



**ΜΠΕΝΑΚΕΙΟ
ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**

Μη παρασιτικές ασθένειες των φυτών και προκλήσεις ενόψει της κλιματικής κρίσης

Τσιτσέλης Γεράσιμος, Γεωπόνος-Εδαφολόγος

Εργαστήριο Μη Παρασιτικών Ασθενειών, Εδαφικών Πόρων & Γεωπληροφορικής,
Επιστημονική Διεύθυνση Φυτοπαθολογίας, Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, Στ. Δέλτα 8, Κηφισιά 14561, Αττική





Εισαγωγή στο Εργαστήριο Μη Παρασιτικών Ασθενειών, Εδαφικών Πόρων & Γεωπληροφορικής

Δραστηριότητα - δράσεις:

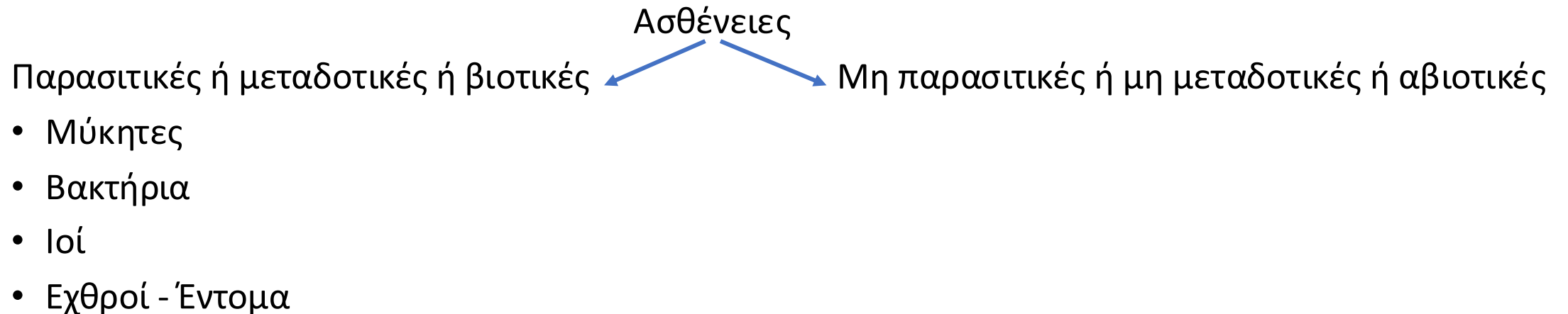
- Εργαστηριακές δοκιμές εδαφικών και υδατικών δειγμάτων καθώς και οργανικών υποστρωμάτων ανάπτυξης
- Συμβουλευτικές υπηρεσίες λίπανσης καλλιεργειών και καλλιεργητικών πρακτικών.
- Πρακτικές για την προστασία και βελτίωση της ποιότητας του εδάφους, την αποκατάσταση ρυπασμένων εδαφών καθώς και για τη βιωσιμότητα των φυσικών πόρων.
- Διαχείριση αγροτικών αποβλήτων και επαναχρησιμοποίησή τους στη γεωργία.
- Αναγνώριση μη παρασιτικών ασθενειών των φυτών (τοξικότητες, τροφοπενίες, περιβαλλοντικές και κλιματικές επιδράσεις) και παροχή κατευθυντηρίων οδηγιών για την αντιμετώπισή τους με βάση τις αρχές της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Καλλιεργειών.
- Ευρωπαϊκή και εθνική περιβαλλοντική πολιτική σχετικά με το έδαφος και τη διαχείριση αποβλήτων
- Χαρτογράφηση, ταξινόμηση και περιγραφή εδαφών στο πεδίο, ψηφιακή χαρτογράφηση και σύνταξη εδαφολογικών μελετών.
- Τηλεπισκόπηση και φωτοερμηνεία με χρήση Συστημάτων Μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (ΣμηΕΑ).
- Γεωστατιστική χωρική ανάλυση και ανάπτυξη γεωβάσεων δεδομένων.
- Εφαρμογές Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS), mobile GIS, ανάπτυξη υπηρεσιών web GIS, προγραμματισμός και ανάπτυξη λογισμικών.
- Ανάπτυξη διαδικτυακών υπηρεσιών Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (web GIS services), ανάπτυξη φορητών εφαρμογών GIS (mobile GIS apps) και ανάπτυξη εφαρμογών σε περιβάλλον GIS (GIS software).
- Επίβλεψη πτυχιακών και μεταπτυχιακών μελετών και πρακτική εξάσκηση φοιτητών.





Ασθένεια - Ορισμός

Ασθένεια είναι η **απόκλιση από την κανονικότητα στην εκδήλωση φυσιολογικών βιοχημικών και μοριακών διεργασιών του φυτού**. Η διαταραχή της φυσιολογικής λειτουργίας κυττάρων ή ιστών του φυτού **εκδηλώνεται με φυσιολογικές ή μορφολογικές αλλοιώσεις**. Η **διάρκεια** και η **ένταση** αυτής της απόκλισης από την κανονικότητα είναι ικανές να προκαλέσουν **αταξία, διαταραχή ή διακοπή της ζωής** του φυτού. Το αίτιο που προκαλεί την παραπάνω αλλαγή ονομάζεται παθογόνος παράγοντας ή παθογόνο. Το αίτιο αυτό μπορεί να είναι παρασιτικός ή μη παρασιτικός παράγοντας (Ελευθέριος Κ. Τζάμος, 2007)

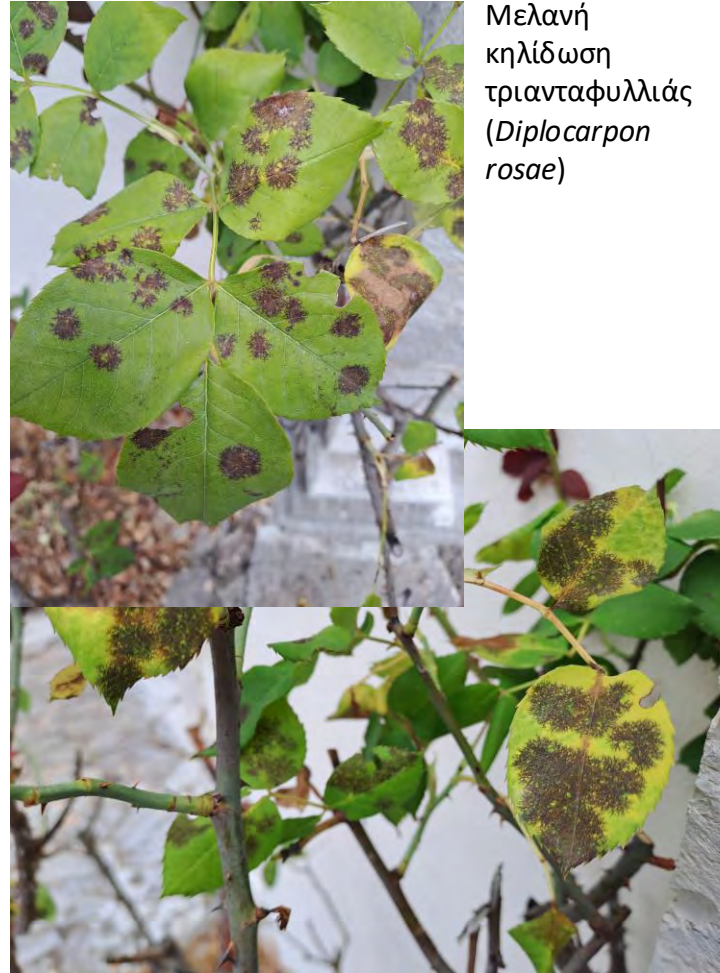




Παρασιτικές ασθένειες – Μύκητες



Σκωρίαση της αχλαδιάς (*Gymnosporangium sabiniae*)



Μελανή
κηλίδωση
τριανταφυλλιάς
(*Diplocarpon
rosae*)



Περινόσπορος ηλίανθου (*Plasmopara
halstedii*)





Παρασιτικές ασθένειες – Βακτήρια



Βακτηριακό κάψιμο σε βυssινιά και μηλιά (*Erwinia amylovora*) - *Mila Usmanova*





Παρασιτικές ασθένειες – Ιοί



Συμπτώματα
μωσαϊκού και
κηλιδώσεων σε
βερικοκιά,
συκιά - ιώσεις





Παρασιτικές ασθένειες – Εχθροί - Έντομα



Μαργαρόνια
σε ελιά
Καλαμών
(*Palpita
unionalis*)



Τίγρης (*Stephanitis pygri*) σε φύλλα κερασιάς





Παρασιτικές ασθένειες – Εχθροί - Έντομα



Μαύρος
Ακανθώδης
Αλευρώδης σε
πορτοκαλιά και
σοφόρα
(*Aleurocanthus
spiniferus*)



Ξυλοφάγα έντομα σε χαλέπιο πεύκη





Μη παρασιτικές ασθένειες - Ορισμός

- Είναι οι δυσμενείς επιπτώσεις των αβιοτικών παραγόντων καταπόνησης πάνω στα φυτά, οι ασθένειες δηλαδή οι οποίες **δεν οφείλονται σε βιολογικούς παράγοντες αλλά στις συνθήκες του περιβάλλοντός τους** (κλιματολογικές και διατροφικές).
- Τείνουν να παρεμποδίσουν την εύρυθμη λειτουργία των φυσιολογικών μηχανισμών των φυτών και είναι απόρροια αποκλίσεων ή επιπτώσεων κλιματολογικών ή και διατροφικών παραγόντων από τα βέλτιστα όρια για την ανάπτυξη (Ελευθέριος Κ. Τζάμος, 2007).





1. Καταπόνηση από υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες

Ζημιά από υψηλή θερμοκρασία

- Αφυδάτωση, αύξηση ζήτησης νερού
- Ηλιοκαύματα (σε συνδυασμό όμως με Ξηρασία + Έντονη ηλιακή ακτινοβολία + Χαμηλή σχετική υγρασία)
- Ανεπάρκεια ωρών χαμηλής θερμοκρασίας για διαφοροποίηση οφθαλμών (ελιά κ.ά) και διακοπή λήθαργου

Ζημιά από χαμηλή θερμοκρασία

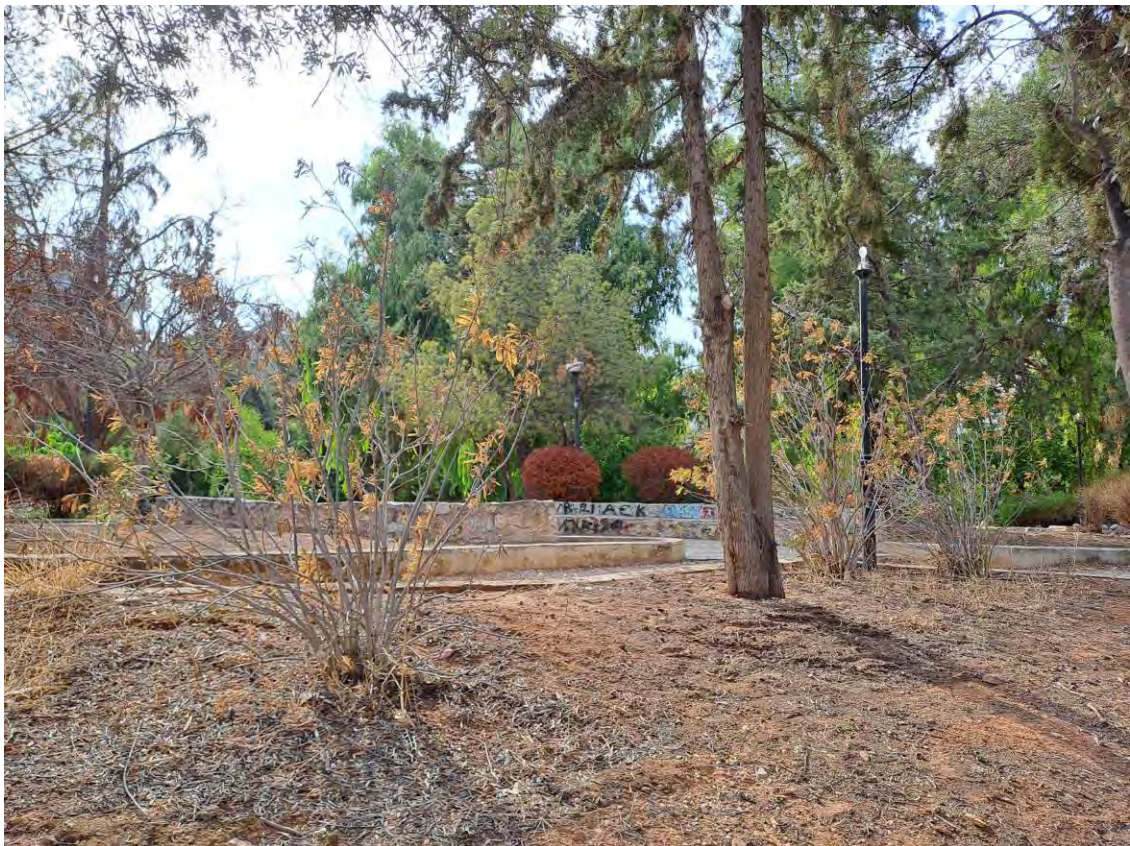
- Παγετός $< 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Χαμηλές θερμοκρασίες $< 4 \text{ }^{\circ}\text{C}$







