



CLIMATE DETECTIVES

# Farmland bird study: Μελετώντας τις επιπτώσεις της κλιματική αλλαγής στην αναπαραγωγική οικολογία αρπακτικών πουλιών στο Κιλκίς

School project of European Space Agency (ESA): Climate Detectives

# The Athene noctua buddies

2<sup>nd</sup> Experimental Highschool Kilkis  
2022-2023



Έρευνα και συγγραφή η ομάδα: The Athene noctua buddies

Υπεύθυνος καθηγητής: Σταύρος Κατσαρώνας, Μηχανικός  
Ηλεκτρονικός

# The *Athene noctua* case study



Συντονιστής του προγράμματος Farmland Bird Study είναι το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας, Αγροτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.



Το project μας έχει στόχο να μελετήσει πώς η κλιματική αλλαγή και πιο συγκεκριμένα η ξηρασία και η υπερθέρμανση επηρεάζουν χαρακτηριστικά είδη αρπακτικών πουλιών (όπως κουκουβάγια και κίρκινέζι) τα οποία εποίκίζουν αγροτικά οικοσυστήματα στο Κιλκίς.



# Οι στόχοι του project είναι:

- Να κατανοήσουμε πώς η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την αναπαραγωγική οικολογία του κερκινεζιού και της κουκουβάγιας στο Κιλκίς και να εντοπίσει πιθανές λύσεις για τον μετριασμό των επιπτώσεων της ξηρασίας και της υπερθέρμανσης του πλανήτη σε αυτά τα πουλιά.
- Το Project θα εξετάσει επίσης πώς η χρήση της τεχνολογίας, όπως οι έξυπνες φωλιές, μπορεί να βοηθήσει στην παρακολούθηση και τη συλλογή δεδομένων για τις μικρές κουκουβάγιες για την καλύτερη κατανόηση της απόκρισης τους στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Η ανάπτυξη και τη δοκιμή τεχνολογίας έξυπνων φωλιών για την παρακολούθηση και την υποστήριξη της επιτυχίας της αναπαραγωγής του κερκινεζιού και της κουκουβάγιας στο μεταβαλλόμενο κλίμα.
- Με τη συμμετοχή μας στο πρόγραμμα *Esero Climate Detectives* θα διαχυθούν τα ευρήματά μας με άλλα σχολεία και οργανισμούς στην Ευρώπη και έτσι το project να συνεισφέρει στην ευρύτερη επιστημονική κοινότητα.
- Να ευαισθητοποιήσει σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην τοπική άγρια ζωή και να προωθήσει τις προσπάθειες διατήρησης των αγροτικών πουλιών στο Κιλκίς.



# Γιατί παρουσιάζει ενδιαφέρον η μελέτη της:

- Κατανόηση της συμπεριφοράς και της οικολογίας τους.
- Είδος δείκτη: Τα κερκινέζια και οι κουκουβάγιες αποτελούν κορυφαίους άρπαγες στα αγροτικά οικοσυστήματα και καταλαμβάνουν τον ίδιο διατροφικό θώκο, επομένως εξαρτώνται άμεσα από τις πληθυσμιακές διακυμάνσεις της λείας τους (Ορθόπτερα, Κολεόπτερα, Μικρά Θηλαστικά). Ως εκ τούτου μπορούν να χρησιμεύσουν ως είδος "βαρόμετρο" για την εκτίμηση της κατάστασης του αγροτικού τοπίου.
- Οι πληθυσμοί τους είναι σταθεροί αλλά σε κάποιες περιοχές παρουσιάζουν τοπικά μείωση.
- Προσαρμογή σε περιβάλλοντα τροποποιημένα από τον άνθρωπο.
- Συμπεριφορική και εξελικτική βιολογία.



# Little Owls (*Athene noctua*).

Οι κουκουβάγιες (*Athene noctua*) είναι μικρές, μη μεταναστευτικές κουκουβάγιες που βρίσκονται σε όλη την Ευρώπη, την Ασία και τη Βόρεια Αφρική.



εντυπωσιακά χαρακτηριστικά του προσώπου

μεγάλο, στρογγυλό κεφάλι  
ράμφος και κίτρινα μάτια

56-62  
cm

21-27  
cm

καφέ-γκρι φτέρωμα με ευδιάκριτες  
λευκές κηλίδες

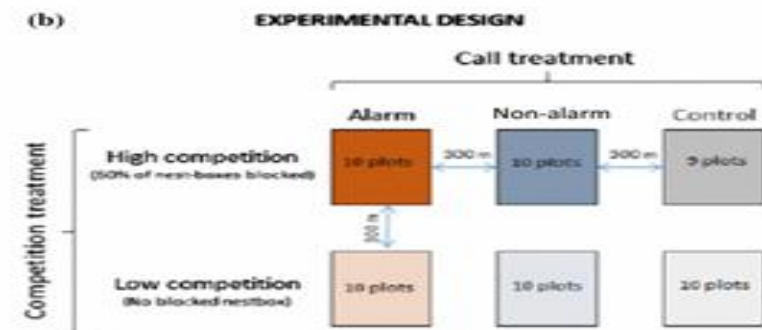
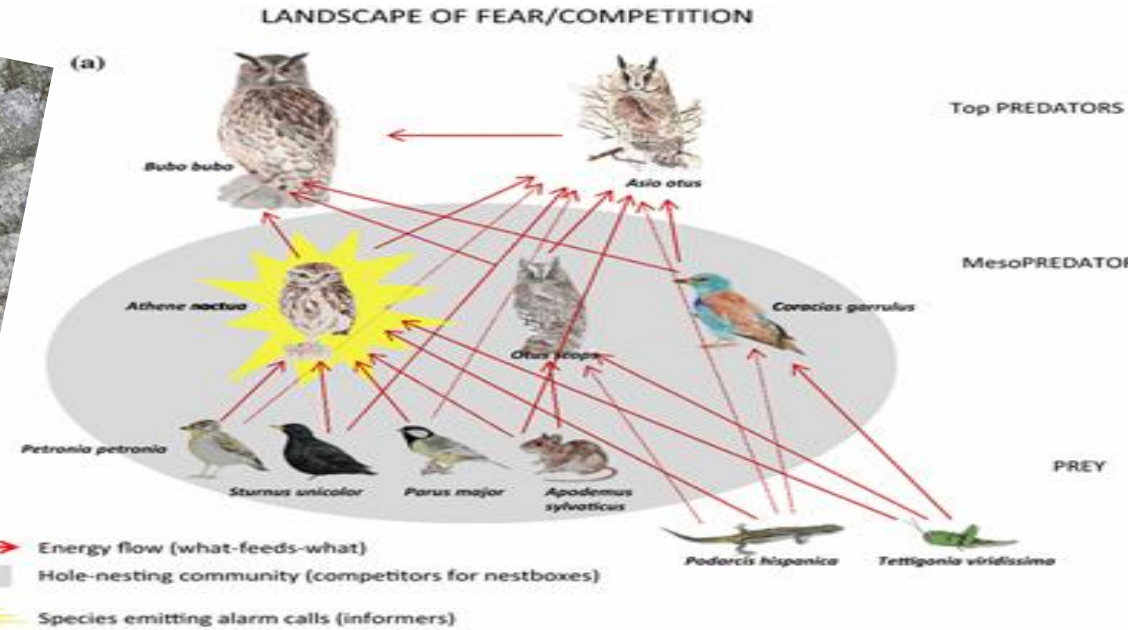




Οι μικρές κουκουβάγιες είναι ένα συναρπαστικό και σημαντικό είδος στο ζωικό βασίλειο και η κατανόηση της οικολογίας και της συμπεριφοράς τους είναι απαραίτητη για τη διατήρηση και τη διαχείρισή τους. Φωλιάζουν σε φυσικές κοιλότητες, όπως κοιλότητες δέντρων ή σχισμές, αλλά χρησιμοποιούν εύκολα και ανθρωπογενείς κατασκευές όπως κτίρια και τοίχους.



Παρέχουν επίσης οικοσυστημικές υπηρεσίες, όπως καταπολέμηση επιβλαβών (τρωκτικών κ.α.), μπορεί να είναι ιδιαίτερα επωφελής για τους αγρότες και τους κηπουρούς.



Οι μικρές κουκουβάγιες παίζουν σημαντικό ρόλο στο οικοσύστημα ως αρπακτικά των εντόμων, των τρωκτικών και των μικρών πουλιών.



# Κλιματική Αλλαγή και μικρή κουκουβάγια.

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επιφέρει σημαντικές αλλαγές στο περιβάλλον του Ν. Κιλκίς, που πιθανότατα θα επηρεάσουν τις μικρές κουκουβάγιες και άλλα αγροτικά πουλιά στην περιοχή.

Αναπαραγωγή



Επιβίωση των νεοσσών

Ασθένειες και παράσιτα



Μείωση των πηγών τσοφής



ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ



αλλαγές στη θερμοκρασία

μείωση βροχοπτώσεων

Μείωση της διαθεσιμότητας νερού



Αύξηση ακραίων καιρικών φαινομένων



Παρατεταμένη ξηρασία και καύσωνες



# Κλιματική αλλαγή και ενδιαίτηματα.

- αλλαγές στην βλάστηση και την αφθονία των εντόμων
- διαθεσιμότητα θηραμάτων
- επίδραση στον τροφικό ιστό



Αλλαγές στα μοτίβα βροχοπτώσεων



Αύξηση θερμοκρασίας



- απώλεια ή υποβάθμιση των τόπων φωλεοποίησης
- Ακατάλληλα κτίρια - κατασκευές για φωλιές
- Μείωση των δέντρων λόγω της αποψίλωσης



- εντατικοποίηση της γεωργίας ή αστικοποίηση
- μετατροπή λιβαδιών σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις ή αστικές περιοχές
- μείωση των κατάλληλων οικοτόπων



Αλλαγές στις πρακτικές χρήσης γης

Εύρος και κατανομή των παρασίτων και των ασθενειών



- αυξημένη πίεση παρασίτων και ασθενειών
- διατάραξη της ισορροπίας μετάδοσης ασθενειών





# Επιδράσεις στην αναπαραγωγή.



κύκλο αναπαραγωγής

επηρεάζουν την ανάπτυξη των νεοσσών

επιβίωση των νεοσσών

απώλεια ενδιαιτημάτων

τη διαθεσιμότητα κατάλληλων τόπων φωλεοποίησης

θέσεων ωοτοκίας



Αύξηση της θερμοκρασίας και οι αλλαγές στα πρότυπα βροχόπτωσης

αλλαγές στις πρακτικές χρήσης γης



αυξημένη χρήση φυτοφαρμάκων

διαθεσιμότητα λείας

χρόνο και την κατανομή της εμφάνισης των εντόμων



αυξημένο ανταγωνισμό

βιώσουν υψηλότερα επίπεδα άγχους και χαμηλότερα ποσοστά επιτυχίας αναπαραγωγής



# Θερμοκρασία, Ξηρασία και κερκινέζια.



## Smart Nests

Η λύση της έξυπνης φωλιάς είναι μια σύγχρονη και καινοτόμος προσέγγιση για τη μελέτη και την παρακολούθηση της άγριας ζωής.

Στο project μας, χρησιμοποιούμε έξυπνες φωλιές για να κατανοήσουμε καλύτερα την αναπαραγωγική οικολογία του κερκινεζιού και της κουκουβάγιας, στην περιοχή του Κιλκίς.

Παρακολουθώντας τα δύο είδη με έξυπνες φωλιές, μπορούμε να συλλέξουμε πολύτιμες πληροφορίες για το πώς προσαρμόζονται στο μεταβαλλόμενο κλίμα στην περιοχή και να κατανοήσουμε καλύτερα πώς η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τους πληθυσμούς τους.

Οι έξυπνες φωλιές μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό περιοχών όπου πρέπει να επικεντρωθούν οι προσπάθειες διατήρησης και να μετριάσουν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα είδη.



## Μεθοδολογία Έργου.

Η μεθοδολογία του έργου περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

**Σχεδιασμός Έρευνας:** Η ομάδα σχεδίασε σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και την Ελληνική εταιρεία προστασίας της φύσης στα πλαίσια του προγράμματος <<**Farmland bird study**>> ένα ερευνητικό σχέδιο για να μελετήσει τις μικρές κουκουβάγιες στο Κιλκίς και την αντίδρασή τους στην κλιματική αλλαγή χρησιμοποιώντας έξυπνες φωλιές.

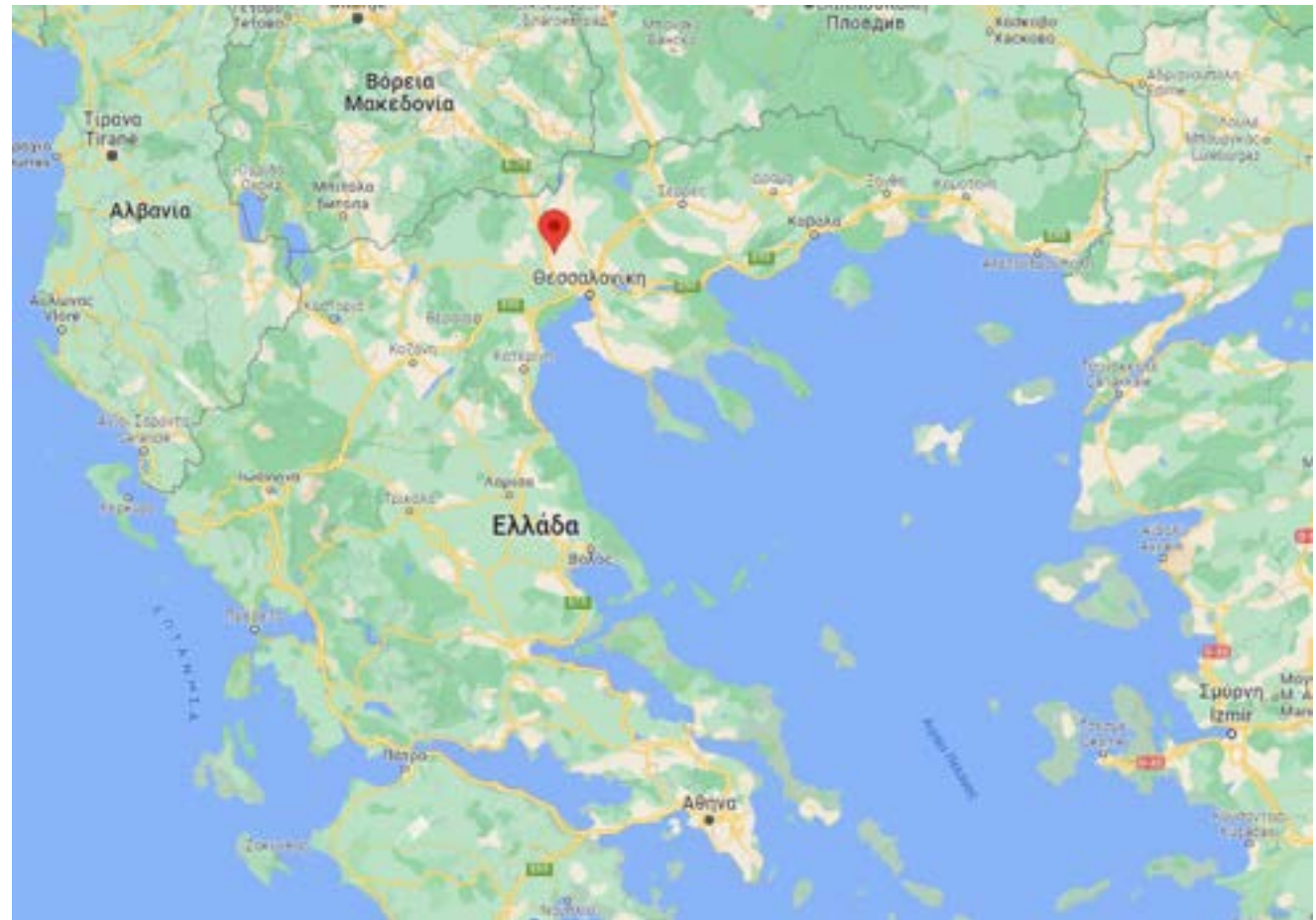
**Smart Nest Design:** Η ομάδα 2<sup>ου</sup> Πειραματικού Γυμνασίου Κιλκίς σχεδίασε και κατασκεύασε έξυπνες φωλιές στα πλαίσια του προγράμματος *climate detectives* εξοπλισμένες με διάφορους αισθητήρες, κάμερες και καταγραφεί δεδομένων σε cloud με χρήση IoT για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τη συμπεριφορά, τις κινήσεις και τις προτιμήσεις του οικοτόπου των κουκουβαγιών.





# Μελέτη αποικίας.

**Εγκατάσταση:** Οι έξυπνες φωλιές εγκαταστάθηκαν στην τοποθεσία Ανθόφυτο στην περιοχή του Κιλκίς για να μελετηθεί ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού της Μικρής Κουκουβάγιας. Επιλέχθηκε το κτίριο της κοινότητας και οι φωλιές έχουν βόρειο προσανατολισμό, για την μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας.





# Σχεδιασμός δικτύου.



**Κουτί φωλιάς**



# Χώρος φωλεοποίησης



Οι έξυπνες φωλιές είναι εξοπλισμένες με αισθητήρες και κάμερες που μας επιτρέπουν να συλλέγουμε δεδομένα για τα μοτίβα δραστηριότητας των μικρών κουκουβαγιών, συμπεριλαμβανομένων των διατροφικών τους συνηθειών και της συμπεριφοράς αναπαραγωγής.

inside temperature and humidity sensor



outside temperature sensor



Infrared obstacle avoidance sensor



PC Camera



IP Camera



Raspberry microcontroller



cloud iot



**Smart nest - box**



## Συλλογή δεδομένων:

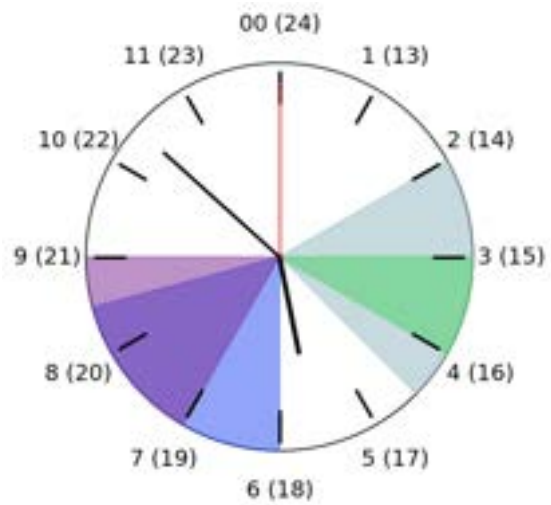
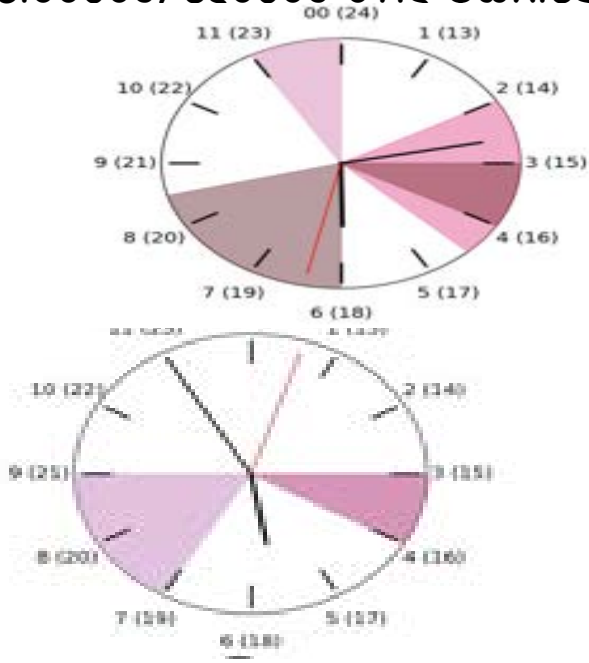
Οι αισθητήρες και οι κάμερες στις έξυπνες φωλιές προγραμματίστηκαν να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με τη συμπεριφορά, τις κινήσεις εισόδου/εξόδου στις φωλιές και κλιματικών δεδομένων (θερμοκρασία, υγρασία) εντός και εκτός των φωλιών.

Τα δεδομένα συλλέγονται σε cloud με χρήση ΙοΤ για διάστημα πέντε ετών.

## Ανάλυση δεδομένων:

Η ομάδα αναλύει τα δεδομένα που συλλέγονται από τις έξυπνες φωλιές χρησιμοποιώντας λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

Τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό προτύπων και τάσεων στη συμπεριφορά, τις κινήσεις εισόδου/εξόδου στις φωλιές και κλιματικών δεδομένων (θερμοκρασία, υγρασία) εντός και εκτός των φωλιών.

