



LIFE13 ENV/SI/000148

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ

Κατευθυντήριες οδηγίες για τη γενετική παρακολούθηση της

Μαύρης πεύκης (*Pinus nigra* J. F. Arnold)



Το Εγχειρίδιο είναι τμήμα του Οδηγού εφαρμογής
για την γενετική παρακολούθηση δασών

Οδηγός Εφαρμογής για τη Γενετική Παρακολούθηση Δασών



Studia Forestalia Slovenica, 177

ISSN 0353-6025

ISBN 978-961-6993-66-1

Εκδότης: Slovenian Forestry Institute, Silva Slovenica publishing centre, Ljubljana 2020

Τίτλος: Οδηγός Εφαρμογής για τη Γενετική Παρακολούθηση Δασών

Συντάκτες: Marko Bajc, Φίλιππος Α. Αραβανόπουλος, Marjana Westergren, Barbara Fussi,
Darius Kavaliauskas, Παρασκευή Αλιζώτη, Φώτιος Κιουρτσής, Hojka Kraigher

Επιστημονική επιμέλεια: Φίλιππος Α. Αραβανόπουλος

Μετάφραση: Φίλιππος Α. Αραβανόπουλος, Νικόλαος Τουρβάς, Φανή Λύρου

Διορθωτές: Βασιλική-Μαρία Κοτινά, Μαρία-Ειρήνη Αντωνιάδου, Χρύσα Γουγουτσά, Ειρήνη Ζαχαροπούλου,
Κατερίνα Καπλάνη, Μαρία Μαυρουδάκη, Ειρήνη Μυρωνίδου, Αλεξάνδρα Νάσκα, Μαρίτα
Παπαγιάννη, Ιωάννα Πύρκα, Ελέανα Χαβαλέ

Τεχνικός έλεγχος: Peter Železnik, Katja Kavčič Sonnenschein

Σχεδίαση: Boris Jurca, NEBIA

Εκτύπωση: Εκδόσεις Κυριακίδη

Έκδοση: 1^η έκδοση

Τιμή: Δωρεάν

Κυκλοφορία: 200

Ηλεκτρονική έκδοση: <http://dx.doi.org/10.20315/SFS.177>

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

630*58:630*16(082)

630*1:575.22(082)

ODEGÓS efarmogís gia te genetike parakolouthese dasón /
[syntáktes Marko Bajc ... et al.]. - 1e ékd. - Ljubljana : Slovenian
Forestry Institute, Silva Slovenica Publishing Centre, 2020. - (Studia
Forestalia Slovenica, ISSN 0353-6025 ; 177)

ISBN 978-961-6993-66-1

COBISS.SI-ID 57032963

9.2.4 Μαύρης πεύκης (*Pinus nigra* J. F. Arnold)

Παρασκευή ΑΛΙΖΩΤΗ¹, Darius KAVALIAUSKAS², Barbara FUSSI²,
Marjana WESTERGREN³, Marko BAJC³, Φίλιππος Α. ΑΡΑΒΑΝΟΠΟΥΛΟΣ¹,
Rok DAMJANIĆ³, Hojka KRAIGHER³

Απόδοση στα ελληνικά

Παρασκευή ΑΛΙΖΩΤΗ, Μαρίτα ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΗ, Χρύσα ΓΟΥΓΟΥΤΣΑ, Φίλιππος Α.
ΑΡΑΒΑΝΟΠΟΥΛΟΣ

Εικονογράφηση Klara JAGER



Βιβλιογραφική παράθεση: Alizioti κ.α. (2020) Κατευθυντήριες Οδηγίες για τη Γενετική Παρακολούθηση της Ευρωπαϊκής Μαύρης Πεύκης (*Pinus nigra* J.F. Arnold). Στο: Bajc κ. ά. (Επιμ.) Οδηγός Εφαρμογής για τη Γενετική Παρακολούθηση Δασών. Ινστιτούτο Δασών Σλοβενίας; Silva Slovenica Publishing Centre, Λιουμπλιάνα, σσ. 237-255. <http://dx.doi.org/10.20315/SFS.167>

Φορείς:

- ¹. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ), Ελλάδα
- ². Βαυαρικό Γραφείο Δασικής Γενετικής (AWG), Γερμανία
- ³. Δασικό Ινστιτούτο Σλοβενίας (SFI), Σλοβενία

1 Περίληψη

Η μαύρη πεύκη (*Pinus nigra* J.F. Arnold) είναι ένα ανεμογαμές, μόνοικο και κατά κύριο λόγο ετερογαμές κωνοφόρο μεγάλων υψομέτρων, που φύτεται σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου, όπως επίσης και στην Αυστρία, την Κριμαία και τη Μαύρη Θάλασσα. Η εκτεταμένη γεωγραφική εξάπλωση του είδους σε ποικιλία περιβαλλόντων είχε ως αποτέλεσμα τη μορφολογική και γενετική του διαφοροποίηση σε πέντε αλληλοδιασταυρούμενα υποείδη, που καταλαμβάνουν διαφορετικές περιοχές εντός της φυσικής του εξάπλωσης. Η μαύρη πεύκη είναι θεμελιώδες είδος των δασικών οικοσυστημάτων, πολύτιμο λόγω της υψηλής οικονομικής και οικολογικής του αξίας, το οποίο παράγει ξύλο υψηλής ποιότητας και φυσικής αντοχής. Χαρακτηρίζεται από την ανθεκτικότητά του σε αβιοτικούς παράγοντες καταπόνησης, όπως φτωχά και αλατούχα εδάφη, παγετούς, ισχυρούς ανέμους και ξηρασία. Το είδος αναγεννάται φυσικά στα δασικά οικοσυστήματα, αλλά δεν διαθέτει μηχανισμούς αναγέννησης μετά από πυρκαγιά, γεγονός που το καθιστά ευάλωτο στις εκτεταμένες πυρκαγιές που συχνά συμβαίνουν σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου. Δεδομένης της μεγάλης οικονομικής και οικολογικής αξίας του είδους, της εκτεταμένης φυσικής του εξάπλωσης σε ποικιλία οικοτόπων και της ύπαρξης απομονωμένων και οριακών πληθυσμών, που θα μπορούσαν να κινδυνεύσουν εν όψει της κλιματικής αλλαγής, μπορεί να θεωρηθεί ως ένα καλό υποψήφιο είδος για γενετική παρακολούθηση.

Οι παρούσες κατευθυντήριες οδηγίες περιλαμβάνουν τη σύντομη περιγραφή της μαύρης πεύκης και συγκεκριμένα της εξάπλωσης, οικολογίας, αναπαραγωγής και των απειλών που μπορούν να θέσουν το είδος σε κίνδυνο, καθώς επίσης οδηγίες τόσο περί του τρόπου ίδρυσης μιας επιφάνειας γενετικής παρακολούθησης, όσο και καταγραφής όλων των απαραίτητων επαληθευτών στο πεδίο, προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της γενετικής παρακολούθησης.

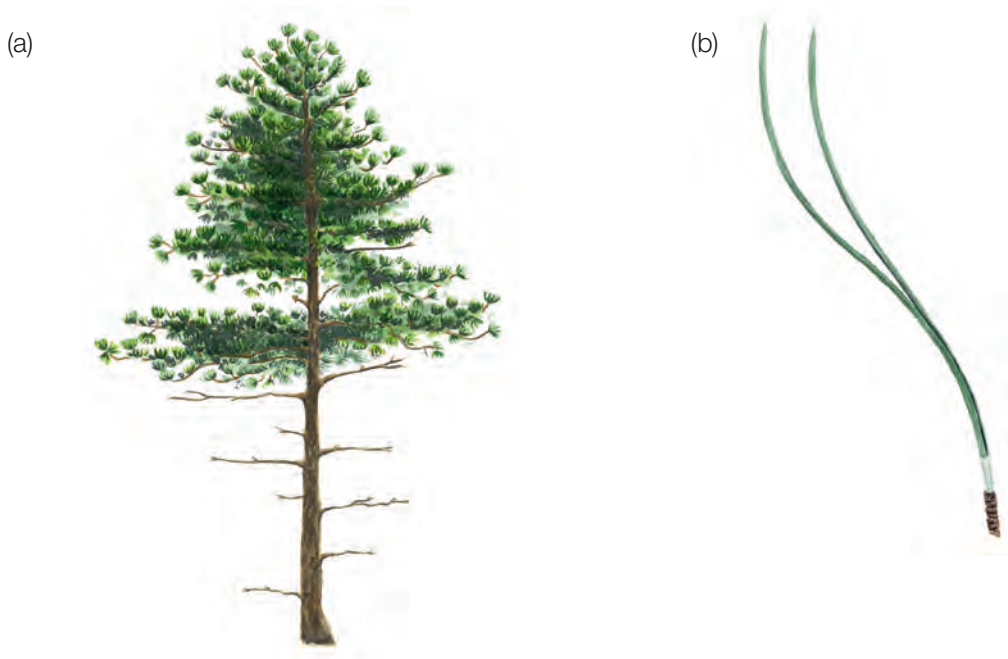
2 Περιγραφή είδους

Η μαύρη πεύκη είναι Μεσογειακό κωνοφόρο, που πέραν της λεκάνης της Μεσογείου εξαπλώνεται στην Αυστρία, την Κριμαία και τη Μαύρη Θάλασσα. Διακρίνονται τα παρακάτω πέντε υποείδη [1], με βάση μορφολογικά / ανατομικά γνωρίσματα: α) *P. nigra* J.F. Arnold subsp. *nigra*, που εξαπλώνεται στην νοτιοανατολική Αυστρία, βόρεια Ιταλία, τη Βαλκανική Χερσόνησο, Βουλγαρία, Ρουμανία, ευρωπαϊκή Τουρκία, β) *P. nigra* subsp. *dalmatica* (Vis.) Franco, που εξαπλώνεται στην Κροατία, γ) *P. nigra* subsp. *laricio* (Poir.) Palib. ex Maire, που εξαπλώνεται στη Γαλλία (Κορσική) και την Ιταλία (Απέννινα, Σικελία), δ) *P. nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, που εξαπλώνεται στην Ελλάδα, την Κύπρο, τη νοτιοδυτική Βουλγαρία, τη νοτιοανατολική Βόρεια Μακεδονία, τη νότια Αλβανία και από την Κριμαία κατά μήκος της ακτής της Μαύρης Θάλασσας έως την Τουρκία και, ε) *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco, εξαπλώνεται στη νοτιοδυτική Ευρώπη, τη Γαλλία (Όρη Ερώ, Πυρηναία), την Ισπανία, την Αλγερία και το Μαρόκο. Το είδος μπορεί να φύτεται σε μίξη με τα είδη *P. sylvestris* L., *P. mugo* Turra, *P. halepensis* Mill., *P. pinea* L. και *P. heldreichii* Christ [2]. Στις περισσότερες περιπτώσεις το είδος σχηματίζει αμιγείς συστάδες, ενώ μπορεί να απαντάται και σε μικτές συστάδες μαζί με άλλα είδη πεύκης και ιδιαίτερα με *P. sylvestris* [12].