ΜΠΕΝΑΚΕΙΟ
ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ





Καταπόνηση από χαμηλές θερμοκρασίες





2. Καταπόνηση από έλλειψη νερού

- Παρατηρούνται σοβαρές επιπτώσεις σε όλα τα επίπεδα οργάνωσης ενός φυτικού οργανισμού.
- **Ήπια** καταπόνηση έχει ως αποτέλεσμα την ανάσχεση ή διακοπή της ανάπτυξης.
- **Έντονη** καταπόνηση οδηγεί σε χλώρωση, φυλλόπτωση, ανθόρροια, καρπόπτωση ή και ξήρανση
- Παρατηρείται σε εδάφη αμμώδη, κεκλιμένα ή ρηχά
- Συναντάται σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα με περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού, λίγες βροχοπτώσεις





Καταπόνηση από έλλειψη νερού





Καταπόνηση από έλλειψη νερού (αφυδάτωση)





Καταπόνηση από έλλειψη νερού (αφυδάτωση)





3. Καταπόνηση από επίδραση της ακτινοβολίας

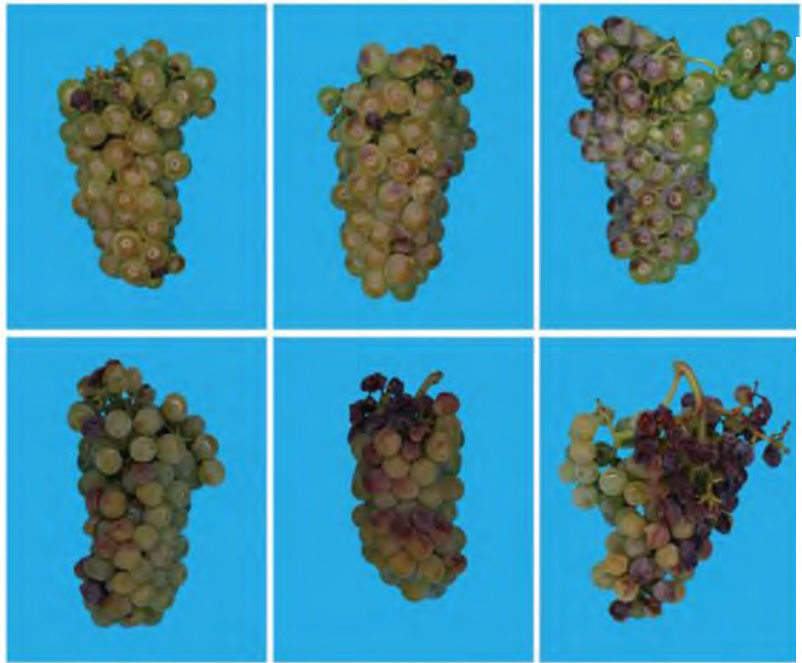
Το ηλιακό έγκαυμα εμφανίζεται ως αποτέλεσμα του συνδυασμού έντονου φωτός, υψηλής θερμοκρασίας και υπεριώδους ακτινοβολίας.

Gambetta JM, Holzapfel BP, Stoll M and Friedel M (2021)





Gambetta JM, Holzapfel BP, Stoll M and Friedel M (2021) Sunburn in Grapes: A Review. *Front. Plant Sci.* 11:604691. doi: 10.3389/fpls.2020.604691







4. Καταπόνηση από Αλατότητα

- Ωσμωτική καταπόνηση – έλλειψη διαθέσιμου νερού
- Τοξικότητα ιόντων κυρίως Cl^- , Na^+ , B^+
- Ιοντική καταπόνηση
- Υποβάθμιση του εδάφους – καταστροφή της δομής του









5. Καταπόνηση από συνθήκες έλλειψης οξυγόνου στην ριζόσφαιρα

- Προκαλείται ασφυξία και κατάρρευση των κυττάρων των ριζών, σήψη και νέκρωση
- Σχηματισμός τοξικών ουσιών για τα φυτά (αιθυλένιο, υδρόθειο, νιτρώδη)
- Αλλάζει το pH
- Προκαλείται αναστολή της απορρόφησης νερού οπότε τα συμπτώματα μοιάζουν με αυτά της έλλειψης
- Ευπάθεια σε παρασιτικές ασθένειες









6. Καταπονήσεις από μη φυσιολογική παροχή θρεπτικών στοιχείων (Τροφοπενίες- Τοξικότητες)

- Ανεπάρκεια σε αφομοιώσιμες μορφές στοιχείων για τα φυτά προκαλεί την παθολογική κατάσταση **τροφοπενία** (απλές και σύνθετες)
- Παρουσία υπερβολικής ποσότητας ενός στοιχείου (ιχνοστοιχείου) προκαλεί την παθολογική κατάσταση **τοξικότητα** (τα μακροστοιχεία είναι συνήθως ανεκτά σε περίσσεια)









7. Μηχανικές καταπονήσεις

- Καταπόνηση από ισχυρούς ανέμους – τροποποίηση της ανάπτυξης
- Καταπόνηση από αύξηση της βιομάζας των φυτών
- Καταπόνηση από βάρος χιονιού κ.ά.

Τραυματισμοί – καταστροφή της δομής των ιστών και οργάνων π.χ. από εργαλεία κατά τη διενέργεια εργασιών, από μια θεομηνία κ.ά.





Άλλες καταπονήσεις

- **Βαθιά φύτευση** - ο λαιμός των δέντρων είναι υπέργειο όργανο και πρέπει να βρίσκεται εκτός του εδάφους, προκαλείται καταστροφή του φλοιού και πιθανόν νέκρωση του δέντρου.
- Προσθήκη εδάφους πάνω από το υπάρχον επίπεδο φύτευσης ή και αλλαγή της κλίσης του εδάφους
- **Επίπεδη ανάπτυξη της ρίζας** - ρηχό έδαφος, σκληρός υπεδάφιος ορίζοντας, κακή στράγγιση μπορεί να την προκαλέσει με αποτέλεσμα περιορισμένη τροφοδοσία νερού και θρεπτικών και κατ' επέκταση ανάπτυξη





Άλλες καταπονήσεις

- **Περιελιγμένες και στραγγαλιστικές ρίζες**

Η κακή φύτευση ή οι κακές εδαφικές συνθήκες όπως το συμπιεσμένο έδαφος ή ένας σκληρός ή αδιαπέρατος εδαφικός ορίζοντας φαίνεται να ευνοούν το φαινόμενο. Τα δέντρα με ρίζες που στραγγαλίζουν το λαιμό τείνουν να καταρρέουν μέσα σε 5-10 χρόνια.





Άλλες καταπονήσεις

Περιελιγμένες και στραγγαλιστικές ρίζες





Άλλες καταπονήσεις

- Κεραυνοί
- Δραστηριότητα ζώων
- Αλληλοπάθεια
- Ακραίες τιμές pH





Άλλες καταπονήσεις

- Τοξικότητες από χρήση γεωργικών φαρμάκων
- Επίδραση από χρήση ζιζανιοκτόνων
- Τοξικότητα από απορρόφηση τοξικού παράγοντα (θρεπτικό δ/μα, φυτοπροστατευτικό)



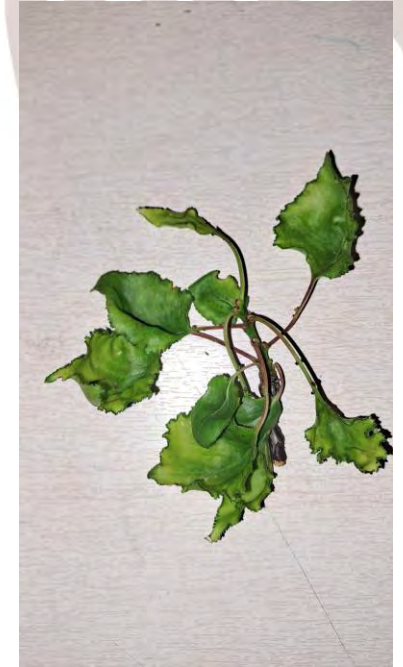


Άλλες καταπονήσεις





Άλλες καταπονήσεις





Άλλες καταπονήσεις





Κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση - Ορισμοί

Ο όρος «κλιματική αλλαγή» (αγγλ. *climate change*) χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες στην επιστήμη, κυρίως από οργανισμούς όπως η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή.

Αναφέρεται:

- Σε **μακροχρόνιες μεταβολές** του κλίματος (θερμοκρασία, βροχοπτώσεις κ.λπ.)
- Που μπορεί να είναι **φυσικές ή ανθρωπογενείς**





Κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση - Ορισμοί

Ο όρος «κλιματική κρίση» (*climate crisis*) είναι πιο πρόσφατος και χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο από:

Πολιτικούς, ΜΚΟ, ΜΜΕ

Αναφέρεται:

- Στις σοβαρές και επικίνδυνες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής
- Στην επείγουσα ανάγκη δράσης - στόχος η κινητοποίηση





Κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση

Διάφορα μοντέλα προβλέπουν με ένα βαθμό αβεβαιότητας ότι τα επόμενα χρόνια θα παρατηρηθεί:

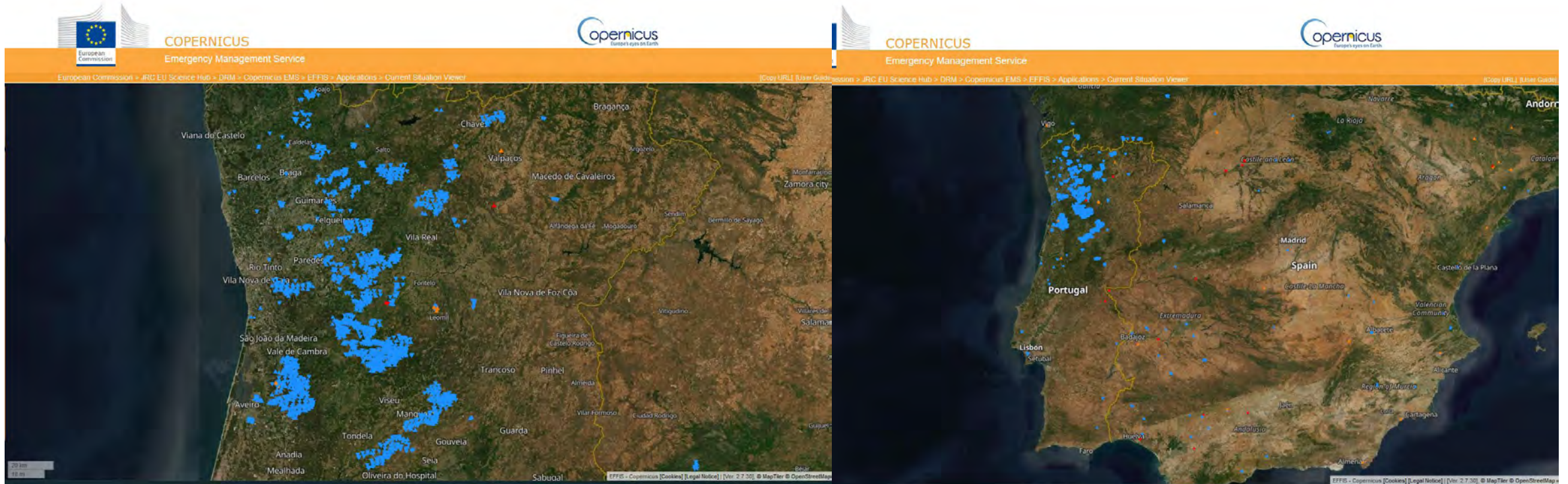
- Σημαντική μείωση του ύψους της βροχής.
- Αύξησης της μέσης θερμοκρασίας και της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Αύξηση της συχνότητας εμφάνισης ακραίων καιρικών φαινομένων όπως χαλαζοπτώσεις, πλημμύρες κ.ά.

Στο ΜΦΙ παρατηρούμε αύξηση δειγμάτων με συμπτώματα καταπόνησης από έλλειψη νερού (οξεία ή χρόνια) και με συμπτώματα ηλιοκαυμάτων από την ηλιακή ακτινοβολία





Κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση



Copernicus Emergency Management Service (© 2026 European Union)

Πολλαπλά μέτωπα δασικών πυρκαγιών στην Πορτογαλία το καλοκαίρι του 2024 > 1,4 εκατ. στρ.

