



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ
UNIVERSITY OF THE
AEGEAN



ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ
ΕΡΕΥΝΑΣ ΤΕΡΜΑΤΟΣ
ΣΠΕΡΜΑΤΟΣ - ΣΙΜΕΝΤΑ
ELGO - DIMITRA
HELLANIC AGRICULTURAL
RESEARCH ORGANIZATION

Βέλτιστες πρακτικές για τη διαχείριση των μεσογειακών πευκοδασών χαμηλού υψομέτρου για αριστοποίηση του ισοζυγίου άνθρακα και νερού στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής

Αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου «Διαχείριση των Μεσογειακών δασών πεύκης για αριστοποίηση του ισοζυγίου άνθρακα και νερού υπό την κλιματική αλλαγή» (PineOptim) (2024-2025)

ISBN 978-618-5182-20-5



**Carbon
Sequestration**



**Resilience to
Drought**



**Adaptive
management**

Το έργο «PineOptim» υλοποιείται στα πλαίσια της δράσης του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. «Χρηματοδότηση Βασικής Έρευνας (Οριζόντια υποστήριξη όλων των Επιστημών)» του Εθνικού Σχεδίου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας «Ελλάδα 2.0», με τη χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης – NextGenerationEU (Αριθμός Έργου ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.: 016258).



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Ελλάδα 2.0
ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΑΚΑΜΨΗΣ
ΚΑΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ



Με τη χρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης
NextGenerationEU



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

ISBN 978-618-5182-20-5

Οι προκλήσεις υπό το καθεστώς της κλιματικής αλλαγής



Τα μεσογειακά δάση πεύκης χαμηλού υψομέτρου, και ιδιαίτερα τα οικοσυστήματα της Χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*) και της Τραχείας πεύκης (*Pinus brutia*), έχουν υψηλή οικολογική και κοινωνικοοικονομική αξία. Συμβάλλουν ουσιαστικά στη δέσμευση άνθρακα και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

Η κλιματική αλλαγή επιφέρει εντεινόμενες περιόδους ξηρασίας και αυξημένες θερμοκρασίες, ασκώντας σοβαρές πιέσεις στο υδατικό ισοζύγιο των πευκοδασών και μειώνοντας την ανθεκτικότητά τους.



Παράλληλα, η συχνότερη και σφοδρότερη εκδήλωση δασικών πυρκαγιών απειλεί τη δομή, τη λειτουργία και τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των μεσογειακών πευκοδασών.



Το έργο **PineOptim** αξιολογεί και προτείνει πρακτικές δασικής διαχείρισης που ενισχύουν το ισοζύγιο νερού και άνθρακα στα πευκοδάση χαμηλού υψομέτρου. Μέσω συστηματικής οικολογικής παρακολούθησης, προσδιορίζει βέλτιστες πρακτικές που υποστηρίζουν την προσαρμογή των δασών στην κλιματική αλλαγή και ενισχύουν το δυναμικό τους για μετριασμό των επιπτώσεών της.

Το παρόν έντυπο συγκεντρώνει τα επιστημονικά αποτελέσματα του έργου, παρέχοντας τεκμηριωμένες και εφαρμόσιμες κατευθυντήριες οδηγίες για ερευνητές/τριες και φοιτητές/τριες, στελέχη χάραξης δασικής και περιβαλλοντικής πολιτικής και διαχειριστές δασών στον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα.

Μεθοδολογία του PineOptim



Ο γενικός στόχος του έργου **PineOptim** ήταν η πρόταση **πρακτικών διαχείρισης** που **βελτιστοποιούν την αποθήκευση άνθρακα** και την **αποδοτικότητα χρήσης νερού** στα δάση πεύκης χαμηλού υψομέτρου, υπό τις τρέχουσες και **αναμενόμενες κλιματικές συνθήκες**. Η μεθοδολογία περιελάμβανε:



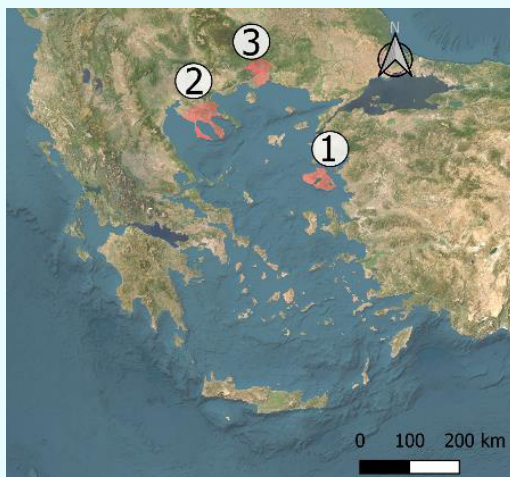
Ανάπτυξη ενός κοινού, εναρμονισμένου πρωτοκόλλου παρακολούθησης.



Συλλογή και ανάλυση δεδομένων πεδίου σχετικά με τις ροές άνθρακα και νερού.

Εφαρμογή σε:

1. Φυσικά δάση Τραχείας πεύκης Λέσβου: διαφορετική μεταπυρική ηλικία και έλλειψη διαχειριστικών επεμβάσεων.
2. Φυσικό παράκτιο δάσος Χαλεπίου πεύκης στη Σάνη Χαλκιδικής: αρραίωση του υπορόφου / ανώροφος διαφορετικής πυκνότητας.
3. Περιαστικό δάσος Τραχείας πεύκης Ξάνθης: Διαφορετικής έντασης αρραίωση του ανωρόφου.



Αξιολόγηση της επίδρασης διαφορετικών εναλλακτικών πρακτικών διαχείρισης στην παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων Τραχείας και Χαλεπίου πεύκης.



Ανάπτυξη μοντέλου εκτίμησης της παραγωγικότητας και του κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς υπό διαφορετικά σενάρια κλιματικής αλλαγής.

Μεθοδολογία του PineOptim



Διαρκής παρακολούθηση στο πεδίο:

Χρήση αισθητήρων μικρού κόστους και εύκολης χρήσης από μη εξειδικευμένο προσωπικό για τη μέτρηση της αύξησης των δέντρων και των μικροκλιματικών παραμέτρων εδάφους και αέρα.



Δειγματοληψίες και μετρήσεις πεδίου:

- Βιομετρικά δεδομένα για εκτίμηση βιομαζών σε ανώροφο και υπόροφο.
- Μετρήσεις φωτοσύνθεσης, υδατικού δυναμικού και περιεχόμενης υγρασίας σε βελόνες και κλαδίσκους.
- Μετρήσεις εδαφικής αναπνοής, αποσύνθεσης του δασικού τάπητα και συσσώρευσης βιομάζας μέσω φυλλόπτωσης.

Μοντελοποίηση:

Χρησιμοποιήθηκε ένα μηχανιστικό μοντέλο που προσομοιώνει τις ροές άνθρακα του δέντρου και τον κίνδυνο έναρξης πυρκαγιάς της συστάδας. Το μοντέλο τροφοδοτήθηκε με όλα τα ανωτέρω δεδομένα για να εκτιμηθεί η παραγωγικότητα του οικοσυστήματος και επαληθεύτηκε με πραγματικά δεδομένα από πύργο καταγραφής ροών άνθρακα και νερού. Το επαληθευμένο μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση της παραγωγικότητας οικοσυστήματος και του κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς υπό διαφορετικά σενάρια κλιματικών συνθηκών και διαχείρισης.



Βασικές έννοιες



Καθαρή Παραγωγικότητα Οικοσυστήματος (Net Ecosystem Productivity – NEP) *

Η NEP εκφράζει την ποσότητα του άνθρακα που δεσμεύεται ή εκλύεται ετησίως από ένα οικοσύστημα, όπως το δάσος.



Δείκτης κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς (Integrated Fire Index – IFI) *

Ο δείκτης IFI εκτιμά τον δυνητικό κίνδυνο έναρξης πυρκαγιάς με βάση τις μικροκλιματικές συνθήκες του υπορόφου, την πυκνότητα και την περιεχόμενη υγρασία της βλάστησης, καθώς και μετεωρολογικούς παράγοντες. Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται από 1 έως 5, με το 1 να υποδηλώνει χαμηλό κίνδυνο έναρξης πυρκαγιάς και το 5 υψηλό κίνδυνο. Ο δείκτης δεν αφορά στη χωρική εξάπλωση και καταπολέμηση της πυρκαγιάς.