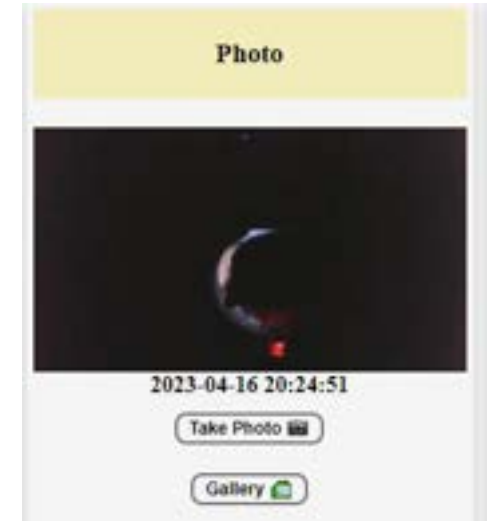


	A	B
1	Entry Time	Exit Time
2	02:00	04:30
3	6:00	8:30
4	15:00	16:00
5	19:00	21:00
6		

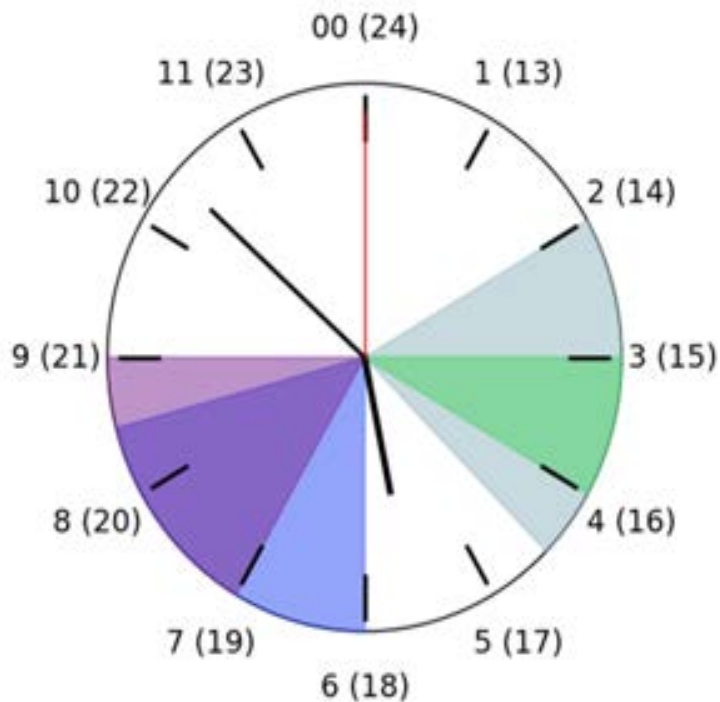


# Καταγραφή και οπτικοποίηση των εισόδων στις φωλιές.

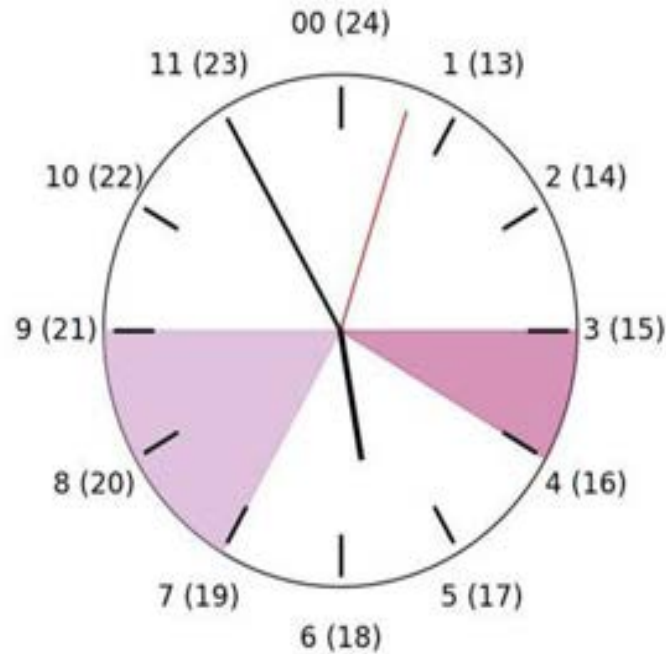
Ημερήσια καταγραφή αριθμού εισόδου/εξόδου των μικρών κουκουβαγιών στις φωλιές καθώς και οπτικοποίηση των εισόδων και του χρόνου παραμονής των μικρών κουκουβαγιών στις φωλιές σε αυτές.



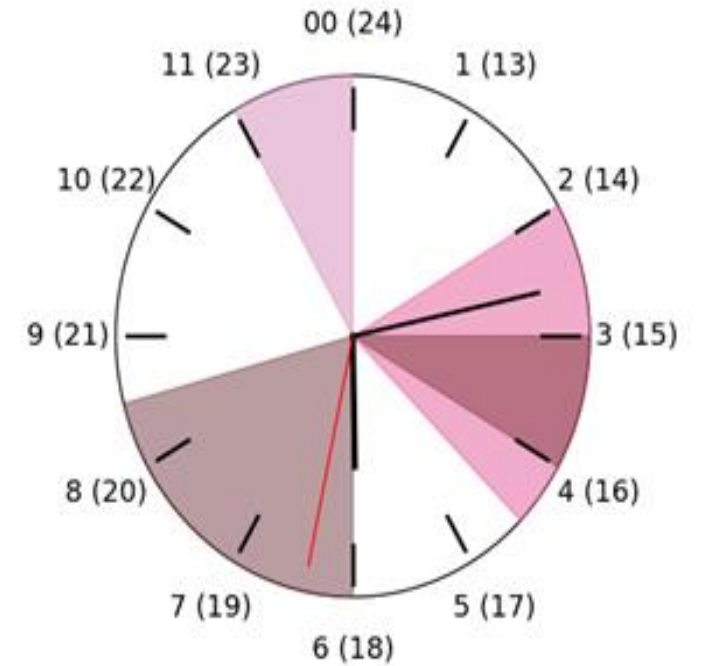
**Nest 1**



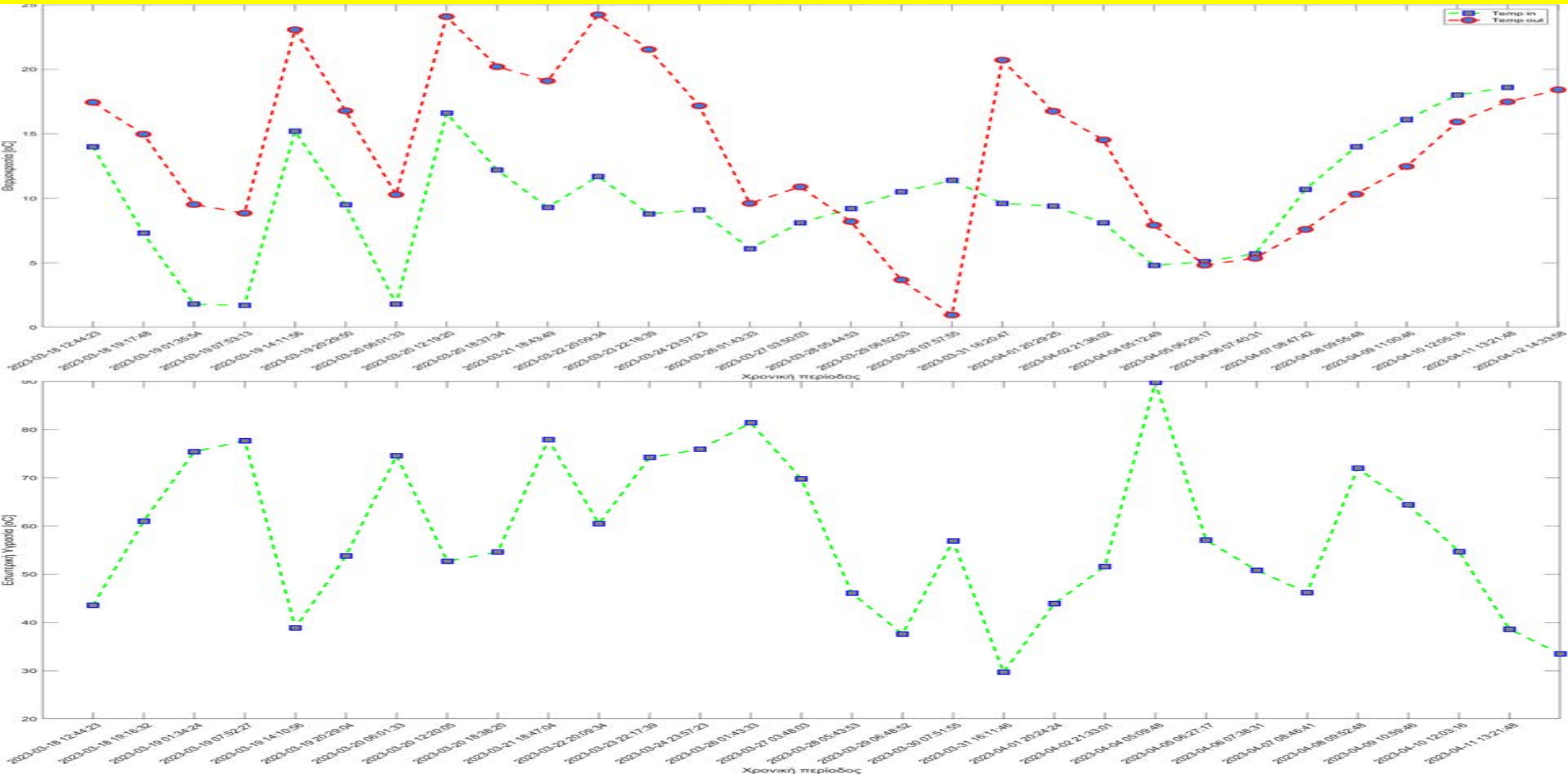
**Nest 2**



**Nest 3**



# Μέτρηση εξωτερικής και εσωτερικής θερμοκρασίας στην φωλιά καθώς και της υγρασίας της φωλιάς.

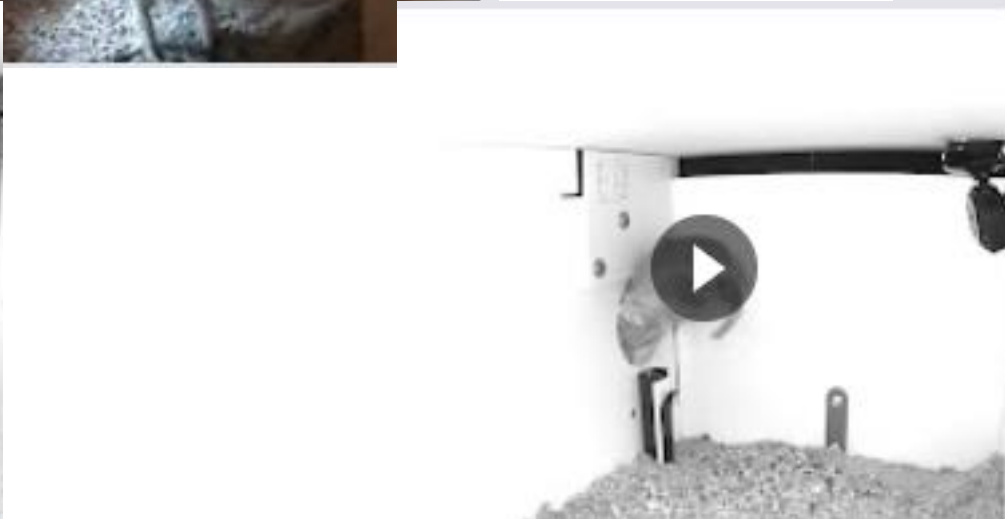
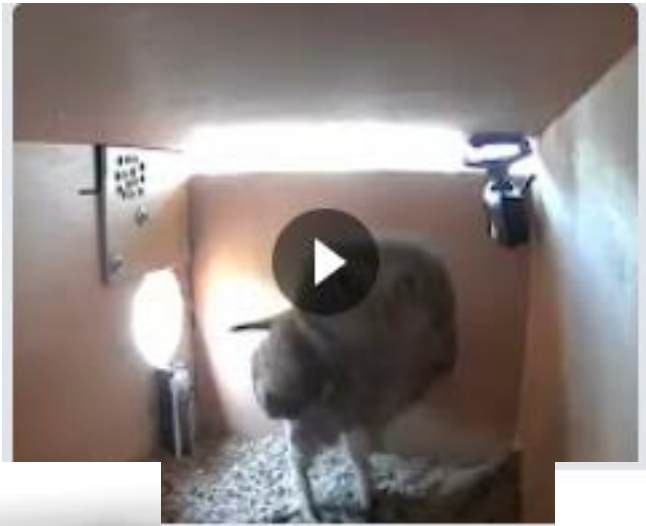




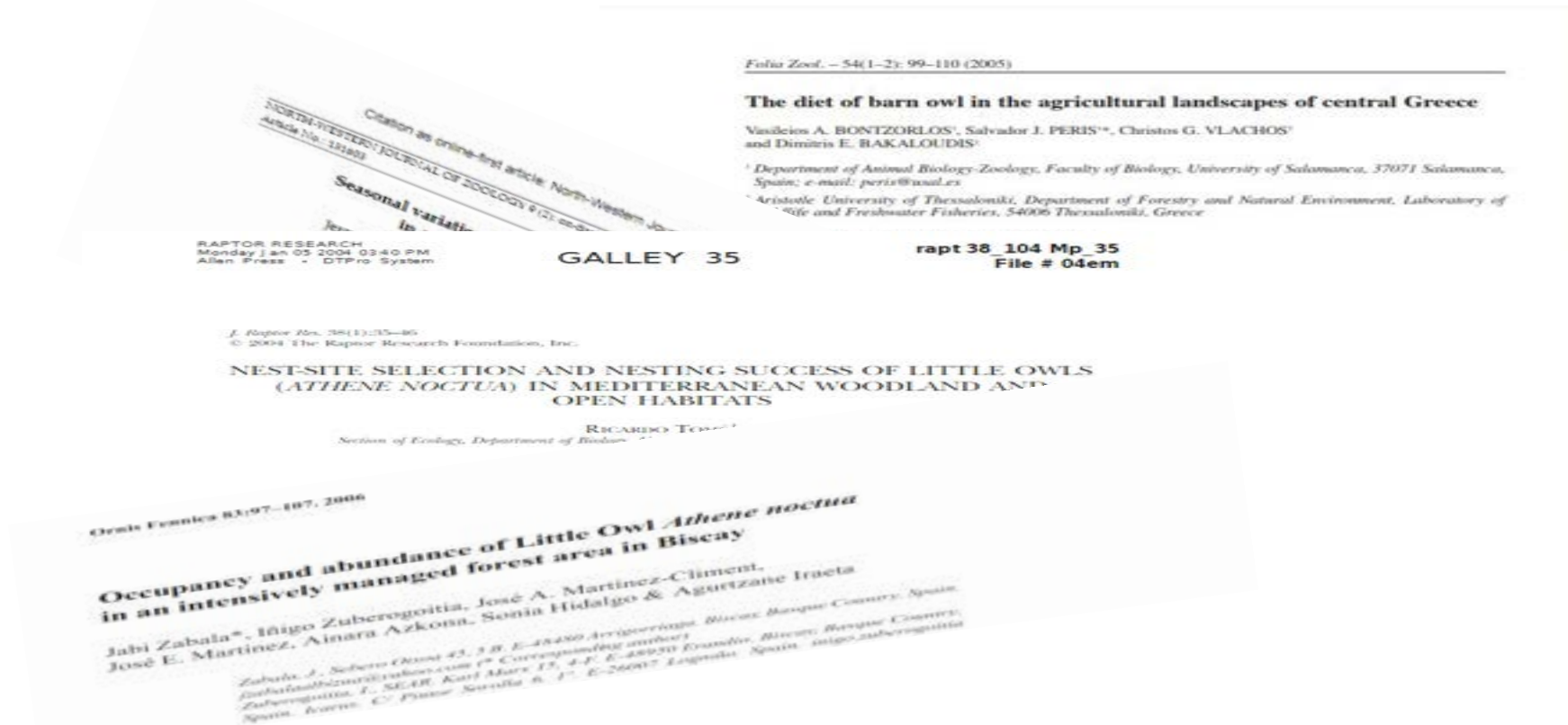
# Βιντεοπαρακολούθηση των φωλιών 24/7.

Η χρήση έξυπνων φωλιών για προσπάθειες έρευνας και διατήρησης προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα.

- Μας επιτρέπουν να συλλέγουμε δεδομένα χωρίς να διαταράσσεται τη φυσική συμπεριφορά των Κουκουβάγιων.
- Τα δεδομένα που συλλέγονται από έξυπνες φωλιές μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για την διατήρηση του είδους.



# ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ Department of Biological Sciences (DBS).



1. Tsaknakis, G., Xirouchakis, S., Vasilakis, D., & Mylonas, M. (2015). Habitat use by the little owl (*Athene noctua*) in a Mediterranean landscape: implications for conservation. *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 22(1), 1-11.
2. Goutner, V., Alivizatos, H., & Goutner, T. (2005). The diet of the little owl (*Athene noctua*) in the agricultural landscape of Thessaly, central Greece. *Belgian Journal of Zoology*, 135(2), 225-230.
3. Poirazidis, K., & Sfougaris, A. I. (2015). Seasonal variation in the diet of the little owl *Athene noctua* in a Mediterranean agroecosystem. *Bird Study*, 62(2), 174-178.
4. Vasilakis, D. P., Tsaknakis, G., & Pantis, J. D. (2009). Nest site selection and breeding success of the little owl (*Athene noctua*) in Mediterranean farmland. *European Journal of Wildlife Research*, 55(6), 625-632.
5. Tziava, F., & Sfougaris, A. I. (2018). Habitat use and territory occupancy of little owls (*Athene noctua*) in a suburban environment. *Urban Ecosystems*, 21(6), 1115-1123.



Συνεργασία: Η ομάδα μας συνεργάζεται με  
τα εκπαιδευτικά ιδρύματα:



Τομέας Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας



Τμήμα Γεωπονίας, Αγροτικής Παραγωγής και  
Αγροτικού Περιβάλλοντος



Προστασία  
της Φύσης

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ

# Μελέτη ιστορικών κλιματικών δεδομένων.

Η μελέτη ιστορικών κλιματικών δεδομένων είναι σημαντική για πολλούς λόγους:

- Βοηθάει στην κατανόηση των φυσικών κλιματικών αλλαγών που έχουν συμβεί στην περιοχή, περιλαμβανομένων των κλιματικών εξελίξεων σε διάφορες χρονικές περιόδους και εποχές.
- Βοηθάει στην πρόβλεψη μελλοντικών κλιματικών συνθηκών και τάσεων στην περιοχή, με βάση τα παρελθοντικά δεδομένα και τις τάσεις.
- Βοηθάει στην αξιολόγηση των επιπτώσεων των κλιματικών αλλαγών στα οικοσυστήματα και τα είδη που ζουν στην περιοχή, συμπεριλαμβανομένων των μικρών κουκουβαγιών.
- Βοηθάει στην ανάπτυξη και την εφαρμογή κλιματικών μοντέλων και προγνωστικών μοντέλων που μπορούν να βοηθήσουν στην κατανόηση και την πρόβλεψη των κλιματικών αλλαγών στην περιοχή.

Αρκετά σημαντικά στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη στη μελέτη των ιστορικών κλιματικών δεδομένων περιλαμβάνουν:

Θερμοκρασίες

Βροχόπτωση και χιονόπτωση

Επίπεδα υγρασίας

Επιδράσεις ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο κλίμα (όπως εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και αλλαγές στη χρήση της γης)

Αλλαγές στη βλάστηση και την οικολογική κατάσταση της περιοχής.

Ανάλογα με τη συγκεκριμένη περιοχή, μπορεί να υπάρχουν και άλλα στοιχεία που είναι σημαντικά για τη μελέτη του κλίματος και των κλιματικών αλλαγών στην περιοχή και την επίδρασή τους στα οικοσυστήματα και τα είδη που ζουν σε αυτά.

The screenshot shows a weather application interface with a dark blue background. At the top left is the 'mb' logo. Below it is a search bar with the text 'Location search...' and a magnifying glass icon. To the right of the search bar are icons for a person and a gear. In the center, the text 'Climate Change Kilkis' is displayed in white, with a yellow star icon to its right. Below this, the location 'Central Macedonia, Greece, 40.99°N 22.87°E, 277m asl' is shown in a smaller font. On the right side, there is a sun icon, the temperature '8 °C', and the time '8:00'.