2017 > 5,6 εκατ. στρ. – Πορτογαλία, > 1,3 εκατ. στρ. - Ισπανία

2022 > 3 εκατ. στρ. - Ισπανία

2025 > 2,7 εκατ. στρ., - Πορτογαλία, > 3,9 εκατ. στρ. - Ισπανία





Κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση



Μεγαλύτερη δασική
πυρκαγιά στην Ευρώπη
περίπου **1 εκατ. στρ.**

Copernicus Sentinel data, Copernicus
Browser (2023), European Union/ESA
Ανακτήθηκε από
<https://browser.dataspace.copernicus.eu>





Κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση

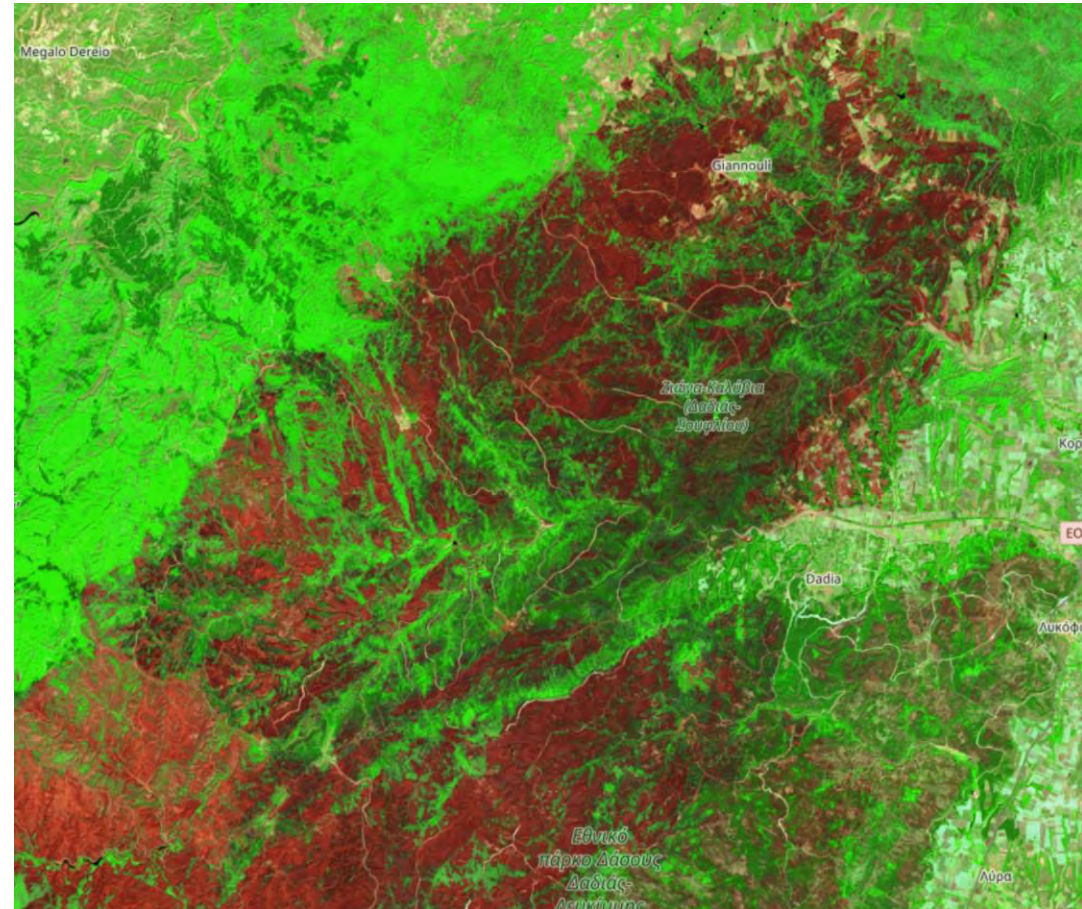


Copernicus Sentinel data, Copernicus Browser (2023), European Union/ESA, Ανακτήθηκε από <https://browser.dataspace.copernicus.eu>





Κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση





Κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση



Αρχές Σεπτεμβρίου 2023



Τέλη Νοεμβρίου 2023





Κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση



Οκτώβριος 2022

Οκτώβριος 2024

Οκτώβριος 2025





Κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση



Οκτώβριος 2022

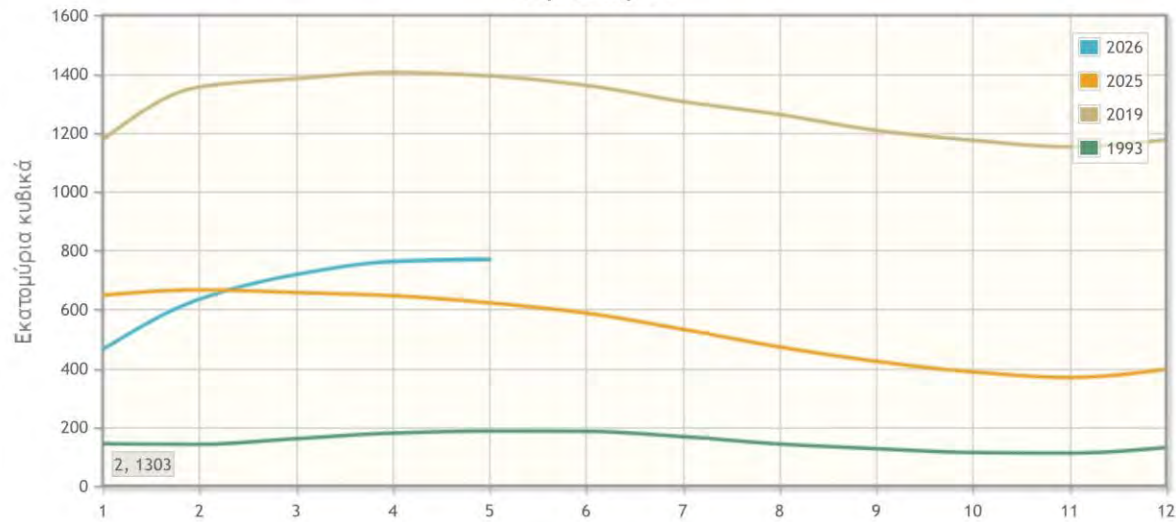
Απρίλιος 2026





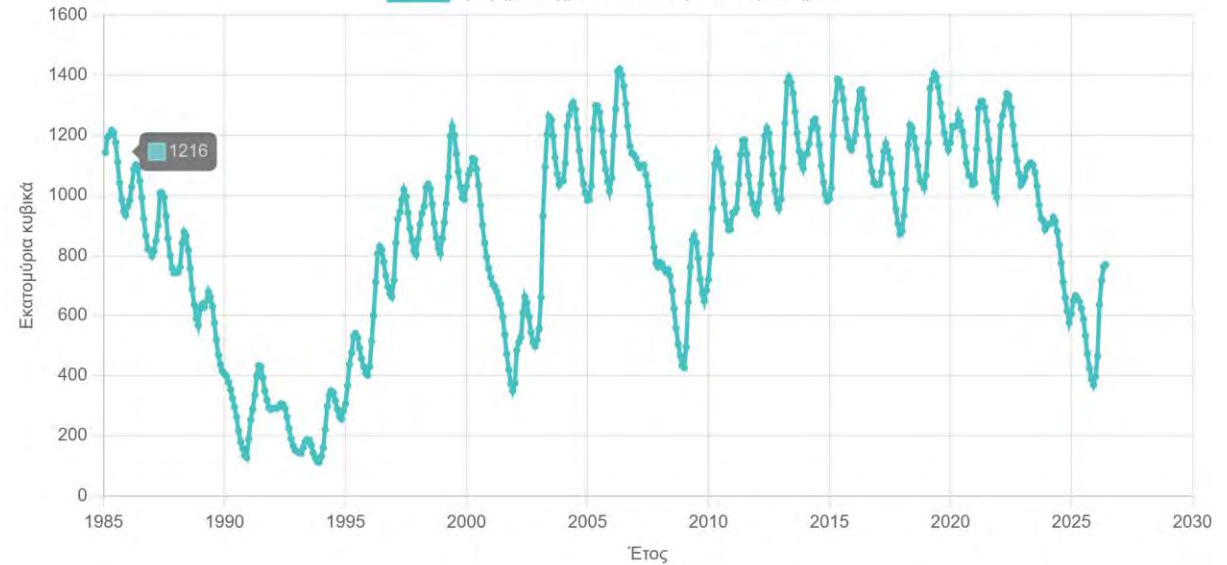
Κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση

Γραφήματα μέγιστα και ελάχιστα, προηγούμενου και τρέχοντος έτους αποθέματα ταμειυτήρων



Πηγή ΕΥΔΑΠ, ανακτήθηκε από <https://www.eydap.gr/TheCompany/Water/SavingsPage/>

Γράφημα διαχρονικών αποθεμάτων ταμειυτήρων





Κλιματική αλλαγή και κλιματική κρίση

Γιατί μας απασχολούν όλα αυτά;

Θα υπάρξει διαφοροποίηση της έντασης και της γεωγραφικής κατανομής των μη παρασιτικών ασθενειών (ήδη λαμβάνει χώρα).

Ίσως χρειάζεται αναδιάρθρωση καλλιεργειών





ΜΠΕΝΑΚΕΙΟ
ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ



Landeval project :

*«Σύστημα αξιολόγησης γαιών για γεωργική χρήση
ενόψει της κλιματικής κρίσης»*

συγχρηματοδοτούμενο από το Πράσινο Ταμείο και την Ευρωπαϊκή Ένωση

Το έργο είχε ως στόχο την ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου για την συναξιολόγηση δεδομένων κλιματικών μοντέλων και καλλιεργητικών απαιτήσεων (εδαφικών και κλιματικών) προκειμένου να αξιολογηθεί η καταλληλότητα πόρων γης για καλλιέργειες τόσο εμπορικής όσο και επισιτιστικής σημασίας για την Ελλάδα.





Στόχοι

- Συμβολή στην έγκαιρη προσαρμογή της χώρας στην κλιματική αλλαγή και στην προστασία της γεωργικής παραγωγής.
- Υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων για τον σχεδιασμό δράσεων προσαρμογής και την ενδεχόμενη αναδιάρθρωση της ελληνικής γεωργίας με ορίζοντα το 2050.
- Σταδιακή προσαρμογή της ελληνικής γεωργίας για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, της προστασίας του εισοδήματος των αγροτών, της επισιτιστικής ασφάλειας της χώρας και της ευθυγράμμισης με τις προτεραιότητες της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) και του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ).





Καλλιέργεια σιτηρών στην Ελλάδα υπό την απειλή της κλιματικής κρίσης

- Ξηρική χειμερινή καλλιέργεια
- Σημαντικό αγροτικό εισόδημα
- Κίνδυνος απώλειας παραγωγής λόγω έλλειψης εδαφικής υγρασίας στο φύτρωμα, στο βλαστητικό στάδιο και στο στάδιο της άνθισης
- Κίνδυνος λόγω υψηλών θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια του γεμίσματος των κόκκων και της ωρίμανσης
- Η ανάπτυξη νέων ποικιλιών με αντοχή στην ξηρασία είναι ενθαρρυντική. Ωστόσο, μπορεί να χρειαστεί κάποια αναδιάρθρωση της αγροτικής παραγωγής (**που καλλιεργείται και τι**)





Καλλιέργεια αμπελιού στην Ελλάδα υπό την απειλή της κλιματικής κρίσης

- Ξηρική ή αρδευόμενη καλλιέργεια
- Σημαντικό αγροτικό εισόδημα
- Κίνδυνος απώλειας παραγωγής λόγω έλλειψης εδαφικής υγρασίας στο βλαστητικό στάδιο και στο στάδιο της άνθισης
- Κίνδυνος λόγω υψηλών θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια της άνθισης
- Κίνδυνος λόγω υψηλής έντασης ακτινοβολίας από την καρπόδεση και έπειτα
- Αξιολόγηση και αξιοποίηση γηγενών ποικιλιών με αντοχή στην ξηρασία και προσαρμογή στις κλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Ωστόσο, μπορεί να χρειαστεί κάποια αναδιάρθρωση της αγροτικής παραγωγής (**που καλλιεργείται και τι**)





Καλλιέργεια ελιάς στην Ελλάδα υπό την απειλή της κλιματικής κρίσης

- Ξηρική ή αρδευόμενη καλλιέργεια
- Σημαντικό αγροτικό εισόδημα
- Κίνδυνος απώλειας παραγωγής λόγω έλλειψης εδαφικής υγρασίας στο στάδιο της άνθισης και καρπόδεσης
- Κίνδυνος λόγω υψηλών θερμοκρασιών στο στάδιο της άνθισης και καρπόδεσης
- Κίνδυνος ηλιοεγκαυμάτων και μείωσης ετήσιας βλάστησης λόγω υψηλής έντασης ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών
- Κίνδυνος λόγω έλλειψης εδαφικής υγρασίας στο στάδιο της αύξεσης του καρπού – ελαιοποίησης και ωρίμανσης
- Αξιολόγηση και αξιοποίηση γηγενών ποικιλιών με αντοχή στην ξηρασία και προσαρμογή στις κλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Ωστόσο, μπορεί να χρειαστεί κάποια αναδιάρθρωση της αγροτικής παραγωγής (που καλλιεργείται και τι)