Τοπικά σενάρια κλιματικής αλλαγής



SSP2 4.5 (μετριοπαθές σενάριο): Εάν η τρέχουσα τάση αύξησης της συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου συνεχιστεί έως το 2050 και μετριαστεί στη συνέχεια, προβλέπεται άνοδος της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας κατά 1,8 – 2,3 °C και αύξηση της ετήσιας βροχόπτωσης κατά 2 – 12 % περίπου, έως το τέλος του αιώνα.

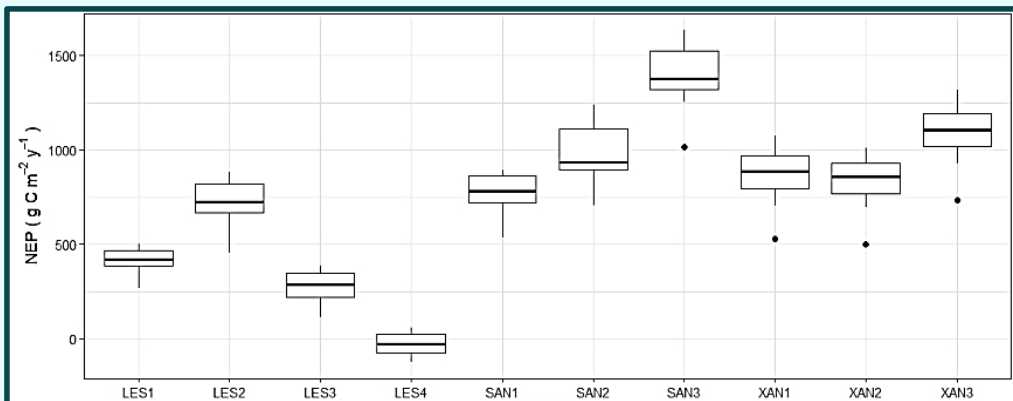
SSP5 8.5 (δυσμενές σενάριο): Εάν συνεχιστεί η καύση ορυκτών καυσίμων και η συνεχής αύξηση της συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου, προβλέπεται άνοδος της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας κατά 4,0 – 4,7 °C και μείωση της ετήσιας βροχόπτωσης κατά 15 – 20% περίπου, έως το τέλος του αιώνα.

** Τα αποτελέσματα NEP και IFI του παρόντος οδηγού προέρχονται από τις προσομοιώσεις του μοντέλου που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του έργου.*

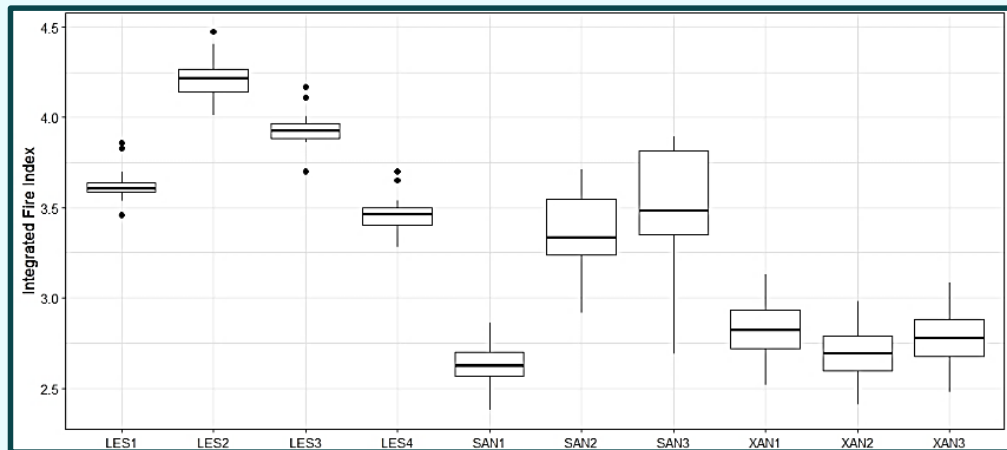
Αποτελέσματα προσομοιώσεων



Αποθήκευση άνθρακα & κίνδυνος έναρξης πυρκαγιάς υπό υφιστάμενες συνθήκες



Καθαρή Παραγωγικότητα του οικοσυστήματος (NEP) σε όλες τις συστάδες μελέτης του έργου PineOptim κατά την περίοδο 2013-2025 με βάση την υφιστάμενη διαχείριση.