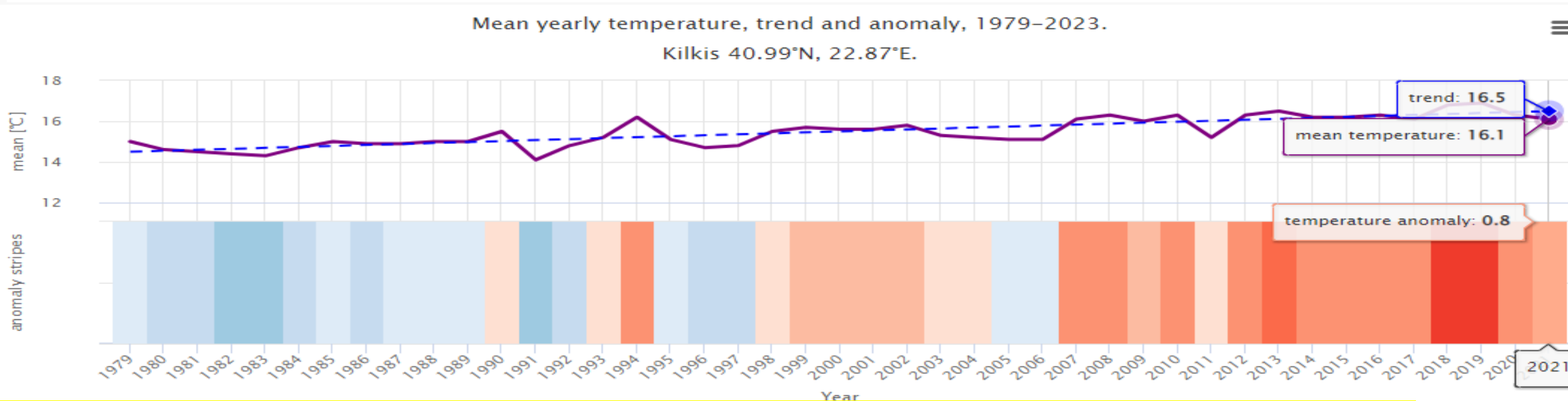
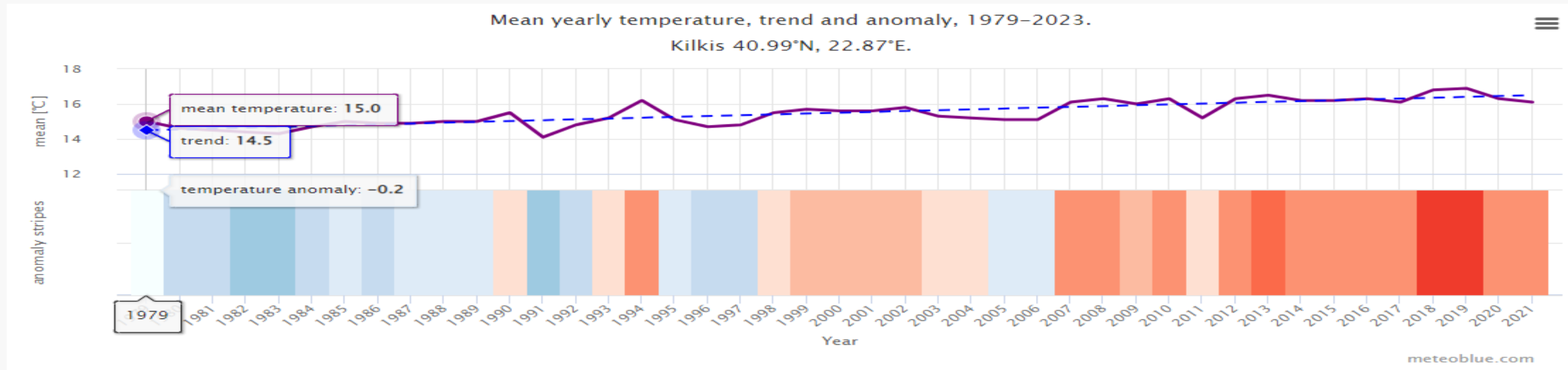
# Site meteoblue

Το site meteoblue είναι μια ιστοσελίδα που παρέχει μετεωρολογικά δεδομένα και προγνώσεις για διάφορες περιοχές σε όλο τον κόσμο. Παρέχει δεδομένα για διάφορα κλιματικά στοιχεία, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η βροχόπτωση και η πίεση, καθώς και άλλα δεδομένα που σχετίζονται με το κλίμα, όπως η ένταση του αέρα, η ηλιακή ακτινοβολία και η σύνθεση της ατμόσφαιρας.

Η χρήση ιστορικών κλιματικών δεδομένων από το site meteoblue ήταν σημαντική για την πραγματοποίηση του πρότζεκτ, καθώς βοήθησε στην καταγραφή των μετεωρολογικών συνθηκών κατά το παρελθόν και στη σύγκρισή τους με τις σημερινές. Αυτό επέτρεψε την ανάλυση των αλλαγών στο κλίμα της περιοχής και τη σύγκρισή τους με τη συμπεριφορά των μικρών κουκουβαγιών. Επίσης, η χρήση ιστορικών δεδομένων μπορεί να βοηθήσει στην πρόβλεψη μελλοντικών αλλαγών στο κλίμα και στην προσαρμογή των προσπαθειών διατήρησης και προστασίας των μικρών κουκουβαγιών.



# Yearly Temperature Change Kilkis



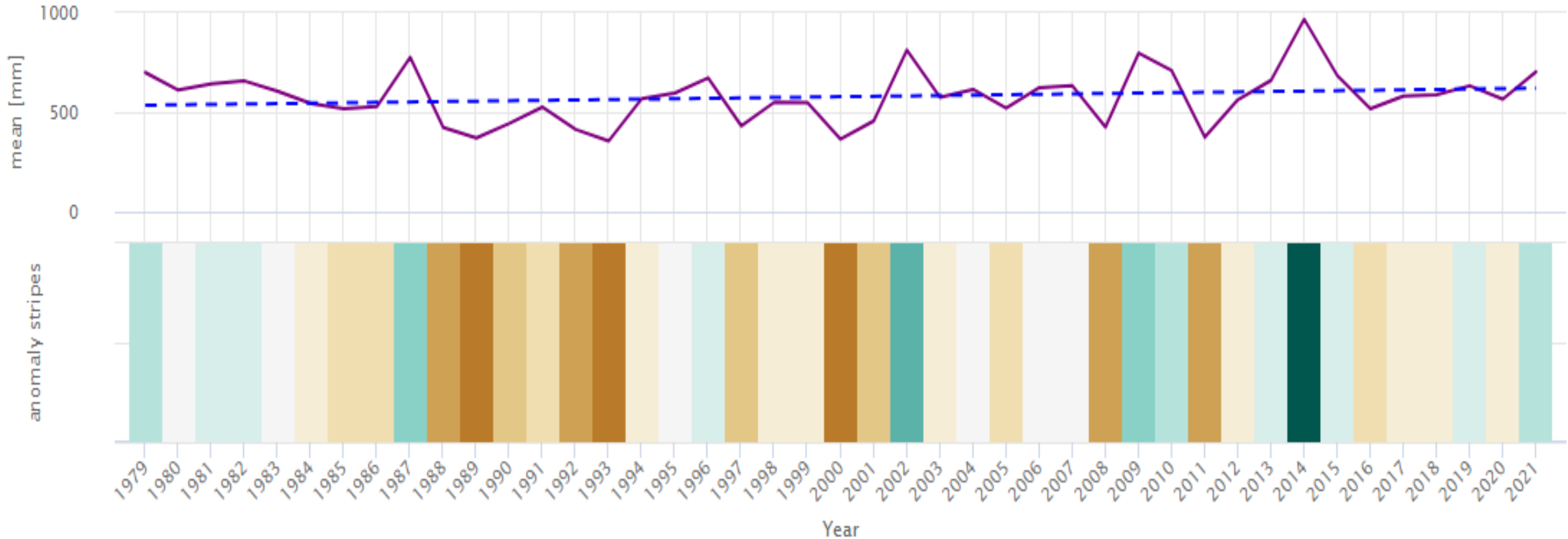
Επάνω γράφημα: εκτίμηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας για την ευρύτερη περιοχή του Κιλκίς.  
Κάτω γράφημα: warming stripes ετήσιας μέσης θερμοκρασίας.



# Yearly Precipitation Change - Kilkis

Mean yearly precipitation, trend and anomaly, 1979-2023.

Kilkis 40.99°N, 22.87°E.

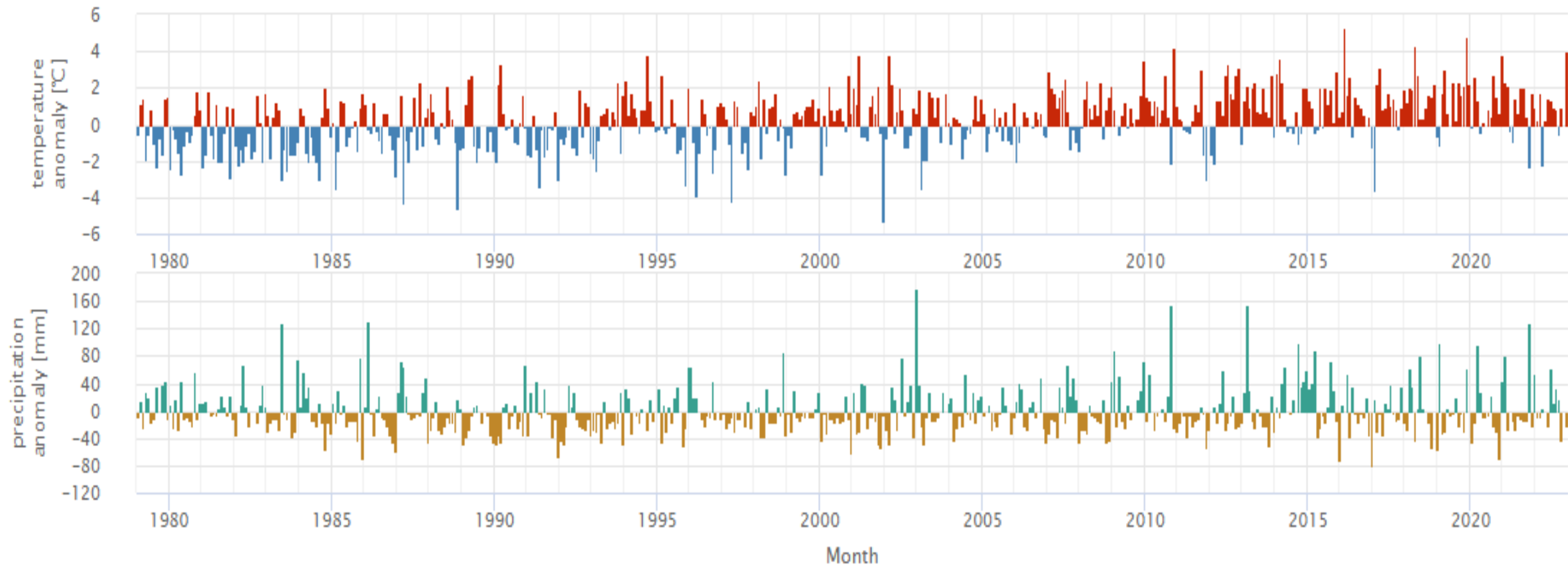


Πάνω γράφημα: εκτίμηση της μέσης συνολικής βροχόπτωσης για την ευρύτερη περιοχή του Κιλκίς.  
Κάτω μέρος το γράφημα: λωρίδες κατακρήμνισης συνολικής βροχόπτωσης ενός έτους.

# Monthly Anomalies of Temperature and Precipitation - Climate Change Kilkis

Monthly anomalies for temperature and precipitation 1979-2023.

Kilkis 40.99°N, 22.87°E.



meteoblue.com

Μηνιαία ανωμαλία **Θερμοκρασίας** και **βροχόπτωσης** για κάθε μήνα από το 1979 έως τώρα.

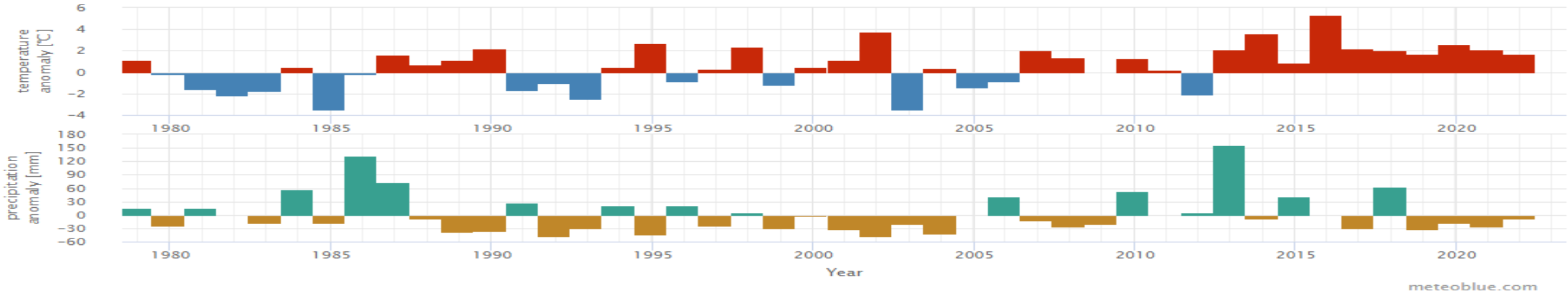
# Climate Change - Kilkis Temperature and precipitation anomaly by month

Month

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

February monthly anomalies for temperature and precipitation 1979–2023.

Kilkis 40.99°N, 22.87°E.



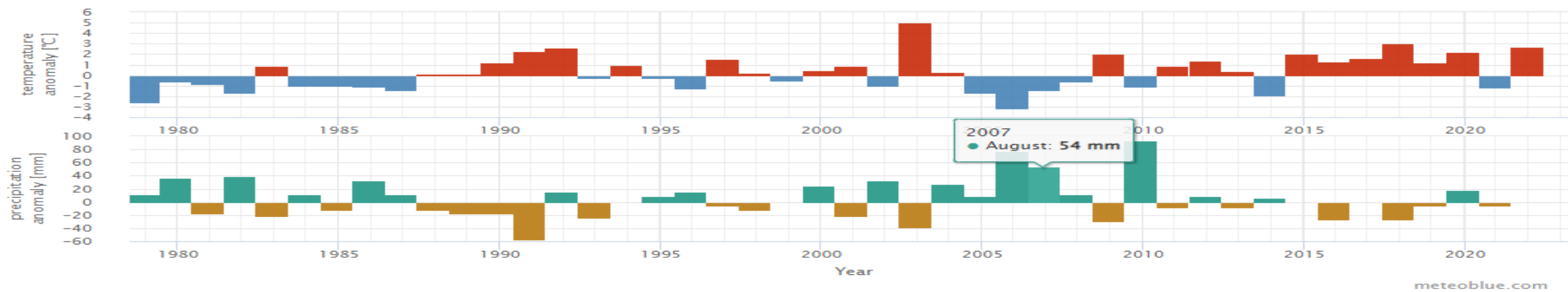
meteoblue.com

Month

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

August monthly anomalies for temperature and precipitation 1979–2023.

Basel 47.56°N, 7.57°E.



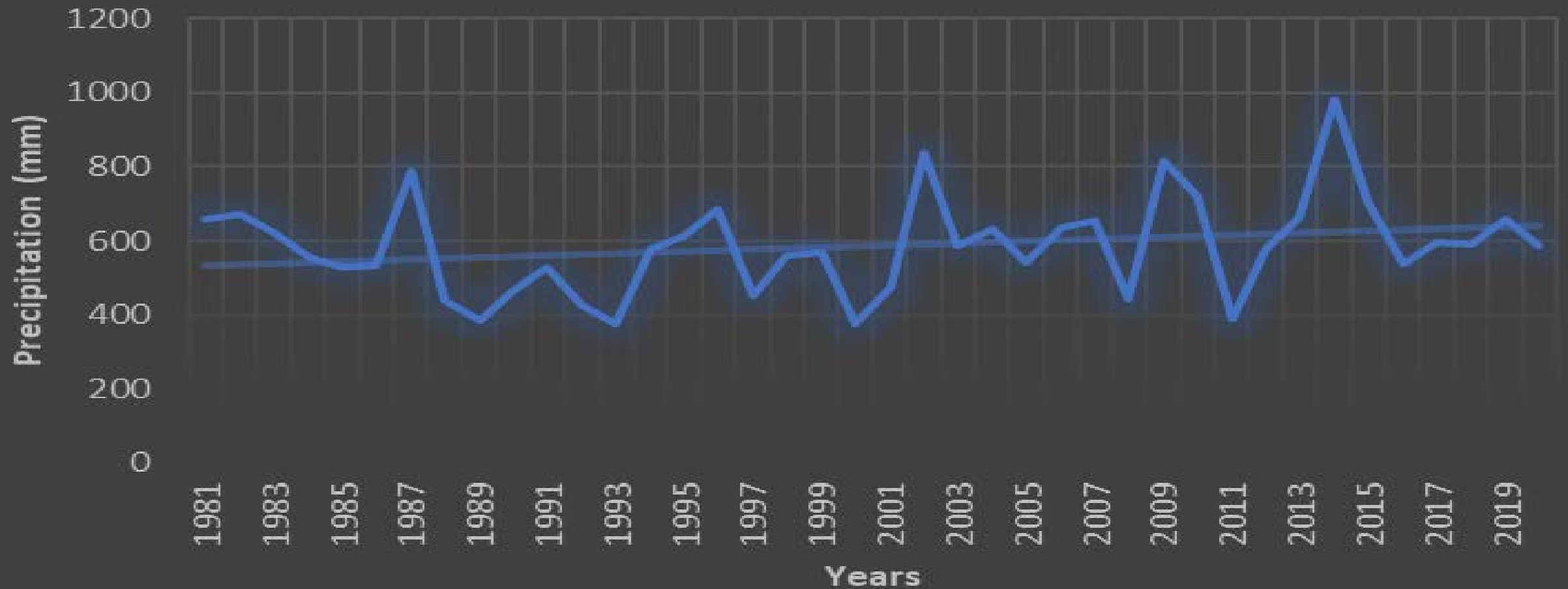
meteoblue.com

**Μηνιαία ανωμαλία θερμοκρασίας και βροχόπτωσης από το 1979.**



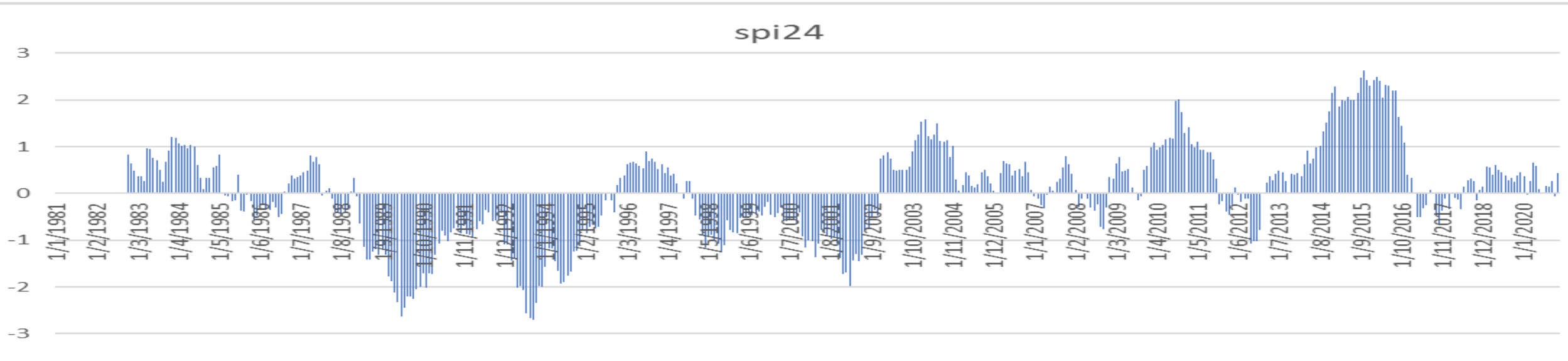
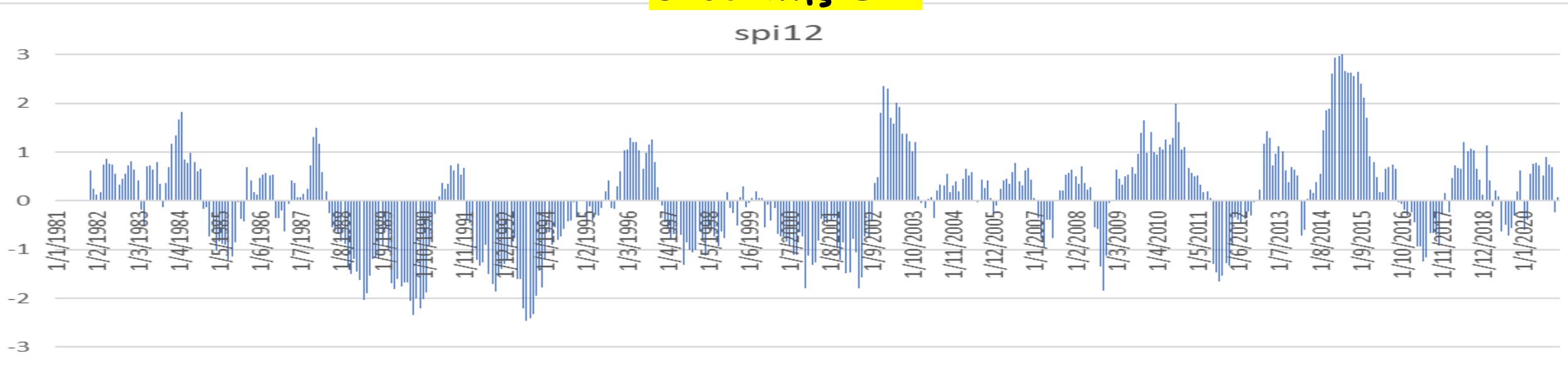
Ημερήσια δεδομένα του περιοχικού μοντέλου RCA4SHMI με μοντέλο «οδηγό» (Driving Global Coupled Model) το μοντέλο γενικής κυκλοφορίας MPI-M-MPI-ESM-LR.