Φυσικός διειδικός υβριδισμός μεταξύ της *Pinus nigra* και άλλων ειδών πεύκης έχει αναφερθεί, όπως για παράδειγμα με τα είδη *P. sylvestris*, *P. heldreichii*, *P. densiflora* Siebold & Zucc., *P. resinosa* Aiton, *P. tabulaeformis* Carrière, *P. taiwanensis* Hayata, *P. mugo*, *Pinus thunbergii* Parl. [3,4,5,6,7], όταν τα είδη συνυπάρχουν φυσικά με τη μαύρη πεύκη, ή όταν έχουν εισαχθεί τεχνητά στην περιοχή που φύτεται. Ενδοειδικός υβριδισμός μεταξύ των υποειδών είναι πιθανός, καθώς το γενετικό ασυμβίβαστο μεταξύ τους δεν είναι αρκετά ισχυρό ώστε να εμποδίσει την μεταξύ τους διασταύρωση και ανταλλαγή γονιδίων, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μεταβατικών μορφών που προκύπτουν λόγω της εκτεταμένης ροής γονιδίων εξαιτίας της διασποράς γύρης σε μεγάλες αποστάσεις [8].

Το είδος είναι μεσαίου μεγέθους πεύκη, με δύο βελόνες ανά βραχυκλάδιο (Εικόνα 1), που φτάνει κατά την ηλικία ωριμότητας (80 ετών) σε ύψος 30 – 50μ.και χαρακτηρίζεται από την ευθυτένεια του κορμού της. Το χρώμα του φλοιού κυμαίνεται από ανοιχτό γκρι έως σκούρο γκρι-καφέ, ενώ ο φλοιός αποκολλάται σε λωρίδες και φολιδωτά κομμάτια σε γηραιότερα δέντρα [9]. Ο φλοιός αποκτά βαθιές σχισμές όσο αυξάνεται η ηλικία του δέντρου [10].

Η κορυφή είναι συνήθως κωνική σε νεαρή ηλικία, αλλά στρογγυλεύει όσο η ηλικία αυξάνεται, σχηματίζοντας θολωτή ή εκτεταμένη και επίπεδη κορυφή. Οι βελόνες είναι δύσκαμπτες, έχουν μήκος 8 έως 16 εκ. και πλάτος 1-2 χλστ., είναι ίσιες ή περιστραμμένες και οδοντωτές, ενώ ο κολεός έχει μήκος 10-12 χλστ. [11,12].



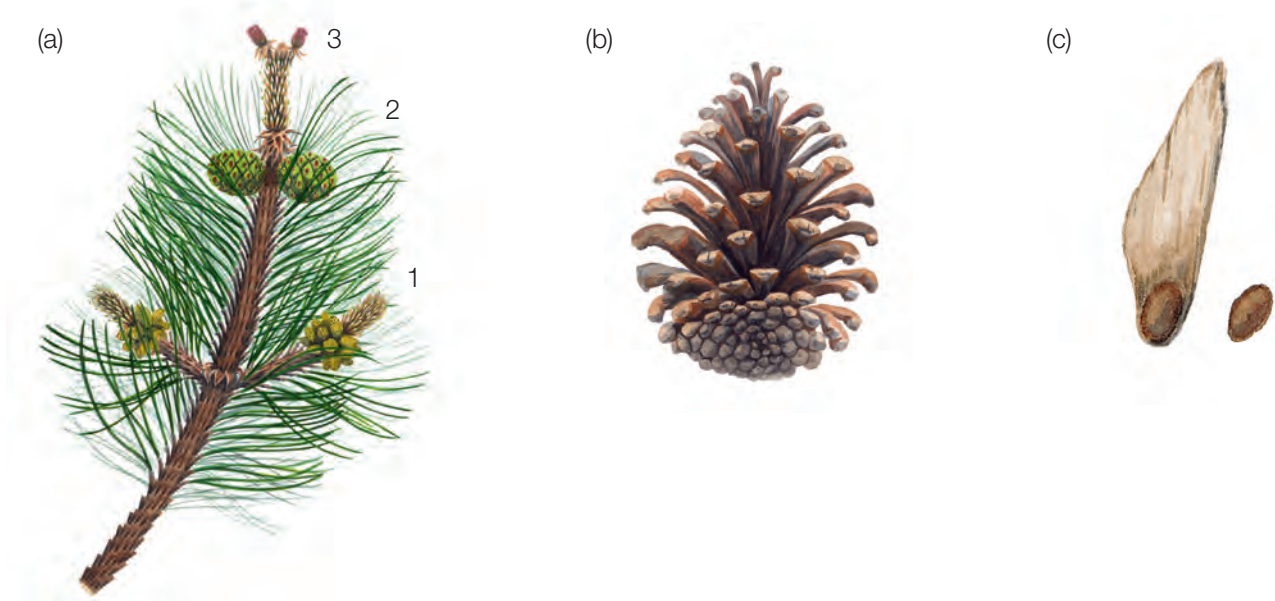
Εικόνα 1. Φαινολογία (a) και βελόνες (b) της ευρωπαϊκής μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*).

3 Αναπαραγωγή

Η μαύρη πεύκη είναι μόνικο, ανεμογαμές κωνοφόρο, με σπέρματα που φέρουν πτερύγιο και διασπείρονται με τον άνεμο. Η αναπαραγωγική ωριμότητα επέρχεται στην ηλικία των 15-20 χρόνων. Οι αρσενικοί και οι θηλυκοί στρόβιλοι (κωνίσκοι) (Εικόνα 2a) εμφανίζονται κάθε χρόνο κατά τη διάρκεια του Μαΐου. Οι θηλυκοί στρόβιλοι (κωνίσκοι) έχουν χρώμα από κόκκινο έως μωβ, ενώ οι ανώριμοι αρσενικοί στρόβιλοι έχουν χρώμα πράσινο, που σταδιακά μετατρέπεται σε κίτρινο όταν αυτοί ωριμάσουν και διασπείρουν τη γύρη τους. Η διασπορά γύρης και η δεκτικότητα των θηλυκών κωνίσκων παρατηρούνται από τον Μάιο έως τις αρχές Ιουνίου, ενώ η διάρκεια της δεκτικότητας των θηλυκών κωνίσκων διαρκεί συνήθως τρεις ημέρες [8]. Η γονιμοποίηση πραγματοποιείται 13 μήνες μετά την επικονίαση. Οι ώριμοι κώνοι (Εικόνα 2b) είναι απόδοσκοι και βρίσκονται σε οριζόντια θέση σε σχέση κλαδιά, έχουν μήκος 4-8 εκ., πλάτος 2-4 εκ. και χρώμα που κυμαίνεται από καφετί έως καφεκίτρινο ή ακόμα και ανοιχτό κίτρινο. Οι κώνοι ωριμάζουν από τον Σεπτέμβριο έως τον Νοέμβριο του δεύτερου έτους και ανοίγουν το τρίτο έτος μετά την επικονίαση [12]. Συνήθως, κάθε γόνιμο σπερμοβλαστικό λέπι φέρει δύο σπέρματα με πτερύγιο (Εικόνα 2c), οι δε κώνοι φέρουν συνολικά συνήθως από 30-40 σπέρματα από τα οποία βλαστάνουν περίπου τα μισά. Τα σπέρματα διασπείρονται από τον Οκτώβριο έως το Νοέμβριο της δεύτερης αυξητικής περιόδου. Το χρώμα των σπερμάτων μπορεί να κυμαίνεται από γκρι έως ανοιχτό κίτρινο, το μήκος σπέρματος είναι 5-7 χλστ. και το μήκος πτερυγίου 19-26 χλστ. Η πληροκαρπία συμβαίνει κάθε δύο έως πέντε έτη [13].

4 Περιβάλλον

Η *Pinus nigra* χαρακτηρίζεται από εκτεταμένη φυσική εξάπλωση (δηλ. σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου και περιοχές της Αυστρίας, της Κριμαίας και της Μαύρης Θάλασσας) που περιλαμβάνει μεγάλο εύρος περιβαλλόντων. Αναπτύσσεται σε υψόμετρα που κυμαίνονται μεταξύ 350μ. και 2200 μ. (οροσειρά του Ταύρου, Τουρκία), αλλά το βέλτιστο υψόμετρο για το είδος είναι μεταξύ 800μ. και 1500μ. Το είδος μπορεί να αναπτύσσεται σε ξηρά περιβάλλοντα με φτωχά εδάφη και σε μια ποικιλία εδαφικών υποστρωμάτων, που μπορεί να κυμαίνονται από



Εικόνα 2. Κλαδί της *Pinus nigra* με αρσενικούς κωνίσκους (a-1), ανώριμους θηλυκούς κώνους πρώτου έτους (a-2) και ανώριμους θηλυκούς κωνίσκους τρέχοντος έτους (a-3), ώριμος ανοιχτός κώνος (b) και σπέρματα με και χωρίς πτερύγιο (c).

ασβεστολιθικά έως δολομιτικά, όξινα ή ηφαιστειακά εδάφη [8]. Το μεγαλύτερο τμήμα της εξάπλωσης του είδους εμπίπτει στον Μεσογειακό τύπο κλίματος, ενώ οι βιοκλιματικές συνθήκες μπορεί να κυμαίνονται από υγρές, έως ύφυγρες και ημίξηρες. Σε τμήματα της φυσικής του εξάπλωσης το είδος φύεται σε δροσερά έως ψυχρά κλίματα, ενώ οι βόρειοι πληθυσμοί του είναι ανθεκτικοί στους παγετούς, καθώς αντέχουν θερμοκρασίες έως -30°C , σε αντίθεση με τους νότιους πληθυσμούς οι οποίοι αντέχουν θερμοκρασίες έως -7°C [2]. Διαδικασία φωτοσύνθεσης έχει καταγραφεί ακόμη και στους -5°C , ενώ η διαδικασία της αναπνοής ανιχνεύθηκε ακόμα και στους -19°C [2,14]. Επιπλέον, το είδος αντέχει το βάρος του πάγου στην κόμη του και γενικώς θεωρείται ανθεκτικό σε παγοθλασίες. Είναι φωτόφιλο είδος, δεν αντέχει στη σκιά, ενώ παρουσιάζει καλή ανθεκτικότητα σε ανέμους, ξηρασία και αλατώδη εδάφη.

5 Απειλές

Το είδος μπορεί να αντιμετωπίσει κινδύνους, ειδικότερα όταν αναπτύσσεται σε απομονωμένους πληθυσμούς, εξαιτίας διαφόρων παραγόντων που μπορεί να προκαλέσουν τον αφανισμό του, όπως οι ανεξέλεγκτες πυρκαγιές, τα έντομα και οι ασθένειες, οι παράνομες υλοτομίες και η κλιματική αλλαγή, που αποτελεί μια ευρύτερη απειλή. Έντομα όπως τα *Rhyacionia buoliana* Denis & Schiffermüller, *Thaumetopoea pityocampa* Denis & Schiffermüller, *Acantholyda hieroglyphica* Christ, *Diprion pini* L., *Pissodes validirostis* L., *Marchalina hellenica* (*Monophlebus hellenicus*) Gen., *Ips pini* Say και οι νηματώδεις του είδους *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhrer) Nickle προσβάλλουν το είδος [8,15]. Μύκητες όπως οι *Mycosphaerella pini* Rostr. (*Dothistroma pini* Hulbary), *Lophodermella* spp., *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton (syn. *Diplodia pinea* (Desm.) J. Kickx f.) μπορούν επίσης να προσβάλλουν τις βελόνες της μαύρης πεύκης [16,17,18].

