωτογενή στοιχεία των εκθέσεων αυτών θα διατηρούνται αφενός στο Δασαρχείο Σπάρτης, αφετέρου στα αρχεία του οργανισμού που θα συλλέγει τα δεδομένα.

⁴ <http://glovis.usgs.gov/>

4. Αποτελέσματα

4.1. Φυσική αναγέννηση μαύρης πεύκης

Από τη συλλογή των στοιχείων, διαπιστώθηκε εμφάνιση φυσικής αναγέννησης, όπως αναμενόταν, κοντά σε νησίδες (π.χ. επιφάνειες E4, E5, E8) ή σε ζωντανά μεμονωμένα δένδρα μαύρης πεύκης (π.χ. επιφάνεια E11a) και στα κράσπεδα μεταξύ καμένων και μη καμένων περιοχών (π.χ. επιφάνεια E10). Η φυσική αναγέννηση ήταν σχετικά άφθονη (1-2 φυτά/m²) αποτελούμενη από αρτίφυτρα και διετή φυτάρια με εξαίρεση τις θέσεις που καλύπτονται με πυκνή βλάστηση αγρωστωδών φυτών. Οι επιφάνειες που βρίσκονται στο κράσπεδο μεγάλης έκτασης άκαυτου δάσους με δέντρα μεγάλης διαμέτρου και ύψους (επιφάνειες E9 και E10) είχαν σε όλα τα έτη την πλουσιότερη φυσική αναγέννηση (Εικόνα 6). Η φυσική αναγέννηση βρέθηκε να απαντά σε απόσταση έως και 80 m από δέντρα-σπορείς, ωστόσο η πλειονότητα των αρτίφυτρων βρέθηκαν σε όλα τα έτη κοντύτερα στα δέντρα-σπορείς. Στις εικόνες 7 και 8 φαίνεται περίπτωση αναγέννησης και τα πλησιέστερα ζωντανά δέντρα.



Εικόνα 6. Η κατανομή του συνολικού αριθμού των φυταρίων από φυσική αναγέννηση από το 2010 έως το 2012 στις θέσεις δειγματοληψίας.



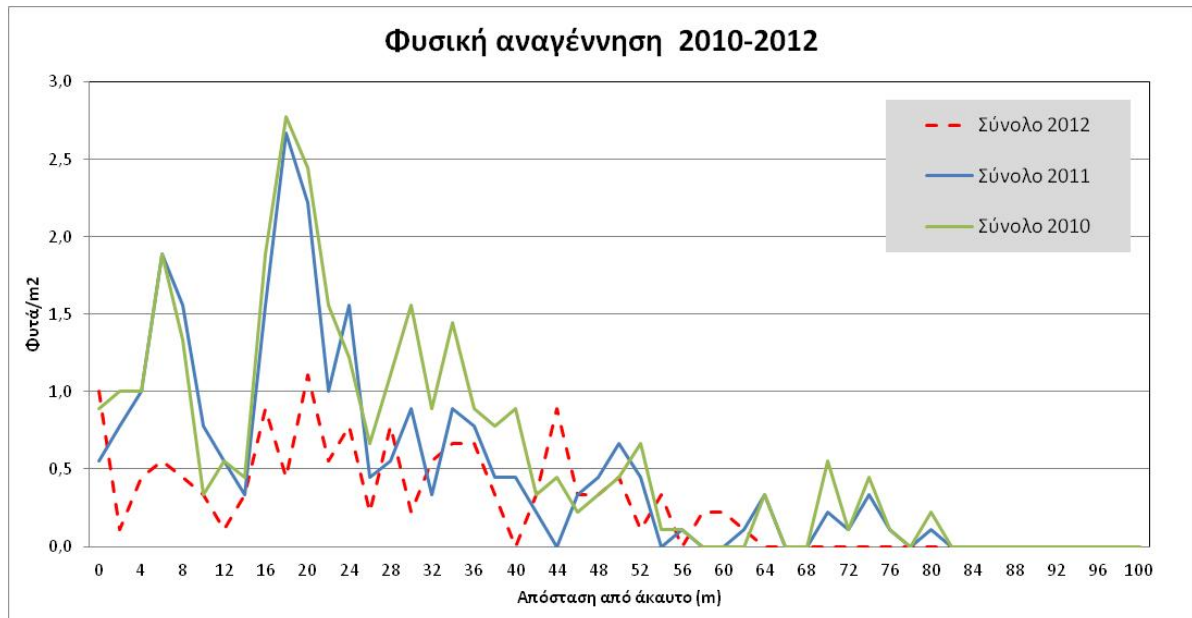
Εικόνα 7. Φυσική αναγέννηση με μονοετή/διετή φυτά.



Εικόνα 8. Φυσική αναγέννηση σε σχέση με τα πλησιέστερα ζωντανά δέντρα μαύρης πεύκης (επιφάνεια E13c).

Η φυσική αναγέννηση εμφανίσθηκε σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις, έως και 80 m από ζωντανά άτομα.