Μεθοδολογία

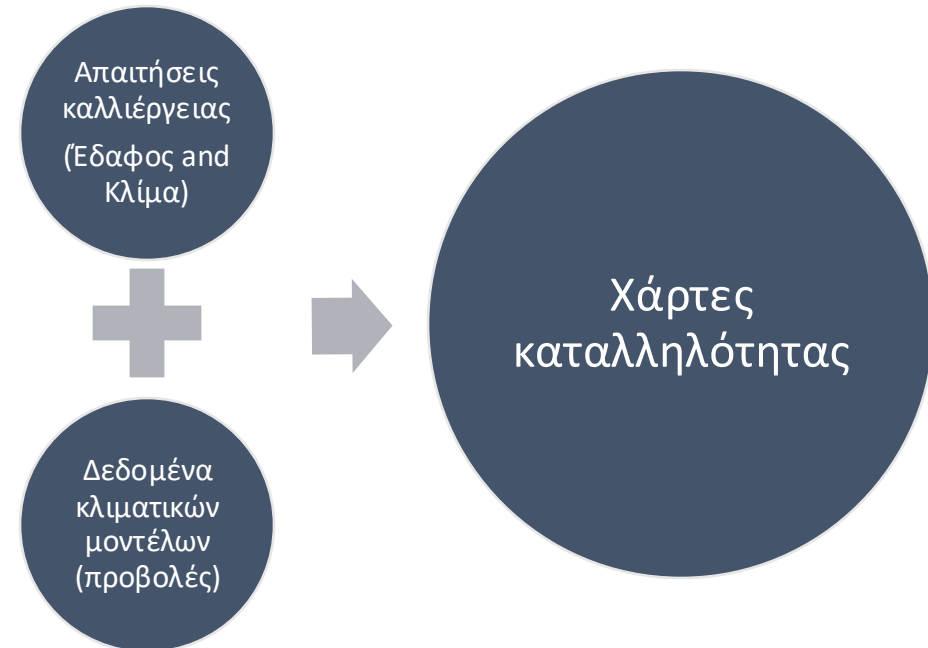
Βήμα 1: Συλλογή και εναρμόνιση των εδαφολογικών δεδομένων

Βήμα 2: Καθορισμός και ταξινόμηση των απαιτήσεων των καλλιεργειών (εδαφικές και κλιματικές)

Βήμα 3: Αξιολόγηση γης και παραγωγή χαρτών καταλληλότητας για την περίοδο αναφοράς 1971-2000

Βήμα 4: Ενσωμάτωση δεδομένων κλιματικών μοντέλων

Βήμα 5: Δημιουργία νέων χαρτών καταλληλότητας που απεικονίζουν πιθανές χωρικές αλλαγές υπό μελλοντικές κλιματικές συνθήκες





Βήμα 1: Συλλογή εδαφικών δεδομένων

- A. Διαθέσιμες εδαφολογικές μελέτες (Εδαφολογικός Χάρτης ΟΠΕΚΕΠΕ 1:500.000)
- B. Πρόσφατες εδαφολογικές μελέτες υψηλής ανάλυσης σε επίπεδο Χαρτογραφικής Εδαφικής Μονάδας (ΧΕΜ).





Χαρτογράφηση - ταξινόμηση και περιγραφή εδαφών



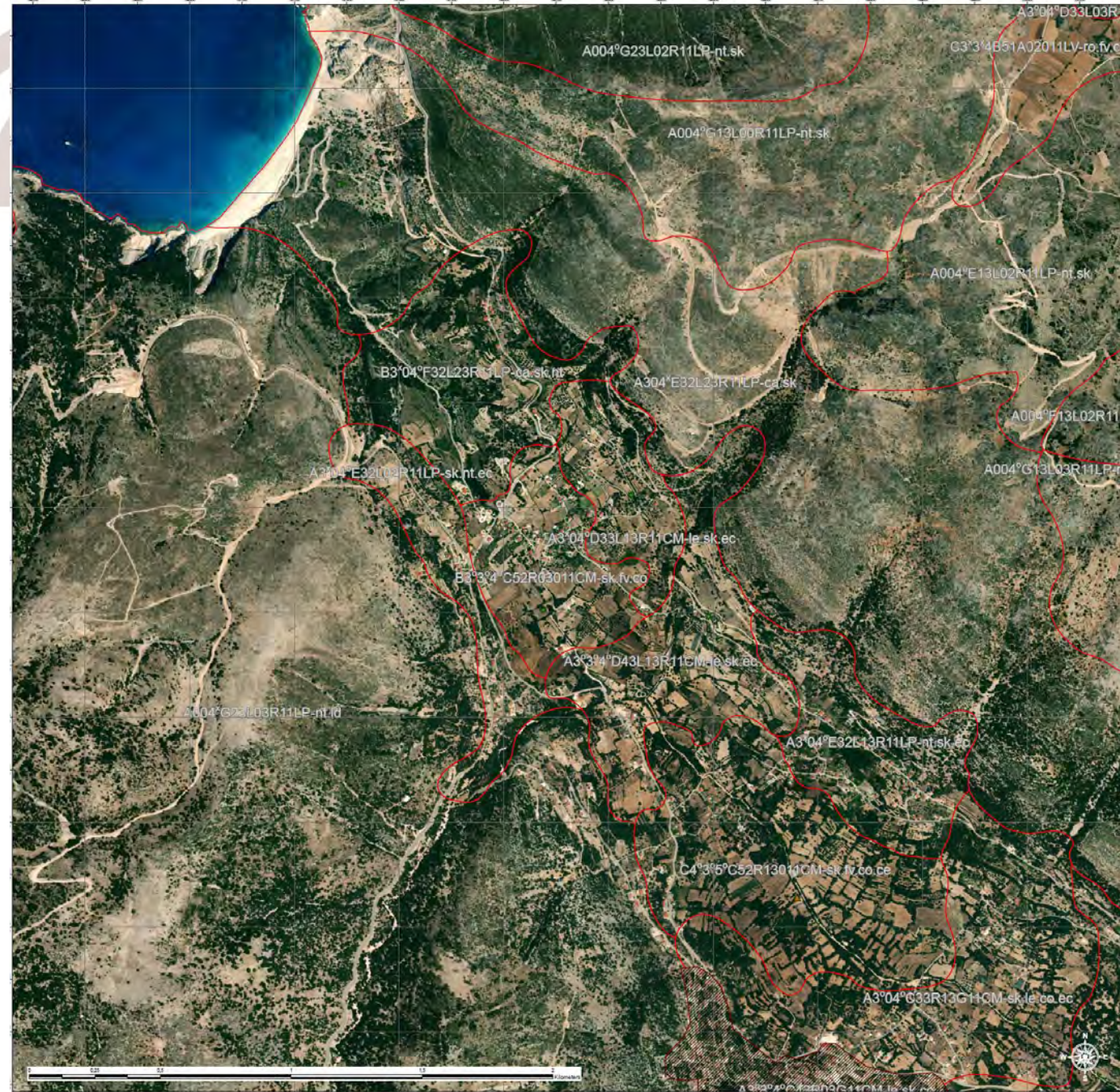


Τμήμα του εδαφολογικού χάρτη της Κεφαλονιάς

Τα **πολύγωνα** στα δεξιά
αντιπροσωπεύουν ΧΕΜ με
διαφορετικές εδαφικές ιδιότητες
μεταξύ τους.

Διαφοροποίηση στην τοπογραφία, τη
γεωλογία, τη χρήση γης και το
χρωματικό τόνο έχει σαν αποτέλεσμα
διαφορετικές εδαφικές ιδιότητες.

Έτσι, εντός μιας ΧΕΜ συναντώνται
εδάφη με παρόμοιες ιδιότητες σε
ποσοστό **>80%**.





Τα κύριο προϊόν μιας χαρτογράφησης - εδαφολογικής μελέτης είναι ο εδαφολογικός χάρτης με το **χαρτογραφικό σύμβολο** να περιγράφει πολλές φυσικοχημικές εδαφικές ιδιότητες σε επίπεδο ΧΕΜ

B 3 3 4 C 4 1 M 1 3 R 0 2 CM-ca.sk.ec

Υδρομορφία

Κοκ. Σύσταση

Κοκ. Σύσταση 25-75εκ.

Κοκ. Σύσταση 75-150εκ.

Κλίση επιφανείας εδάφους

Βάθος εδάφους

Αδρομερή υλικά

Μητρικό υλικό

Βαθμός υλικό

Ανθρακικά διάβρωσης

Περιοριστικός άλατα

Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Αλκαλικότητα

Soil group

Principal Qualifier

Supplementary Qualifiers

Ταξινόμηση εδαφών





Κλάσεις καταλληλότητας πόρων γης (FAO)

- Τάξη S (Κατάλληλη) και N (Μη κατάλληλη)
- Κλάση S1 (Ιδιαίτερα κατάλληλη): **Ιδανική** για την καλλιέργεια
- Κλάση S2 (Μέτρια κατάλληλη): Κατάλληλη για την καλλιέργεια, αλλά **κάποιοι περιορισμοί** ενδέχεται να απαιτούν συγκεκριμένες πρακτικές διαχείρισης
- Κλάση S3 (Οριακά κατάλληλη): Οριακά κατάλληλη για την καλλιέργεια, με **σημαντικούς περιορισμούς** που θα μπορούσαν να μειώσουν την απόδοση της καλλιέργειας
- Κλάση N2: **Προσωρινά ακατάλληλη** για την καλλιέργεια λόγω **μέτριων περιορισμών** που καθιστούν τη γεωργική χρήση δύσκολη, αλλά **όχι αδύνατη**
- Κλάση N1: **Μόνιμα ακατάλληλη** για την καλλιέργεια ή άλλες γεωργικές χρήσεις λόγω **σοβαρών περιορισμών** που καθιστούν τη διαχείρισή της εξαιρετικά μη πρακτική ή **αδύνατη**





Βήμα 2: Καθορισμός και κατηγοριοποίηση των καλλιεργητικών απαιτήσεων (παράδειγμα σιτάρι)

Οι ιδιότητες του **εδάφους** που αξιολογήθηκαν ήταν:

- Κλίση εδάφους
- Στράγγιση
- Κοκκομετρική σύσταση
- Περιεκτικότητα σε ανθρακικά
- Βαθμός διάβρωσης
- Βάθος εδάφους

Οι **κλιματικοί** δείκτες που αξιολογήθηκαν ήταν:

- Συνολική βροχόπτωση (Νοέμβριος-Ιούνιος)
- Συνολική βροχόπτωση κατά τη βλαστική περίοδο (Νοέμβριος-Φεβρουάριος)
- Συνολική βροχόπτωση κατά την περίοδο της ανθοφορίας (Μάρτιος-Απρίλιος)
- Αριθμός ημερών με $T_{min} < 0$ (Μάρτιος-Απρίλιος) - Ημέρες παγετού
- Αριθμός ημερών με $T_{min} < 4$ (Μάρτιος-Απρίλιος) - Κίνδυνος από χαμηλές θερμοκρασίες στο στάδιο της ανθοφορίας
- Αριθμός ημερών με $T_{max} > 30$ (Απρίλιος-Ιούνιος) - Κίνδυνος από υψηλές θερμοκρασίες στο τέλος του σταδίου της ανθοφορίας και της ωρίμανσης
- Αριθμός ημερών με $T_{max} > 35$ (Απρίλιος-Ιούνιος) - Κίνδυνος από υψηλές θερμοκρασίες στο τέλος του σταδίου της ανθοφορίας και της ωρίμανσης





Βήμα 2: Εδαφικές απαιτήσεις (σιτάρι)

Soil parameters	Suitability orders according to FAO, limitation levels with grading scale					
	S1		S2	S3	N1	N2
	0	1	2	3	4	
	100	95	85	60	40	20
Slope	A	B	C	D	E	F, G, H
Drainage	A	B	C	D	E, D/F	F, E/F, G, E/G, D/G
Soil texture 0–25 cm	3, 3*	4, 4*	5, 5*, 2, 2*	1, 1*		0
Soil texture 25-75 cm	3, 3*	2, 2*, 4, 4*	1, 1*		0	
Soil texture 75-150 cm	3, 3*	2, 2*	1, 1*, 0			
Carbonate content (CaCO₃)	0, 1, 2, 3					
Erosion	0	1	2	3		4
Soil depth	6	5	3, 4		2	1





Βήμα 2: Κλιματικές απαιτήσεις (σιτάρι)