Επιπλέον, η μίξη γονιδιακών αποθεμάτων σε ολόκληρη την Ευρώπη, λόγω των εκτεταμένων φυτειών του είδους που εγκαταστάθηκαν κατά τους τελευταίους δύο αιώνες με γενετικό υλικό άγνωστης προέλευσης και δυνητικά μη καλά προσαρμοσμένου στις τοπικές συνθήκες, συνιστά απειλή για το γονιδιακό απόθεμα των αυτοφυών πληθυσμών [8], καθώς και για το δυναμικό προσαρμογής και εξέλιξής τους.

6 Ίδρυση επιφανειών και συντήρηση

Η μαύρη πεύκη είναι είδος που σχηματίζει συστάδες συνήθως αμιγείς, αλλά μπορεί επίσης να φύτευται σε μίξη με την *P. sylvestris* και άλλα είδη κωνοφόρων ή πλατύφυλλων δασικών ειδών [2]. Συνεπώς, η συνήθης μεθοδολογία γενετικής παρακολούθησης (ΓΠΔ) για δασικά είδη που σχηματίζουν συστάδες μπορεί να εφαρμοστεί και για τη μαύρη πεύκη.

Μια επιφάνεια γενετικής παρακολούθησης (FGM) αποτελείται από 50 αναπαραγωγικά ώριμα δέντρα (δηλ. δέντρα με αρσενικούς και θηλυκούς κώνισκους/κώνους), που επιλέγονται έτσι ώστε να πληρούν την προϋπόθεση της ύπαρξης απόστασης 30 μ. μεταξύ τους ανά δύο. Τα δέντρα φτάνουν το στάδιο της αναπαραγωγικής ωριμότητας στην ηλικία των 15-20 ετών στο φυσικό τους περιβάλλον [8]. Η στηθαία διάμετρος και κοινωνική κλάση του ατόμου εντός της συστάδας (Kraft's social class) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μεταβλητές προσέγγισης και σύμφωνα με την εξειδικευμένη γνώση των δασολόγων της περιοχής, προκειμένου να εντοπιστούν δυνητικά αναπαραγωγικά ώριμα άτομα στην περίπτωση που η επιφάνεια ιδρύεται εκτός της περιόδου ανθοφορίας. Επιπλέον, η ύπαρξη επαρκώς πυκνής φυσικής αναγέννησης (ΦΑ) θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν πριν από τον καθορισμό μιας επιφάνειας γενετικής παρακολούθησης, για την περίπτωση που θα χρειαστεί να εγκατασταθούν υποεπιφάνειες ΦΑ για τη μελέτη των μοτίβων του συστήματος διασταύρωσης, της γονιδιακής ροής και του εύρους των δυνητικών μεταβολών της γενετικής ποικιλότητας μεταξύ διαφορετικών γενεών. Τα επιλεγμένα αναπαραγωγικά ώριμα άτομα εντός της επιφάνειας σημαίνονται και καταγράφονται οι συντεταγμένες τους. Επιπροσθέτως, έως και 20 υποεπιφάνειες ΦΑ θα πρέπει να επιλεγούν και να οριοθετηθούν, προκειμένου να εκτιμηθεί η αφθονία της φυσικής αναγέννησης και να πραγματοποιηθούν δειγματοληψίες γενετικού υλικού.

Κατά τον χρόνο εγκατάστασης της επιφάνειας μπορεί να μετρηθεί η στηθαία διάμετρος των επιλεγμένων δέντρων, να ληφθούν δείγματα για εκχύλιση DNA και να αξιολογηθεί η ανθοφορία, σε περίπτωση που η επιφάνεια εγκαθίσταται εντός της περιόδου ανθοφορίας.

Απαραίτητος εξοπλισμός:

- Αποστασιόμετρο (συστήνονται επίσης ειδικά κιάλια για μέτρηση απόστασης)
- Πυξίδα
- Πινέλο και μπογιά ή μπογιά σε σπρέι για τη σήμανση των δέντρων
- Μάσκα, γυαλιά ασφαλείας και γάντια για τον ψεκασμό/σήμανση των δέντρων
- Παχύμετρο για την μέτρηση της στηθαίας διαμέτρου
- Συσκευή GPS υψηλής ακριβείας με δυνατότητα αποθήκευσης συντεταγμένων των δέντρων
- Φωτογραφική μηχανή για λήψη φωτογραφιών, σε περίπτωση που η εγκατάσταση της επιφάνειας πραγματοποιείται κατά την περίοδο της ανθοφορίας.

Οι επιφάνειες γενετικής παρακολούθησης σε περιπτώσεις απομονωμένων, οριακών ή απειλούμενων πληθυσμών του είδους μπορεί να έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από το τυπικό. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το σχήμα και το μέγεθος μιας επιφάνειας γενετικής παρακολούθησης προσαρμόζεται αναλόγως, αλλά για πρακτικούς λόγους δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 10 εκτάρια.

6.1 Ίδρυση επιφάνειας

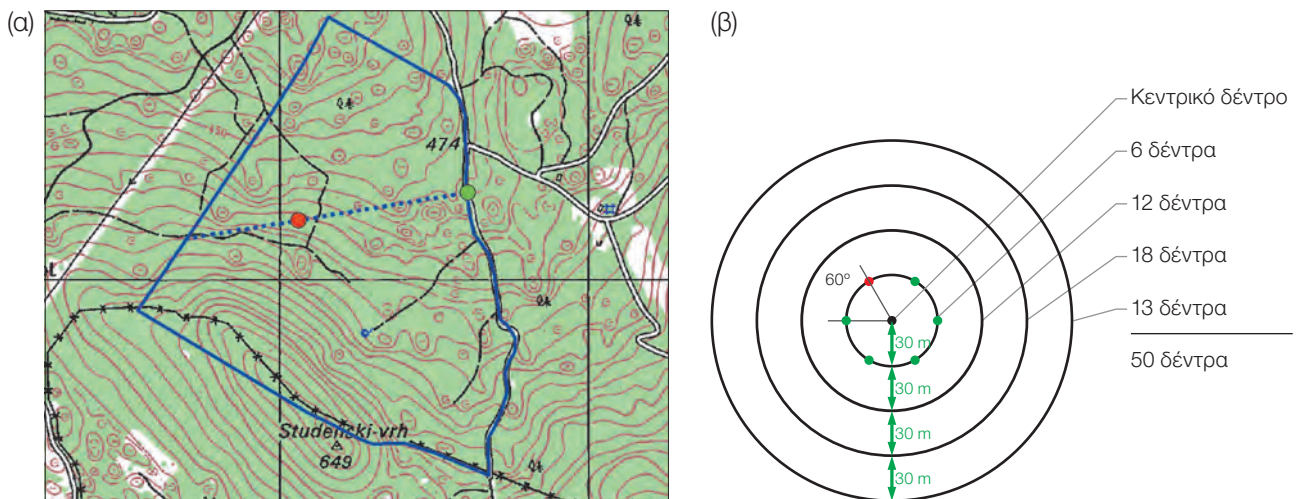
6.1.1 Επιλογή του κέντρου της επιφάνειας

Η γενική διαδικασία για τυχαία επιλογή επιφάνειας περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα (Εικόνα 3):

- Τυχαία επιλογή ενός σημείου στο χάρτη (πράσινη κουκκίδα) κατά μήκος δασικού δρόμου ή μονοπατιού που διατρέχει τη συστάδα,

- Σχεδίαση κάθετης ως προς τον ανωτέρω δρόμο (ή μονοπάτι) γραμμής στο τυχαίο σημείο που καθορίστηκε,
- Τυχαία επιλογή ενός σημείου επάνω στην κάθετη προς το δρόμο γραμμή (κόκκινη κουκκίδα) - το σημείο αυτό αποτελεί το κέντρο της επιφάνειας γενετικής παρακολούθησης.

Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ του κέντρου της επιφάνειας που ορίσαμε και του ορίου της συστάδας πρέπει να είναι περίπου 150 μέτρα. Εάν δεν εκπληρώνεται η ανωτέρω προϋπόθεση, τότε επιλέγεται νέο σημείο που πληροί την ανωτέρω προϋπόθεση βάσει της παραπάνω περιγραφόμενης διαδικασίας.



Εικόνα 3: Τυχαία επιλογή του κέντρου της επιφάνειας γενετικής παρακολούθησης, (α) επιλογή δέντρων σε ομόκεντρους κύκλους που απέχουν μεταξύ τους 30 μέτρα και βρίσκονται γύρω από το κεντρικό σημείο (β).

Αντί της ανωτέρω διαδικασίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλο λογισμικό GIS που διαθέτει εργαλείο καθορισμού τυχαίων σημείων.

Οι συντεταγμένες των επιλεγμένων σημείων αποθηκεύονται σε συσκευή GPS, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο πεδίο.

6.1.2 Ίδρυση επιφάνειας στο πεδίο

Το αναπαραγωγικά ώριμο δέντρο που βρίσκεται πλησιέστερα στο σημείο που ορίστηκε ως κέντρο της επιφάνειας γενετικής παρακολούθησης (Εικόνα 3) θεωρείται ως το κεντρικό δέντρο της επιφάνειας και σημαίνεται με τον αριθμό '1'.

Τα υπόλοιπα δέντρα επιλέγονται έτσι ώστε να βρίσκονται πάνω σε ομόκεντρους κύκλους περί το κεντρικό δέντρο. Η ακτίνα του πρώτου κύκλου γύρω από το κεντρικό δέντρο, όπως και η διαφορά των ακτινών μεταξύ διαδοχικών ομόκεντρων κύκλων είναι 30 μέτρα (Εικόνα 3b). Το πρώτο δέντρο σε κάθε κύκλο επιλέγεται τυχαία με ένα από τους παρακάτω τρόπους: α) χρήση τυχαίου αζιμούθιου (όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 1), β) ακολουθώντας την κατεύθυνση του μικρού δείκτη ενός ρολογιού ή οποιαδήποτε άλλη προσέγγιση που διασφαλίζει την αντικειμενική επιλογή. Τα υπόλοιπα δέντρα του κύκλου επιλέγονται αυξάνοντας ανάλογα το αζιμούθιο ώστε να πληρείται η συνθήκη της ελάχιστης απόστασης των 30 μέτρων μεταξύ οποιονδήποτε 2 δέντρων:

- +60° για τον πρώτο κύκλο
- +30° για τον δεύτερο κύκλο
- +20° για τον τρίτο κύκλο
- +15° για τον τέταρτο κύκλο

Εάν δεν είναι εφικτή η επιλογή αντίστοιχα 6, 12 και 18 δέντρων σε κάθε έναν από τους 3 εσωτερικούς κύκλους (Εικόνα 3), μπορούν να επιλεγούν επιπλέον δέντρα στους εξωτερικούς κύκλους.

Πίνακας 1: Τυχαία αζιμούθια για την επιλογή του πρώτου δέντρου σε κάθε κύκλο.

108	15	186	35	178	29	305	351	44	150
232	23	160	141	112	292	216	83	245	214
63	65	345	234	95	78	279	323	40	236
201	313	275	144	182	68	268	289	185	92
356	177	93	1	145	198	287	251	224	142

Στην περίπτωση που το κεντρικό δέντρο δεν είναι ορατό λόγω εμποδίων (π.χ. άλλα δέντρα καλύπτουν το κεντρικό δέντρο) ή τοπογραφίας, τότε η επιλογή των δέντρων βασίζεται κυρίως στην ελάχιστη απόσταση ($\geq 30\mu$) από τα υπόλοιπα επιλεγμένα άτομα, ενώ η σχετική θέση του κεντρικού δέντρου μπορεί να εκτιμάται λαμβάνοντας υπόψη τη θέση των επιλεγμένων δέντρων των προηγούμενων κύκλων ή σημαίνοντας τις συντεταγμένες τους σε ανοιχτές πλατφόρμες σχεδίασης/απεικόνισης γης (π.χ. Google Maps/Earth).