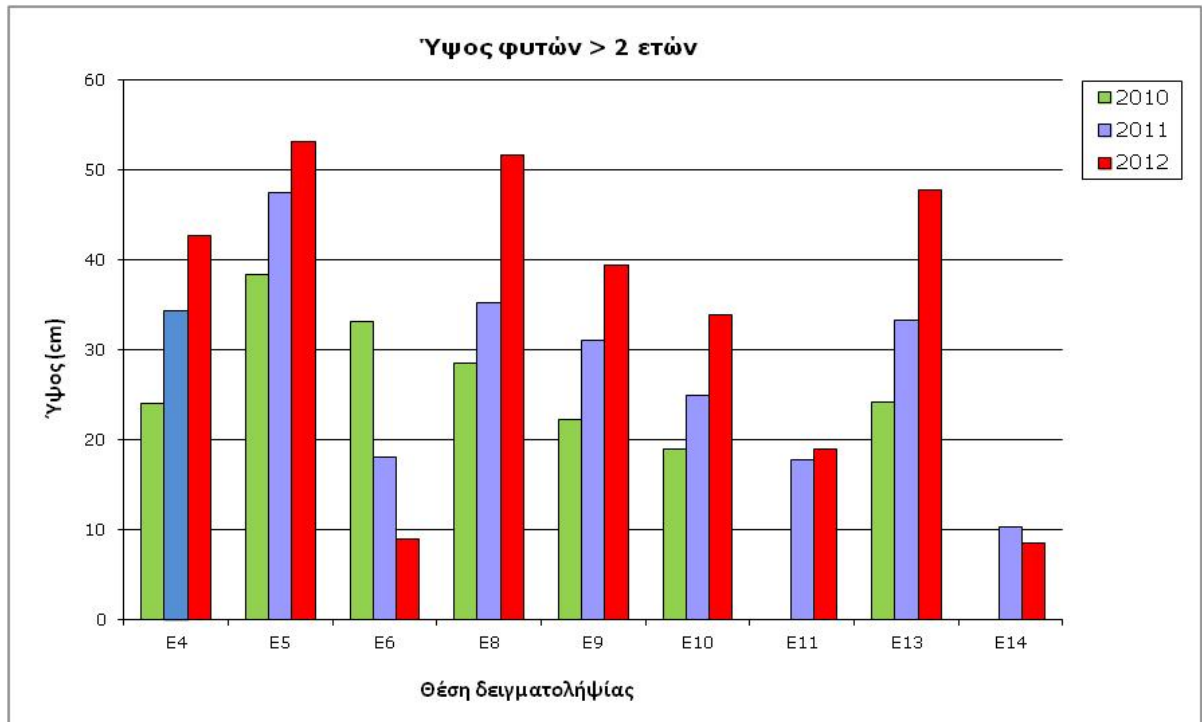
Όπως φαίνεται στην εικόνα 9, το 2012 πυκνότητα μεγαλύτερη του 1 φυτού/m² εμφανίζεται σε απόσταση 20 m από άκαυτο μέρος του δάσους. Στην ίδια απόσταση, το 2011 και το 2010 ο μέσος όρος έφθανε τα 1,5 φυτά / m². Η μέγιστη απόσταση από τα όρια ζωντανού και καμένου δάσους ή άκαυτων νησίδων στην οποία εμφανίζεται φυσική αναγέννηση το 2010 και το 2011 ήταν τα 80 m ενώ το 2012 ήταν τα 62 m. Επισημαίνεται ότι τα στοιχεία της εικόνας 7 αφορούν τις 9 επιμήκειες δειγματοληπτικές επιφάνειες.



Εικόνα 9. Η κατανομή του συνολικού αριθμού των φυταρίων/m² από φυσική αναγέννηση από το 2010 έως το 2012 με την απόσταση από άκαυτο μέρος του δάσους.

Το 2012 δεν εντοπίσθηκαν αρτίφυτρα και άτομα ηλικίας έως 2 ετών. Η μη παρουσία αρτίφυτρων είναι αναμενόμενη αφού η αύξηση της κάλυψης του εδάφους από τη βλάστηση δυσχεραίνει σοβαρά τη φύτευση των σπερμάτων και την επιβίωση των αρτίφυτρων της μαύρης πεύκης. Ωστόσο η απουσία φυταρίων 2 ετών δεν ήταν αναμενόμενη καθώς το 2011 είχαν καταγραφεί 49 αρτίφυτρα. Στις επιφάνειες που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση (E1, E2, E3 και E12) από ζωντανά δέντρα μαύρης πεύκης, παρατηρήθηκε σποραδική παρουσία φυσικής αναγέννησης μαύρης πεύκης.

Το μέσο ύψος των φυταρίων από το 2011 έως το 2012 αυξήθηκε κατά 32,9% και η αύξηση μεταξύ των ετών 2010 και 2011 ήταν 27%. Όπως φαίνεται από την εικόνα 10 μεταξύ των θέσεων παρακολούθησης παρατηρήθηκαν διαφοροποιήσεις που οφείλονται στην ποικιλότητα των εδαφικών συνθηκών, καθώς όλες αυτές οι επιφάνειες βρίσκονται σε υψόμετρα από 1150 έως 1260.



Εικόνα 10. Εξέλιξη του ύψους των φυταρίων από φυσική αναγέννηση από το 2010 έως το 2012.

Από τα ανωτέρω στοιχεία προκύπτει πως η υπόθεση που αφορούσε τη φυσική αναγέννηση επαληθεύτηκε απόλυτα τόσο ως προς το πλάτος της ζώνης φυσικής αναγέννησης, όσο και ως προς την πυκνότητα των φυταρίων.