## Annual Precipitation



Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 586.5, υπάρχει μία μικρή αυξητική τάση στη περίοδο αναφοράς.

# Ο δείκτης SPI



Ο δείκτης SPI, και από τα δύο σχήματα φαίνεται ότι στο τέλος του προηγούμενου αιώνα υπήρξε μία παρατεταμένη περίοδος ξηρασίας από το 1988 έως σχεδόν τα μέσα 2002, μετά όμως επικράτησαν υγρές συνθήκες οι οποίες διακόπτονται από πολύ μικρής διάρκειας ξηρασίες.

# Μελέτη της περιοχής με τον EO Browser

Για την μελέτη της περιοχής του Ανθόφυτου χρησιμοποιήσαμε τον EO Browser, ένα εργαλείο διαδικτυακής παρακολούθησης της γης που αναπτύχθηκε από την ευρωπαϊκή διαστημική υπηρεσία Copernicus και το πρόγραμμα Sentinel Hub.

Η μελέτη με τον EO Browser αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για την αναγνώριση των προβλημάτων που αντιμετωπίζει η περιοχή και των πιθανών λύσεων που μπορούν να βοηθήσουν στη διατήρηση των ενδημικών ειδών. Οι αιτίες που συνήθως προκαλούν την ξηρασία και την υπερθέρμανση του πλανήτη μπορούν να επηρεάσουν την υγεία και την επιβίωση των μικρών κουκουβαγιών. Οι δορυφορικές εικόνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της υγρασίας στο έδαφος και των αλλαγών στην επιφάνεια του εδάφους.

Η μελέτη της περιοχής με τον EO Browser μπορεί να παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την κατανόηση των επιπτώσεων της ξηρασίας και της υπερθέρμανσης στις μικρές κουκουβάγιες. Μερικά αποτελέσματα που μπορούν να παρατηρηθούν είναι:

- Μείωση της ποσότητας του νερού στα ποτάμια και τις λίμνες της περιοχής λόγω της ξηρασίας.
- Μείωση της ποσότητας των δέντρων και των θάμνων στην περιοχή.
- Αλλαγή του μεγέθους και της ποιότητας του βιότοπου των κουκουβαγιών.
- Μείωση του ποσοστού επιβίωσης των νεοσσών εξαιτίας του θερμοκρασιακού stress.

Οι παραπάνω παράμετροι μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την επιβίωση των μικρών κουκουβαγιών στην περιοχή και απαιτούν περαιτέρω έρευνα για την κατανόηση των ακριβών συνεπειών της κλιματικής αλλαγής στην περιοχή και τις επιπτώσεις της στα ενδημικά είδη όπως οι μικρές κουκουβάγιες.



Η μελέτη της περιοχής για τις μικρές κουκουβάγιες σε σχέση με την ξηρασία και την υπερθέρμανση του πλανήτη με τον EO Browser έγινε με τις παρακάτω μεθόδους ανάλυσης:

**Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης (NDVI)**  
**Κανονικοποιημένος Δείκτης Υγρασίας (NDMI)**  
**Κανονικοποιημένος Δείκτης Νερού (NDWI)**  
**Scene Classification Map - Ταξινόμηση Σκηνής**  
**Highlight Optimized Natural Color (HONC)**  
**Σύνθετο του μικροκυματικού υπέρυθρου (SWIR)**

Η χρήση αυτών των μεθόδων ανάλυσης επιτρέπει την αξιολόγηση των αλλαγών στην υγρασία του εδάφους και στην περιεκτικότητα του νερού στο έδαφος, καθώς και την ανίχνευση περιοχών με χαμηλή βλάστηση ή υποβάθμιση του οικοσυστήματος λόγω της ξηρασίας και της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Οι μετρήσεις με τους παραπάνω δείκτες έγιναν για τους μήνες Μάιο που είναι η περίοδος επώαση των αυγών και ανατροφής των νεοσσών. Ο Ιούλιος είναι κρίσιμος μήνας για την επιβίωση των νεαρών ατόμων, μιας και ανεξαρτητοποιούνται από τους γονείς τους. Η άφθονη τροφή εξασφαλίζει αυξημένα ποσοστά επιβίωσης.

	<b>NDVI</b> Με βάση το συνδυασμό καναλιών $(B8 - B4) / (B8 + B4)$
	<b>False color (urban)</b> Με βάση τα κανάλια 12,11,4
	<b>Moisture index</b> Με βάση το συνδυασμό καναλιών $(B8A - B11) / (B8A + B11)$
	<b>SWIR</b> Με βάση τα κανάλια 12,8A, 4
	<b>NDWI</b> Με βάση το συνδυασμό καναλιών $(B3 - B8) / (B3 + B8)$
	<b>NDSI</b> Με βάση το συνδυασμό καναλιών $(B3 - B11) / (B3 + B11)$
	<b>Scene classification map</b> Ταξινόμηση δεδομένων Sentinel 2 ως αποτέλεσμα του αλγορίθμου ταξινόμησης της ESA.

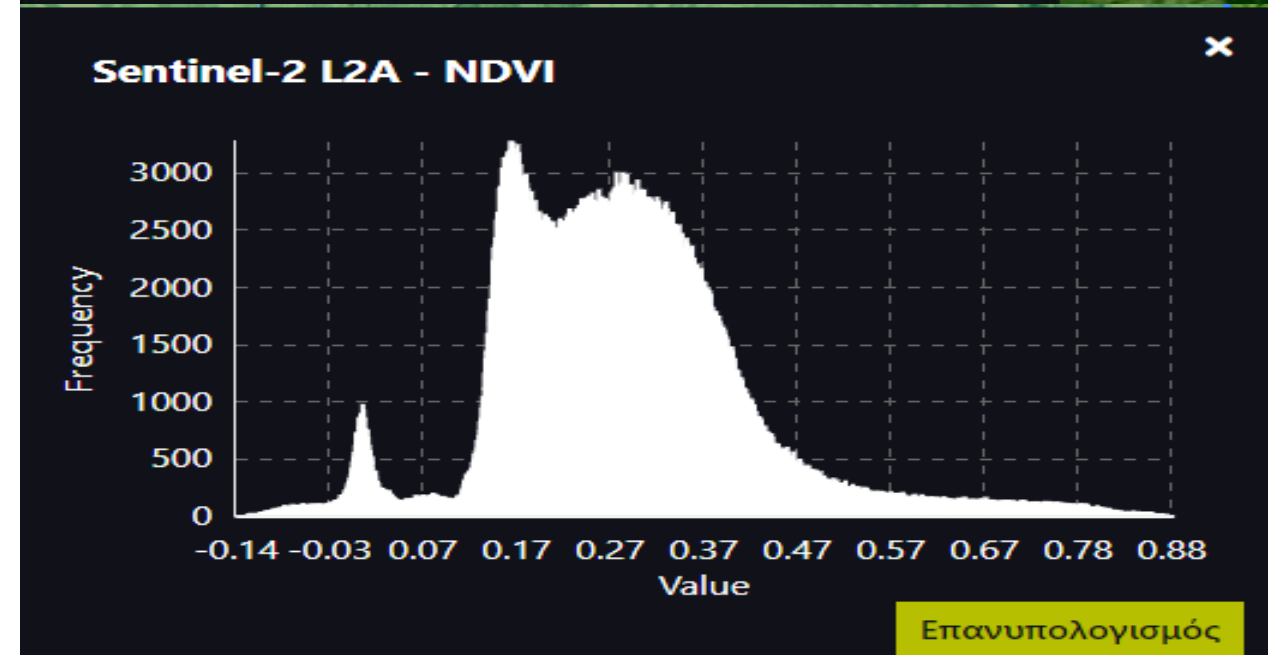
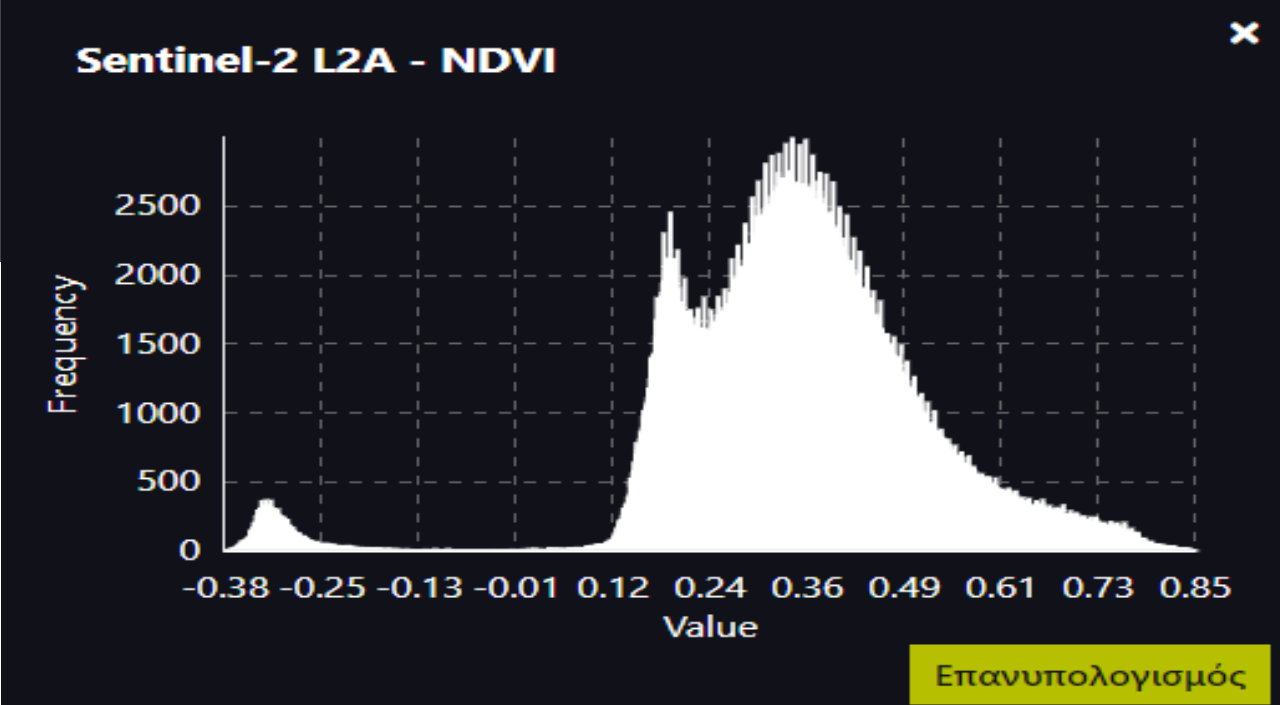
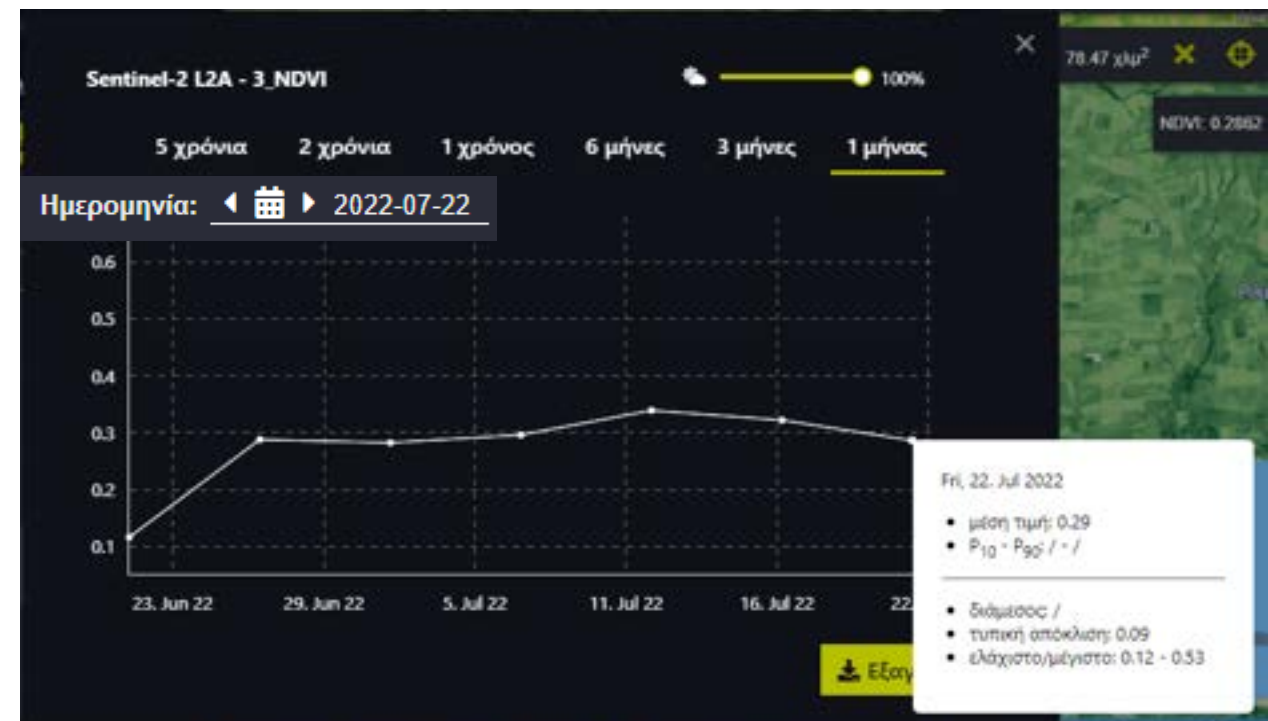
# Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης (NDVI).

Ο Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης (NDVI) είναι ένας δείκτης που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ποσότητας της πράσινης βλάστησης στο έδαφος. Στη μελέτη μας, χρησιμοποιήσουμε τον NDVI για να αξιολογήσουμε την κατάσταση της βλάστησης στην περιοχή των μικρών κουκουβαγιών και να παρακολουθήσουμε τις αλλαγές στην πυκνότητα της βλάστησης για τους μήνες Μάιο και Ιούλιο στα έτη 2017 και 2022. Ο δείκτης NDVI κυμαίνεται από -1 έως 1, όπου υψηλές τιμές υποδηλώνουν υψηλή πυκνότητα βλάστησης και μεγαλύτερη υγρασία.

Μερικά από τα σημαντικά στοιχεία που μπορούν να αναγνωριστούν στην εικόνα NDVI του ΕΟ Browser για τις μικρές κουκουβάγιες συμπεριλαμβάνουν:

- Εκτίμηση της παραγωγικότητας της βλάστησης: Μπορούμε να εκτιμήσουμε την παραγωγικότητα της βλάστησης. Η εύρωστη βλάστηση αντανακλά στο κοντινό υπέρυθρο, όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή τόσο πιο παραγωγική είναι η φυτοκοινωνία. Σε περιπτώσεις που επικρατούν ξηρασία και υψηλές θερμοκρασίες η τιμή του δείκτη είναι μειωμένη.
- Αλλαγές στη βλάστηση: Τα δύο είδη προτιμούν εύρωστες λιβαδικές εκτάσεις με χαμηλό ύψος βλάστησης που επιτρέπει την σύλληψη και εντοπισμό της λείας τους.
- Αναγνώριση υδρόβιων ενδείξεων: Μπορούμε να αναγνωρίσουμε υδατοσυλλογές κοντά στις οποίες η βλάστηση παραμένει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα παραγωγική ειδικά την θερινή περίοδο.
- Προσδιορισμό και χαρτογράφηση περιοχών όπου οι κουκουβάγιες θα μπορούσαν να βρίσκουν τροφή και νερό.

# Κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης (NDVI).





### Sentinel-2 L2A - 3\_NDVI

100%

5 χρόνια 2 χρόνια 1 χρόνος 6 μήνες 3 μήνες 1 μήνας

Ημερομηνία: 2017-05-19



Fri, 19 May 2017

- μέση τιμή: 0.39
- $P_{10} - P_{95}$ : / - /
- διάμεσος: /
- τυπική απόκλιση: 0.17
- ελάχιστο/μέγιστο: 0.08 - 0.76

### Sentinel-2 L2A - 3\_NDVI

100%

5 χρόνια 2 χρόνια 1 χρόνος 6 μήνες 3 μήνες 1 μήνας

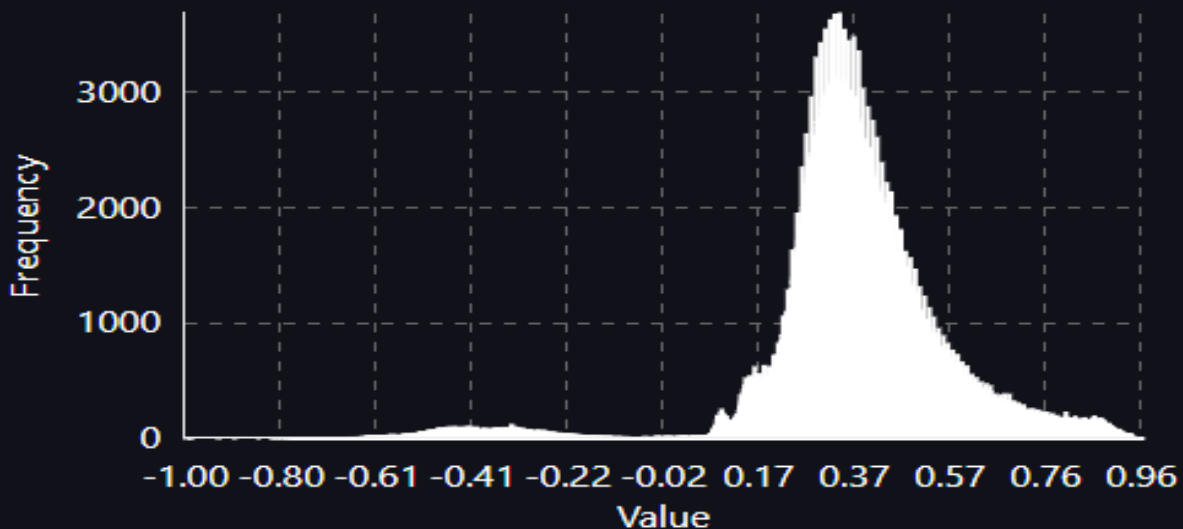
Ημερομηνία: 2022-05-13



Fri, 13 May 2022

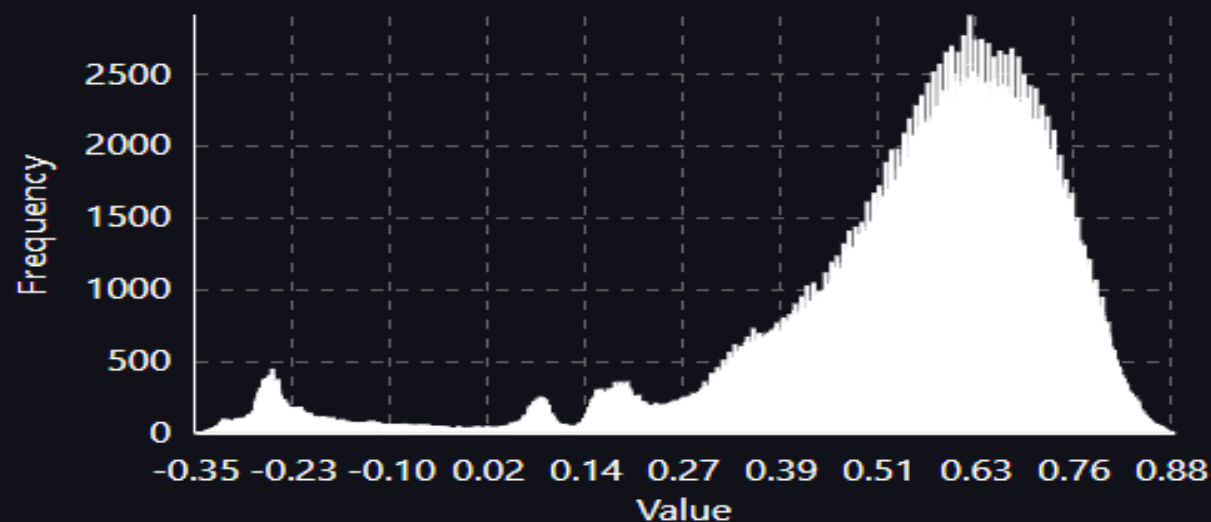
- μέση τιμή: 0.29
- $P_{10} - P_{95}$ : / - /
- διάμεσος: /
- τυπική απόκλιση: 0.10
- ελάχιστο/μέγιστο: 0.11 - 0.53

### Sentinel-2 L2A - NDVI



Επανυπολογισμός

### Sentinel-2 L2A - NDVI



Επανυπολογισμός



EO Browser

ΕΛΛΗΝΙΚΑ

Γειά, Stavros Katsaronas

Εξερευνήστε Οπτικοποιήστε Συγκρίνετε Πινέζες

Αφαίρεση όλων Προσθήκη όλων των πινέζων Διαμοιρασμός Διαχωρι...