6.1.3 Σήμανση δέντρων

Κάθε επιλεγμένο δέντρο σημαίνεται με ένα συγκεκριμένο αριθμό και μία γραμμή περιμετρικά του κορμού ώστε να είναι ορατό από κάθε πλευρά. Το κεντρικό δέντρο (νούμερο 1) σημαίνεται με μία ή περισσότερες γραμμές ώστε να διαφοροποιείται από τα υπόλοιπα δέντρα (Εικόνα 4α). Συστήνεται επίσης η σήμανση των δέντρων στην πλευρά που αποκλίνει από το κεντρικό δέντρο, καθώς αυτό βοηθά στον εντοπισμό του κεντρικού δέντρου, ιδιαίτερα από τους εξωτερικούς ομόκεντρους κύκλους της επιφάνειας (Εικόνα 4β).



Εικόνα 4α. Το κεντρικό δέντρο της επιφάνειας γενετικής παρακολούθησης έχει σημειωθεί με πολλαπλές γραμμές ώστε να διακρίνεται από τα άλλα δέντρα (παράδειγμα επιφάνειας γενετικής παρακολούθησης της ευρωπαϊκής οξυάς), β). Η σήμανση με αριθμούς των υπόλοιπων δέντρων πραγματοποιείται σε αποκλίνουσα προς το κεντρικό δέντρο κατεύθυνση.

6.2 Ίδρυση υποεπιφανειών φυσικής αναγέννησης

Η ίδρυση υποεπιφανειών (έως και 20) φυσικής αναγέννησης (ΦΑ) πρέπει να βασίζεται σε φυτάρια που προήλθαν από σπέρματα τα οποία προέκυψαν από μια χρονιά πληροκαρπίας.

Τα κέντρα φυσικής αναγέννησης που προέκυψαν από την τελευταία χρονιά πληροκαρπίας αναζητώνται στο πεδίο και η θέση τους σημαίνεται (συντεταγμένες με GPS, αριθμός κοντινότερου επιλεγμένου δέντρου που βρίσκεται δίπλα στο κέντρο ΦΑ). Σε περίπτωση που έχουν εντοπιστεί περισσότερα από 20 κέντρα αναγέννησης τότε σημαίνονται όλα και επιλέγονται τυχαία 20 από αυτά. Εάν έχουν εντοπιστεί 20 ή και λιγότερα κέντρα φυσικής αναγέννησης, τότε συμπεριλαμβάνονται όλα.

Εντός κάθε κέντρου φυσικής αναγέννησης ορίζεται και οριοθετείται με μεταλλικές ράβδους μία επιφάνεια 1 m². Οι μεταλλικές ράβδοι βυθίζονται στο έδαφος σε κάθε γωνία της υποεπιφάνειας και σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βάθος, ώστε να αποτραπεί η αφαίρεσή τους από ζώα. Οι ελεύθερες άνω άκρες των ράβδων βάζονται έτσι ώστε να είναι εύκολα ορατές.

6.3 Συντήρηση επιφανειών

6.3.1 Γενική συντήρηση

Οι σημάνσεις και οι αριθμήσεις των δέντρων πρέπει ελέγχονται περιοδικά (κατά προτίμηση κάθε δύο χρόνια), έτσι ώστε να είναι δυνατή η επιδιόρθωσή τους, όπου αυτό είναι απαραίτητο.

6.3.2 Αντικατάσταση δέντρων

Εάν κάποιο επιλεγμένο για γενετική παρακολούθηση άτομο νεκρωθεί ή υλοτομηθεί για λόγους διαχείρισης, τότε πρέπει να αντικατασταθεί. Το κοντινότερο κατάλληλο δέντρο σε σχέση με το δέντρο που νεκρώθηκε/υλοτομήθηκε πρέπει να επιλεγεί, λαμβάνοντας υπόψη ότι πρέπει να ικανοποιείται η προϋπόθεση της ύπαρξης απόστασης 30μ. από το κοντινότερο επιλεγμένο δέντρο που παρακολουθείται. Διαφορετικά, θα πρέπει να επιλέγεται ένα δέντρο στην περιφέρεια της επιφάνειας παρακολούθησης (κατά προτίμηση στον εξωτερικό κύκλο). Το δέντρο αντικατάστασης λαμβάνει τον επόμενο διαθέσιμο αριθμό μετά το 50 λ.χ. 51, 52, 53 κ.ο.κ. ώστε να διαφοροποιείται από τα αρχικά επιλεγμένα 50 άτομα.

Εάν η κόμη ενός επιλεγμένου δέντρου πληγεί εξαιτίας π.χ. ανεμοθύελλας, παγοθύελλας ή χιονοθύελλας, αλλά το δέντρο εντούτοις συνεχίζει να καρποφορεί, τότε διατηρείται ως επιλεγμένο δέντρο και συνεχίζεται η παρακολούθησή του. Εάν η καταστροφή είναι τέτοιας έκτασης ώστε να μην αναμένεται μελλοντική καρποφορία του δέντρου τότε αυτό θα πρέπει να αντικατασταθεί. Η αιτία πρόκλησης των βλαβών θα πρέπει να καταγράφεται, καθώς οι βλάβες μπορεί να επηρεάσουν τις τιμές που καταγράφονται για τις παραμέτρους που λειτουργούν ως επαληθευτές και ως βασικές πληροφορίες.

7 Καταγραφή επαληθευτών και επιπλέον πληροφοριών

Οι επαληθευτές και οι επιπλέον πληροφορίες καταγράφονται περιοδικά στην επιφάνεια γενετικής παρακολούθησης. Οι επαληθευτές χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των γενετικών ιδιοτήτων ενός πληθυσμού και της προσαρμογής του σε περιβαλλοντικές αλλαγές ή/και διαχειριστικές μεθόδους, ενώ οι επιπλέον πληροφορίες καταγράφονται ώστε να συμβάλλουν στην ερμηνεία των επαληθευτών.

Υψηλού επιπέδου επαληθευτές (τυπικοί, προχωρημένου επιπέδου) πρέπει επίσης να περιλαμβάνουν καταγραφή των επαληθευτών χαμηλότερων επιπέδων (βασικοί, τυπικοί). Το ανωτέρω δεν ισχύει για την καταγραφή των επιπλέον πληροφοριών.

Πίνακας 2: Κατάλογος επαληθευτών και επιπλέον πληροφοριών, σύντομη περιγραφή τους και συχνότητα καταγραφής κατά τη διάρκεια εργασιών πεδίου σε επιφάνειες γενετικής παρακολούθησης μαύρης πεύκης.

Όνομα	Βασικό επίπεδο	Τυπικό επίπεδο	Προχωρημένο επίπεδο
Επαληθευτές	Θνησιμότητα / επιβίωση	Ενήλικα άτομα: Μέτρηση υφιστάμενων επιλεγμένων δέντρων κάθε 10 χρόνια και μετά από κάθε ακραίο καιρικό φαινόμενο/διαταραχή	Το ίδιο με το βασικό
	Φυσική αναγέννηση: /	Καταμέτρηση υφιστάμενων φυταρίων στις υποεπιφάνειες φυσικής αναγέννησης, δύο φορές ανά δεκαετία	Όπως στο τυπικό επίπεδο
	Ανθοφορία	Εκτίμηση σε επίπεδο συστάδας σε ετήσια βάση	Παρατήρηση σε επίπεδο δέντρου, κατά τη διάρκεια δύο γεγονότων μαζικής ανθοφορίας ανά δεκαετία, ιδανικά ισαπεχόντων χρονικά μεταξύ τους*
	Καρποφορία	Εκτίμηση σε επίπεδο συστάδας σε ετήσια βάση	Παρατήρηση σε επίπεδο δέντρου, κατά τη διάρκεια δύο γεγονότων μαζικής ανθοφορίας ανά δεκαετία, ιδανικά ισαπεχόντων χρονικά μεταξύ τους*
Επιπλέον πληροφορίες	Αφθονία φυσικής αναγέννησης	Καταμέτρηση σε επίπεδο δέντρου, τα ίδια έτη αξιολόγησης με την ανθοφορία στο τυπικό επίπεδο (ανεξάρτητα από το βαθμό καρποφορίας)*	Καταμέτρηση κώνων (κώνων), τα ίδια έτη αξιολόγησης με την ανθοφορία στο προχωρημένο επίπεδο, ανεξάρτητα από το βαθμό καρποφορίας* Συλλέγονται επίσης σπέρματα για εργαστηριακές για καρποφορία που αξιολογείται
	Κατανομή κλάσεων διαμέτρου	Εκτίμηση σε επίπεδο συστάδας σε ετήσια βάση	Καταμέτρηση των φυταρίων το 1 ^ο και το 6 ^ο έτος μετά από κάθε αξιολογημένη καρποφορία
	Κατανομή υψομετρικών κλάσεων	Μέτρηση σε επίπεδο συστάδας σε ετήσια βάση	Καταμέτρηση των φυταρίων το 1 ^ο , 6 ^ο , 11 ^ο και 16 ^ο έτος μετά από κάθε αξιολογημένη καρποφορία
	Έκπτυξη οφθαλμών	Μέτρηση κάθε 10 έτη	Όπως στο τυπικό επίπεδο
Επιπλέον πληροφορίες	Συγχρονισμός ανθοφορίας	Μέτρηση κάθε 10 έτη	Όπως στο τυπικό επίπεδο
	Συγχρονισμός ανθοφορίας	Παρατήρηση σε επίπεδο δέντρου κάθε 5 έτη	Παρατήρηση σε επίπεδο δέντρου, ετησίως
Επιπλέον πληροφορίες	Συγχρονισμός ανθοφορίας	Παρατήρηση σε επίπεδο δέντρου κάθε 5 έτη	Παρατήρηση σε επίπεδο δέντρου, ετησίως
	Συγχρονισμός ανθοφορίας	Παρατήρηση σε επίπεδο δέντρου, ετησίως	Παρατήρηση σε επίπεδο δέντρου, κατά τη διάρκεια κάθε αξιολογούμενης μαζικής ανθοφορίας

* Ιδανικά, μία τουλάχιστον περίοδος μαζικής ανθοφορίας πρέπει να αξιολογείται ανά δεκαετία. Ωστόσο, μία περίοδος ανθοφορίας δε οδηγεί πάντοτε σε πληροκαρπία. Εάν μετά από μια μαζική ανθοφορία η οποία αξιολογήθηκε δεν ακολουθήσει πληροκαρπία, τότε την επόμενη περίοδο ανθοφορίας θα πρέπει να αξιολογηθούν εκ νέου και η ανθοφορία και η πληροκαρπία, ανεξάρτητα του χρόνου που έχει μεσολαβήσει μεταξύ των δύο διαδοχικών περιόδων. Το βασικό επίπεδο παρατήρησης χρησιμοποιείται για την αναγνώριση των περιόδων ανθοφορίας και πληροκαρπίας.