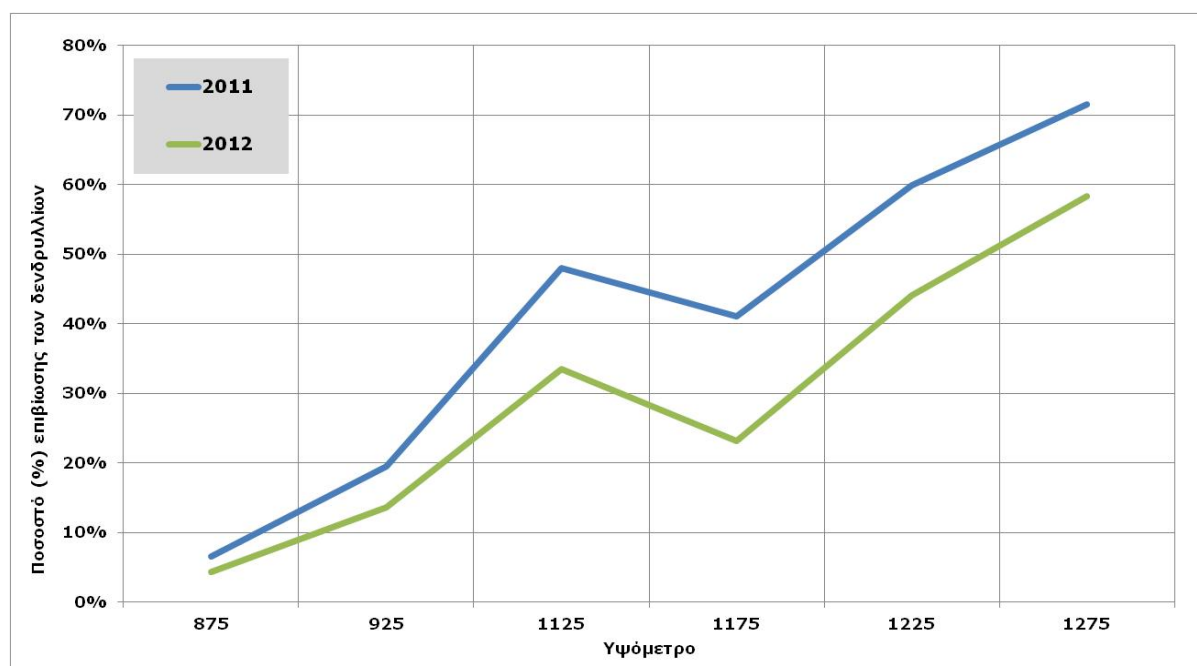
Στο παράρτημα I παρουσιάζονται χαρακτηριστικές εικόνες της φωτογραφικής τεκμηρίωσης

4.2. Τεχνητή αποκατάσταση μαύρης πεύκης

Τα αποτελέσματα της παρακολούθησης των φυτεύσεων έδειξαν ότι η επιτυχία των φυτεύσεων εξαρτάται έντονα από το υψόμετρο. Ειδικότερα, όπως φαίνεται από τα στοιχεία του πίνακα 3 και της εικόνας 11, τα φυτά παρουσίασαν πιθανότητες επιβίωσης πάνω από το 50% και καλύτερη αύξηση στο ύψος σε υψόμετρο ανώτερο των 1200.

Πίνακας 3. Μέσοι όροι επιβίωσης των φυταρίων κατά υψομετρική ζώνη για το έτος 2012.

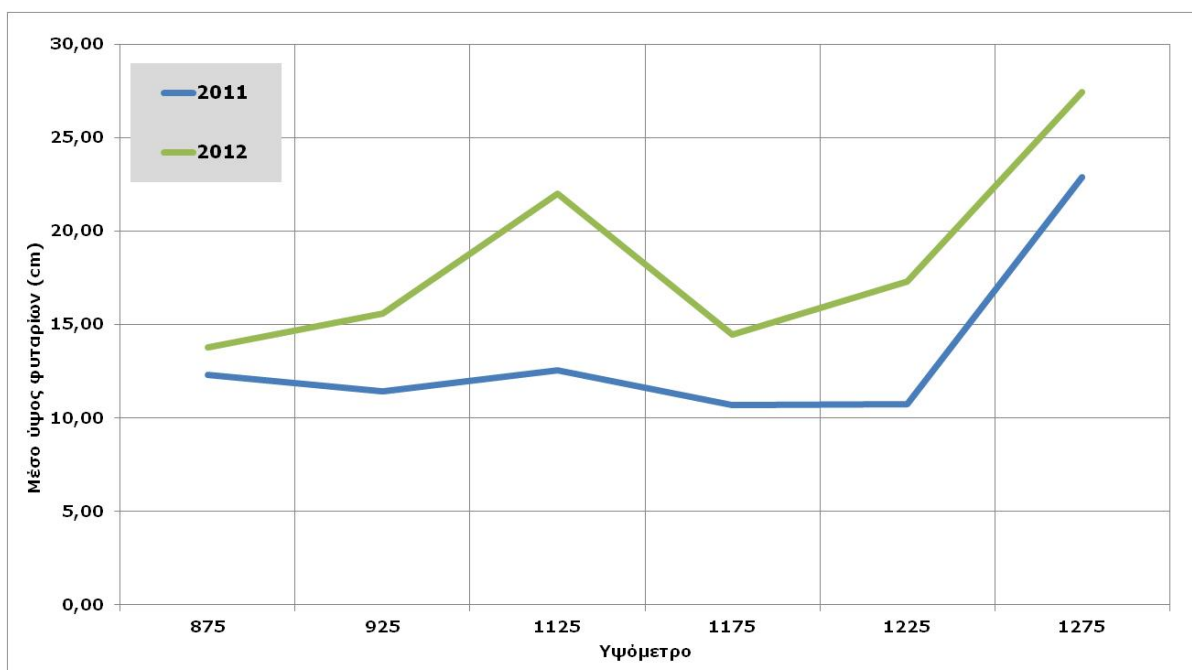
Υψομετρική ζώνη	Μέσος Όρος
850-1000	8,95%
1001-1150	29,09%
1151-1300	49,66%



Εικόνα 11. Ποσοστά επιβίωσης φυτεμένων φυταρίων μαύρης πεύκης στις εκτάσεις του Πάρνωννα που κήκαν στην πυρκαγιά της 23-8-2007, σε σχέση με το υψόμετρο για τα έτη 2011 και 2012.

Το υψόμετρο φαίνεται ότι επιδρά και στο ύψος των φυταρίων. Όπως φαίνεται στην εικόνα 12, το μέσο ύψος των φυταρίων ανά δειγματοληπτική επιφάνεια είναι μεγαλύτερο σε αυτές που βρίσκονται σε μεγαλύτερα υψόμετρα.

Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν την ορθότητα του υψομέτρου ως κριτηρίου αποκλεισμού εκτάσεων από την εφαρμογή τεχνητής αποκατάστασης που εφαρμόστηκε στη δομημένη προσέγγιση. Ενδεχομένως μάλιστα το επιλεχθέν όριο των 850 m που υιοθετήθηκε (Κακούρος 2009) να έπρεπε να είναι αυξημένο, καθώς, όπως φαίνεται από τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, το ποσοστό επιτυχίας στα χαμηλά υψόμετρα διατηρείται χαμηλό ακόμα και σε πλαγιές με βορινή έκθεση και σχετικά ήπιες κλίσεις.

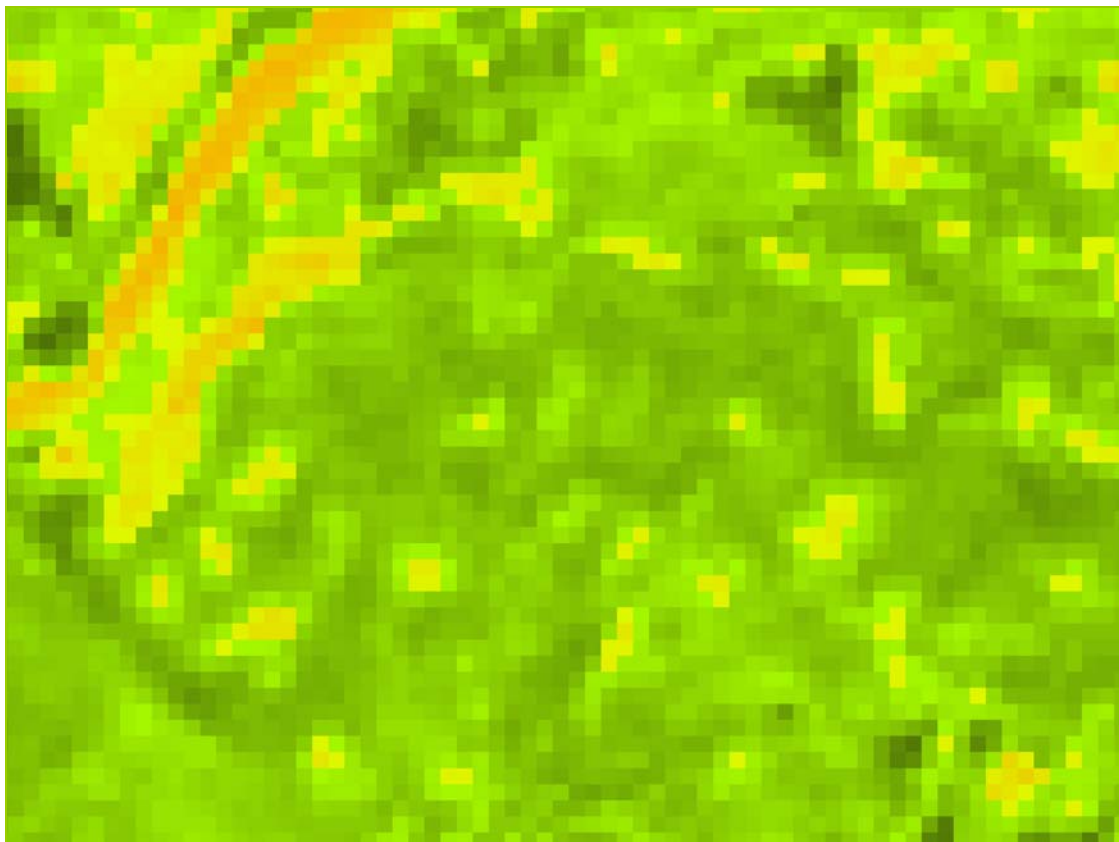
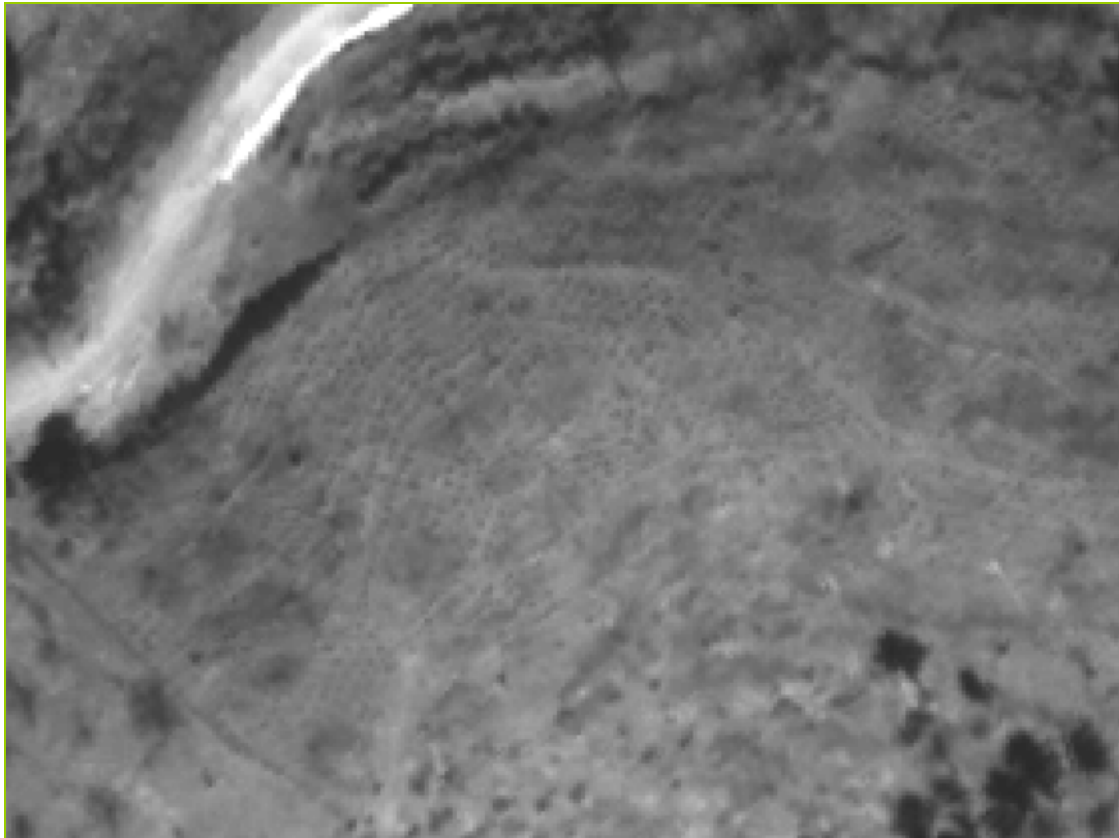