Climate indices	Suitability orders according to FAO, limitation levels with grading scale											
	S1		S2		S3		N1		N2			
	0	1	2	3	4							
	100	95	85	60	40	20						
	Analytical data											
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
SUM precipitation (November-June)	450,00	0,00	400,00	449,99	350,00	399,99	300,00	349,99	250,00	299,99	0,00	249,99
SUM precipitation vegetative (November-February)	50,00	65,00	40,00	49,99	20,00	39,99	10,00	19,99	0,00	0,00	0,00	9,99
SUM precipitation flowering (March-April)	65,00	80,00	50,00	64,99	20,00	49,99	10,00	19,99	0,00	0,00	0,00	9,99
SUM Days Tmin < 0 (March-April)	0,00	0,00	0,00	1,00	1,01	2,00	2,01	4,00	4,01	6,00	6,01	0,00
SUM Days Tmin < 4 (March-April)	0,00	0,00	0,00	2,00	2,01	4,00	4,01	8,00	8,01	12,00	12,01	0,00
SUM Days Tmax > 35 (April-June)	0,00	0,00	0,00	1,00	1,01	2,00	2,01	4,00	4,01	8,00	8,01	0,00





ΜΠΕΝΑΚΕΙΟ
ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ



Βήμα 3: Συνδυασμός των εδαφολογικών και κλιματικών απαιτήσεων για τη δημιουργία χαρτών καταλληλότητας

Παραμετρική μέθοδος σύμφωνα με τον FAO

$$C_{\text{soil}} = 100 * \frac{a}{100} \text{ Soil parameter1} * \frac{b}{100} \text{ Soil parameter2} * \dots$$

$$C_{\text{climate}} = 100 * \frac{a}{100} \text{ Climate indice1} * \frac{b}{100} \text{ Climate indice2} * \dots$$

a, b, ... παίρνει τιμές 0-100 για κάθε εδαφική και κλιματική παράμετρο





ΜΠΕΝΑΚΕΙΟ
ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ



Βήμα 3: Συνδυασμός των εδαφολογικών και κλιματικών απαιτήσεων για τη δημιουργία χαρτών καταλληλότητας

Παραμετρική μέθοδος σύμφωνα με τον FAO

$$C_{total} = 0,65 * C_{soil}/100 * 0,35 * C_{climate}/100 (1-100)$$

C_{total}	Suitability Class
0-20	N1
20-40	N2
40-60	S3
60-85	S2
85-100	S1





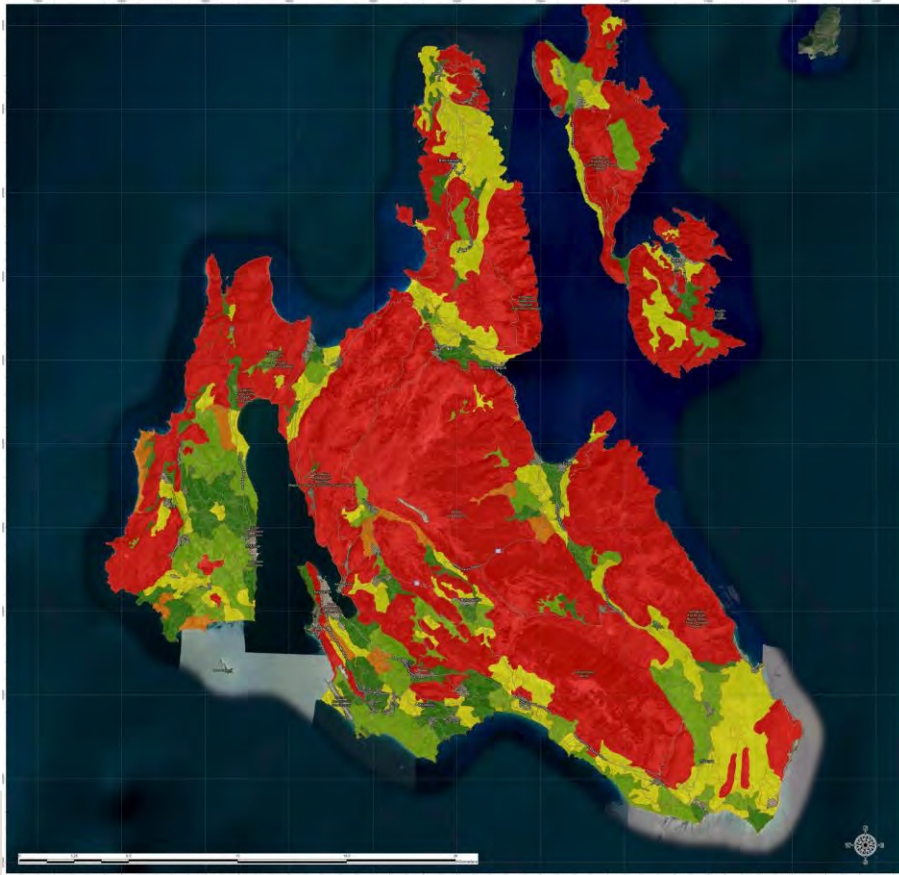
ΜΠΕΝΑΚΕΙΟ
ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ



ΠΡΑΣΙΝΟ ΤΑΜΕΙΟ



Βήμα 3: Συνδυασμός των εδαφολογικών και κλιματικών απαιτήσεων για τη δημιουργία χαρτών καταλληλότητας



Υπόμνημα

Βαθμός καταλληλότητας καλλιέργειας

- Μικρός περιορισμός
- Μέτριος περιορισμός
- Μεγάλος περιορισμός
- Πολύ μεγάλος περιορισμός επιδέχεται βελτίωση
- Πολύ μεγάλος περιορισμός δεν επιδέχεται βελτίωση

Χαρτογραφική Εδαφική Μονάδα



Αστικό





Βήμα 4: Ενσωμάτωση δεδομένων από κλιματικά μοντέλα

Χάρτες της Ελλάδας για κλιματικούς δείκτες που σχετίζονται με την καλλιέργεια σιταριού, τόσο για τις **τρέχουσες** κλιματικές συνθήκες όσο και για τις **μελλοντικές μεταβολές τους** υπό 2 σενάρια εκπομπών

Οι κλιματικοί δείκτες βασίστηκαν στους μέσους όρους ενός συνόλου κλιματικών μοντέλων:

TMEAN, TMIN, TMAX, PR προβολές από 7 Περιφερειακά Κλιματικά Μοντέλα (ζεύγη GCM/RCM) ανάλυση 12km

Διαθέσιμα στο CDS της Υπηρεσίας Κλιματικής Αλλαγής του Copernicus (C3S)

Περίοδοι:

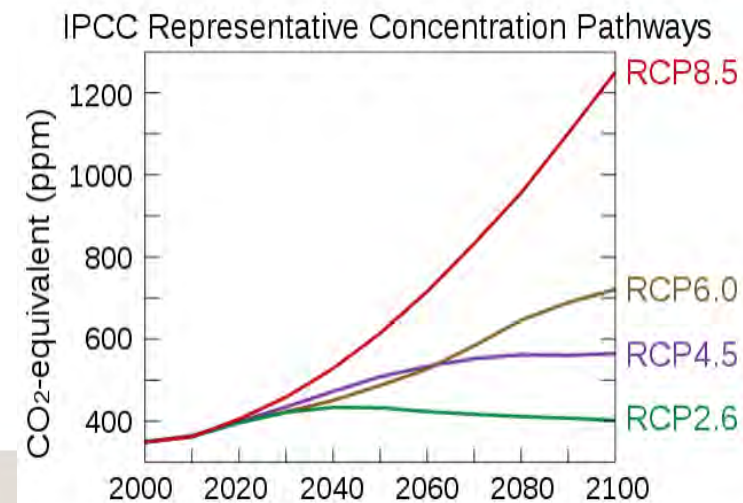
1971-2000 (περίοδος αναφοράς)

2021-2050 (εγγύς μέλλον)

Σενάρια εκπομπών: **RCP4.5** (ενδιάμεσο σενάριο μετριασμού)

RCP8.5 (ακραίο σενάριο, πολύ υψηλά αέρια θερμοκηπίου)

Ινστιτούτο	Περιοχικό Κλιματικό Μοντέλο (RCM)	Παγκόσμιο Κλιματικό Μοντέλο (GCM)	GCM, RCM ζεύγος όπως χρησιμοποιήθηκαν
SMHI	RCA4	HadGEM2-ES MPI-ESM-LR	1. HadGEM2-ES_r1i1p1_RCA4 2. MPI-ESM-LR_r1i1pi_RCA4
DMI	HIRHAM5 CCLM4-8-17	EC-EARTH	3. EC-EARTH_r3i1p1_HIRHAM5 4. EC-EARTH_r12i1p1_CCLM4-8-17
KNMI	RACMO22E	CNRM-CM5 HadGEM2-ES	5. CNRM-CM5_r1i1p1_RACMO22E 6. HadGEM2-ES_r1i1pi_RACMO22E
MPI-CSC	REMO2009	MPI-M-MPI-ESM-LR	7. MPI-ESM-LR_r1i1pi_REMO2009



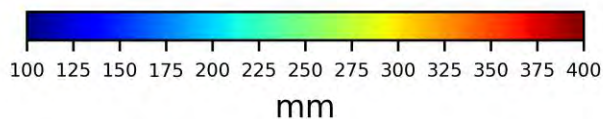
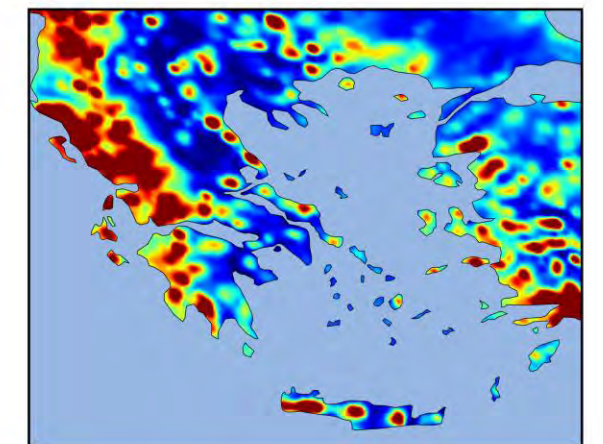


Future PR

Changes

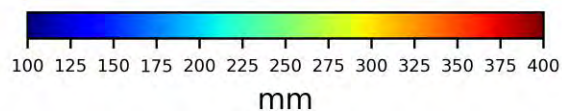
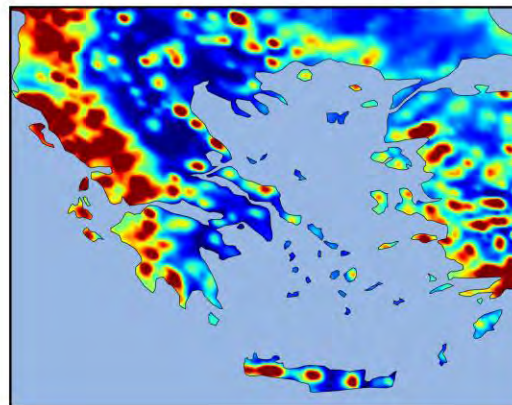
↓ -5% rcp45, rcp85
Total precipitation (Nov-June)
1971-2000

TotalPR_Nov_Jun_Control_1971_2000



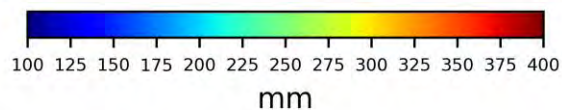
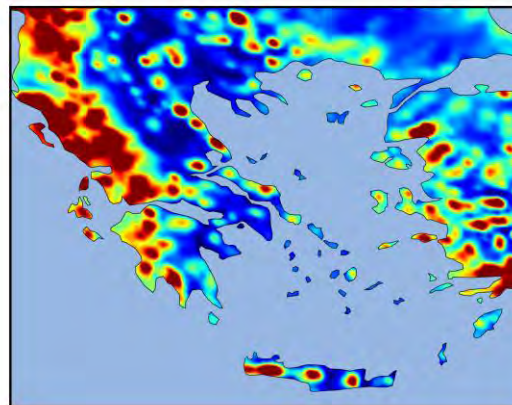
RCP45

TotalPR_Nov_Jun_Future_RCP45_2021_2050

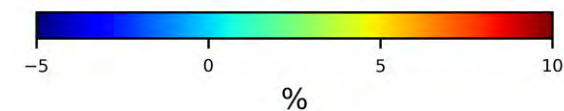
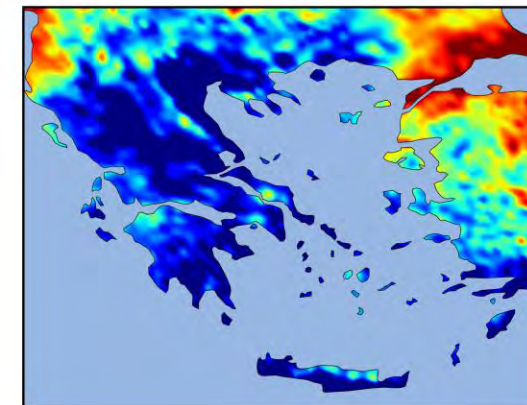


TotalPR_Nov_Jun_Future_RCP85_2021_2050

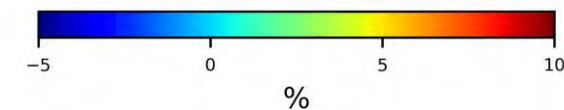
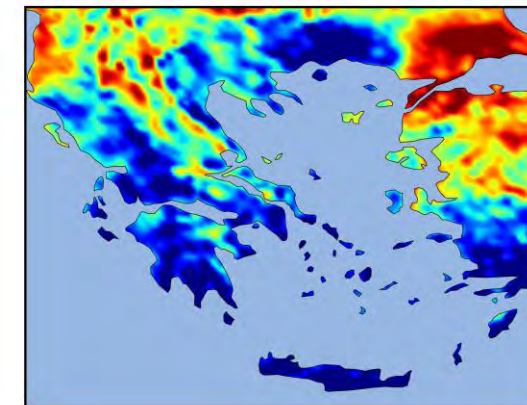
RCP85



TotalPR_Nov_Jun_Changes_RCP45_2021_2050



TotalPR_Nov_Jun_Changes_RCP85_2021_2050



Μείωση της διαθεσιμότητας και της ποιότητας του νερού κατά τη διάρκεια της ευνοϊκής περιόδου για την ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγικότητά τους.