7.1 Πρωτόκολλα για την καταγραφή επαληθευτών

7.1.1 Θνησιμότητα / επιβίωση

Ο επαληθευτής της θνησιμότητας αφορά τη θνησιμότητα (%) τόσο των ώριμων ατόμων, όσο και της φυσικής αναγέννησης. Ο επαληθευτής της επιβίωσης (%) εκτιμάται βάσει των ατόμων που βρίσκονται ακόμη εν ζωή σε σχέση με την προηγούμενη αξιολόγηση. Η επιβίωση υπολογίζεται ως: 1- Θνησιμότητα.

7.1.1.1 Ενήλικα άτομα: Βασικό, τυπικό και προχωρημένο επίπεδο

Ο επαληθευτής για τη θνησιμότητα των ώριμων ατόμων εκτιμάται με καταμέτρηση των ζώντων επιλεγμένων και σημειωμένων/αριθμημένων δέντρων κάθε 10 έτη, όπως επίσης και μετά από ακραία καιρικά φαινόμενα ή καιρικές

διαταραχές. Η θνησιμότητα υπολογίζεται ως η διαφορά μεταξύ του αρχικού αριθμού των 50 επιλεγμένων και σημειωμένων δέντρων και του αριθμού των εναπομεινάντων ζώντων δέντρων από τα 50 αρχικώς επιλεγμένα.

7.1.1.2 Φυσική αναγέννηση: Βασικό, τυπικό και προχωρημένο επίπεδο

Η θνησιμότητα της φυσικής αναγέννησης υπολογίζεται από τον επαληθευτή 'Αφθονία της φυσικής αναγέννησης' όπως αυτός προκύπτει μεταξύ δύο διαδοχικών αξιολογήσεων (πραγματοποιούνται δύο φορές ανά δεκαετία, ιδανικά κάθε 5 έτη).

7.1.2 Ανθοφορία

Ο συγκεκριμένος επαληθευτής περιγράφει την ένταση της ανθοφορίας και το ποσοστό των δέντρων που ανθοφορούν. Συνήθως μπορεί να καταγραφεί από τα τέλη Απριλίου έως τις αρχές Ιουνίου.

7.1.2.1 Βασικό επίπεδο

Ο επαληθευτής καταγράφεται κάθε έτος σε επίπεδο συστάδας. Η καταγραφή γίνεται όταν η ανθοφορία είναι σε πλήρη εξέλιξη. Η εκτίμηση της μέσης κατάστασης επιτυγχάνεται με περιήγηση εντός της επιφάνειας παρακολούθησης. Δίδονται δύο τιμές, μία για την ένταση ανθοφορίας και μια για το ποσοστό των ατόμων που ανθοφορούν με ανωτέρω ένταση ανθοφορίας στη συστάδα.

Κωδικός	Ένταση ανθοφορίας σε επίπεδο συστάδας	Μέσο ποσοστό της κόμης που ανθοφορεί (%)
1	Χωρίς ανθοφορία: Καθόλου άνθη ή μόνο περιστασιακή εμφάνιση ανθέων στα δέντρα.	0 – 10
2	Μικρή ανθοφορία: Μερικά άνθη εμφανίζονται στα δέντρα.	> 10 – 30
3	Μέτρια ανθοφορία: Μέτριος αριθμός ανθέων εμφανίζεται στα δέντρα.	> 30 – 60
4	Μεγάλη ανθοφορία: Άφθονα άνθη στα δέντρα.	> 60 – 90
5	Μαζική ανθοφορία: Τεράστιος αριθμός ανθέων στα δέντρα.	> 90

Κωδικός	Ποσοστό δέντρων της συστάδας που ανθοφορούν με τη δεδομένη ένταση ανθοφορίας(%)
1	0 – 10
2	> 10 – 30
3	> 30 – 60
4	> 60 – 90
5	> 90

7.1.2.2. Τυπικό επίπεδο

Ο επαληθευτής καταγράφεται κατά τη διάρκεια δύο περιόδων μαζικής ανθοφορίας ανά δεκαετία, ιδανικά ισαπέχουσες χρονικά μεταξύ τους. Καταγράφεται σε επίπεδο ατομικού δέντρου σε κάθε ένα από τα 50 επιλεγμένα και παρακολουθούμενα άτομα. Μαζική ανθοφορία θεωρείται ότι συμβαίνει όταν στο βασικό επίπεδο αξιολόγησης η ένταση ανθοφορίας είναι υψηλή ή μαζική (κωδικός 4 ή 5) και το ποσοστό των δέντρων που ανθοφορούν με την ανωτέρω ένταση είναι άνω του 60% (κωδικός 4 ή 5). Η καταγραφή γίνεται όταν η ανθοφορία είναι σε πλήρη εξέλιξη. Για κάθε δέντρο δίνεται μία τιμή.

Κωδικός	Περιγραφή	Ποσοστό της κόμης που ανθοφορεί (%)
1	Χωρίς ανθοφορία: Καθόλου άνθη ή μόνο περιστασιακή εμφάνιση ανθέων στα δέντρα.	0 – 10
2	Μικρή ανθοφορία: Μερικά άνθη εμφανίζονται στα δέντρα.	> 10 – 30
3	Μέτρια ανθοφορία: Μέτριος αριθμός ανθέων εμφανίζεται στα δέντρα.	> 30 – 60
4	Μεγάλη ανθοφορία: Άφθονα άνθη στα δέντρα.	> 60 – 90
5	Μαζική ανθοφορία: Τεράστιος αριθμός ανθέων στα δέντρα.	> 90

7.1.2.3. Προχωρημένο επίπεδο

Ο επαληθευτής καταγράφεται κατά τη διάρκεια δύο περιόδων μαζικής ανθοφορίας ανά δεκαετία, ιδανικά ισαπέχουσες χρονικά μεταξύ τους. Καταγράφεται σε επίπεδο ατομικού δέντρου για κάθε ένα από τα 50 επιλεγμένα/παρακολουθούμενα άτομα. Μαζική ανθοφορία θεωρείται ότι συμβαίνει όταν στο βασικό επίπεδο αξιολόγησης η ένταση ανθοφορίας είναι υψηλή ή μαζική (κωδικός 4 ή 5) και το ποσοστό των δέντρων που ανθοφορούν με την ανωτέρω ένταση είναι άνω του 60% (κωδικός 4 ή 5). Χρειάζονται κατά μέσο όρο δύο επισκέψεις στην επιφάνεια παρακολούθησης, η πρώτη αρκετά νωρίς ώστε να παρατηρηθούν τα πρώιμα στάδια της ανθοφορίας και η δεύτερη όταν πλέον η ανθοφορία βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη.

Τρεις τιμές καταγράφονται για κάθε δέντρο: το στάδιο ανθοφορίας θηλυκών και αρσενικών ανθέων [5] και το ποσοστό της κόμης που ανθοφορεί. Η τελευταία τιμή αφορά το σύνολο των ανθέων (θηλυκά και αρσενικά) στο δέντρο. Δείτε στην Εικόνα 5 την γραφική απεικόνιση των σταδίων ανθοφορίας.

Ένα μεγάλο γεγονός ανθοφορίας δεν οδηγεί απαραίτητα και σε μεγάλη καρποφορία. Εάν μια μεγάλη ανθοφορία δεν ακολουθείται από μεγάλη καρποφορία τότε θα πρέπει να επαναληφθεί η αξιολόγηση τόσο της ανθοφορίας, όσο και της καρποφορίας κατά το επόμενο γεγονός μεγάλης/μαζικής ανθοφορίας. Οι παρατηρήσεις βασικού επιπέδου χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό γεγονότων μεγάλης ανθοφορίας και καρποφορίας.

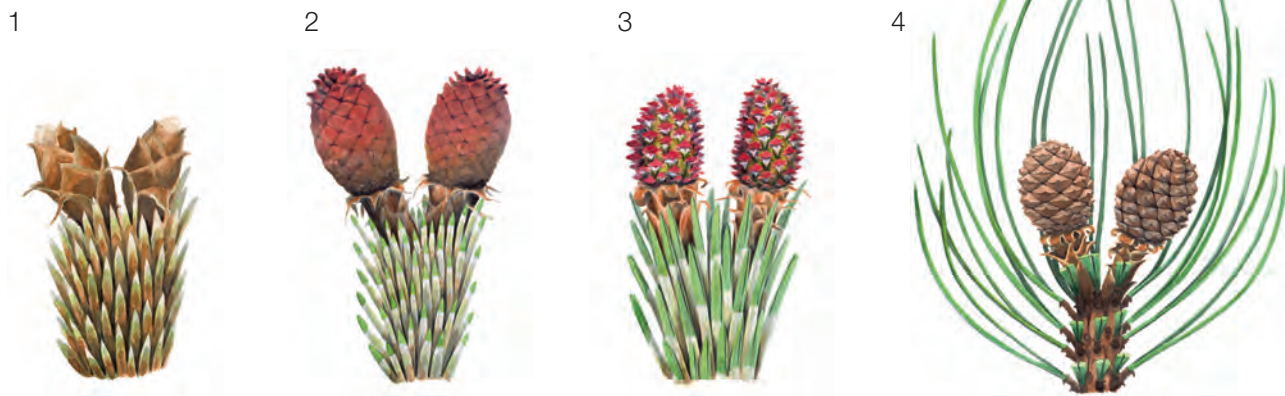
Κωδικός	Φαινολογικά στάδια θηλυκών κωνίσκων
1	Οι θηλυκοί οφθαλμοί ανθοφορίας είναι ορατοί στην κορυφή του βλαστού, αλλά τα λέπια καλύπτουν εντελώς τον θηλυκό κωνίσκο.
2	Ανοίγει η κορυφή του κυλινδρικού κωνίσκου και εμφανίζονται τα πρώτα σπερμοβλαστικά λέπια.
3	Τα σπερμοβλαστικά λέπια του θηλυκού κωνίσκου διαχωρίζονται και σχηματίζουν σχεδόν ορθή γωνία με τον άξονα του κωνίσκου (δεκτικότητα 100%).
4	Τα σπερμοβλαστικά λέπια των κωνίσκων είναι κλειστά.

Κωδικός	Φαινολογικά στάδια αρσενικών στρόβιλων
1	Οι αρσενικοί στρόβιλοι αναπτύσσονται, αλλά περιβάλλονται ακόμη από περίβλημα.
2	Τα μικροσποριάγγεια είναι χαλαρά, και όταν ο στρόβιλος πιεστεί απελευθερώνει πράσινο έως κίτρινο υγρό.
3	Οι στρόβιλοι έχουν κίτρινο χρώμα και απελευθερώνουν τη γύρη.

Κωδικός	Ποσοστό της κόμης που ανθοφορεί (% αρσενική και θηλυκή ανθοφορία μαζί)
1	0 – 10
2	> 10 – 30
3	> 30 – 60
4	> 60 – 90
5	> 90

Οι επιπλέον πληροφορίες για τον Συγχρονισμό της ανθοφορίας μπορούν να προκύψουν από την καταγραφή των φαινολογικών σταδίων θηλυκής και αρσενικής ανθοφορίας που καταγράφηκαν σε αυτόν τον επαληθευτή.

(a)



(b)



Εικόνα 5: Φωτογραφικός οδηγός για την περιγραφή των σταδίων ανθοφορίας της *Pinus nigra* (a) για τους θηλυκούς κωνίσκους και (b) για τα αρσενικούς στροβίλους, που αφορά τον επαληθευτή Ανθοφορία για το προχωρημένο επίπεδο παρακολούθησης.