Εικόνα 12. Ύψος των φυτεμένων φυταρίων μαύρης πεύκης στις εκτάσεις του Πάρνωνα που κήκαν στην πυρκαγιά της 23-8-2007, σε σχέση με το υψόμετρο για τα έτη 2011 και 2012.

Η διαχρονική σύγκριση δεικτών που υπολογίζονται από πολυφασματικές δορυφορικές εικόνες δεν απέδωσε αποτελέσματα από τα οποία να μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την επιτυχία των φυτεύσεων (εικόνες 13α και 13β). Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται οι τιμές του ΚΔΒ για την έκταση στην οποία έγιναν φυτεύσεις και για την έκταση που αναγεννάται φυσικά (50 m γύρω και δίπλα σε άκαυτα τμήματα του δάσους). Από τη σύγκριση των τιμών του ΚΔΒ των δυο καταστάσεων για τις δυο χρονικές στιγμές προκύπτει ότι παρουσιάζουν πολύ μικρές διαφορές με εξαίρεση την ελάχιστη τιμή μεταξύ των εκτάσεων που έγιναν φυτεύσεις και αυτών που αναγεννώνται φυσικά για το 2013. Αυτό εξηγείται από το ότι η ελάχιστη διάσταση που έχουν τα εικονοστοιχεία από τα οποία υπολογίζεται ο ΚΔΒ είναι 2 m, πολύ μεγαλύτερη δηλαδή από την προβολή της κόμης των δενδρυλλίων στο έδαφος, ακόμα και αυτών από φυσική αναγέννηση (τα οποία στην πλειονότητά τους είναι μεγαλύτερα κατά ένα έτος από αυτά που φυτεύτηκαν) με έντονη αύξηση (Εικόνα 14). Λαμβάνοντας αυτά υπόψη, διαπιστώνεται ότι στη χρονική αυτή στιγμή η χρήση πολυφασματικών εικόνων με χρήση δεικτών τύπου ΚΔΒ δεν επιτρέπει την ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την επιτυχία της τεχνητής αποκατάστασης. Ενδεχομένως μετά από λίγα χρόνια, όταν η προβολή της κόμης των δενδρυλλίων θα πλησιάζει σε διάμετρο τα 2 m θα είναι δυνατή η χρήση των εικόνων.

Πίνακας 4. Τιμές του κανονικοποιημένου δείκτη βλάστησης για τις εκτάσεις που έχουν φυτευθεί και αυτές που αναγεννώνται φυσικά το 2009 και το 2013.

Έκταση	Δορυφόρος (λήψη εικόνας)	Τιμές ΚΔΒ (NDVI)		
		Ελάχιστη	Μέγιστη	Μέση
Έκταση υπό φυσ. αναγέννηση 341 ha	IKONOS (07-06-2009)	-0,702	0,199	-0,275
	WV2 (01-04-2013)	-0,165	0,888	0,429
Έκταση υπό τεχνητή αποκατάσταση 290 ha	IKONOS (07-06-2009)	-0,713	0,223	-0,229
	WV2 (01-04-2013)	-0,362	0,888	0,442



β **Εικόνα 13.** Τμήμα έκτασης που φυτεύτηκε με μαύρη πεύκη στην παγχρωματική σύνθεση της εικόνας του 2013 (α) και στην σύνθεση του ΚΔΒ (β) με μέγιστη ανάλυση 0,5 και 2 m αντίστοιχα. Τα φυτάρια που διακρίνονται στην εικόνα 7α δεν διακρίνονται στην εικόνα 7β.



Εικόνα 14. Φυτάρια μαύρης πεύκης από φυσική αναγέννηση την άνοιξη του 2013. Παρά το σχετικά μεγάλο τους ύψος δεν έχουν ακόμα αποκτήσει διάμετρο κόμης που να μπορεί να αναγνωρισθεί μέσω του ΚΔΒ. Η σημασμένη επιφάνεια έχει εσωτερικές διαστάσεις 2x2 m.

Συνολικά, παρά το ότι η τεχνητή αποκατάσταση δεν επιτυγχάνει το ποσοστό επιβίωσης της αρχικής υπόθεσης πρέπει να θεωρηθεί επιτυχής καθώς το ποσοστό αυτό αφορά επανεγκατάσταση ή αρχική εγκατάσταση παραγωγικών δασών. Σε αυτά ο σκοπός των φυτεύσεων είναι η δημιουργία παραγωγικού δάσους. Για τον λόγο αυτό επιδιώκεται η επιβίωση του μέγιστου δυνατού αριθμού δέντρων ώστε να γίνεται πλήρης εκμετάλλευση του χώρου, να υπάρχει ευχέρεια επιλογής των πλέον επιθυμητών ατόμων κατά την καλλιέργεια της συστάδας και οι κορμοί των δέντρων να είναι χωρίς κλαδιά, καθώς έτσι το ξύλο έχει μεγαλύτερη αξία ως ξυλεία κατασκευών και κολώνες.