Δείκτης κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς (IFI) σε όλες τις συστάδες μελέτης του έργου PineOptim στην ξηροθερμική περίοδο (Ιούνιος - Σεπτέμβριος, 2013-2025) με βάση την υφιστάμενη διαχείριση

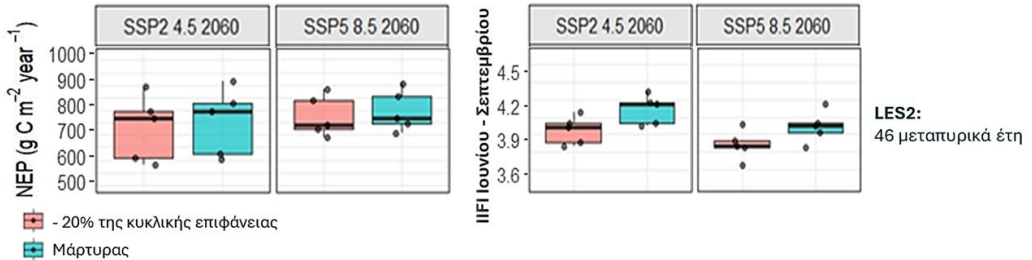
LES1: 20 μεταπτυρικά έτη
LES2: 46 μεταπτυρικά έτη
LES3: 78 μεταπτυρικά έτη
LES4: 92 μεταπτυρικά έτη
(χωρίς διαχειριστικές επεμβάσεις)

SAN1: Χωρίς επέμβαση, χαμηλή πυκνότητα υπορόφου & ανωρόφου
SAN2: Αφαίρεση υπορόφου
SAN3: Χωρίς επέμβαση, υψηλή πυκνότητα υπορόφου & ανωρόφου

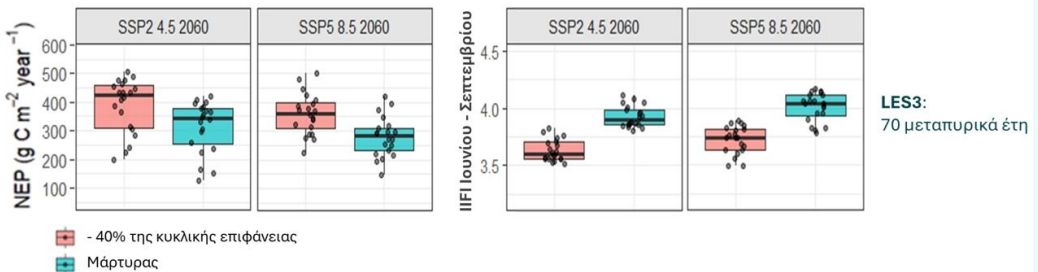
XAN1: Χωρίς αραίωση ανωρόφου
XAN2: Μέτρια αραίωση ανωρόφου
XAN3: Ισχυρή αραίωση ανωρόφου

Λέσβος - Αποτελέσματα προσομοιώσεων NEP και IFI

(αραίωση ανωρόφου & κλιματικά σενάρια)



Εκτιμώμενη Καθαρή Παραγωγικότητα του οικοσυστήματος (NEP) και Δείκτης κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς (IFI) το 2060 σε συστάδες Τραχείας πεύκης 46 ετών στη Λέσβο, **εάν αντί της υφιστάμενης έλλειψης επεμβάσεων εφαρμοστεί μέτρια αραίωση ανωρόφου (αφαίρεση 20% της κυκλικής επιφάνειας)**, με βάση το μετριοπαθές (SSP2 4.5) και το δυσμενές (SSP5 8.5) κλιματικό σενάριο.