7.1.3. Καρποφορία

Ο συγκεκριμένος επαληθευτής αφορά την καρποφορία και την αφθονία αυτής για την *Pinus nigra*. Δεδομένα για αυτόν τον επαληθευτή συλλέγονται κατά τη διάρκεια της καρποφορίας, κατά το διάστημα Σεπτέμβριος – Νοέμβριος. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι οι κώνοι του είδους ωριμάζουν το δεύτερο φθινόπωρο μετά την ανθοφορία.

7.1.3.1. Βασικό επίπεδο

Ο επαληθευτής καταγράφεται κάθε έτος σε επίπεδο συστάδας. Η εκτίμηση της μέσης κατάστασης επιτυγχάνεται με περιήγηση μέσα στην επιφάνεια παρακολούθησης. Δίδονται δύο τιμές, μία για την ένταση της καρποφορίας και μία για το ποσοστό των ατόμων που καρποφορούν στην δεδομένη ένταση καρποφορίας.

Κωδικός Ένταση καρποφορίας στο βασικό επίπεδο		Ποσοστό της κόμης που καρποφορεί (%)
1	Χωρίς καρποφορία: Καθόλου κώνοι ή με περιστασιακή εμφάνιση κώνων στα δέντρα	0 – 10
2	Μικρή καρποφορία: Μερικοί μόνο κώνοι υπάρχουν στα δέντρα.	> 10 – 30
3	Μέτρια καρποφορία: Μέτριος αριθμός κώνων υπάρχει στα δέντρα	> 30 – 60
4	Μεγάλη καρποφορία: Άφθονοι κώνοι στα δέντρα	> 60 – 90
5	Μαζική καρποφορία: Πολύ μεγάλος αριθμός κώνων στο δέντρα	> 90

Κωδικός	Ποσοστό δέντρων στη συστάδα για τη δεδομένη ένταση καρποφορίας (%)
1	0 – 10
2	> 10 – 30
3	> 30 – 60
4	> 60 – 90
5	> 90

7.1.3.2. Τυπικό επίπεδο

Ο επαληθευτής πρέπει να καταγράφεται κατά το δεύτερο φθινόπωρο (Σεπτέμβριο/Νοέμβριο) μετά την καταγραφή/αξιολόγηση της ανθοφορίας στο τυπικό επίπεδο (ανεξάρτητα από την ένταση της καρποφορίας). Η καταγραφή πραγματοποιείται σε επίπεδο ατομικού δέντρου και για τα 50 παρακολουθούμενα δέντρα. Η καταγραφή γίνεται πριν οι ώριμοι κώνοι απελευθερώσουν τα σπέρματά τους και αρχίσουν να πέφτουν από το δέντρο. Για κάθε ατομικό δέντρο δίδεται μία τιμή.

Ιδανικά, τουλάχιστον ένα γεγονός μαζικής καρποφορίας θα πρέπει να μπορεί να αξιολογηθεί μετά από παρατηρούμενα γεγονότα μαζικής ανθοφορίας σε κάθε δεκαετία. Ωστόσο, ένα γεγονός μαζικής ανθοφορίας δεν οδηγεί πάντοτε σε μαζική καρποφορία. Εάν μετά από μια μαζική ανθοφορία δεν ακολουθήσει μαζική καρποφορία, τότε τόσο η ανθοφορία όσο και η καρποφορία θα πρέπει να επαναξιολογηθούν όταν συμβεί το επόμενο γεγονός μαζικής ανθοφορίας, ανεξαρτήτως του χρόνου που μπορεί να έχει μεσολαβήσει μεταξύ των δύο διαδοχικών γεγονότων μαζικής ανθοφορίας. Η αναγνώριση γεγονότων μαζικής καρποφορίας εδράζεται στις παρατηρήσεις που προκύπτουν από το βασικό επίπεδο αξιολόγησης. Μαζική καρποφορία στο βασικό επίπεδο θεωρείται ότι συμβαίνει όταν η ένταση καρποφορίας είναι μεγάλη ή μαζική (κωδικός 4 ή 5) και το ποσοστό των δέντρων που εμπίπτει στη δεδομένη ένταση καρποφορίας είναι άνω του 60% (κωδικός 4 ή 5).

Κωδικός	Ένταση καρποφορίας	Ποσοστό της κόμης που καρποφορεί (%)
1	Χωρίς καρποφορία: Καθόλου κώνοι ή με περιστασιακή εμφάνιση καρπών/κώνων στο δέντρο	0 – 10
2	Μικρή καρποφορία: Μερικοί μόνο κώνοι υπάρχουν στο δέντρο	> 10 – 30
3	Μέτρια καρποφορία: Μέτριος αριθμός κώνων υπάρχει στο δέντρο	> 30 – 60
4	Μεγάλη καρποφορία: Άφθονοι κώνοι στο δέντρο	> 60 – 90
5	Μαζική καρποφορία: Πολύ μεγάλος αριθμός κώνων στο δέντρο	> 90

7.1.3.3. Προχωρημένο επίπεδο

Ο επαληθευτής καταγράφεται σε επίπεδο ατομικού δέντρου και για τα 50 επιλεγμένα δέντρα που παρακολουθούνται, κατά τον δεύτερο χρόνο (το δεύτερο φθινόπωρο) μετά την αξιολόγηση της ανθοφορίας σε προχωρημένο επίπεδο και ανεξάρτητα από την ένταση της καρποφορίας. Η καταγραφή γίνεται πριν ανοίξουν οι ώριμοι κώνοι και διασπαρούν τα σπέρματα. Σε κάθε δέντρο δίδεται μια τιμή. Ταυτόχρονα, πραγματοποιείται συλλογή σπερμάτων για γενετική ανάλυση και εκτίμηση παραμέτρων που αφορούν τα σπέρματα, για καταγραφές τόσο επαληθευτών σε προχωρημένο επίπεδο, όσο και επιπλέον πληροφοριών.

Ιδανικά, τουλάχιστον ένα γεγονός μαζικής καρποφορίας (πληροκαρπίας) θα πρέπει να μπορεί να αξιολογηθεί μετά από γεγονότα μαζικής ανθοφορίας που μπορεί να παρατηρούνται σε κάθε δεκαετία. Ωστόσο, ένα γεγονός μαζικής ανθοφορίας δεν οδηγεί πάντοτε σε μαζική καρποφορία. Εάν μετά από μια μαζική ανθοφορία δεν ακολουθήσει πληροκαρπία, τότε τόσο η ανθοφορία όσο και η καρποφορία θα πρέπει να επαναξιολογηθούν όταν συμβεί το επόμενο γεγονός μαζικής ανθοφορίας, ανεξαρτήτως του χρόνου που μπορεί να έχει μεσολαβήσει μεταξύ των δύο διαδοχικών γεγονότων μαζικής ανθοφορίας. Η αναγνώριση γεγονότων πληροκαρπίας εδράζεται στις παρατηρήσεις που προκύπτουν από το βασικό επίπεδο αξιολόγησης. Πληροκαρπία στο βασικό επίπεδο

θεωρείται ότι συμβαίνει όταν η ένταση καρποφορίας είναι μεγάλη ή μαζική (κωδικός 4 ή 5) και το ποσοστό των δέντρων που εμπίπτει στη δεδομένη ένταση καρποφορίας είναι άνω του 60% (κωδικός 4 ή 5).

Ο επαληθευτής καταγράφεται μέσω μέτρησης των ώριμων κώνων με κιάλια. Συγκεκριμένα, καταγράφεται ο μέσος όρος που προκύπτει από τρεις επαναλήψεις καταμέτρησης κώνων. Κάθε επανάληψη καταμέτρησης αφορά τον αριθμό των ώριμων κώνων που ο παρατηρητής μετρά σε 30 δευτερόλεπτα. Σε όλα τα δέντρα οι καταμετρήσεις των κώνων πραγματοποιούνται στο ίδιο τμήμα της κόμης. Από τη στιγμή που θα επιλεγεί το τμήμα της κόμης που θα καταμετρώνται οι κώνοι, στο ίδιο αυτό τμήμα θα πρέπει να πραγματοποιείται η καταμέτρηση και σε κάθε επόμενη παρακολούθηση του συγκεκριμένου επαληθευτή. Το ανώτερο ένα τρίτο της κόμης προτιμάται σε σχέση με το μέσο και το κατώτερο τμήμα της για την καταμέτρηση των κώνων.

Καταγράφονται δύο τιμές: ο αριθμός των ώριμων κώνων και το τμήμα της κόμης που έγινε η καταμέτρησή τους.

Αριθμός κώνων που καταμετρήθηκαν σε 30 δευτερόλεπτα (μέσος όρος τριών κύκλων μέτρησης)

X

Κωδικός Τμήμα της κόμης που εξετάστηκε

1 Κατώτερο

2 Μέσο

3 Ανώτερο

7.1.4 Αφθονία φυσικής αναγέννησης

Ο επαληθευτής περιγράφει την παρουσία και την αφθονία της φυσικής αναγέννησης (ΦΑ) στην επιφάνεια παρακολούθησης.

7.1.4.1. Βασικό επίπεδο

Ο επαληθευτής καταγράφεται σε επίπεδο συστάδας κάθε χρόνο κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου. Για την εκτίμηση της κατάστασης σε όλη την επιφάνεια παρακολούθησης λαμβάνεται υπόψιν η άποψη των τοπικών δασολόγων. Δύο τιμές θα πρέπει να καταγράφονται, μία για την νέα φυσική αναγέννηση (φυτάρια της τρέχουσας χρονιάς) και μία για την ήδη εγκατεστημένη αναγέννηση (δενδρύλλια μεγαλύτερα του ενός έτους). Δεδομένου ότι πληροκαρπία στην *Pinus nigra* συμβαίνει συνήθως κάθε 3 έως 5 χρόνια, η αξιολόγηση της εγκατάστασης νέας ΦΑ πρέπει να εκτιμάται το καλοκαίρι/ φθινόπωρο που ακολουθεί τον χρόνο πληροκαρπίας.

Κωδικός Περιγραφή: νέα φυσική αναγέννηση (φυτάρια της τρέχουσας χρονιάς)

1a Καθόλου ή ελάχιστη νέα φυσική αναγέννηση στην επιφάνεια παρακολούθησης.

2a Υπάρχει ικανός αριθμός φυταρίων νέας φυσικής αναγέννησης στην επιφάνεια παρακολούθησης

Κωδικός Περιγραφή: εγκατεστημένη φυσική αναγέννηση (δενδρύλλια)

1b Έλλειψη εγκατεστημένης φυσικής αναγέννησης ή ύπαρξή της σε μικρό βαθμό στην επιφάνεια παρακολούθησης.

2b Εγκατεστημένη φυσική αναγέννηση σε ικανοποιητικό βαθμό στην επιφάνεια παρακολούθησης.

7.1.4.2. Τυπικό επίπεδο

Η καταγραφή του επαληθευτή πραγματοποιείται μέσω της μέτρησης των φυταρίων/δεντρυλλίων κατά το 1^ο φθινόπωρο μετά από κάθε γεγονός καρποφορίας που αξιολογήθηκε (το έτος καρποφορίας θεωρείται ως έτος 0) και κατά το 6^ο φθινόπωρο μετά το γεγονός καρποφορίας.