Στην περίπτωση του Πάρνωνα, οι φυτεύσεις έγιναν για τη διαφύλαξη της παρουσίας του τύπου οικοτόπου στο οριακό, από πλευράς κλιματεδαφικών συνθηκών, περιβάλλον της περιοχής. Έτσι ακόμα και η σχετικά χαμηλή επιτυχία δημιουργεί σημαντικά ευνοϊκότερες προϋποθέσεις για την επίτευξη του σκοπού αυτού. Εξάλλου ανάλογα ποσοστά επιτυχίας είχαν και προσπάθειες επανεγκατάστασης της μαύρης πεύκης στην Ισπανία μετά από πυρκαγιά (Espelta et al. 2003).

Στο παράρτημα II παρουσιάζονται χαρακτηριστικές εικόνες της φωτογραφικής παρακολούθησης.

4.3. Διαδοχή της βλάστησης

Οι φυτοληψίες που διενεργήθηκαν το 2010 (Γεωργιάδης και Δημητρέλος 2010) έδειξαν ότι η ποώδης βλάστηση είχε αυξηθεί τόσο σε αριθμό ειδών όσο και σε πληθοκάλυψη από τα αναφερόμενα στη βιβλιογραφία (βλ. π.χ. Bergmeier 2002). Πολλά από τα είδη που καταγράφηκαν είναι ανεμόχωρα και καλύπτουν το έδαφος στα αρχικά στάδια μετά την πυρκαγιά. Δεδομένης της μικρής χρονικής απόστασης από την πυρκαγιά και της απουσίας δεδομένων για τη βλάστηση της συγκεκριμένης περιοχής του Πάρνωνα πριν την πυρκαγιά, δεν ήταν δυνατό να διαπιστωθεί αν η ανακάμπτουσα βλάστηση συγκλίνει με αυτή που είχε καταγραφεί στο παρελθόν στην περιοχή παρά το γεγονός ότι τα θαμνώδη είδη που υπήρχαν και πριν είχαν ήδη εισέλθει σε διαδικασία ανάκαμψης και ότι εντοπίστηκαν και ορισμένα από τα διαγνωστικά είδη προσδιορισμού του τύπου οικοτόπου» (Υπο)Μεσογειακά δάση πεύκης με ενδημικά είδη μαύρης πεύκης» με κωδικό 9530.

Ήδη το 2013 η κατάσταση έχει αλλάξει, όπως φαίνεται και από τη διαδοχική φωτογράφιση θέσεων με επικρατούσα θαμνώδη βλάστηση (Εικόνα 15).

2009



2010



2011



2012



Εικόνα 15. Διαδοχικές φωτογραφίες των ετών 2009-2012 της επιφάνειας E2 όπου επικρατεί θαμνώδης βλάστηση.

Στις εκτάσεις που αποκαταστάθηκαν τεχνητά και αντιστοιχούν στο 14,6 % της έκτασης των δασών μαύρης πεύκης πριν την πυρκαγιά ή στο 23% των εκτάσεων που αξιολογήθηκαν για τεχνητή αποκατάσταση, ο ΚΔΒ (Πίνακας 4) έχει μέση τιμή 0,442, που βρίσκεται μεταξύ των τιμών που παίρνει ο δείκτης για τη θαμνώδη βλάστηση και τη δασική βλάστηση (0,2-0,3 και 0,6-0,8 αντίστοιχα). Αυτό σημαίνει ότι στις εκτάσεις αυτές έχει εγκατασταθεί ξυλώδης βλάστηση χωρίς, όπως εξηγήθηκε ήδη, να είναι δυνατή η εκτίμηση της συνεισφοράς των φυτεύσεων σε αυτό το αποτέλεσμα.

Στις εκτάσεις που αναγεννώνται φυσικά και αντιστοιχούν στο 17,1 % της έκτασης των δασών μαύρης πεύκης πριν την πυρκαγιά η μέση τιμή του ΚΔΒ (Πίνακας 4) είναι 0,429, ελάχιστα χαμηλότερη της αντίστοιχης των εκτάσεων που αποκαταστάθηκαν τεχνητά. Όπως και στην περίπτωση των εκτάσεων που αποκαταστάθηκαν τεχνητά, η τιμή αυτή δείχνει ότι σε αυτές έχει επανεγκατασταθεί ξυλώδης βλάστηση. Από την εικόνα 15 αλλά και από τις εικόνες των θέσεων δειγματοληψίας E1, E2, E3 (Παράρτημα I) που βρίσκονται σε υψόμετρο περίπου 900, φαίνεται ότι σε μεγάλο τμήμα των εκτάσεων που αναγεννώνται φυσικά επικρατεί βλάστηση αείφυλλων πλατύφυλλων

Η μικρή διαφορά των μέσων τιμών του ΚΔΒ μεταξύ των εκτάσεων που αποκαταστάθηκαν τεχνητά και των εκτάσεων που αναγεννώνται φυσικά έχει ιδιαίτερη αξία, αν ληφθεί υπόψη ότι η φυσική αναγέννηση απαντά κυρίως στα μεγαλύτερα υψόμετρα της περιοχής, όπου επέζησαν περισσότερα δέντρα μαύρης πεύκης και οι συνθήκες είναι ευνοϊκότερες για την εγκατάσταση και αύξηση των φυτών. Η μικρή αυτή διαφορά αποτελεί ένδειξη ότι παρά τα χαμηλά ποσοστά επιτυχίας των φυτεύσεων στα χαμηλά υψόμετρα η ξυλώδης βλάστηση ανακάμπτει εξίσου δυναμικά και σε αυτά. Ωστόσο, με βάση τα ευρήματα της καταγραφής της βλάστησης και της φωτογραφικής τεκμηρίωσης (φωτογραφίες επιφανειών A1, A2, A7, A8 στο Παράρτημα II) που δείχνουν επικράτηση βλάστησης αείφυλλων πλατύφυλλων και φρύγανων, διαφαίνεται ως πιθανό ένα μεγάλο μέρος των εκτάσεων που καλύπτονταν από δάσος μαύρης πεύκης να καταληφθεί από βλάστηση με εντονότερο μεσογειακό χαρακτήρα.