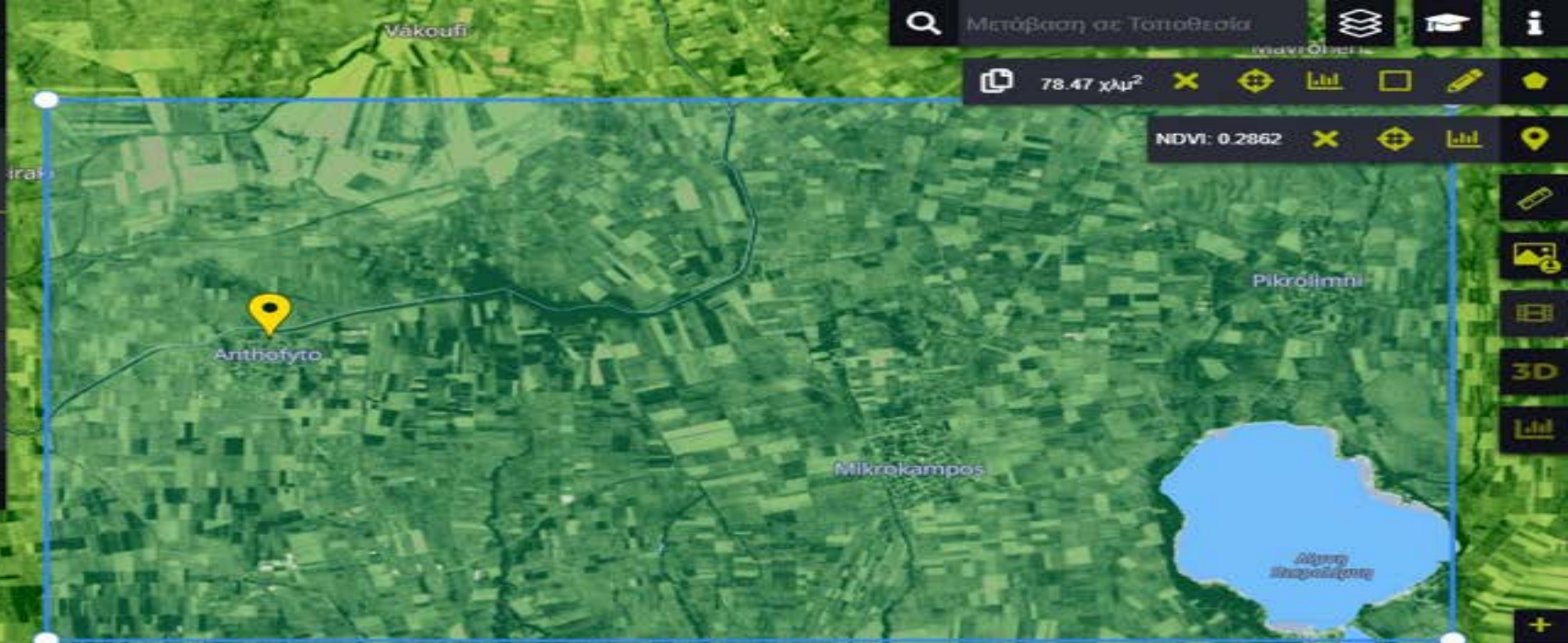
Sentinel-2 L2A: 3\_NDVI  
 Ημερομηνία: 2022-07-22  
 Πλάτος/Μήκος: 40.85, 22.72 | Εστίαση: 13

Θέση διαχωριστικού:

Sentinel-2 L2A: 3\_NDVI  
 Ημερομηνία: 2017-07-23  
 Πλάτος/Μήκος: 40.85, 22.72 | Εστίαση: 13

Θέση διαχωριστικού:

Δημιουργήθηκε από Sentinel Hub με τη συμβολή των ESA v3.39.0



EO Browser

ΕΛΛΗΝΙΚΑ

Γειά, Stavros Katsaronas

Εξερευνήστε Οπτικοποιήστε Συγκρίνετε Πινέζες

Αφαίρεση όλων Προσθήκη όλων των πινέζων Διαμοιρασμός Διαχωρι...

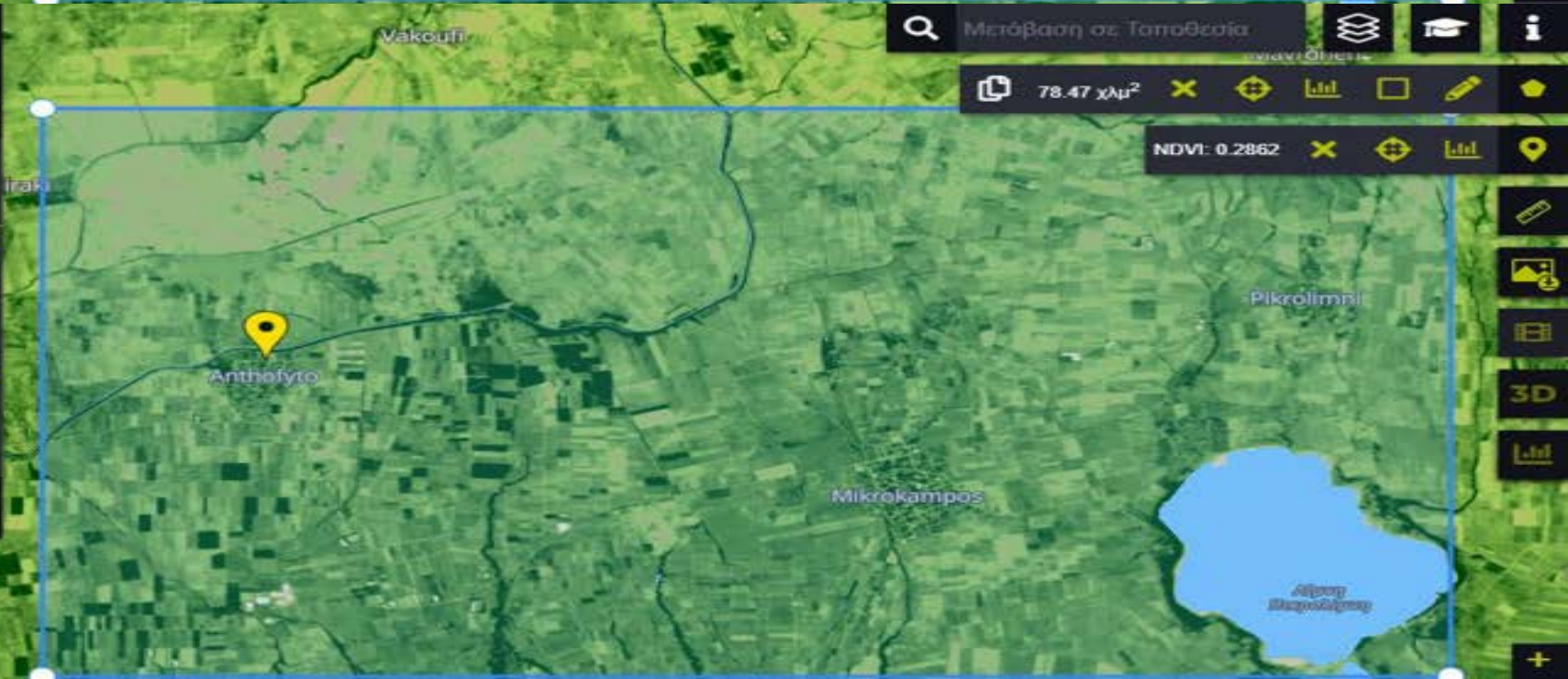
Sentinel-2 L2A: 3\_NDVI  
 Ημερομηνία: 2022-07-22  
 Πλάτος/Μήκος: 40.85, 22.72 | Εστίαση: 13

Θέση διαχωριστικού:

Sentinel-2 L2A: 3\_NDVI  
 Ημερομηνία: 2017-07-23  
 Πλάτος/Μήκος: 40.85, 22.72 | Εστίαση: 13

Θέση διαχωριστικού:

Δημιουργήθηκε από Sentinel Hub με τη συμβολή των ESA v3.39.0





1 km

2017-05-19

Τεχνική Timelapse

2017-05-19 έως 2022-10-30



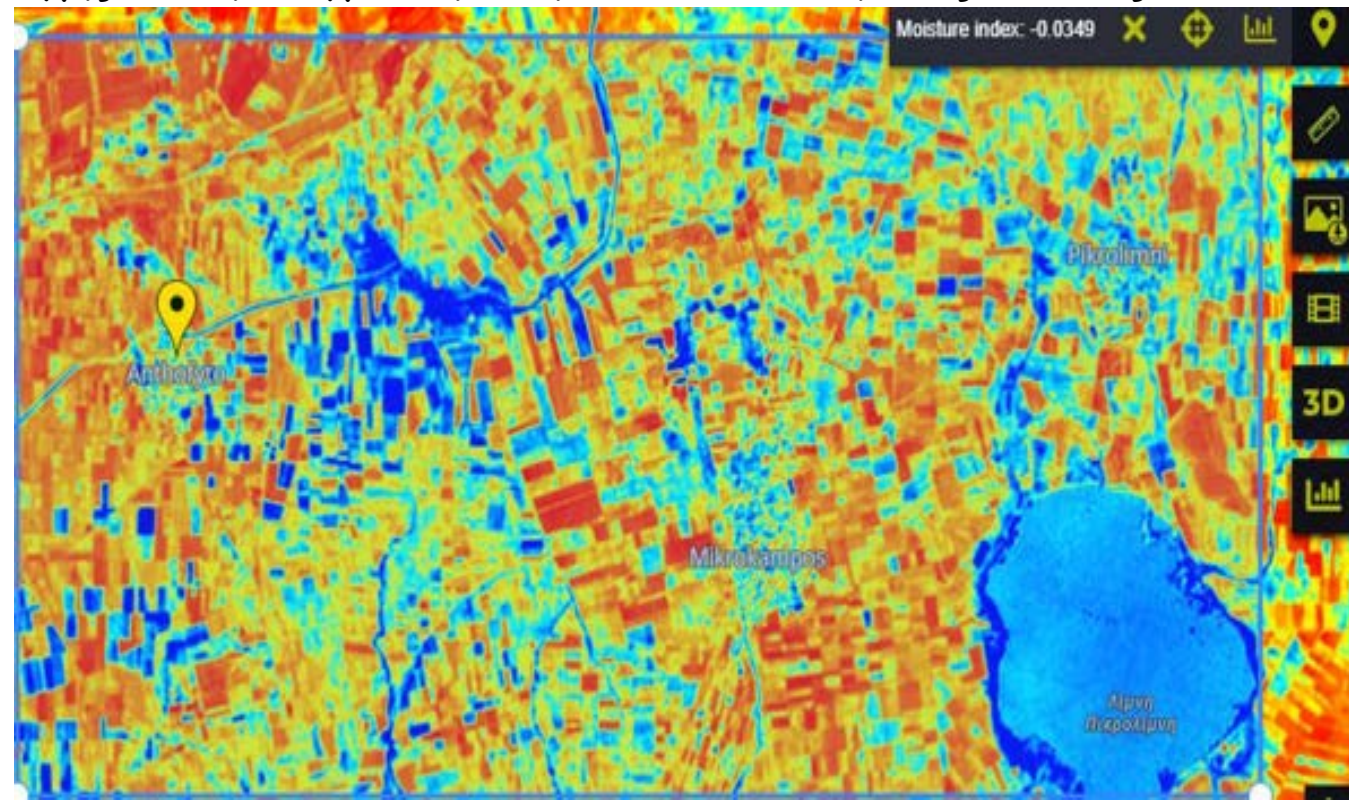
# Κανονικοποιημένος Δείκτης Υγρασίας (Normalized Difference Moisture Index - NDMI).

Ο Κανονικοποιημένος Δείκτης Υγρασίας (Normalized Difference Moisture Index - NDMI) χρησιμοποιείται για να μετρήσει την υγρασία στο έδαφος και τα φυτά. Το εύρος τιμών του NDMI είναι -1 έως 1. Οι αρνητικές τιμές του NDMI (τιμές που πλησιάζουν στο -1) αντιστοιχούν σε άγονο έδαφος. Οι τιμές γύρω στο μηδέν (-0,2 έως 0,4) αντιστοιχούν γενικά στην έλλειψη νερού. Υψηλές, θετικές τιμές αντιπροσωπεύουν υψηλή κομοστέγη με επάρκεια νερού (περίπου 0,4 έως 1).

Ο NDMI είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για την ανίχνευση περιοχών με υγρασία και πιθανή παρουσία υδατοκαλλιεργειών και άλλων υδρόβιων ζωνών.

Στην περίπτωση της ξηρασίας, ο NDMI μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό των περιοχών με λιγότερη υγρασία στο έδαφος και στα φυτά, και συνεπώς, με δυσμενείς συνθήκες για τις κουκουβάγιες. Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε τον NDMI για την παρακολούθηση των εποχιακών αλλαγών στην υγρασία της περιοχής και την ανίχνευση δυνητικών απειλών για τις αποικίες των κουκουβαγιών.

Μπορούμε να συνδυάσουμε τον NDMI με άλλους δείκτες για να παρακολουθήσουμε καλύτερα την υγρασία και την υπερθέρμανση στην περιοχή των μικρών κουκουβαγιών. Για παράδειγμα, ο συνδυασμός του NDMI με τον NDVI μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για την κατανομή της υγρασίας στο έδαφος και στα φυτά. Επιπλέον, μπορούμε να συνδυάσουμε τον NDMI με άλλους δείκτες όπως ο NDWI και ο LST για να παρακολουθήσουμε τις διαφορετικές πτυχές της υγρασίας και της θερμοκρασίας στην περιοχή. Οι συνδυασμοί δεικτών μπορούν να παρέχουν πιο ακριβείς και πλήρεις πληροφορίες για τις συνθήκες του περιβάλλοντος στην περιοχή των μικρών κουκουβαγιών.

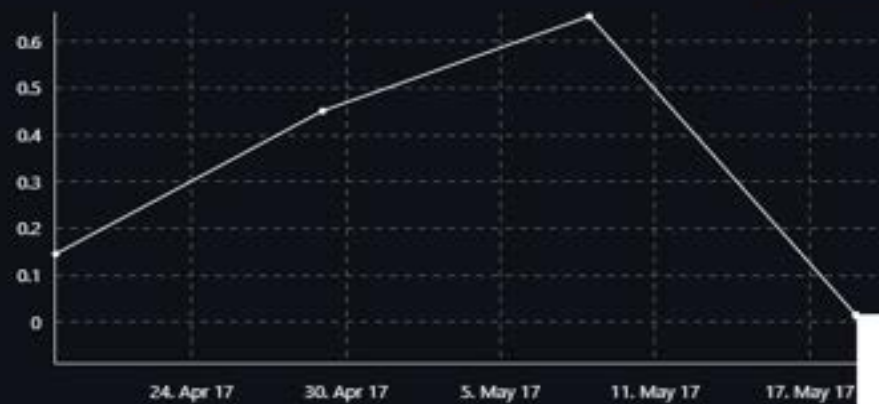


### Sentinel-2 L2A - 5-MOISTURE-INDEX1

100%

66.93 χιλμ<sup>2</sup>

5 χρόνια 2 χρόνια 1 χρόνος 6 μήνες 3 μήνες 1 μήνας



Fri, 19. May 2017

- μέση τιμή: 0.01
- $P_{10} - P_{90}$ : / /

---

- διάμεσος: /
- τυπική απόκλιση: 0.05

Εξαγωγή

### Sentinel-2 L2A - 5-MOISTURE-INDEX1

100%

177.02 χιλμ<sup>2</sup>

5 χρόνια 2 χρόνια 1 χρόνος 6 μήνες 3 μήνες 1 μήνας



Fri, 13. May 2022

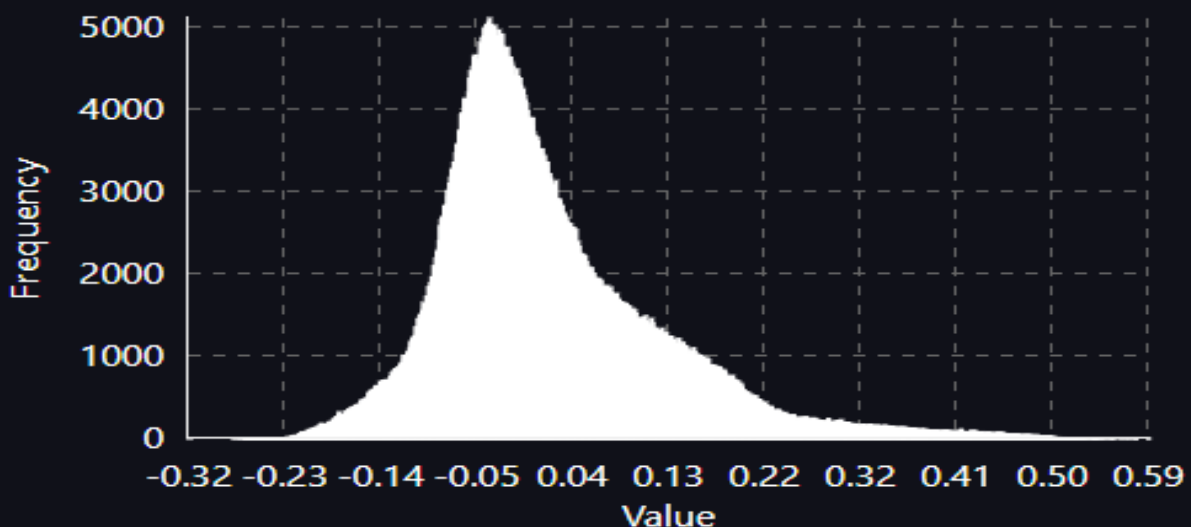
- μέση τιμή: 0.05
- $P_{10} - P_{90}$ : / /