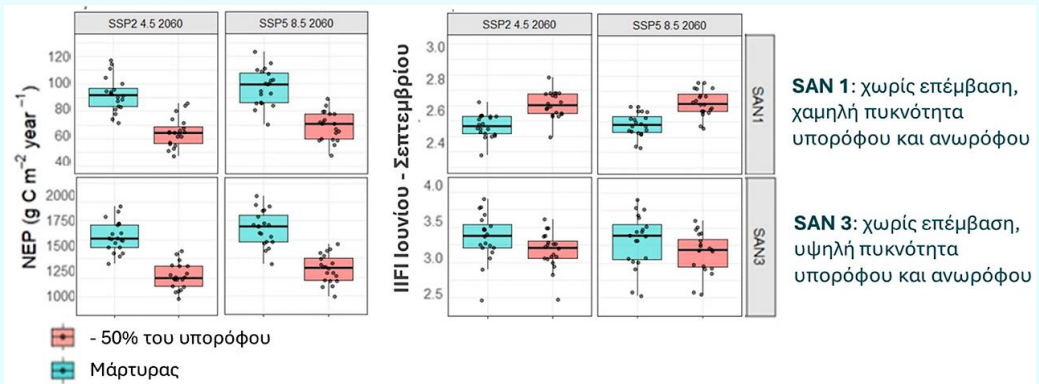


Εκτιμώμενη Καθαρή Παραγωγικότητα του οικοσυστήματος (NEP) και Δείκτης κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς (IFI) το 2060 σε συστάδες Τραχείας πεύκης 70 περίπου ετών στη Λέσβο, **εάν αντί της υφιστάμενης έλλειψης επεμβάσεων εφαρμοστεί ισχυρή αραίωση ανωρόφου (αφαίρεση 40% της κυκλικής επιφάνειας)**, με βάση το μετριοπαθές (SSP2 4.5) και το δυσμενές (SSP5 8.5) κλιματικό σενάριο.

Στις συστάδες μελέτης της Λέσβου:

- ✓ και στα δύο κλιματικά σενάρια, η μέτρια αραίωση σε ηλικία 45 περίπου ετών ενισχύει την αντιπυρική προστασία χωρίς να επιδρά αρνητικά στη δέσμευση άνθρακα.
- ✓ η ισχυρή αραίωση σε ηλικία περίπου 70 ετών αυξάνει μακροπρόθεσμα τη δέσμευση άνθρακα κατά περίπου 25% και παράλληλα μειώνει τον κίνδυνο έναρξης πυρκαγιάς κατά περίπου 8% (μέσοι όροι και για τα δύο κλιματικά σενάρια).

Σάνη, Χαλκιδική - Αποτελέσματα προσομοιώσεων NEP και IFI (αφαίρεση υπορόφου & κλιματικά σενάρια)



Εκτιμώμενη Καθαρή Παραγωγικότητα του οικοσυστήματος (NEP) και Δείκτης κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς (IFI) το 2060 σε συστάδες Χαλεπίου πεύκης στη Σάνη Χαλκιδικής, **εάν η αφαίρεση του υπορόφου κατά 50% εφαρμοστεί σε συστάδες με χαμηλή ή υψηλή πυκνότητα ανωρόφου και υπορόφου**, με βάση το μετριοπαθές (SSP2 4.5) και το δυσμενές (SSP5 8.5) κλιματικό σενάριο.

Στις συστάδες μελέτης στη Σάνη Χαλκιδικής

- **με χαμηλή πυκνότητα υπορόφου και ανωρόφου**, η απομάκρυνση του 50% του υπορόφου αναμένεται να οδηγήσει σε:

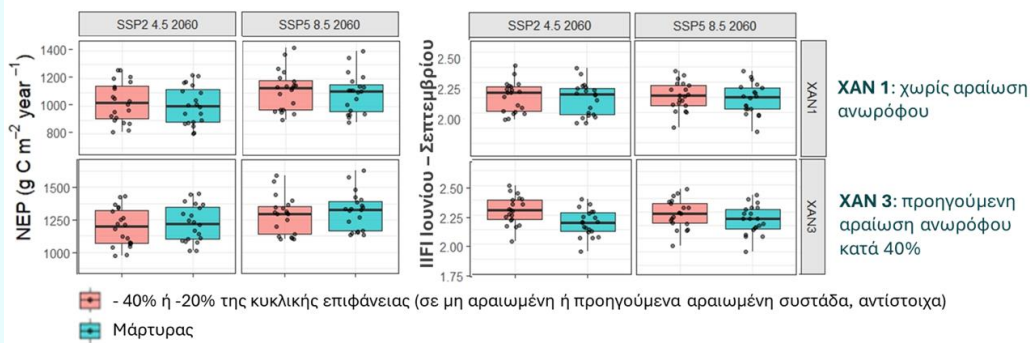
- ✓ μείωση της αποθήκευσης άνθρακα κατά περίπου 30% (μέσος όρος και για τα δύο κλιματικά σενάρια).
- ✓ αύξηση του κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς κατά 5% περίπου (μέσος όρος και για τα δύο κλιματικά σενάρια).

- **με υψηλή πυκνότητα υπορόφου και ανωρόφου**, η απομάκρυνση του 50% του υπορόφου αναμένεται να οδηγήσει σε:

- ✓ μείωση της δέσμευσης άνθρακα κατά 25% περίπου (μέσος όρος και για τα δύο κλιματικά σενάρια).
- ✓ μείωση του κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς κατά 5% περίπου (μέσος όρος και για τα δύο κλιματικά σενάρια).

Ξάνθη - Αποτελέσματα προσομοιώσεων NEP και IFI

(αραίωση ανωρόφου & κλιματικά σενάρια)



Εκτιμώμενη Καθαρή Παραγωγικότητα του οικοσυστήματος (NEP) και Δείκτης κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς (IFI) το 2060 σε συστάδες Τραχείας πεύκης στην Ξάνθη, εάν εφαρμοστεί αραίωση κατά 40% σε συστάδα χωρίς προηγούμενη αραίωση (XAN1) ή κατά 20% σε συστάδα που πριν 10 έτη είχε υποστεί αραίωση κατά 40% (XAN3), με βάση το μετριοπαθές (SSP2 4.5) και το δυσμενές (SSP5 8.5) κλιματικό σενάριο.

Στις συστάδες μελέτης στην Ξάνθη, ομοίως και στα δύο κλιματικά σενάρια:

- η ισχυρή αραίωση του ανωρόφου με αφαίρεση του 40% της κυκλικής επιφάνειας (σε συστάδα χωρίς προηγούμενη αραίωση) αναμένεται να οδηγήσει σε:

- ✓ μικρή αύξηση της αποθήκευσης άνθρακα (περίπου 3% κατά μέσο όρο για τα δύο κλιματικά σενάρια).
- ✓ καμία μεταβολή του κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς.

- η επανάληψη της αραίωσης του ανωρόφου, έστω και μέτρια (20% της κυκλικής επιφάνειας), σε διάστημα 10 ετών, αναμένεται να οδηγήσει σε:

- ✓ μείωση της αποθήκευσης άνθρακα.
- ✓ μη σημαντική μεταβολή του κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς.

Βέλτιστες πρακτικές

(Σε συστάδες πεύκης χαμηλού υψομέτρου που προκύπτουν από φυσική αναγέννηση μετά από πυρκαγιά, χωρίς διαχειριστικές επεμβάσεις)



Προτεινόμενες βέλτιστες διαχειριστικές πρακτικές για αύξηση της αποθήκευσης άνθρακα και μείωση του κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς:

- **Μέτριες αραιώσεις (έως 20% της κυκλικής επιφάνειας) μεταξύ 20 και 40 ετών**, κυρίως για μείωση του ανταγωνισμού και αύξηση της αντιπυρικής προστασίας.
- **Ισχυρές εξευγενιστικές αραιώσεις (έως 40% της κυκλικής επιφάνειας) μετά τα 45 έτη και το αργότερο στα 70 περίπου έτη**, για την εγκατάσταση αυτόχθονων πλατυφύλλων ειδών.
- **Αναγεννητικές υλοτομίες μετά τα 70 έτη** για φυσική αναγέννηση των συστάδων.