Καταμέτρηση φυταρίων:

Μετά την εγκατάσταση των υποεπιφανειών της ΦΑ, όλα τα φυτάρια της *Pinus nigra* σε καθεμία από τις 20 υποεπιφάνειες ΦΑ πρέπει να καταμετρηθούν. Μεγαλύτερα σε ηλικία δενδρύλλια μαύρης πεύκης που υπάρχουν στην υποεπιφάνεια δεν πρέπει να καταμετρώνται. Στην επόμενη περίοδο καταμέτρησης, λαμβάνονται υπόψιν μόνο δενδρύλλια που βρίσκονται στην κατάλληλη ηλικία – π.χ. κατά το 6^ο έτος καταμετρώνται δενδρύλλια 5 ετών.

Αριθμός σπορόφυτων ανά υποεπιφάνεια

X

Η θνησιμότητα/επιβίωση της φυσικής αναγέννησης υπολογίζεται από τις τιμές που καταγράφονται για αυτόν τον επαληθευτή.

Για την εγκατάσταση υποεπιφανειών, δείτε στην ενότητα 6.2 'Εγκατάσταση υποεπιφανειών φυσικής αναγέννησης'.

7.1.4.3. Προχωρημένο επίπεδο

Η καταγραφή του επαληθευτή πραγματοποιείται μέσω της μέτρησης των φυταρίων κατά το 1^ο φθινόπωρο μετά από κάθε γεγονός καρποφορίας που αξιολογήθηκε (το έτος καρποφορίας θεωρείται ως έτος 0) και έπειτα των δενδρυλλίων κατά το 6^ο, 11^ο, 16^ο φθινόπωρο μετά το γεγονός καρποφορίας. Η επόμενη περίοδος παρακολούθησης της αφθονίας της φυσικής αναγέννησης (δημιουργία 20 νέων υποπεριοχών ΦΑ και εκτίμηση της αφθονίας της ΦΑ) πραγματοποιείται μετά το πρώτο γεγονός μαζικής καρποφορίας το οποίο θα συμβεί τουλάχιστον 5 χρόνια μετά από το προηγούμενο γεγονός μαζικής καρποφορίας (βλ. Πίνακα 3 για μια γραφική αναπαράσταση του χρονοδιαγράμματος αξιολόγησης της ΦΑ). Αναμένεται αξιολόγηση της αφθονίας της ΦΑ μετά από ένα ή δύο γεγονότα μαζικής καρποφορίας εντός της κάθε περιόδου παρακολούθησης.

Πίνακας 3: Χρονοδιάγραμμα για την εκτίμηση της αφθονίας της φυσικής αναγέννησης (ΦΑ). Σε αυτό το παράδειγμα, το πρώτο γεγονός μαζικής καρποφορίας (πληροκαρπίας) συμβαίνει το δεύτερο έτος της δεκαετίας γενετικής παρακολούθησης και το δεύτερο γεγονός μαζικής καρποφορίας αξιολογείται πέντε χρόνια αργότερα, δηλ. κατά το 7^ο έτος παρακολούθησης. Επειδή η πληροκαρπία της *Pinus nigra* συμβαίνει κάθε 3 με 5 χρόνια, το διάστημα μεταξύ οποιονδήποτε δύο διαδοχικών γεγονότων πληροκαρπίας μπορεί να διαφέρει ανάλογα. Είκοσι νέες υποεπιφάνειες ΦΑ εγκαθίστανται μετά από κάθε περίοδο μαζικής καρποφορίας που αξιολογείται. Η παρακολούθηση της αφθονίας ΦΑ στην κάθε ομάδα που αποτελείται από 20 υποεπιφάνειες πραγματοποιείται κάθε 5 έτη. Τα γεγονότα μαζικής καρποφορίας που αντιστοιχούν στην εκτιμώμενη αφθονία ΦΑ και τα χρονοδιαγράμματα αξιολόγησης φέρουν τον ίδιο χρωματισμό. Μετά την τελευταία περίοδο καταμέτρησης δενδρυλλίων, η παρακολούθηση της αφθονίας ΦΑ στις αντίστοιχες 20 υποεπιφάνειες ΦΑ τερματίζεται και αυτές απεγκαθίστανται. Τ – Τυπικό επίπεδο, Π– Προχωρημένο επίπεδο.

Έτος παρακολούθησης	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Περίοδος καρποφορίας		•					•							•					•				
Αξιολόγηση ΦΑ από την 1 ^η αξιολογημένη περίοδο καρποφορίας [έτη]		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Εγκατάσταση υποεπιφανειών ΦΑ			ΤΠ																				
Καταμέτρηση αφθονίας ΦΑ			ΤΠ				ΤΠ					Π				Π							
Αξιολόγηση ΦΑ από τη 2 ^η αξιολογημένη περίοδο καρποφορίας							0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Εγκατάσταση υποεπιφανειών ΦΑ							ΤΠ																
Καταμέτρηση αφθονίας ΦΑ							ΤΠ					ΤΠ				Π				Π			Π

Η θνησιμότητα/επιβίωση της φυσικής αναγέννησης υπολογίζεται από τις τιμές που καταγράφονται για αυτόν τον επαληθευτή.

Για την εγκατάσταση υποεπιφανειών, δείτε στην ενότητα 6.2 'Εγκατάσταση υποεπιφανειών φυσικής αναγέννησης' και για την καταμέτρηση το 7.1.4.2 'Τυπικό επίπεδο'.

7.2 Πρωτόκολλα για την καταγραφή επιπλέον πληροφοριών

7.2.1 Κατανομή κλάσεων στηθιαίας διαμέτρου

7.2.1.1 Τυπικό και προχωρημένο επίπεδο

Η στηθιαία διάμετρος (DBH) καταγράφεται σε επίπεδο ατομικού δέντρου και για τα 50 δέντρα που παρακολουθούνται σε κάθε δεκαετία. Η στηθιαία διάμετρος είναι η διάμετρος του κορμού σε ύψος 1.30 μ., δηλαδή περίπου το ύψος που βρίσκεται το στήθος ενός ενήλικου ανθρώπου. Εάν το δέντρο έχει παραπάνω από έναν κορμό, θα πρέπει να μετρηθούν όλοι οι κορμοί και να υπολογιστεί ο μέσος όρος τους (προτείνεται η αποφυγή επιλογής δέντρων με πολλούς, λεπτούς κορμούς). Στο πεδίο των σημειώσεων σημειώστε ότι το δέντρο έχει πολλούς κορμούς. Εάν το δέντρο δεν είναι ευθύκορμο, τότε μετράται η στηθιαία διάμετρος κάθετα προς τον κορμό. Η στηθιαία διάμετρος μετράται με δύο τρόπους:

- 1) Με χρήση παχυμέτρου - σε όλες τις περιπτώσεις απαιτείται η μέτρηση δύο κάθετων μεταξύ τους διαμέτρων ώστε να εκτιμηθεί ο μέσος όρος τους.
- 2) Μέσω μέτρησης της περιμέτρου του δέντρου και υπολογισμού της διαμέτρου στη συνέχεια [δηλ. διαιρώντας την τιμή της περιμέτρου με την σταθερά π , ~ 3.14 ή με χρήση παχυταινίας (π -tape)]

Η στηθιαία διάμετρος αποτυπώνεται σε εκατοστά. Η ίδια μέθοδος εφαρμόζεται για κάθε επόμενη μέτρηση.

7.2.2. Κατανομή κλάσεων ύψους

7.2.2.1. Τυπικό και προχωρημένο επίπεδο

Το ύψος καταγράφεται σε επίπεδο ατομικού δέντρου και για τα 50 δέντρα που παρακολουθούνται σε κάθε δεκαετία. Το ύψος μετράται από το έδαφος έως το υψηλότερο σημείο της κόμης, χρησιμοποιώντας κλισίμετρο ή υψόμετρο (π.χ. vertex).

Το ύψος καταμετράται σε μέτρα και στρογγυλοποιείται στην πλησιέστερη τιμή. Εάν η κόμη έχει υποστεί βλάβη τότε αυτό θα πρέπει να καταγραφεί στο πεδίο των σημειώσεων, όπως επίσης και ο λόγος που την προκάλεσε.

7.2.3. Έκπτυξη οφθαλμών

Η έκπτυξη των οφθαλμών περιγράφει την διαδικασία της έκπτυξης των βελονών. Στην *Pinus nigra*, η έκπτυξη των οφθαλμών ξεκινά λίγο αργότερα από την ανθοφορία. Η καταγραφή αυτής της παραμέτρου πραγματοποιείται μόνο στο τυπικό και προχωρημένο επίπεδο. Τα δεδομένα για αυτήν την επιπλέον πληροφορία συλλέγονται από τον Απρίλιο έως τον Μάιο και έως ότου όλα τα δέντρα που παρακολουθούνται έχουν φτάσει στο στάδιο των πλήρως ανεπτυγμένων βελονών.

7.2.3.1. Τυπικό επίπεδο

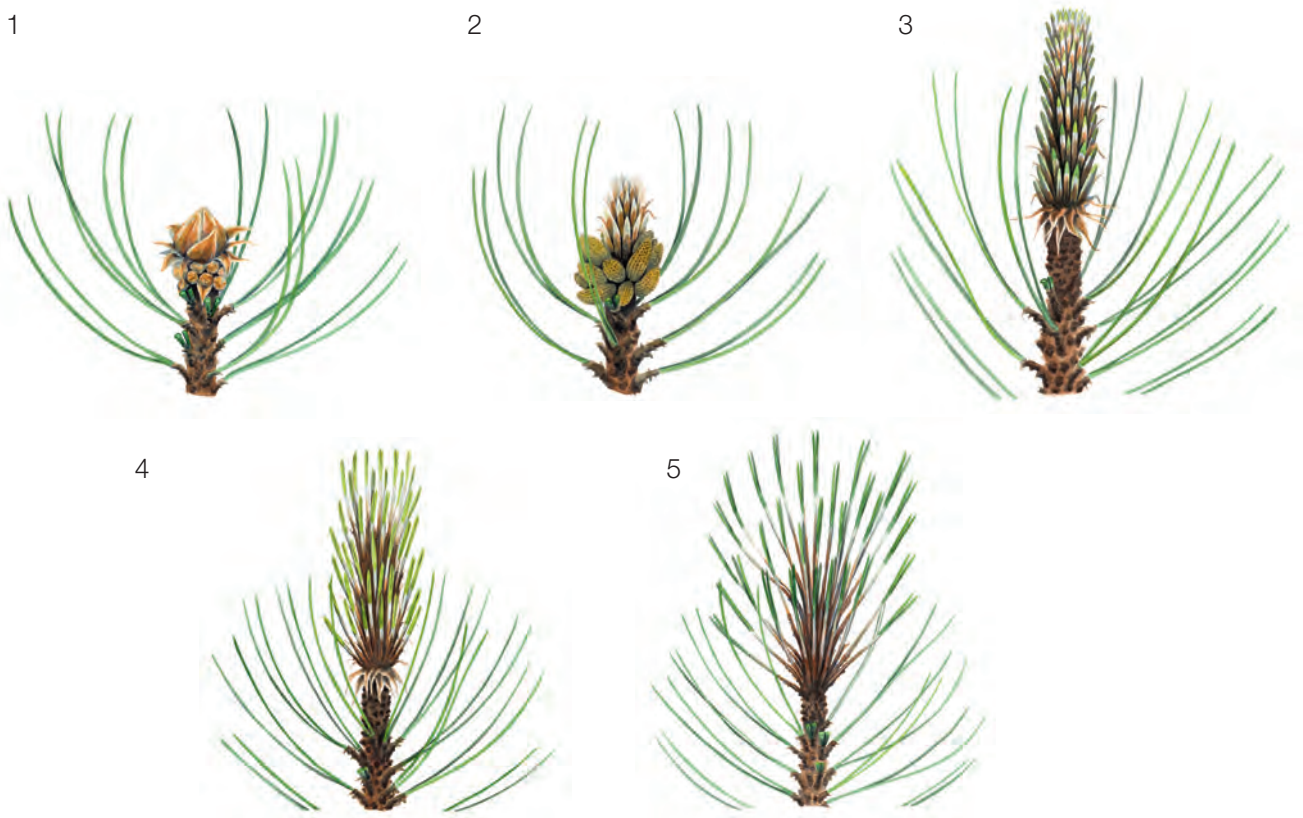
Στο τυπικό επίπεδο η έκπτυξη των οφθαλμών καταγράφεται σε επίπεδο ατομικού δέντρου και για τα 50 άτομα που παρακολουθούνται, κάθε πενταετία. Αναζητούμε την έναρξη της έκπτυξης των οφθαλμών (στάδιο 2) και την ολοκλήρωση της διαδικασίας (στάδιο 5). Οι παρατηρήσεις ολοκληρώνονται όταν όλα τα δέντρα έχουν φτάσει στο στάδιο 5. Συνήθως απαιτούνται 6 επισκέψεις στο πεδίο. Για κάθε δέντρο δίνονται δύο εκτιμήσεις: το στάδιο έκπτυξης οφθαλμών και το ποσοστό της κόμης στο οποίο εκπτύσσονται οφθαλμοί. Η γραφική απεικόνιση των σταδίων έκπτυξης οφθαλμών περιλαμβάνεται στην Εικόνα 6.