---

- διάμεσος: /
- τυπική απόκλιση: 0.10
- ελάχιστο/μέγιστο: -0.12 - 0.27

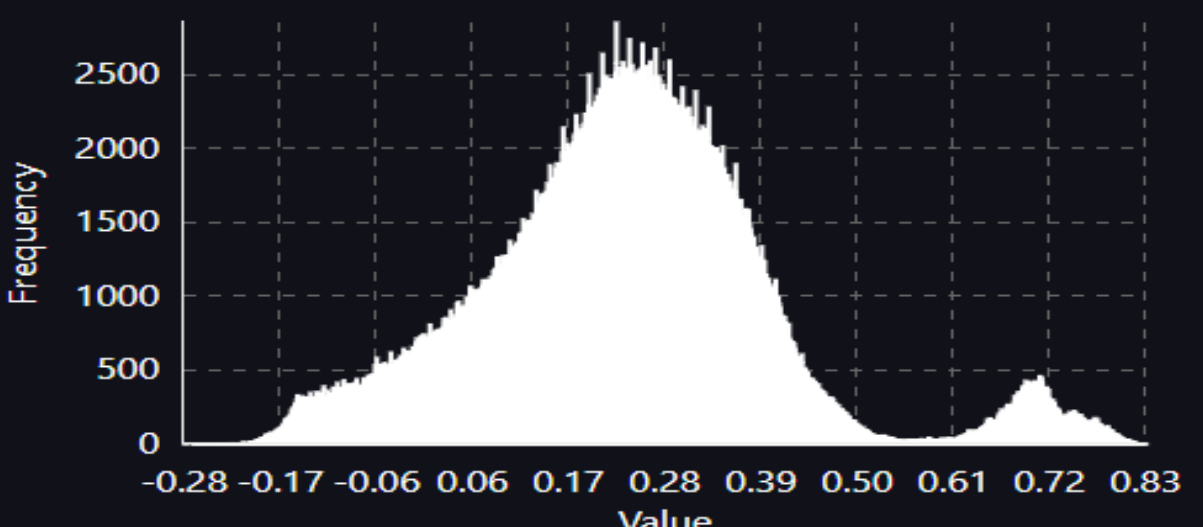
Εξαγωγή

### Sentinel-2 L2A - Moisture index



Επανυπολογισμός

### Sentinel-2 L2A - Moisture index



Επανυπολογισμός



### Sentinel-2 L2A - 5-MOISTURE-INDEX1

5 χρόνια 2 χρόνια 1 χρόνος 6 μήνες 3 μήνες 1 μήνας



Sun, 23 Jul 2017

- μέση τιμή: -0.00
- P<sub>10</sub> - P<sub>99</sub>: - / -

---

- διάμεσος: /
- τυπική απόκλιση: 0.05
- ελάχιστο/μέγιστο: -0.13 - 0.12

Εξαγωγή CSV

### Sentinel-2 L2A - 5-MOISTURE-INDEX1

5 χρόνια 2 χρόνια 1 χρόνος 6 μήνες 3 μήνες 1 μήνας



Fri, 22 Jul 2022

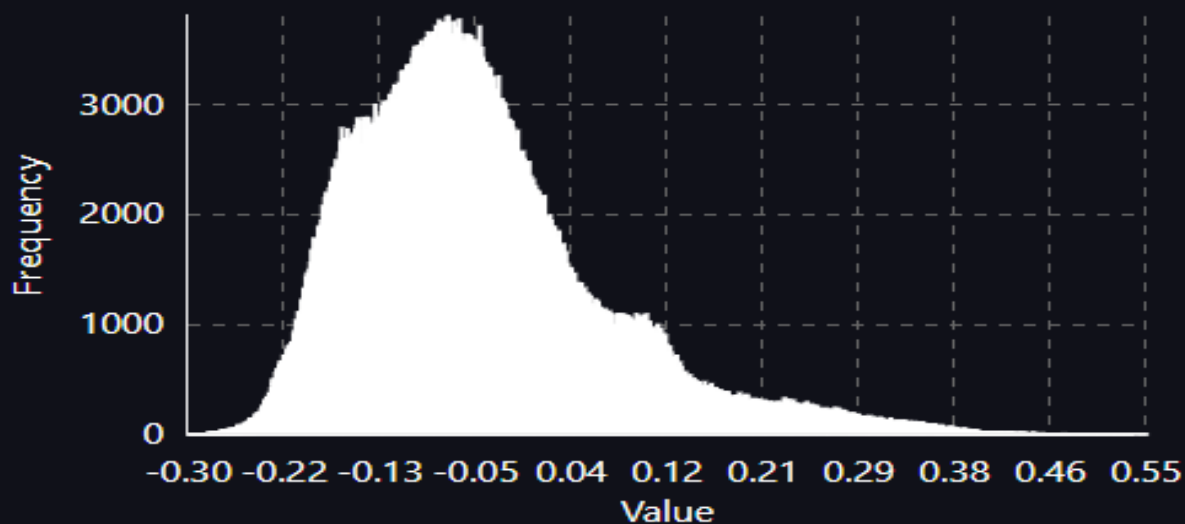
- μέση τιμή: -0.01
- P<sub>10</sub> - P<sub>99</sub>: - / -

---

- διάμεσος: /
- τυπική απόκλιση: 0.07
- ελάχιστο/μέγιστο: -0.14 - 0.15

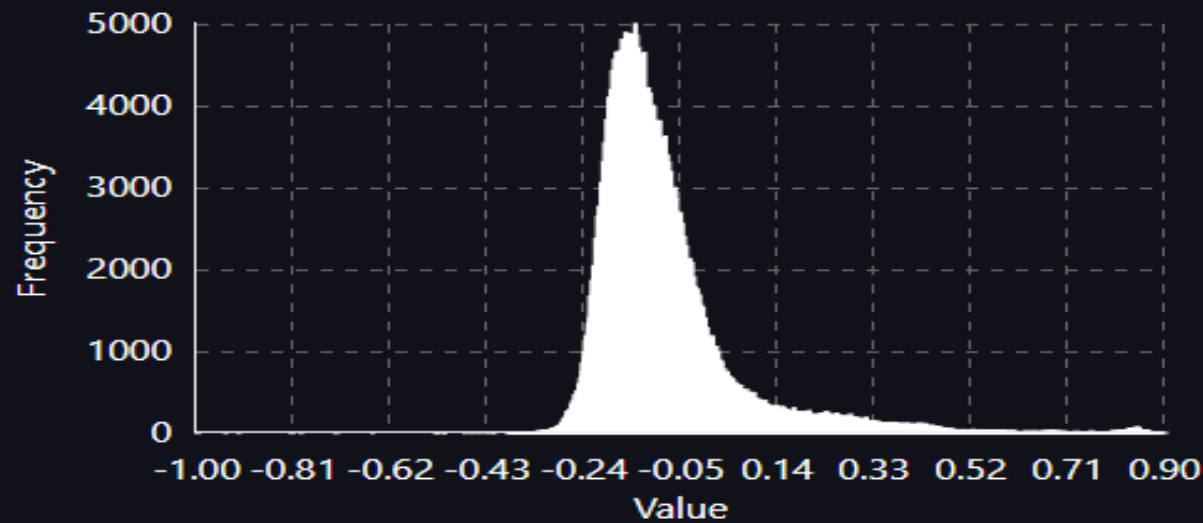
Εξαγωγή CSV

### Sentinel-2 L2A - Moisture index



Επανυπολογισμός

### Sentinel-2 L2A - Moisture index



Επανυπολογισμός



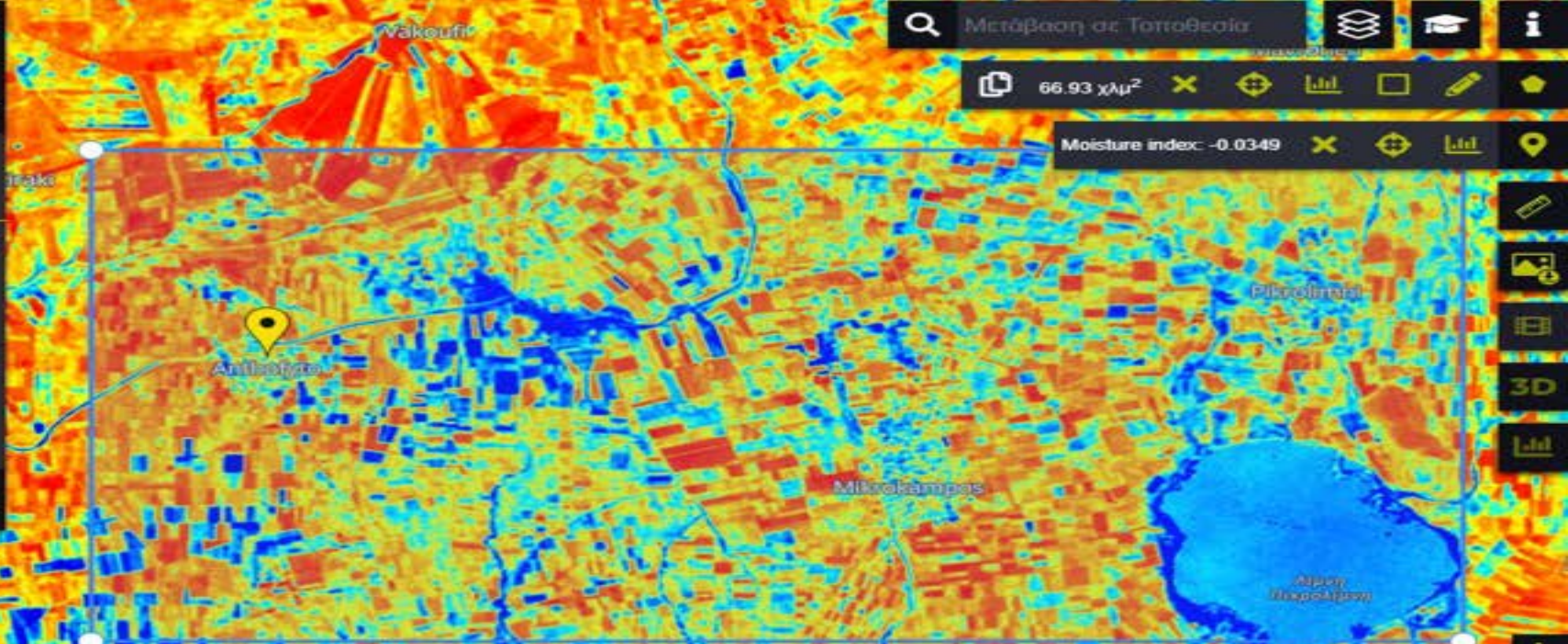
**EO Browser** ΕΛΛΗΝΙΚΑ Γεωδ. Stavros Katsaronas

Εξερευνήστε Οπτικοποιήστε Συγκρίνετε Πινέζες

Αφαίρεση όλων Προσθήκη όλων των πινέζων Διαμοιρασμός Διαχωρι...

- Sentinel-2 L2A: 5-MOISTURE-INDEX1  
 Ημερομηνία: 2017-07-23  
 Πλάτος/Μήκος: 40.85, 22.72 | Εστίαση: 13  
 Θέση διαχωριστικού: [Slider]
- Sentinel-2 L2A: 5-MOISTURE-INDEX1  
 Ημερομηνία: 2022-07-22  
 Πλάτος/Μήκος: 40.85, 22.72 | Εστίαση: 13  
 Θέση διαχωριστικού: [Slider]

Δημιουργήθηκε από Sentinel Hub με τη συμβολή των ESA v3.39.0



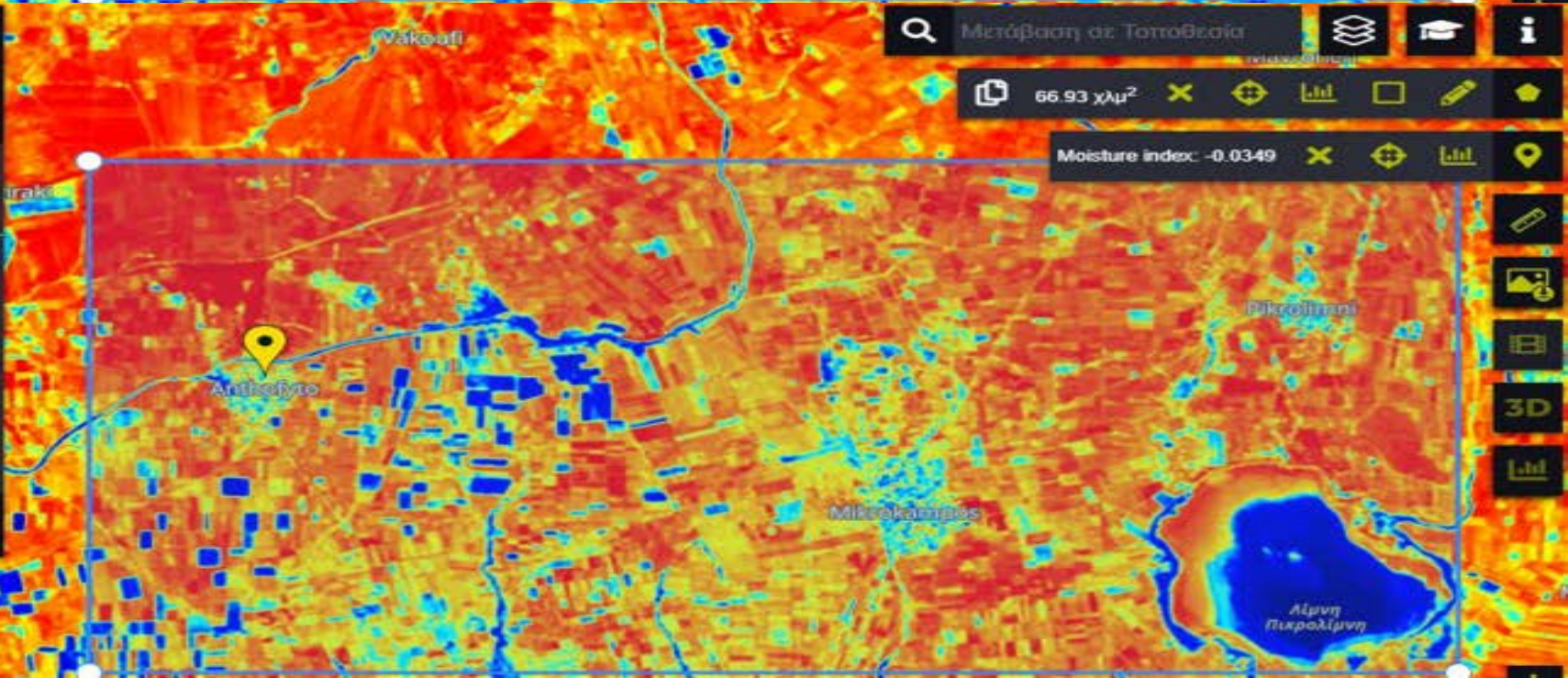
**EO Browser** ΕΛΛΗΝΙΚΑ Γεωδ. Stavros Katsaronas

Εξερευνήστε Οπτικοποιήστε Συγκρίνετε Πινέζες

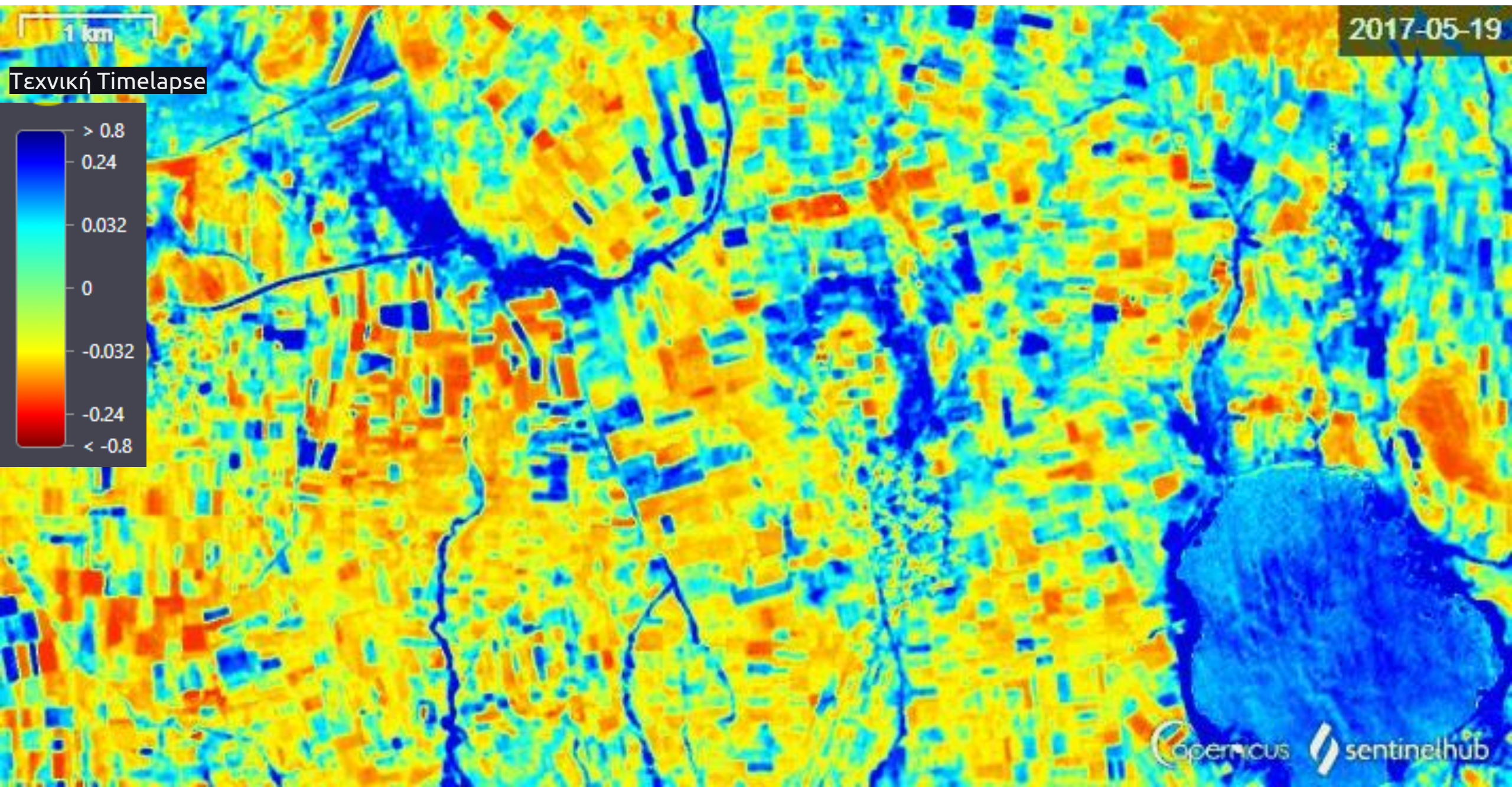
Αφαίρεση όλων Προσθήκη όλων των πινέζων Διαμοιρασμός Διαχωρι...

- Sentinel-2 L2A: 5-MOISTURE-INDEX1  
 Ημερομηνία: 2017-07-23  
 Πλάτος/Μήκος: 40.85, 22.72 | Εστίαση: 13  
 Θέση διαχωριστικού: [Slider]
- Sentinel-2 L2A: 5-MOISTURE-INDEX1  
 Ημερομηνία: 2022-07-22  
 Πλάτος/Μήκος: 40.85, 22.72 | Εστίαση: 13  
 Θέση διαχωριστικού: [Slider]

Δημιουργήθηκε από Sentinel Hub με τη συμβολή των ESA v3.39.0









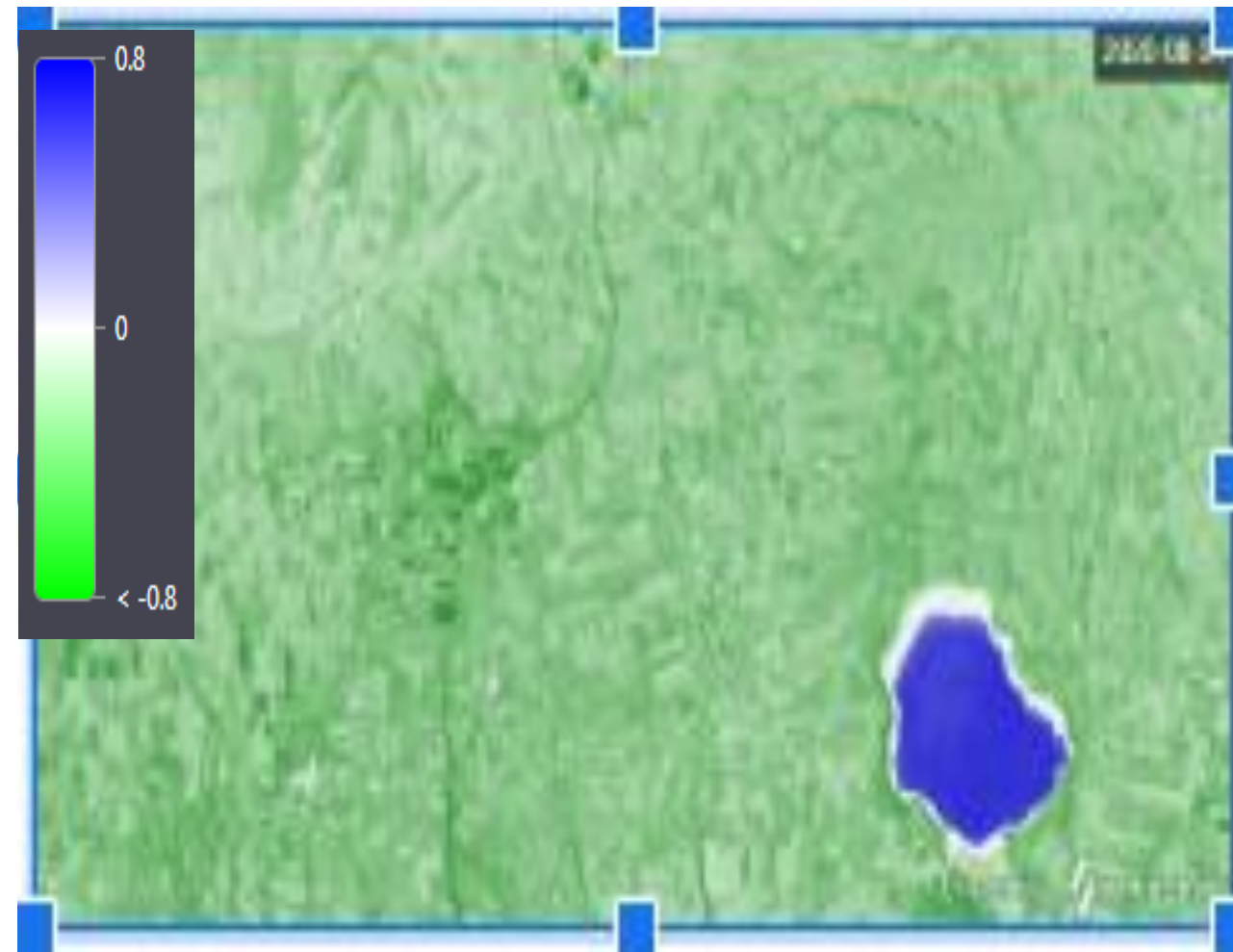
# Κανονικοποιημένος δείκτης νερού (NDWI).