Αλλά και στο σύνολο της περιοχής που επηρεάστηκε από την πυρκαγιά, φαίνεται πως υπάρχει σαφής βελτίωση της κατάστασης από το καλοκαίρι του 2007, αφού η μέση τιμή του ΚΔΒ το 2013 (Πίνακας 5) έχει αυξηθεί ουσιαστικά. Η μέση τιμή του ΚΔΒ το 2013 (-0,149) είναι υψηλότερη ακόμα και από την τιμή του ΚΔΒ του 2003, όταν οι μορφές κάλυψης στην περιοχή της πυρκαγιάς ήταν ουσιαστικά οι ίδιες με αυτές του καλοκαιριού του 2007 με τα δάση να κυριαρχούν. Σημειώνεται εδώ, ότι το σύνολο της περιοχής αφορά και εκτάσεις με βράχια που είναι αρκετά μεγάλες, οικισμούς, οδικό δίκτυο κ.λπ. που αντιστοιχούν σε χαμηλές τιμές ΚΔΒ και για τον λόγο αυτό η επίτευξη τιμών μεγαλύτερων του μηδέν θεωρείται αρκετά δύσκολη.

Πίνακας 5. Τιμές του κανονικοποιημένου δείκτη βλάστησης για το σύνολο της περιοχής, τις εκτάσεις που έχουν φυτευθεί και αυτές που αναγεννώνται φυσικά το 2009 και το 2013.

Έκταση	Δορυφόρος (λήψη εικόνας)	Τιμές ΚΔΒ (NDVI)		
		Ελάχιστη	Μέγιστη	Μέση
Σύνολο περιοχής πυρκαγιάς ανεξάρτητα κάλυψης 5.788 ha	Landsat (12-10-2003)	-1	0,294	-0,380
	IKONOS (07-06-2009)	-1	0,035	-0,586
	WV2 (01-04-2013)	-1	0,561	-0,149

5. Συνολική αξιολόγηση

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις θέσεις δειγματοληψίας και τα αποτελέσματα της χρήσης πολυφασματικών εικόνων επιτρέπουν την εκτίμηση ότι η φυσική βλάστηση έχει επανεγκατασταθεί πρακτικά όπου αυτό ήταν εφικτό από τις κλιματεδαφικές συνθήκες. Δείχνουν επίσης ότι η ξυλώδης βλάστηση έχει μεγάλο ποσοστό συμμετοχής στη βλάστηση μετά την πυρκαγιά, κάτι ιδιαίτερα θετικό για την αποκατάσταση του δάσους και την προστασία του εδάφους. Υπάρχει ωστόσο το ενδεχόμενο μέρος των εκτάσεων που πριν την πυρκαγιά καλύπτονταν από δάση μαύρης πεύκης να καταληφθούν από βλάστηση με εντονότερο μεσογειακό χαρακτήρα.

Η ειδικότερη συμβολή της τεχνητής αποκατάστασης σε αυτή την συνολικά πολύ καλή εικόνα είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί σε αυτή της φάση. Είναι όμως βέβαιη η καθοριστική συμβολή της τεχνητής αποκατάστασης στην μακροπρόθεσμη αποκατάσταση του δάσους μαύρης πεύκης. Οι εκτάσεις που αποκαταστάθηκαν μέσω των φυτεύσεων φέρουν ήδη τους μελλοντικούς σπορείς από όπου θα προκύψει φυσική αναγέννηση-επέκταση του δάσους μαύρης πεύκης. Μετά από 15-30 έτη ανάλογα με τη δομή των νέων συστάδων (η μαύρη πεύκη καρποφορεί σε ηλικία 15-30 έτη σε ανοιχτές και σε ηλικία 20-40 έτη σε κλειστές συστάδες) ένα δεύτερο «κύμα» φυσικής επανεγκατάστασης θα καλύψει και άλλες εκτάσεις από αυτές που κάηκαν το 2007.

Από τα στοιχεία αυτά και με την παραδοχή ότι η φυσική αναγέννηση κινείται με ρυθμό περίπου 50 m ανά περίπου 30 έτη εκτιμάται ότι το έργο θα έχει συμβάλει στην αποκατάσταση έκτασης που θα προσεγγίζει το 50% της έκτασης που κάηκε πλήρως και μέτρια εντός των πρώτων 50 ετών από την πυρκαγιά, ενώ η φυσική αποκατάσταση της ίδιας έκτασης θα χρειαζόταν (με τις παρούσες κλιματικές συνθήκες) σε πολλά σημεία έως και 100 έτη. Επιπρόσθετα, χωρίς την τεχνητή αποκατάσταση θα ήταν ιδιαίτερα δύσκολο να αποκατασταθεί το δάσος μαύρης πεύκης στα χαμηλότερα υψόμετρα καθώς σε αυτά τα εναπομείναντα ζωντανά δέντρα είναι πολύ λίγα.