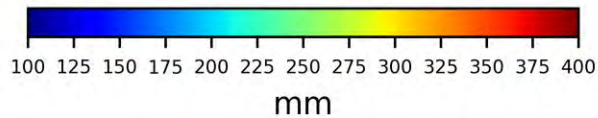
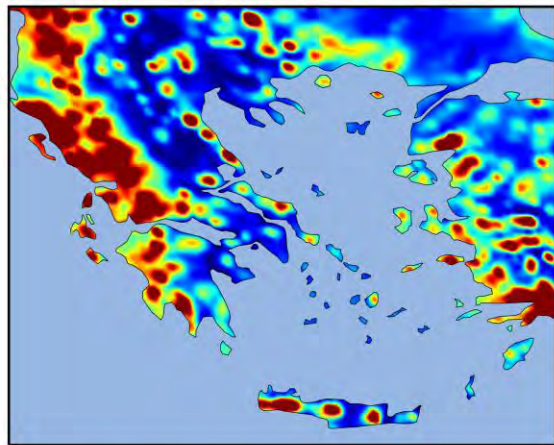
Future PR

Changes

-5% **rcp45**, **rcp85**

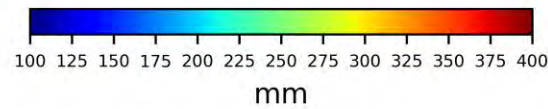
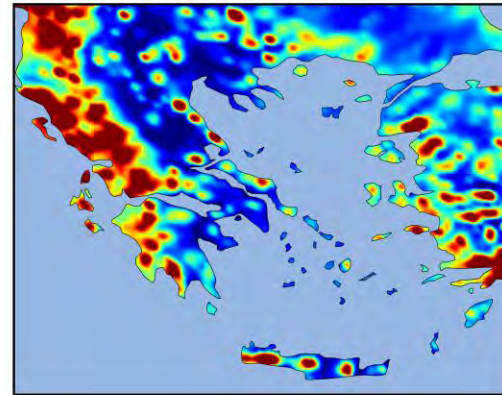
**Total precipitation vegetative (Nov-Feb)
1971-2000**

TotalPR_Nov_Feb_Control_1971_2000

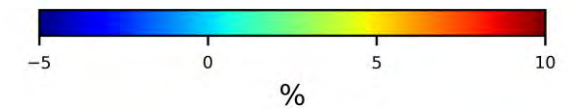
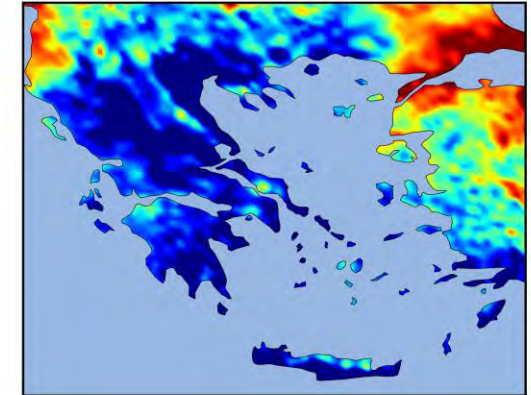


RCP45

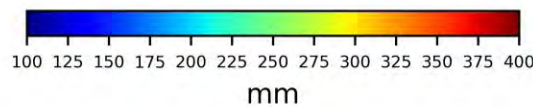
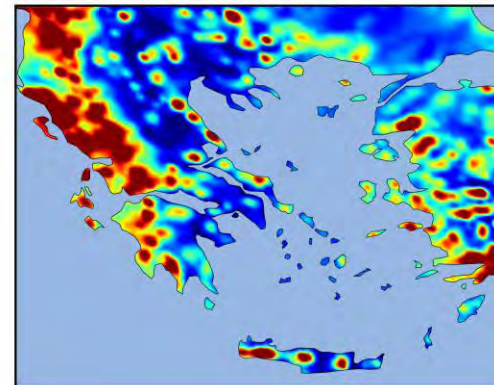
TotalPR_Nov_Feb_Future_RCP45_2021_2050



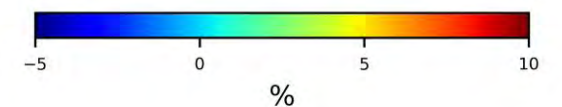
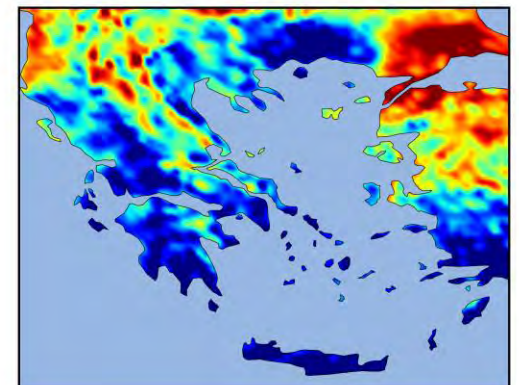
TotalPR_Nov_Feb_Changes_RCP45_2021_2050



TotalPR_Nov_Feb_Future_RCP85_2021_2050



TotalPR_Nov_Feb_Changes_RCP85_2021_2050



RCP85

Μείωση της διαθεσιμότητας και της ποιότητας του νερού κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, γεγονός που περιορίζει την υγρασία του εδάφους και επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών, καθώς και τη συνολική παραγωγικότητα των καλλιεργειών.



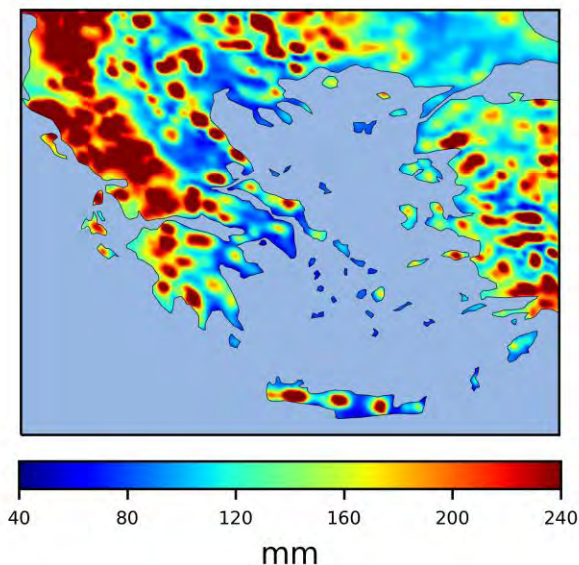
Future PR

Changes

↓ -10% **rcp45**, **rcp85**

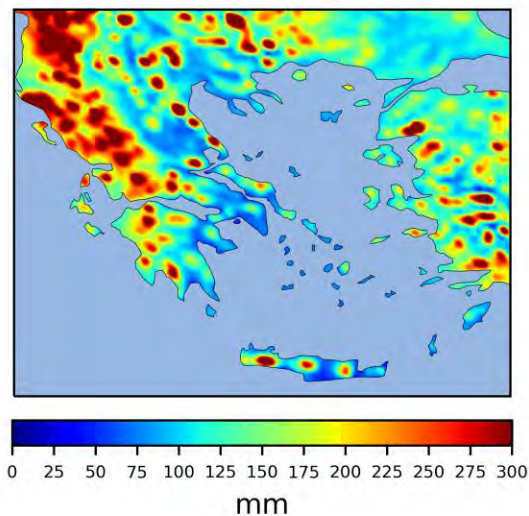
**Total precipitation flowering (March-April)
1971-2000**

TotalPR_Mar_Apr_Control_1971_2000

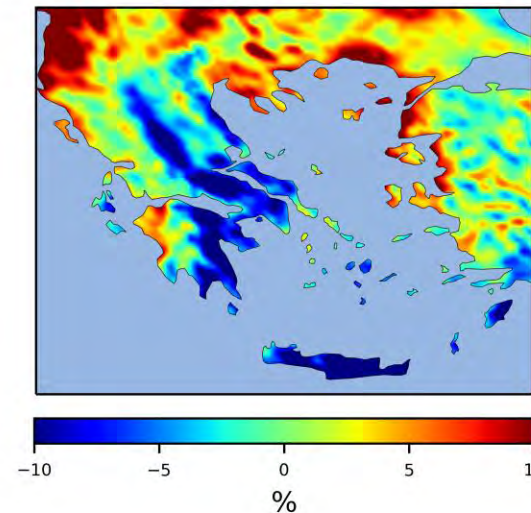


RCP45

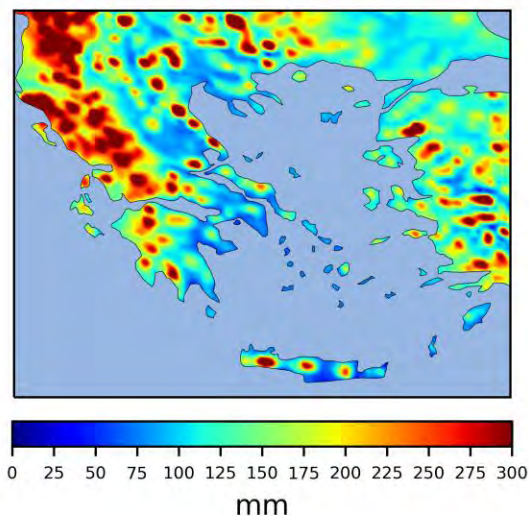
TotalPR_Mar_Apr_Future_RCP45_2021_2050



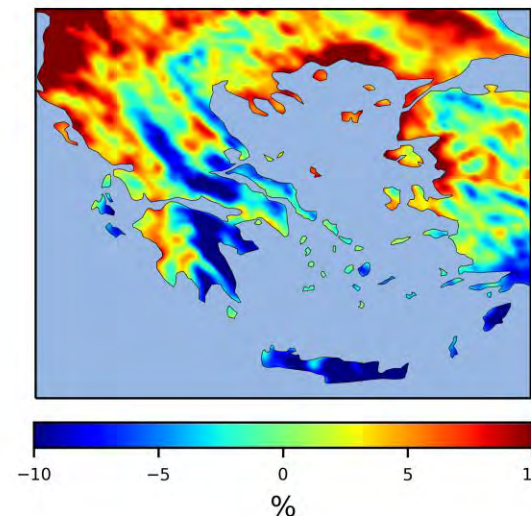
TotalPR_Mar_Apr_Changes_RCP45_2021_2050



TotalPR_Mar_Apr_Future_RCP85_2021_2050



TotalPR_Mar_Apr_Changes_RCP85_2021_2050



RCP85

Μείωση της διαθεσιμότητας του νερού κατά τη διάρκεια της περιόδου ανθοφορίας, γεγονός που περιορίζει την υγρασία του εδάφους και επηρεάζει την ανάπτυξη των ανθέων, καθώς και τη συνολική απόδοση της καλλιέργειας.