Ο κανονικοποιημένος δείκτης νερού είναι ο πλέον κατάλληλος για τη χαρτογράφηση υδάτινων σωμάτων. Οι τιμές των υδάτινων σωμάτων είναι μεγαλύτερες από 0,5, η βλάστηση έχει μικρότερες τιμές και ο αστικός ιστός έχει θετικές τιμές μεταξύ μηδέν και 0,2.

Η ανάλυση του NDWI μπορεί να μας βοηθήσει να κατανοήσουμε καλύτερα το πώς η ξηρασία και η υπερθέρμανση του πλανήτη επηρεάζουν την υγρασία και τη διαθεσιμότητα του νερού σε μια περιοχή και, συνεπώς, τη ζωή των κουκουβαγιών και άλλων ειδών.

Ο NDWI μπορεί να μας βοηθήσει να αναγνωρίσουμε υδρολογικά στοιχεία και ενδείξεις υγρασίας στην περιοχή, όπως:

- Περιοχές με συσσωμάτωση υγρασίας, όπως ποτάμια, λίμνες και υγροτόπους, οι οποίες εμφανίζουν υψηλές τιμές NDWI.
- Περιοχές που έχουν υγρασία στο έδαφος ή υπόγεια υδροφόρα στρώματα, οι οποίες επίσης εμφανίζουν υψηλές τιμές NDWI.
- Στεγνές περιοχές, όπου η έλλειψη υγρασίας θα εμφανιστεί σαν χαμηλές τιμές του δείκτη NDWI.





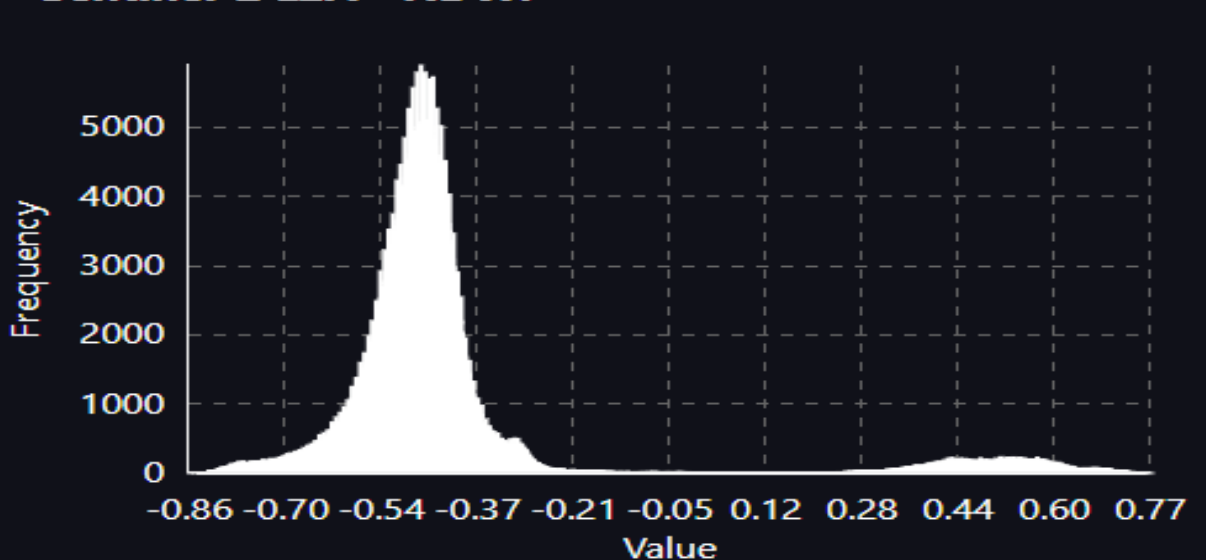
### Sentinel-2 L2A - 7-NDWI



### Sentinel-2 L2A - 7-NDWI

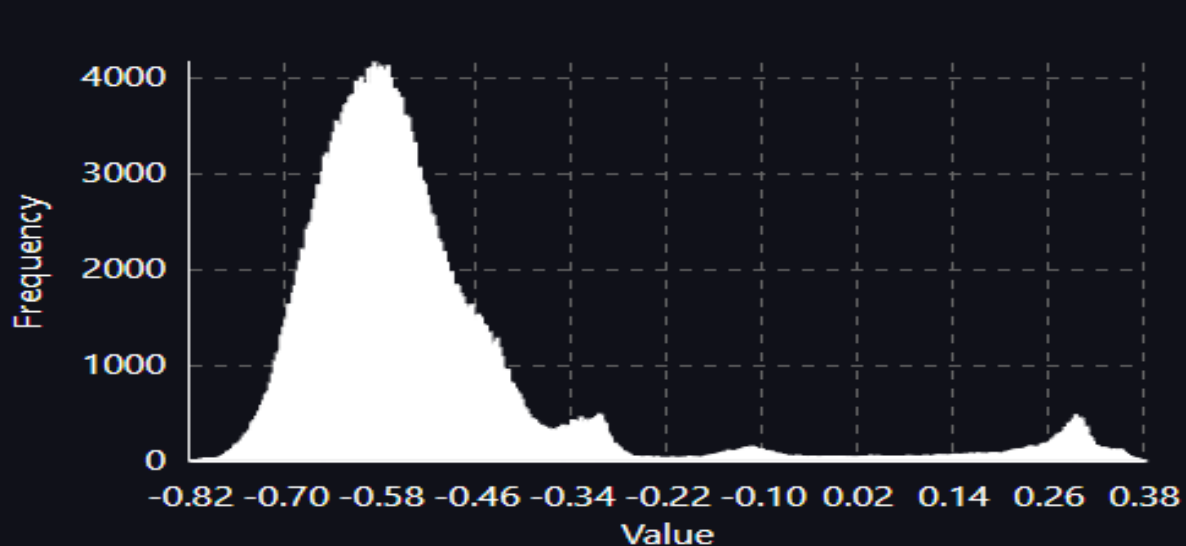


### Sentinel-2 L2A - NDWI



Επανυπολογισμός

### Sentinel-2 L2A - NDWI



Επανυπολογισμός

### Sentinel-2 L2A - 7-NDWI

5 χρόνια 2 χρόνια 1 χρόνος 6 μήνες 3 μήνες 1 μήνας



Εξαγωγή CSV

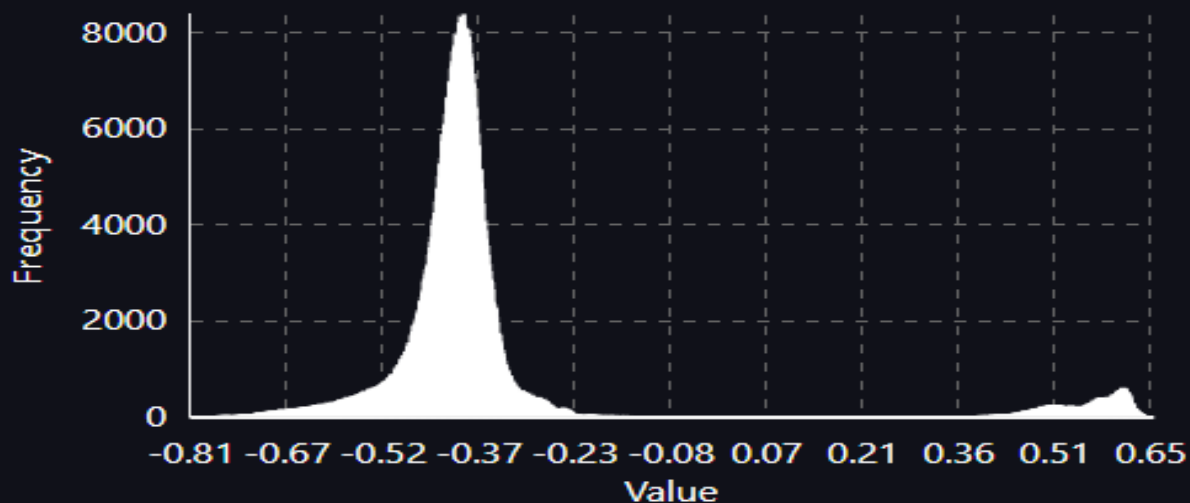
### Sentinel-2 L2A - 7-NDWI

5 χρόνια 2 χρόνια 1 χρόνος 6 μήνες 3 μήνες 1 μήνας



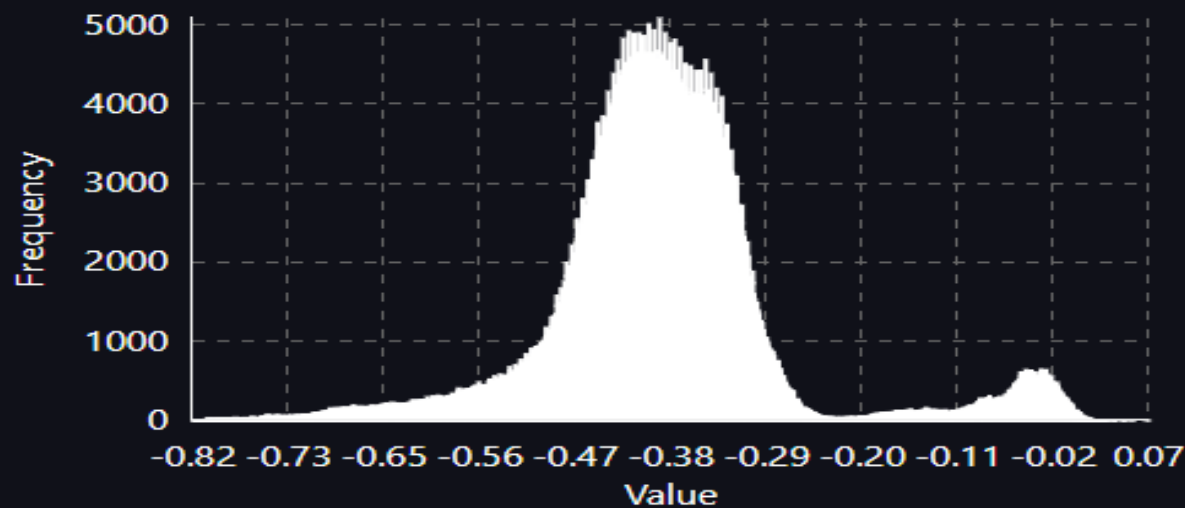
Εξαγωγή CSV

### Sentinel-2 L2A - NDWI



Επανυπολογισμός

### Sentinel-2 L2A - NDWI



Επανυπολογισμός



EO Browser

ΕΛΛΗΝΙΚΑ

Γειά, Stavros Katsaronas

Εξερευνήστε Οπτικοποιήστε Συγκρίνετε Πινέζες

Αφαίρεση όλων Προσθήκη όλων των πινέζων Διαμοιρασμός Διαχωρι...

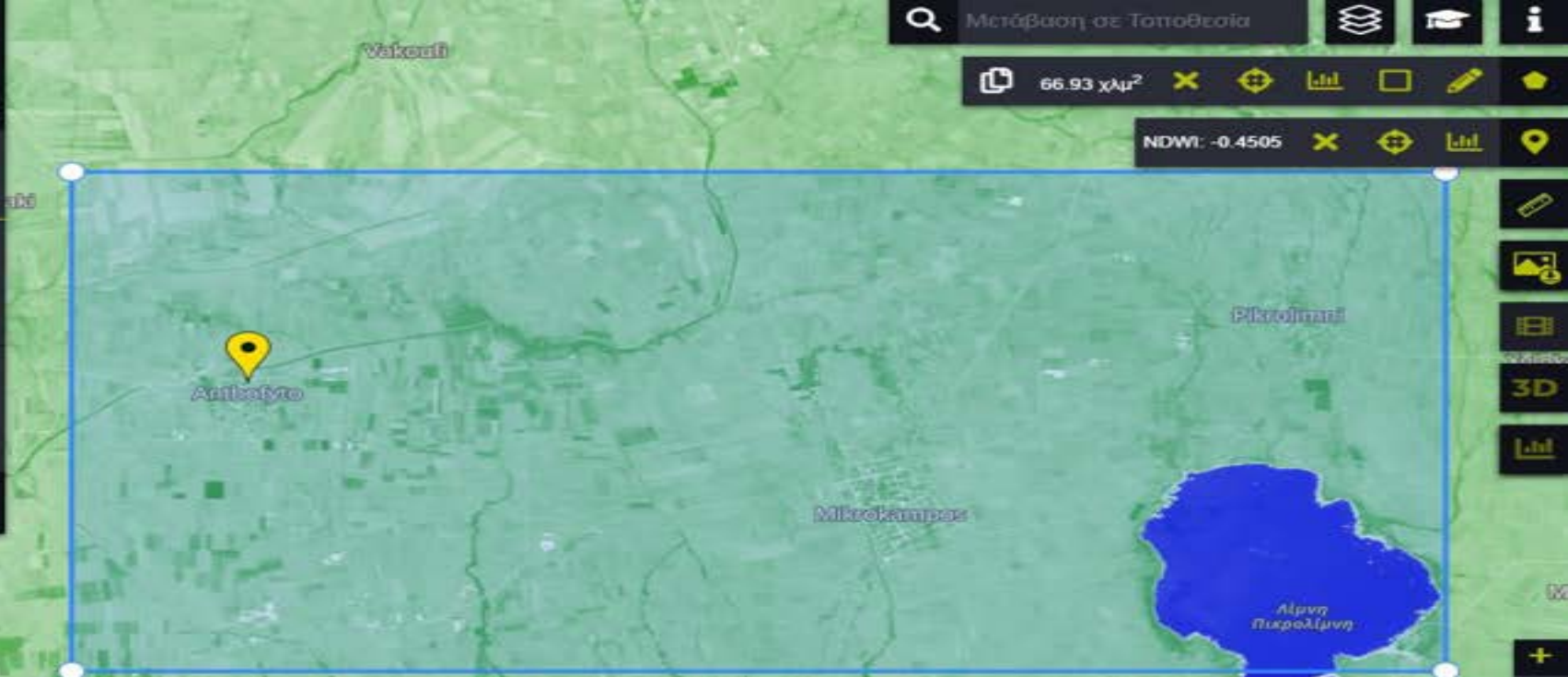
Sentinel-2 L2A: 7-NDWI  
 Ημερομηνία: 2017-07-13  
 Πλάτος/Μήκος: 40.86, 22.72 | Εστίαση: 13

Θέση διαχωριστικού:

Sentinel-2 L2A: 7-NDWI  
 Ημερομηνία: 2022-07-22  
 Πλάτος/Μήκος: 40.86, 22.72 | Εστίαση: 13

Θέση διαχωριστικού:

Δημιουργήθηκε από Sentinel Hub με τη συμβολή των ESA v3.39.0



EO Browser

ΕΛΛΗΝΙΚΑ

Γειά, Stavros Katsaronas

Εξερευνήστε Οπτικοποιήστε Συγκρίνετε Πινέζες

Αφαίρεση όλων Προσθήκη όλων των πινέζων Διαμοιρασμός Διαχωρι...

Sentinel-2 L2A: 7-NDWI  
 Ημερομηνία: 2017-07-13  
 Πλάτος/Μήκος: 40.86, 22.72 | Εστίαση: 13

Θέση διαχωριστικού:

Sentinel-2 L2A: 7-NDWI  
 Ημερομηνία: 2022-07-22  
 Πλάτος/Μήκος: 40.86, 22.72 | Εστίαση: 13

Θέση διαχωριστικού:

Δημιουργήθηκε από Sentinel Hub με τη συμβολή των ESA v3.39.0





2017-05-19

1 km

2017-05-19 έως 2022-08-01



Τεχνική Timelapse

open-cus sentinelhub

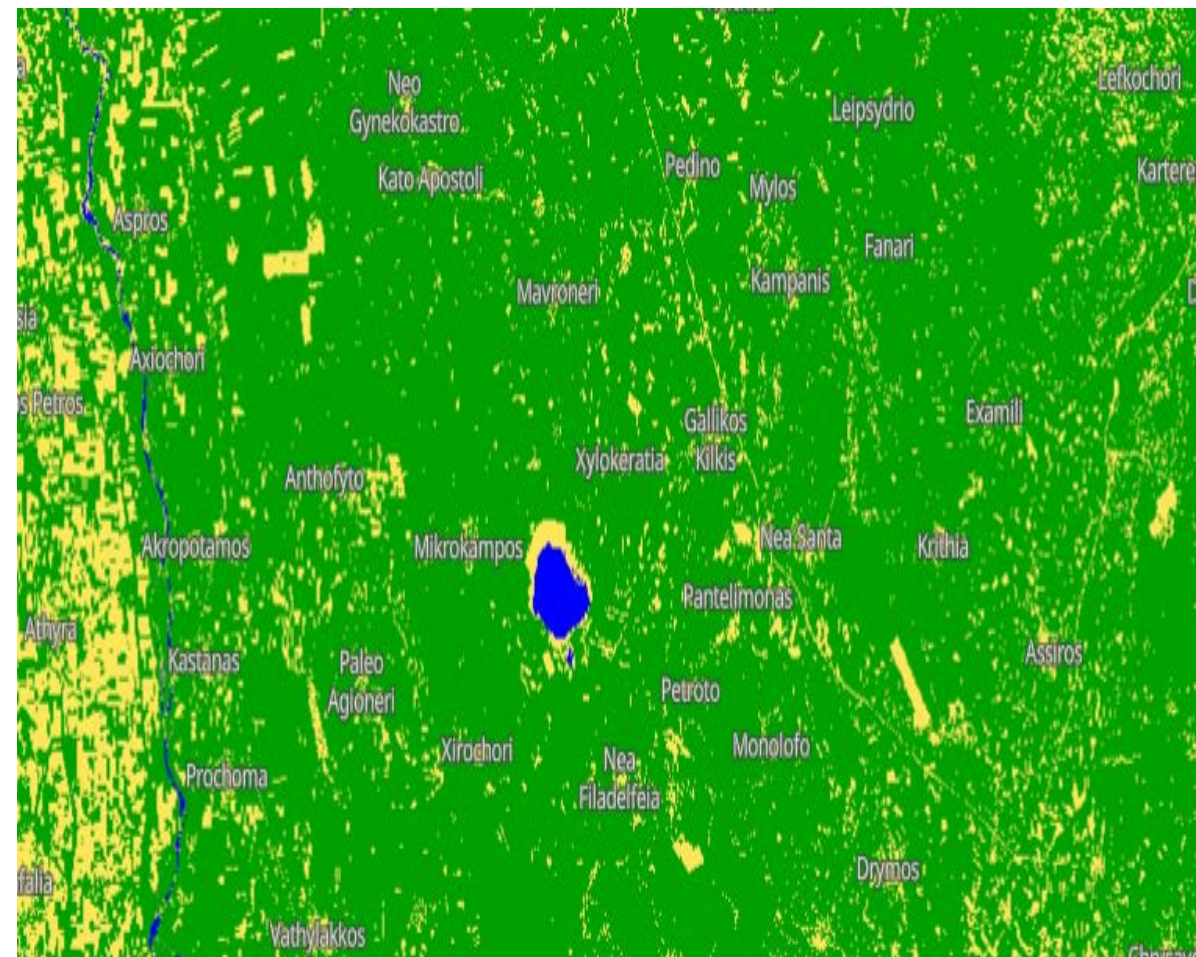


# Scene classification map Ταξινόμηση σκηνής.

Με τη χρήση του εργαλείου Scene classification map στον ΕΟ Browser, μπορούμε να εξετάσουμε ποιες περιοχές της εικόνας ανήκουν σε διαφορετικές κατηγορίες κάλυψης γης, όπως δάση, γρασίδια, εναλλασσόμενες επιφάνειες και άλλες.