Κωδικός Στάδιο έκπτυξης οφθαλμών	
1	Οφθαλμοί σε χειμερινό λήθαργο
2	Έναρξη επιμήκυνσης
3	Σημαντική επιμήκυνση του επάκριου οφθαλμού
4	Οι βελόνες ξεπροβάλλουν από τον διαφανή κολεό.
5	Οι δυο βελόνες του ιδίου βραχυκλαδίου διακρίνονται σαφώς

Κωδικός Ποσοστό της κόμης για δεδομένο στάδιο έκπτυξης οφθαλμών (%)	
1	> 0 – 33
2	> 33 – 66
3	> 66 – 99
4	100

7.2.3.2. Προχωρημένο επίπεδο

Στο προχωρημένο επίπεδο, η έκπτυξη οφθαλμών αξιολογείται ετησίως, σε επίπεδο ατομικού δέντρου και για τα 50 δέντρα που παρακολουθούνται, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που ακολουθείται στο τυπικό επίπεδο. Για λεπτομέρειες, ανατρέξτε στην ενότητα 7.2.3.1 ‘Τυπικό επίπεδο’.



Εικόνα 6: Φωτογραφικός οδηγός για την περιγραφή της έκπτυξης οφθαλμών (έκπτυξη βελονών) στο βασικό, τυπικό και προχωρημένο στάδιο της επιπλέον πληροφoρίας ‘Έκπτυξη οφθαλμών’.

6.1.4 Συγχρονισμός ανθοφορίας

Ο συγχρονισμός της ανθοφορίας καταγράφεται μόνο στο προχωρημένο επίπεδο και βασίζεται σε δεδομένα που συλλέγονται για τον επαληθευτή 'Ανθοφορία'. Χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί αν οι περίοδοι θηλυκής και αρσενικής ανθοφορίας επικαλύπτονται για τα άτομα της επιφάνειας παρακολούθησης.

7.2.4.1. Προχωρημένο επίπεδο

Ο συγχρονισμός της ανθοφορίας αξιολογείται σε επίπεδο ατομικού δέντρου και για τα 50 δέντρα που παρακολουθούνται, κατά τη διάρκεια ενός γεγονότος μαζικής ανθοφορίας. Από αυτό το γεγονός μαζικής ανθοφορίας θα προκύψουν και τα σπέρματα που θα συλλεχθούν το δεύτερο φθινόπωρο μετά την ανθοφορία.

Για την εγκατάσταση επιφάνειας χρησιμοποιήστε το Έντυπο Υπόδειγμα «Περιγραφή επιφάνειας ΓΠΔ»

Για την καταγραφή των επαληθευτών χρησιμοποιήστε το «Έντυπο Υπόδειγμα για την καταγραφή επαληθευτών πεδίου εντός της επιφάνειας ΓΠΔ»

Για τις επιπλέον πληροφορίες χρησιμοποιήστε το «Έντυπο Υπόδειγμα για την καταγραφή επιπλέον πληροφοριών πεδίου εντός της επιφάνειας ΓΠΔ»

8. Βιβλιογραφία

- Farjon A (2017) A Handbook of the World's Conifers. 2nd revised Edition, Volume 1. Brill Leiden - Boston. Brill Acad. Publ. <https://doi.org/10.1163/9789047430629>
- Burns RM, Honkala BH (1990) Silvics of North America. Volume 1. Conifers. Agriculture Handbook 654, USDA Forest service, Washington
- Vidaković M (1958) Investigation on the intermediate type between the Austrian and Scots pine. *Silv Gen* 7:12–19.
- Fukarek P (1958) Die Standortstrassen per Schwarzföhre (*Pinus nigra* Arn.). *Centralblatt fuer das gesamte Forstwesen* 75:203–207
- McWilliam JR (1959) Interspecific incompatibility in *Pinus*. *Am J Bot* 46:425–433. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1959.tb07033.x>
- Righter FI, Duffield JW (1951) Interspecific hybrids in pines. *J Hered* 42:75–80. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a106169>
- Juranović-Cindrić I, Zeiner M, Starčević A, Liber Z, Rusak G, Idžojić M, Stinger G (2018) Influence of F1 hybridization on the metal uptake behaviour of pine trees (*Pinus nigra* x *Pinus thunbergiana*; *Pinus thunbergiana* x *Pinus nigra*). *J. Trace Elem Med Biol* 48:190–195. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2018.04.009>
- Vidaković M (1974) Genetics of European black pine (*Pinus nigra* Arn.). *Annales Forestales* (6/3):57–86.
- Mitchell AF (1972) Conifers in the British Isles: A descriptive handbook. Forestry Commission Booklet No. 33. London: Her Majesty's Stationery Office
- Rose CI (1979) Observations on the ecology and conservation value of native and introduced tree species. *Q J Forest* 73(4):219–229
- Athanasiadis NH (1986) Forest Botany (Trees and Shrubs of the Hellenic Forests). Part II. Publ. Giahoudi Thessaloniki
- Isajev V, Fady B, Semerci H, Andonovski V (2004) EUFORGEN technical guidelines for genetic conservation and use of European black pine (*Pinus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome
- Van Haverbeke DF (1990) *Pinus nigra* Arnold - European black pine. In: Burns RM; Honkala BH (eds). *Silvics of North America. Volume 1. Conifers. Agric. Handb.* U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC
- Freeland RO (1944) Apparent photosynthesis in some conifers during the winter. *Pl Physiol* 19:179–185
- Bouthaina A, El Aouni MH, Balandier P (2013) Influence of stand and tree attributes and silviculture on cone and seed productions in forests of *Pinus pinea* L. in northern Tunisia. *Options Méditerranéennes Series A: Mediterranean Seminars*, No. 105. CIHEAM, FAO, INIA, IRTA, CESEFOR, CTFC, Zaragoza
- Nicholls TH, Hudler GW (1971) *Dothistroma pini* on *Pinus nigra* in Minnesota. *Plant Disease Reporter* 55: 1040.

17. Millar CS (1970) Role of *Lophodermella* species in premature death of Pine needles in Scotland. Report on Forest Research, London, pp 176-178
18. Blodgett JT, Eyles A, Bonello P (2007) Organ-dependent induction of systemic resistance and systemic susceptibility in *Pinus nigra* inoculated with *Sphaeropsis sapinea* and *Diplodia scrobiculata*. Tree Physiol 27: 511–517. <https://doi.org/10.1093/treephys/27.4.511>
19. Alizoti PG, Kilimis K, Gallios P (2010). Temporal and spatial variation of flowering among *Pinus nigra* Arn. clones under changing climatic conditions. For Ecol Manag 259:768–797. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2009.06.029>

Οι παρακάτω πηγές χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό της τρέχουσας (Δεκέμβριος 2020) αποδεκτής επιστημονικής ονομασίας των ειδών που περιλαμβάνονται ή αναφέρονται στο παρόν κείμενο:

- a. Avtzis N (1985) *Marchalina hellenica* (Monophlebus hellenicus) Gen. An important honey producing insect of Greece. Dasiki Erevna VI(1):51-63
- b. Bußkamp J, Langer GJ & Langer EJ (2020) *Sphaeropsis sapinea* and fungal endophyte diversity in twigs of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in Germany. Mycol Progress 19:985–999. <https://doi.org/10.1007/s11557-020-01617-0>
- c. CABI (2020) Invasive Species Compendium. CAB International, Wallingford, UK. www.cabi.org/isc. Accessed 15 December 2020
- d. EPPO (2020) EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>. Accessed 15 December 2020
- e. GBIF (2020) Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org> Accessed 15 December 2020
- f. IPNI (2020) International Plant Names Index. The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries & Australian National Botanic Gardens. <http://www.ipni.org>, Accessed 10 December 2020
- g. National Center for Biotechnology Information (NCBI) (1998) National Library of Medicine (US), National Center for Biotechnology Information, Bethesda (MD). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. Accessed 15 December 2020
- h. The Plant List (2013) Version 1.1. <http://www.theplantlist.org/>. Accessed 12 December 2020
- i. Tropicos.org (2020) Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org>. Accessed 15 December 2020
- j. WFO (2020) World Flora Online. <http://www.worldfloraonline.org>. Accessed 15 Dec 2020

Τίτλος Έργου: **LIFE για τη Γενετική Παρακολούθηση των Δασών**
Ακρωνύμιο: **LIFEGENMON**
Πρόγραμμα: **LIFE**
Κωδικός Συμφωνίας Επιχορήγησης: **LIFE13 ENV/SI/000148**
Διάρκεια: **Ιούλιος 2014 – Δεκέμβριος 2020**
Συντονιστής: **Ινστιτούτο Δασών Σλοβενίας**



LIFE13 ENV/SI/000148



Το Έργο συγχρηματοδοτήθηκε από τον χρηματοδοτικό μηχανισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης LIFE.

Εταίροι Έργου

ΣΛΟΒΕΝΙΑ

Δασικό Ινστιτούτο Σλοβενίας
(Συντονιστής έργου)
www.gozdis.si

Σλοβενική Δασική Υπηρεσία
www.zgs.si

Κέντρο Παροχής Πληροφοριών,
Συνεργασίας και Ανάπτυξης ΜΚΟ
www.cnvos.si



ΓΕΡΜΑΝΙΑ

Βαυαρικό Γραφείο Δασικής Γενετικής
www.awg.bayern.de



ΕΛΛΑΔΑ

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού
Περιβάλλοντος
www.for.auth.gr

Αποκεντρωμένη Διοίκηση Μακεδονίας
Θράκης, Γενική Διεύθυνση Δασών &
Αγροτικών Υποθέσεων www.damt.gov.gr



HELLENIC REPUBLIC
DECENTRALIZED ADMINISTRATION of MACEDONIA & THRACE
GENERAL DIRECTORATE of FORESTS & RURAL AFFAIRS