Σημείωση: Οι προτάσεις ισχύουν με την προϋπόθεση ότι οι συστάδες προστατεύονται από τη βόσκηση.



LES1: 20 μεταπυρρικά έτη



LES2: 46 μεταπυρρικά έτη



LES3: 78 μεταπυρρικά έτη



LES4: 92 μεταπυρρικά έτη

Βέλτιστες πρακτικές

(Σε φυσικά παράκτια δάση πεύκης, όπου εφαρμόζεται αφαίρεση του υπορόφου αειφύλλων πλατυφύλλων για αντιπυρική προστασία)



Προτεινόμενες βέλτιστες διαχειριστικές πρακτικές για αύξηση της αποθήκευσης άνθρακα και μείωση του κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς:

- **Η αφαίρεση του υπορόφου να μην ξεπερνά το 50% της εδαφοκάλυψης** του υπορόφου, καθώς υψηλότερο ποσοστό οδηγεί σε ισχυρή μείωση του δυναμικού αποθήκευσης άνθρακα.
- **Σε συστάδες με αραιό ανώροφο να αποφεύγεται η αραιώση υπορόφου κατά 50%**, καθώς η πρακτική αυτή εκτός της μείωσης της παραγωγικότητας του οικοσυστήματος οδηγεί και σε αύξηση του κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς λόγω μεταβολής του μικροκλίματος.
- **Τεχνητή αναδάσωση** με πεύκη (από σπέρματα της περιοχής), όπου η φυσική αναγέννηση είναι χαμηλή, λόγω αντίξων κλιματικών συνθηκών.



SAN1:

Χωρίς επέμβαση, χαμηλή πυκνότητα υπορόφου και ανωρόφου



SAN2:

Αφαίρεση υπορόφου



SAN3:

Χωρίς επέμβαση, υψηλή πυκνότητα υπορόφου και ανωρόφου

Βέλτιστες πρακτικές

(Σε διαχειριζόμενα περιαστικά δάση πεύκης που έχουν προέλθει από φυτεύσεις, όπου είχε ήδη εφαρμοστεί μέτρια ή έντονη αραιώση του ανωρόφου)



Προτεινόμενες βέλτιστες διαχειριστικές πρακτικές για αύξηση της αποθήκευσης άνθρακα και μείωση του κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς:

- **Ισχυρές αραιώσεις (40% της κυκλικής επιφάνειας του ανωρόφου)**, καθώς η ανάπτυξη υπορόφου αυτόχθονων φυλλοβόλων πλατύφυλλων αυξάνει την παραγωγικότητα του οικοσυστήματος, άρα και την αποθήκευση άνθρακα, χωρίς να αυξάνει τον κίνδυνο έναρξης πυρκαγιάς.
- **Οι αραιώσεις δεν θα πρέπει να επαναλαμβάνονται σε διάστημα μικρότερο των 10 ετών.**
- Τελικός στόχος θα πρέπει να είναι η φυσική αναγέννηση του δάσους και η **δημιουργία δάσους πλατυφύλλων ή μεικτού δάσους πλατυφύλλων – κωνοφόρων, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες.**



Σύνοψη



Τα μεσογειακά δάση πεύκης βρίσκονται υπό αυξανόμενη πίεση, καθώς η κλιματική αλλαγή εντείνει τις ξηροθερμικές συνθήκες και τη συχνότητα και ένταση των δασικών πυρκαγιών. Τα αποτελέσματα του έργου **PineOptim** δείχνουν ότι η συμβολή των οικοσυστημάτων αυτών στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής επηρεάζεται καθοριστικά από τις εφαρμοζόμενες διαχειριστικές πρακτικές.