Future NoD

Changes



-7 days **rcp45**

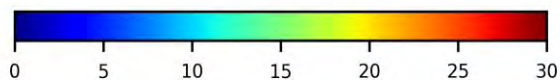
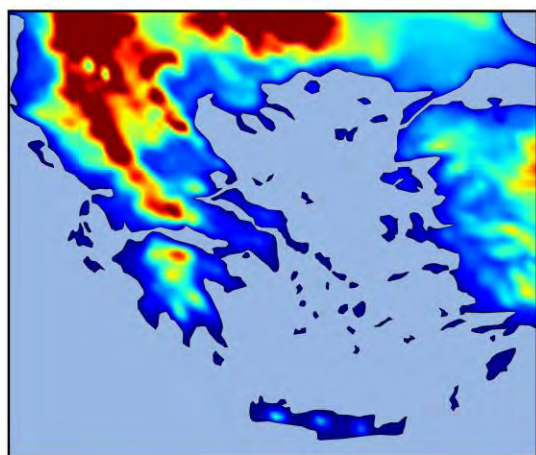
-8 days **rcp85**

Number of Days with Tmin < 0 (March-April)

- Frost Days

1971-2000

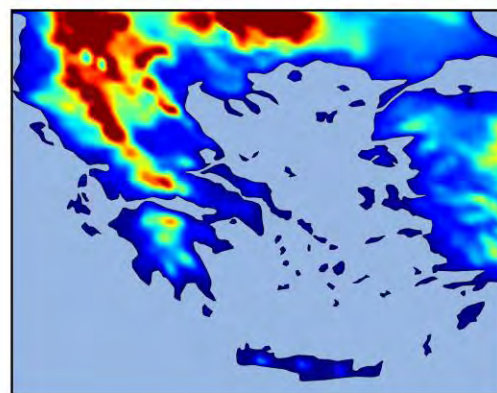
Number_of_Days_TMIN0_Mar_Apr_Control_1971_2000



days

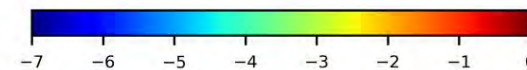
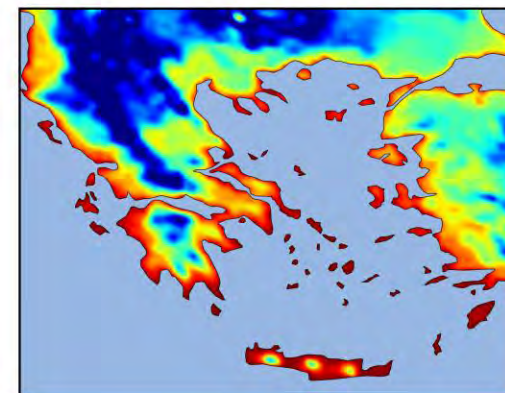
RCP45

Number_of_Days_TMIN0_Mar_Apr_Future_RCP45_2021_2050



days

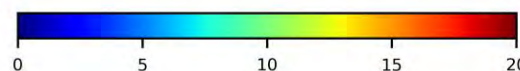
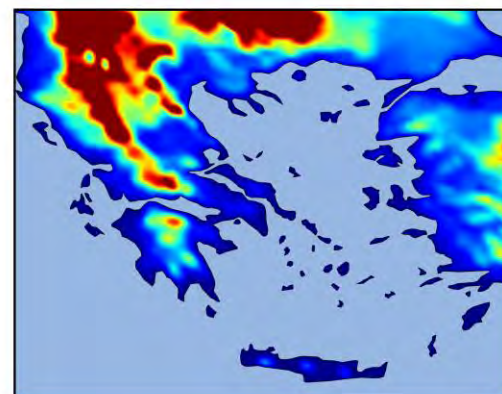
Number_of_Days_TMIN0_Mar_Apr_Changes_RCP45_2021_2050



days

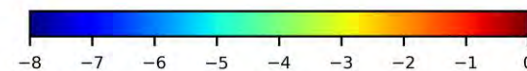
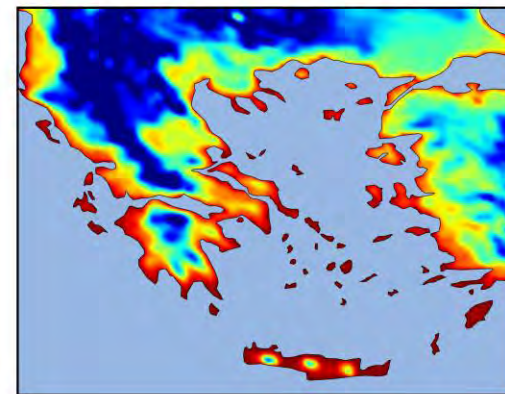
RCP85

Number_of_Days_TMIN0_Mar_Apr_Future_RCP85_2021_2050



days

Number_of_Days_TMIN0_Mar_Apr_Changes_RCP85_2021_2050



days

Η μείωση των ημερών με παγετό κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας βελτιώνει την ανάπτυξη των ανθέων και τη συνολική απόδοση της καλλιέργειας.



Future NoD

Changes



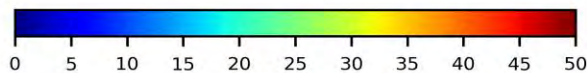
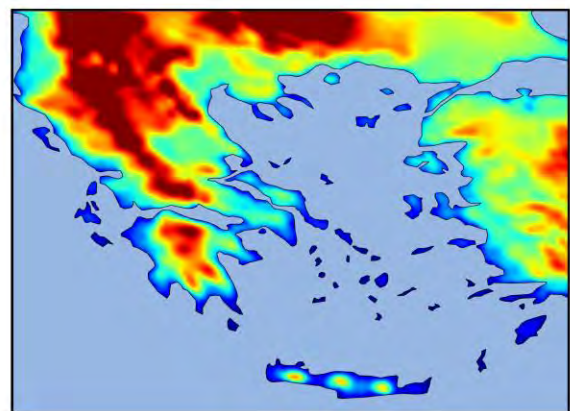
-7 days **rcp45**

-8 days **rcp85**

Number of Days with Tmin < 4 (March-April)

1971-2000

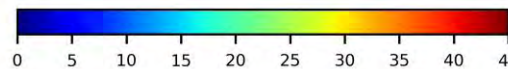
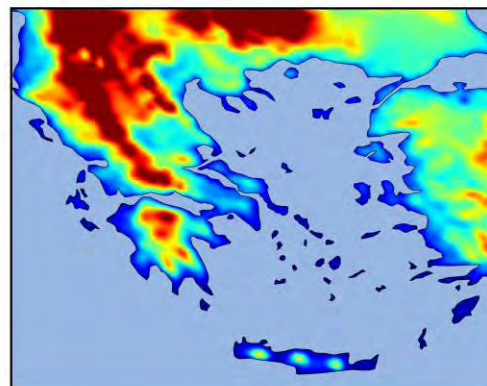
Number_of_Days_TMIN4_Mar_Apr_Control_1971_2000



days

RCP45

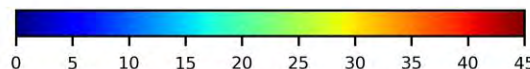
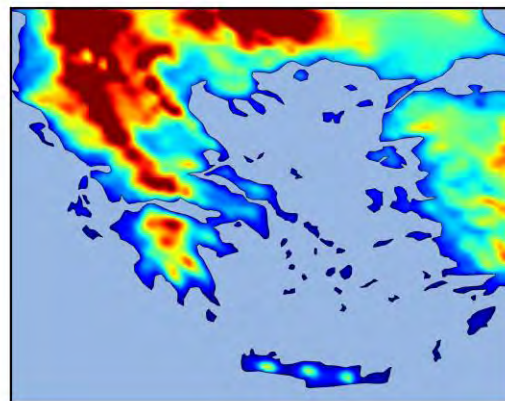
Number_of_Days_TMIN4_Mar_Apr_Future_RCP45_2021_2050



days

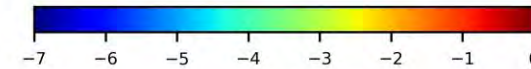
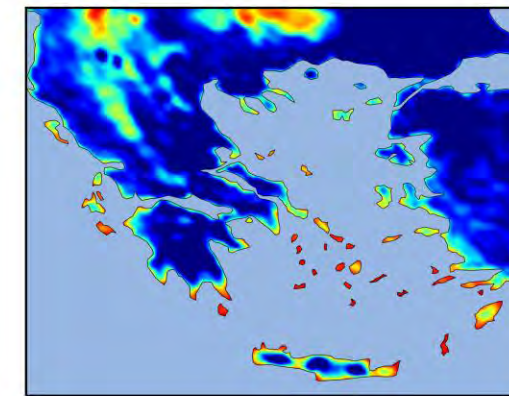
Number_of_Days_TMIN4_Mar_Apr_Future_RCP85_2021_2050

RCP85



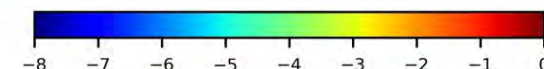
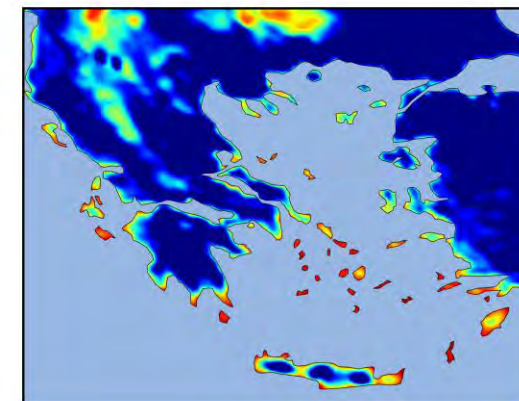
days

Number_of_Days_TMIN4_Mar_Apr_Changes_RCP45_2021_2050



days

Number_of_Days_TMIN4_Mar_Apr_Changes_RCP85_2021_2050



days

Η μείωση των χαμηλών θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια της περιόδου ανθοφορίας βελτιώνει την ανάπτυξη των λουλουδιών και τη συνολική απόδοση της καλλιέργειας.



Future NoD

Changes

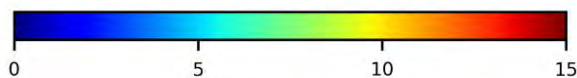
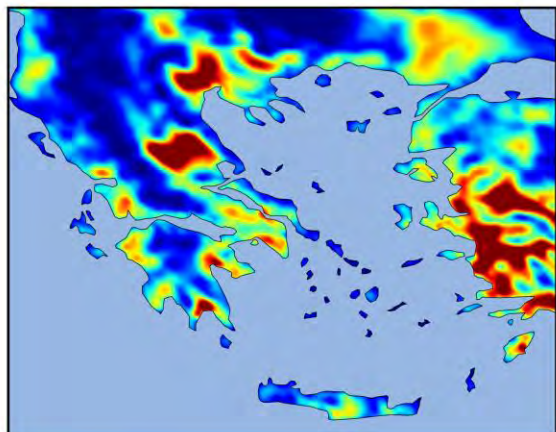
↑ 9 days rcp45, rcp85

Number of Days with Tmax > 30 (April-June) 1971-2000

Number_of_Days_TMAX30_Apr_Jun_Future_RCP45_2021_2050

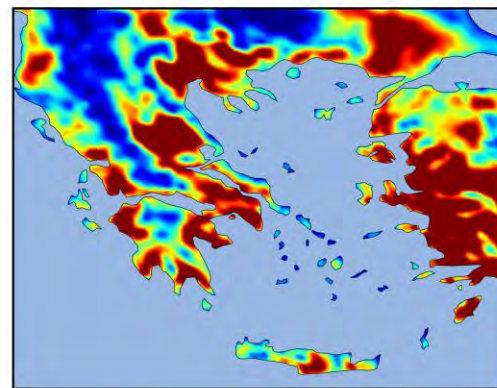
Number_of_Days_TMAX30_Apr_Jun_Changes_RCP45_2021_2050

Number_of_Days_TMAX30_Apr_Jun_Control_1971_2000



days

RCP45

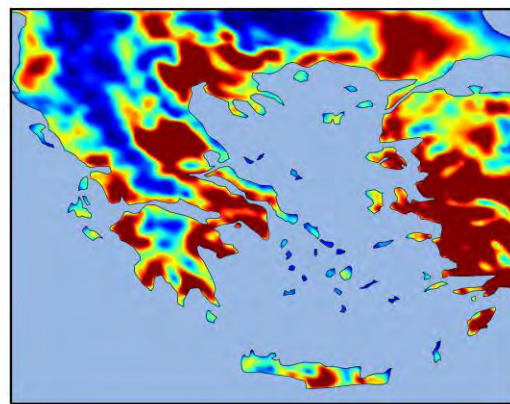


days

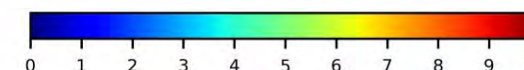
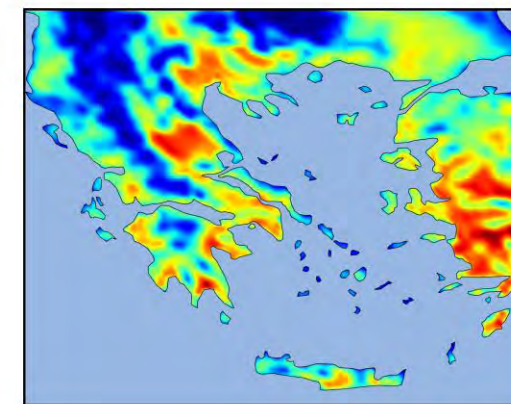
Number_of_Days_TMAX30_Apr_Jun_Future_RCP85_2021_2050

Number_of_Days_TMAX30_Apr_Jun_Changes_RCP85_2021_2050

RCP85



days



days

Η αύξηση των υψηλών θερμοκρασιών μπορεί να οδηγήσει σε θερμικό στρες, μειώνοντας τις αποδόσεις των καλλιεργειών, την ανάπτυξη των φυτών και την ποιότητα της παραγωγής.