Βιβλιογραφία

- Aronson, J., D. Vallauri and C. Fontaine 2004. Methodologies and indicators for the evaluation of restoration projects. Workshop on methodologies and indicators for the evaluation of restoration projects. CEAM, NRD-Universita de Sassari, AUTH, ISA CIHEAM-IAMZ, CEFÉ-CNRS, WWF-France, Alicante, Spain. 10 p.
- Bergmeier, E. 2002. Plant communities and habitat differentiation in the mediterranean coniferous woodlands of Mt. Parnon (Greece). *Folia Geobotanica* 37: 309-331.
- 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.
- Cortina, J. and S. Bautista 2004. Conceptual framework, criteria and methodology for the evaluation of restoration projects: general conclusions. *In* Vallejo, R., S. Bautista and J. Cortina (eds.), Workshop on methodologies and indicators for the evaluation of restoration projects. CEAM, NRD-Universita de Sassari, AUTH, ISA CIHEAM-IAMZ, CEFÉ-CNRS, WWF-France, Alicante, Spain. 9 p.
- 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.
- Fischer, R. 2008. Forest Ecosystems in a Changing Environment: Identifying Future Monitoring and Research Needs. Institute for World Forestry, Turkish Ministry of Environment and Forestry, IUFRO, Joint Research Centre, EEA, Germany. 28 p.
- Fortheringham, S., M. Charlton and C. Brunsdon 1992. Measuring spatial variations in relationships with geographically weighted regression. *In* M., F. and G. A. (eds.), Recent Developments in Spatial Analysis. Spatial Statistics, Spatial Statistics, Behavioural Modelling and Computational Intelligence. Springer-Verlag, Berlin. 22 p.
- Hall, F.C. 2001. Ground-Based Photographic MonitoringGen. Tech. Rep. PNW-GTR-503. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Region, Natural Resources, Portland, Oregon. 340 p.
- Jongman, R.H.G., C.J.F. Ter Braak and O.F.R. van Tongeren 1995. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press, Cambridge. 298 p.
- Sandmann, H. 1999. Mapping Forest Structure of Dry Montane Forest Landscapes: A Cost-Effective Three-Stage Sampling Design for Characterizing Disturbance Dynamics and Stand Development. *In* Neuenschwander, L. F. and K. C. Ryan (eds.), Joint Fire Science Conference and Workshop. Joint Fire Science Program, Boise, Idaho. 11 p.
- Scholz, O., N. Gaylor and K. Erickson 2005. A Monitoring Baseline for a Forest Restoration Project on Galiano Island. *In* Seaton, R. (ed.), Restoration in the Rainshadow, Proceedings of the 2005 SER-BC Annual Conference. The Society for Ecological Restoration – British Columbia, Galiano Island, BC. 14 p.
- Solberg, S., E. Naeset, H. Lange and O.M. Bollands 2005. Sensing of Forest Health. SNS meeting in forest pathology, Norway. p.
- Vallauri, D., J. Aronson, N. Dudley and R. Vallejo 2005. 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.
- Zaghi, D. 2008. Management of Natura 2000 habitats. 9530 *(Sub)-Mediterranean pine forests with endemic black pines. European Commission, Brussels. 27 p.
- Αναγνωστοπούλου, Μ. 1996. Οδηγός παρακολούθησης περιοχών του δικτύου "Φύση 2000". Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας-Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων, Θεσσαλονίκη. 163 σελ.
- Βέργος, Σ., Δ. Ξύστρας, Ν. Χουλιάρης και Β. Τάντος 1995. Έρευνα των αιτιών έλλειψης φυσικής αναγέννησης σε συστάδες Μαύρης πεύκης περιοχής Αβδέλλης του δασικού

- συμπλέγματος Περιβολίου Γρεβενών., Πρακτικά 6ου Πανλλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Χανιά. 17 σελ.
- Γεωργιάδης, Θ. και Γ. Δημητρίδης 2010. Έκθεση των αποτελεσμάτων των φυτοληψιών σε επιφάνειες του τύπου οικοτόπου: (Υπο)Μεσογειακά δάση πεύκης με ενδημικά είδη μαύρης πεύκης (κωδ. 9530), που κήκαν από την πυρκαγιά τον Αύγουστο του 2007 στο όρος Πάρνωνας. Research. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων, Θέρμη. 13 σελ.
- Δασαρχείο Σπάρτης 2010. Αναδασώσεις καμένου δάσους Πάρνωνας 2.900 στρεμ. Πρόγραμμα LIFE+ «Αποκατάσταση των δασών *Pinus nigra* στον Πάρωνα μέσω μιας δομημένης προσέγγισης». Σπάρτη. 33 σελ.
- Θάνος, Κ.Α. 2008. Σχέδιο παρακολούθησης στα υπομεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα - *Pinus nigra* sub. *pallasiana* στο Εθνικό Δασικό Πάρκο Τρόοδους. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα. 6 σελ.
- Κακούρος, Π. 2009. Πρόταση για την αποκατάσταση των δασών μαύρης πεύκης που επλήγησαν από πυρκαγιές στον Πάρωνα (GR2520006). Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων, Θέρμη. 24 σελ.
- Κακούρος, Π., Α. Αποστολάκης και Σ. Ντάφης 2009. Έκθεση αποτίμησης των επιπτώσεων της πυρκαγιάς του 2007 στον τύπο οικοτόπου «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» του Πάρωνα (GR2520006). Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων, Θέρμη. 53 σελ.
- Κακούρος, Π. και Σ. Ντάφης 2009. Κατευθύνσεις για μια δομημένη προσέγγιση για την αποκατάσταση δασών μαύρης πεύκης μετά από πυρκαγιές. Έκδοση 1η. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων, Θέρμη. 91 σελ.
- Κακούρος, Π. και Σ. Ντάφης 2011. Σχεδιασμός και εγκατάσταση συστήματος παρακολούθησης της αποκατάστασης των δασών μαύρης πεύκης στον Πάρωνα (GR2520006). Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων, Θέρμη. 24 σελ.