Η διαχείριση των μεσογειακών δασών πεύκης χαμηλού υψομέτρου δεν θα πρέπει να στοχεύει μονομερώς στην αντιπυρική προστασία ή στην αποθήκευση άνθρακα, αλλά στην **ισορροπία μεταξύ παραγωγικότητας οικοσυστήματος, αντιπυρικής προστασίας και μακροχρόνιας βιωσιμότητας**. Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, που βασίζεται **σε συνδυαστική αξιολόγηση δεικτών, όπως οι NEP και IFI, και τη χρήση μοντέλων**, υποστηρίζει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για τη μακροχρόνια βιωσιμότητα των μεσογειακών δασών πεύκης χαμηλού υψομέτρου.

Τα πρωτόκολλα παρακολούθησης που αναπτύχθηκαν (Eleftheriadou et al., 2026), καθώς και οι προτεινόμενες βέλτιστες πρακτικές, οι οποίες προκύπτουν από το έργο **PineOptim** αποτελούν ένα πλαίσιο υποστήριξης για την προσαρμοσμένη στην κλιματική αλλαγή διαχείριση των μεσογειακών δασών πεύκης χαμηλού υψομέτρου.

Απαιτείται προσαρμοσμένη στην κλιματική αλλαγή διαχείριση με χρήση κατάλληλων δεικτών και μοντέλων και την υλοποίηση σύγχρονων διαχειριστικών μελετών.

*Eleftheriadou, N., Mantzari, E. D., Kiorapostolou, N., Sazeides, C. I., Xanthopoulos, G., Markos, N., Spyroglou, G., Bintsi-Frantzi, E., Gouvas, A., Dimitrakopoulos, P. G., Fotelli, M. N., Radoglou, K., & Fyllas, N. M. (2026). An Integrated Monitoring Protocol to Study the Effects of Management on the C Sequestration Potential of Mediterranean Pine Ecosystems. *Methods and Protocols*, 9(1), 18. <https://doi.org/10.3390/mps9010018>*

ISBN 978-618-5182-20-5



Διαχείριση των Μεσογειακών δασών πεύκης για αριστοποίηση του ισοζυγίου άνθρακα και νερού υπό την κλιματική αλλαγή



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΡΑΚΗΣ

DEMOCRITUS
UNIVERSITY
OF THRACE



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ
UNIVERSITY OF THE
AEGEAN



ELGO - DIMITRA
HELLENIC AGRICULTURAL
ORGANIZATION - DIMITRA

Τμήμα Δασολογίας και
Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και
Φυσικών Πόρων

Τμήμα Περιβάλλοντος

Ινστιτούτο Δασικών
Ερευνών

Σαζέϊδης, Χ., Κιοραποστόλου, Ν., Ελευθεριάδου, Ν., Μάντζαρη, Ε., Ξανθόπουλος, Γ., Μπίντση-Φραντζή, Ε., Γκούβας, Α., Συνοδινός Α.-Δ. Φύλλας, Ν., Φωτέλλη, Μ., Δημητρακόπουλος, Π., Σπύρογλου, Γ., Μάρκος, Ν., Μήλιος, Η., Κιτικίδου, Κ., & Ραδόγλου, Κ. (2025). *Βέλτιστες πρακτικές για τη διαχείριση των μεσογειακών πευκοδασών χαμηλού υψομέτρου για αριστοποίηση του ισοζυγίου άνθρακα και νερού στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής*. Διαθέσιμο online: <https://pineoptim.fmenr.duth.gr/>

Στοιχεία επικοινωνίας:

Ραδόγλου Καλλιόπη: kradoglo@fmenr.duth.gr

Δημητρακόπουλος Παναγιώτης: pdimi@aegean.gr

Φωτέλλη Μαριάντζελα: fotelli@elgo.gr



PineOptim



pine_optim



Το έργο «PineOptim» υλοποιείται στα πλαίσια της δράσης του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. «Χρηματοδότηση Βασικής Έρευνας (Οριζόντια υποστήριξη όλων των Επιστημών)» του Εθνικού Σχεδίου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας «Ελλάδα 2.0», με τη χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης – NextGenerationEU (Αριθμός Έργου ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.: 016258).



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Ελλάδα 2.0
ΒΑΣΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΑΚΑΜΨΗΣ
ΚΑΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ



Με τη χρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης
NextGenerationEU



ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

ISBN 978-618-5182-20-5