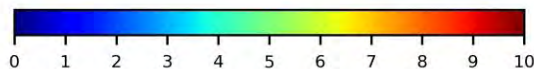
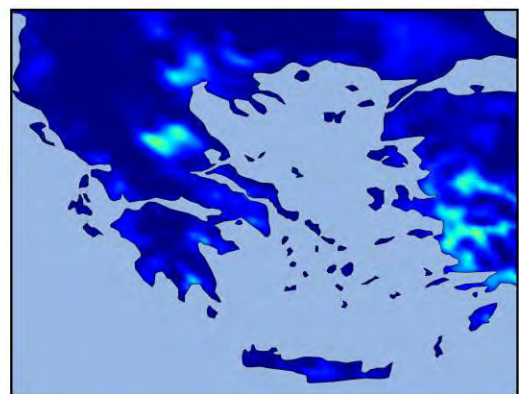
Future NoD

Changes

↑ 5 days rcp45, rcp85

Number of Days with Tmax > 35 (April-June)
1971-2000

Number_of_Days_TMAX35_Apr_Jun_Control_1971_2000

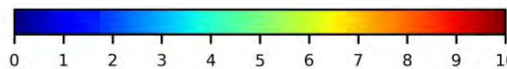
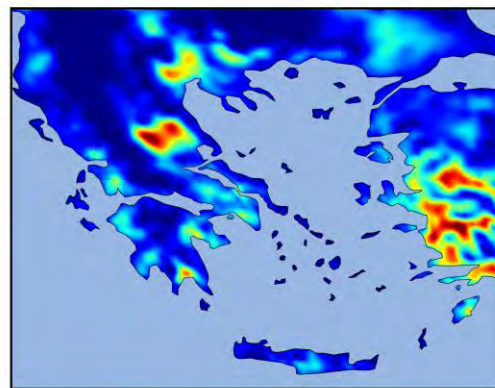


days

Η αναμενόμενη αύξηση των ημερών με υψηλές θερμοκρασίες, ιδίως την άνοιξη και το καλοκαίρι, θα έχει αρνητικές επιπτώσεις στις αποδόσεις των καλλιεργειών, στη φαινολογία των φυτών και στην ποιότητα των καρπών.

Number_of_Days_TMAX35_Apr_Jun_Future_RCP45_2021_2050

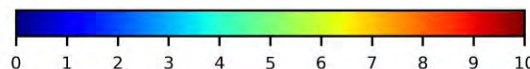
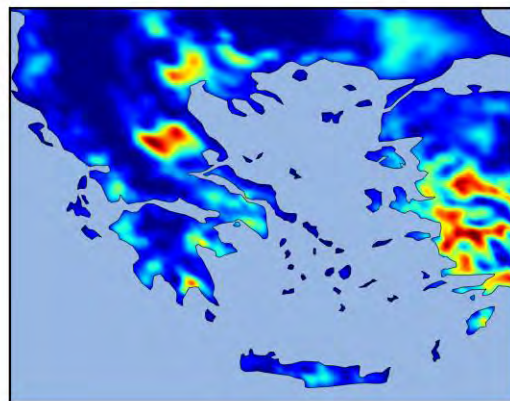
RCP45



days

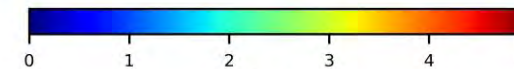
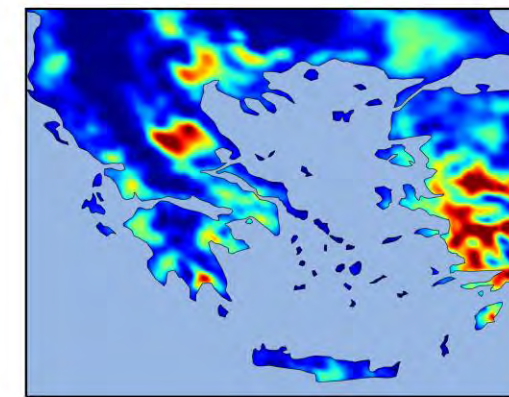
Number_of_Days_TMAX35_Apr_Jun_Future_RCP85_2021_2050

RCP85



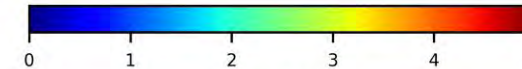
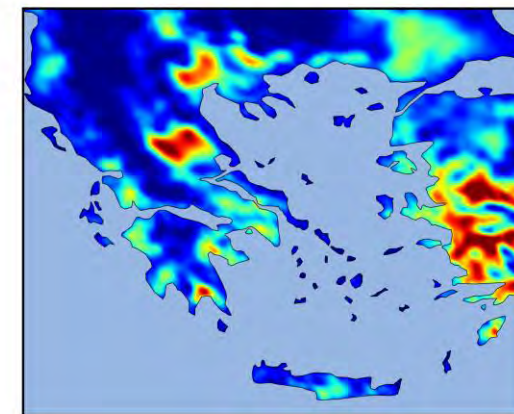
days

Number_of_Days_TMAX35_Apr_Jun_Changes_RCP45_2021_2050



days

Number_of_Days_TMAX35_Apr_Jun_Changes_RCP85_2021_2050

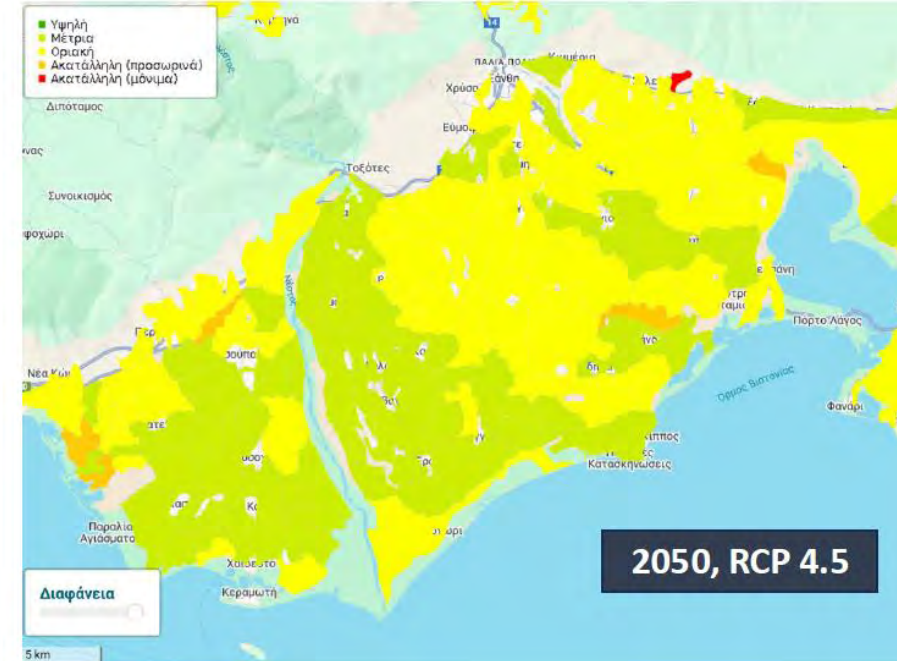
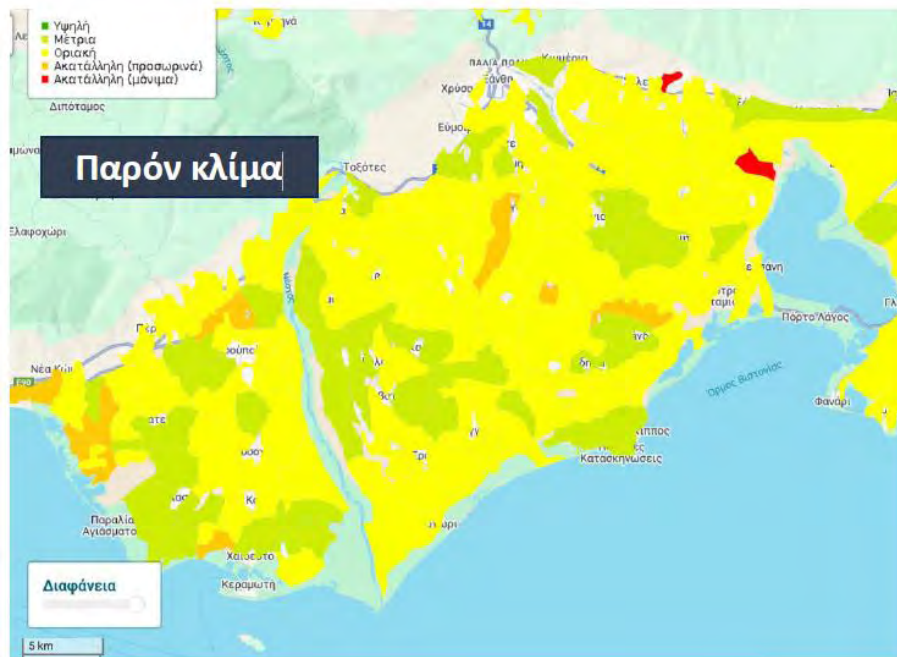


days



Τελικοί χάρτες αξιολόγησης

ΑΜΠΕΛΙ





Πρακτικές μετριασμού των επιπτώσεων

- Οι διαταραχές των φυτών λόγω αβιοτικών καταπονήσεων - δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών δεν μπορούν να θεραπευτούν, μόνο να μετριαστούν
- Αναδιάρθρωση καλλιεργειών όπου είναι αναγκαίο
- Μελέτη προσαρμογής γηγενών ποικιλιών, γενετική βελτίωση
- Προσαρμογή καλλιεργητικών πρακτικών στη βάση της πρόβλεψης των κλιματικών συνθηκών στο εγγύς μέλλον





Αναφορές

1. Sys, C., Van Ranst, E. & Debaveye, J. 1991a. Land evaluation. Part 1: Principles in land evaluation and crop production calculations. Agricultural publications 7,1. General Administration of Development Cooperation of Belgium, Brussels. 2
2. Sys, C., Van Ranst, E. & Debaveye, J. 1991b. Land evaluation. Part 2: Methods in land evaluation. Agricultural publications 7,2. General Administration of Development Cooperation of Belgium, Brussels.
3. Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye, J., Beernaert, F. 1993. Land evaluation. Part 3: Crop requirements. Agricultural publications 7,3. General Administration of Development Cooperation of Belgium, Brussels.
4. Sys, C. (1985). Land Evaluation. Belgium: University of Ghent, International Training Center for post-graduate soil scientists.
5. FAO, (1976). Framework for land evaluation. Rome: FAO.
6. Doorenbos, J., & Pruitt, W. O. (1977). Guidelines for predicting crop water requirements.
7. Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, 300.
8. Cools, N., de Pauw, E., & Deckers, J. (2003). Towards an integration of conventional land evaluation methods and farmers' soil suitability assessment: a case study in northwestern Syria. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 95(1), 327–342. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00045-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00045-2)





Αναφορές

9. Koufos, G., Mavromatis, T., Koundouras, S., Fyllas, N.M, and G.V Jones (2013). Viticulture–climate relationships in Greece: the impacts of recent climate trends on harvest date variation. *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.3775
10. Koufos, G.C., Mavromatis, T., Koundouras, S. and Jones, G.V. (2018), Response of viticulture-related climatic indices and zoning to historical and future climate conditions in Greece. *Int. J. Climatol*, 38: 2097-2111. <https://doi.org/10.1002/joc.5320>
11. Tonietto, J., & Carbonneau, A. (2004). A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and forest meteorology*, 124(1-2), 81-97
12. Ceglar, A., Toreti, A., Zampieri, M., Manstretta, V., Bettati, T., & Bratu, M. (2020). Clisagri: An R package for agro-climate services. *Climate Services*, 20, 100197. <https://doi.org/10.1016/J.CLISER.2020.100197>
13. Κοσμάς, Κ. & Καλύβας, Δ. & Δήμου, Π. & Κολοβός, Χ. (2010). Χαρτογράφηση εδαφών κοινότητας Μουζακίου Μεσσηνίας. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, Εργαστήριο Εδαφολογίας & Γεωργικής Χημείας, Ερευνητική Μονάδα Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων.
14. Καλύβας, Δ. & Παπαθανασίου, Γ. & Κακαλέτρη, Γ. & Κόλλια-Κουσούρη, Β. (1996). Αξιολόγηση Εδαφικών Πόρων με χρήση Έμπειρου Συστήματος μέσα σε περιβάλλον GIS, Εφαρμογή: Καλλιέργεια Βαμβακιού και Αμπέλου. 6ο Πανελλήνιο Εδαφολογικό Συνέδριο (σσ. 1-13). Ναύπλιο: Ελληνική Εδαφολογική Εταιρεία.
15. Καλύβας, Δ. (2003). Εδαφολογία, Αξιολόγηση Εδαφών, Τοποκλιματικές Συνθήκες και Κρασί. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.
16. Γιάσογλου, Ν. (1995). Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
17. Copernicus Emergency Management Service (© 2026 European Union)
18. Copernicus Sentinel data, Copernicus Browser (2022, 2024, 2025), European Union/ESA, Ανακτήθηκε από <https://browser.dataspace.copernicus.eu>
19. <https://www.eydap.gr/TheCompany/Water/SavingsPage/>





**ΜΠΕΝΑΚΕΙΟ
ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**

Ευχαριστώ για την προσοχή σας

g.tsitselis@bpi.gr, m.doula@bpi.gr