Με τη σύγκριση των διαφορετικών εικόνων της περιοχής για διαφορετικές ημερομηνίες, μπορούμε να δούμε πώς οι κατηγορίες της κάλυψης της γης έχουν αλλάξει στην περιοχή των μικρών κουκουβαγιών στο πέρασμα του χρόνου. Μπορούμε επίσης να εξετάσουμε τον αντίκτυπο της ξηρασίας και της υπερθέρμανσης στην κάλυψη της γης και αν αυτό απειλεί την ύπαρξη των μικρών κουκουβαγιών στην περιοχή.

- Η εφαρμογή του Scene classification map μας επιτρέπει να κατανοήσουμε καλύτερα τα διαφορετικά στοιχεία της επιφάνειας της γης στην περιοχή μελέτης μας.
- Μπορούμε να αναγνωρίσουμε τις διάφορες καλλιέργειες και τις θάλασσες, τις περιοχές με άμμο ή βράχους, και τις περιοχές με υγρασία ή αλλαγές στη βλάστηση.
- Μπορούμε επίσης να παρακολουθήσουμε την αλλαγή των στοιχείων αυτών στον χρόνο, παρατηρώντας τις διαφορές στα Scene classification maps σε διαφορετικές ημερομηνίες.
- Τέλος, μπορούμε να εξετάσουμε τη συσχέτιση της κάλυψης της επιφάνειας της γης με την ξηρασία και την υπερθέρμανση του πλανήτη, παρατηρώντας την επίδραση των κλιματικών μεταβολών στην επιφάνεια της γης.





Ειδικότερα, η χρήση του εργαλείου Scene classification map μας επιτρέπει να αναγνωρίζουμε περιοχές που έχουν υποστεί από ξηρασία, αποψιλώσεις ή άλλες αλλαγές στην κάλυψη της γης που μπορεί να επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα τροφής για τις μικρές κουκουβάγιες.

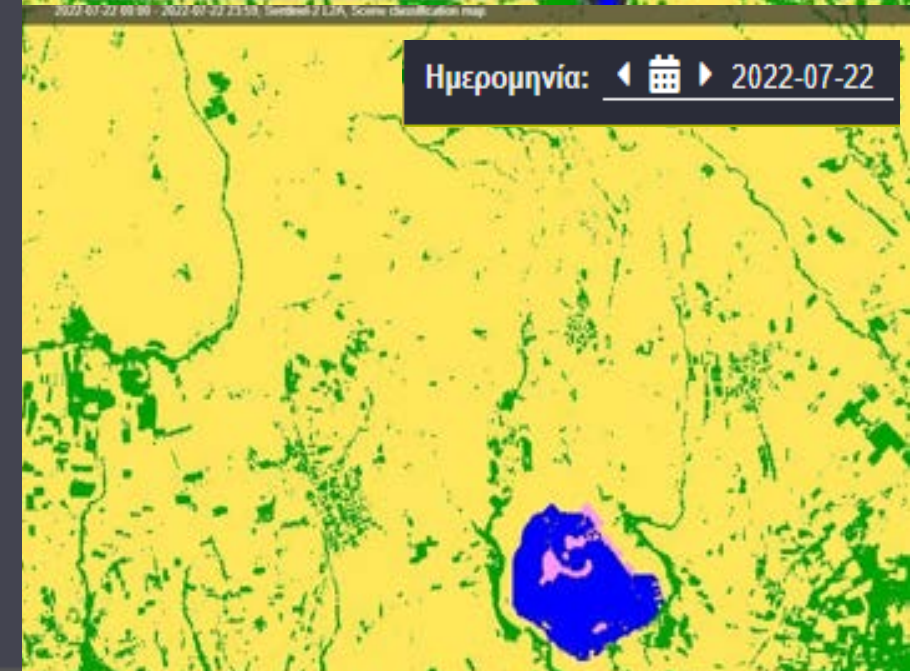
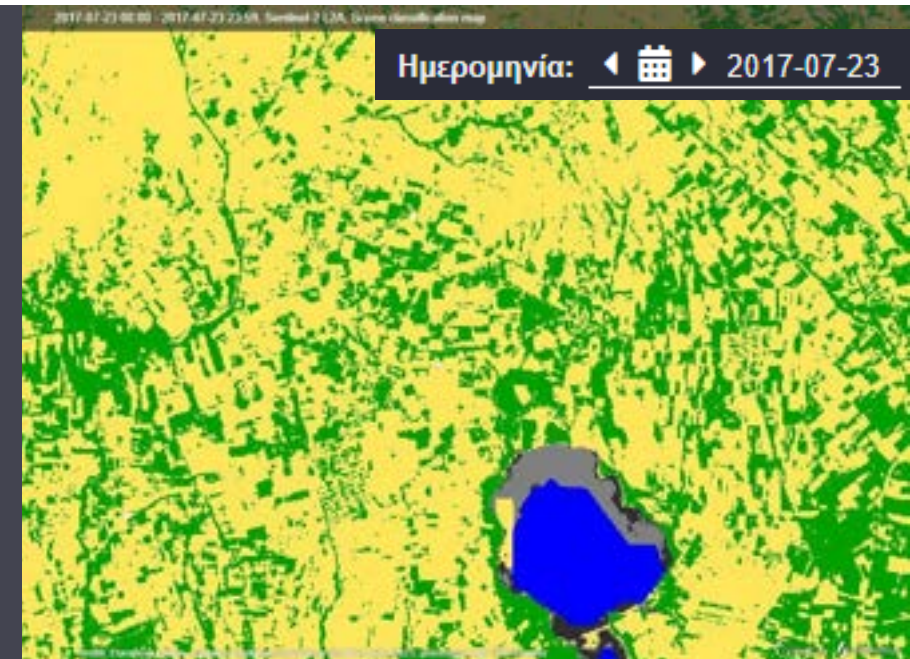
Αυτό μας βοηθά να κατανοήσουμε καλύτερα τη σχέση μεταξύ της κάλυψης της γης, των κλιματικών συνθηκών και των αλλαγών στο φυσικό περιβάλλον και στον βιολογικό κόσμο.

Με τη χρήση του Scene Classification Map, μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τη σχέση μεταξύ των μικρών κουκουβαγιών, της ξηρασίας και της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Οι κίτρινες περιοχές στον χάρτη σημαίνουν ότι η περιοχή είναι χωρίς βλάστηση και εκτεθειμένη σε υπερθέρμανση, ενώ οι περιοχές με τα πράσινα χρώματα σημαίνουν ότι υπάρχει υγιής βλάστηση και υγρασία στο έδαφος.

Αυτή η πληροφορία μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος στο περιβάλλον και τα οικοσυστήματα.

- No Data (Missing data)
- Saturated or defective pixel
- Dark features / Shadows
- Cloud shadows
- Vegetation
- Not-vegetated
- Water
- Unclassified
- Cloud medium probability
- Cloud high probability
- Thin cirrus
- Snow or ice





EO Browser

ΕΛΛΗΝΙΚΑ

Γεωδ. Stavros Katsaronas

Εξερευνήστε Οπτικοποιήστε Συγκρίνετε Πινέζες

Αφαίρεση όλων Προσθήκη όλων των πινέζων Διαμοιρασμός Διαχωρι...

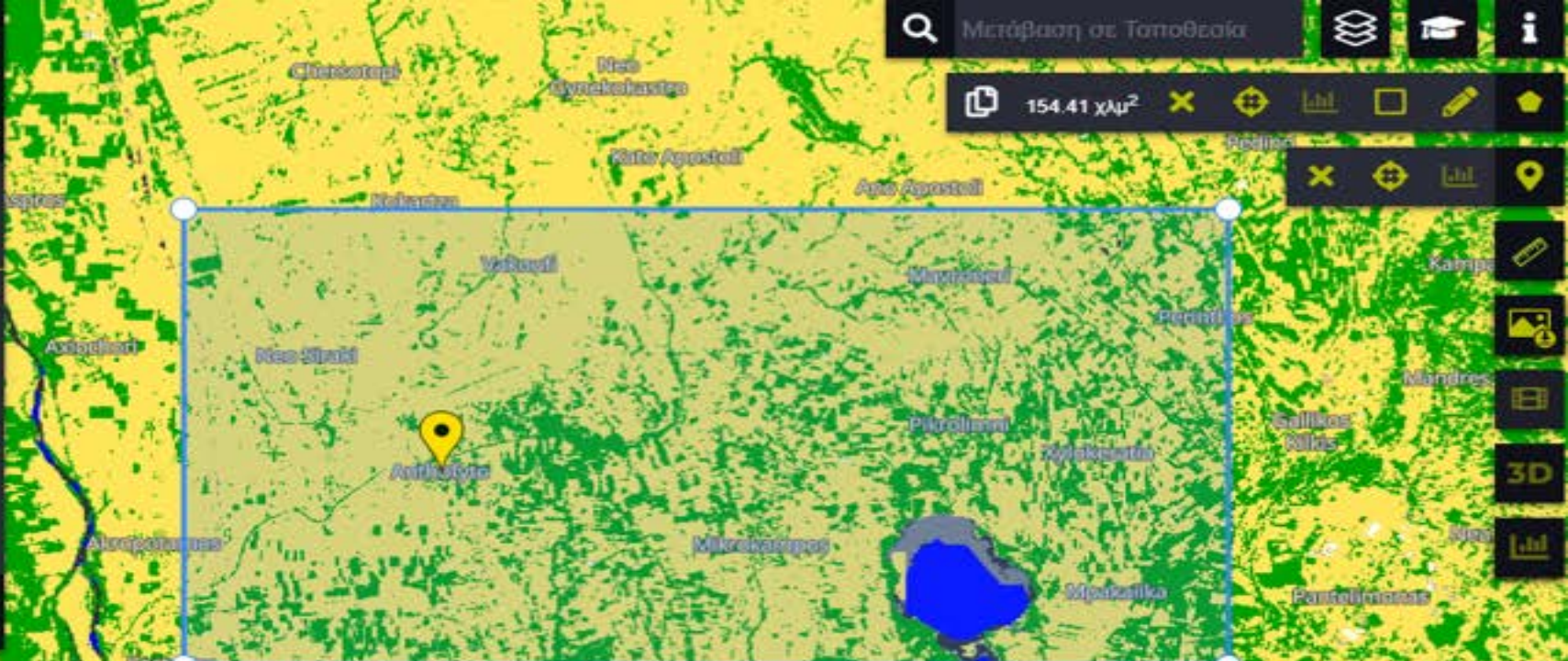
Sentinel-2 L2A: SCENE-CLASSIFICATION  
 Ημερομηνία: 2017-07-23  
 Πλάτος/Μήκος: 40.85, 22.61 | Εστίαση: 10

Θέση διαχωριστικού:

Sentinel-2 L2A: SCENE-CLASSIFICATION  
 Ημερομηνία: 2022-07-22  
 Πλάτος/Μήκος: 40.85, 22.61 | Εστίαση: 10

Θέση διαχωριστικού:

Δημιουργήθηκε από Sentinel Hub με τη συμβολή των ESA v3.39.0



EO Browser

ΕΛΛΗΝΙΚΑ

Γεωδ. Stavros Katsaronas

Εξερευνήστε Οπτικοποιήστε Συγκρίνετε Πινέζες

Αφαίρεση όλων Προσθήκη όλων των πινέζων Διαμοιρασμός Διαχωρι...

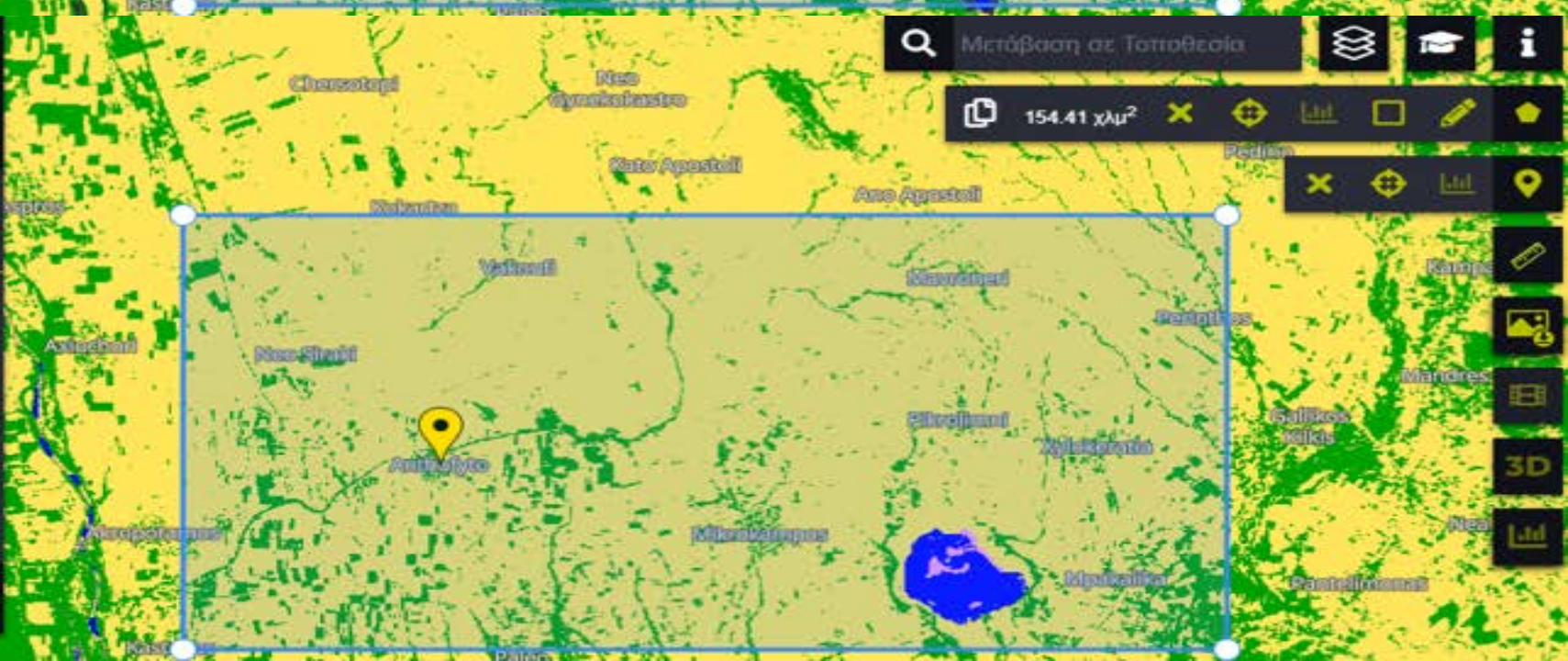
Sentinel-2 L2A: SCENE-CLASSIFICATION  
 Ημερομηνία: 2017-07-23  
 Πλάτος/Μήκος: 40.85, 22.61 | Εστίαση: 10

Θέση διαχωριστικού:

Sentinel-2 L2A: SCENE-CLASSIFICATION  
 Ημερομηνία: 2022-07-22  
 Πλάτος/Μήκος: 40.85, 22.61 | Εστίαση: 10

Θέση διαχωριστικού:

Δημιουργήθηκε από Sentinel Hub με τη συμβολή των ESA v3.39.0





# Highlight Optimized Natural Color (HONC).

Η χρήση του HONC μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε μια εικόνα με βασικά χρώματα (κόκκινο, πράσινο και μπλε) που ενισχύουν την αντίθεση και την ορατότητα της εικόνας.

Μερικά από τα σημαντικότερα στοιχεία που μπορούμε να αναγνωρίσουμε στην περιοχή των μικρών κουκουβαγιών με τη χρήση του EO Browser και της τεχνικής Highlight Optimized Natural Color (HONC) είναι τα εξής:

Μπορούμε να παρατηρήσουμε την κάλυψη της γης στην περιοχή των μικρών κουκουβαγιών με τη χρήση της Scene Classification Map.

- Μπορούμε να συγκρίνουμε τις εικόνες NDVI για διαφορετικές ημερομηνίες και να αξιολογήσουμε τις αλλαγές στην περιοχή των μικρών κουκουβαγιών σε σχέση με την ξηρασία και την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.
- Μπορούμε επίσης να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα του NDVI με άλλους δείκτες, όπως ο κανονικοποιημένος δείκτης υγρασίας (NDMI) και ο κανονικοποιημένος δείκτης επιφάνειας (NDSI).

Η ανάλυση της εικόνας HONC μας βοηθά να αναγνωρίσουμε καλύτερα τα διαφορετικά στοιχεία της περιοχής μας, όπως οι περιοχές με υψηλότερη και χαμηλότερη κάλυψη βλάστησης, οι περιοχές με διαφορετικά εδάφη, και οι περιοχές με διαφορετικά επίπεδα υγρασίας. Με τη χρήση του HONC, μπορούμε επίσης να ενισχύσουμε την αντίθεση και την ορατότητα της εικόνας, καθιστώντας τα στοιχεία που μας ενδιαφέρουν πιο ευδιάκριτα.





# Highlight Optimized Natural Color Ενισχυμένη απεικόνιση φυσικού χρώματος.

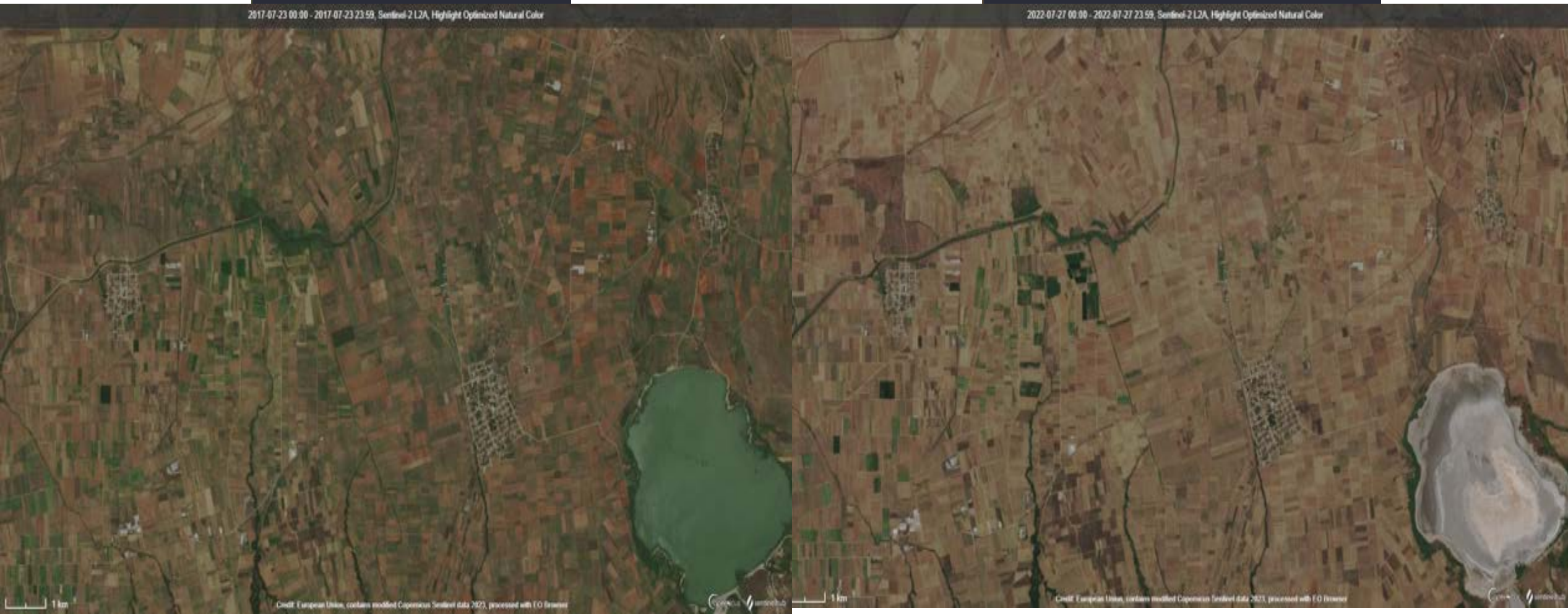
Στη συγκεκριμένη μελέτη των μικρών κουκουβαγιών σε σχέση με την ξηρασία και την υπερθέρμανση του πλανήτη, η ανάλυση της εικόνας HONC μπορεί να μας δώσει μια καλύτερη εικόνα των ενδιαιτημάτων τροφοληψίας όπου οι κουκουβάγιες χρησιμοποιούν. Επίσης, μπορούμε να διερευνήσουμε αν η ξηρασία και η υπερθέρμανση του πλανήτη στις περιοχές αυτές αν επιδρά στην επιβίωση των κουκουβαγιών.

Ημερομηνία: ◀ 🏠 ▶ 2017-07-23

Ημερομηνία: ◀ 🏠 ▶ 2022-07-27

2017-07-23 00:00 - 2017-07-23 23:59, Sentinel-2 L2A, Highlight Optimized Natural Color

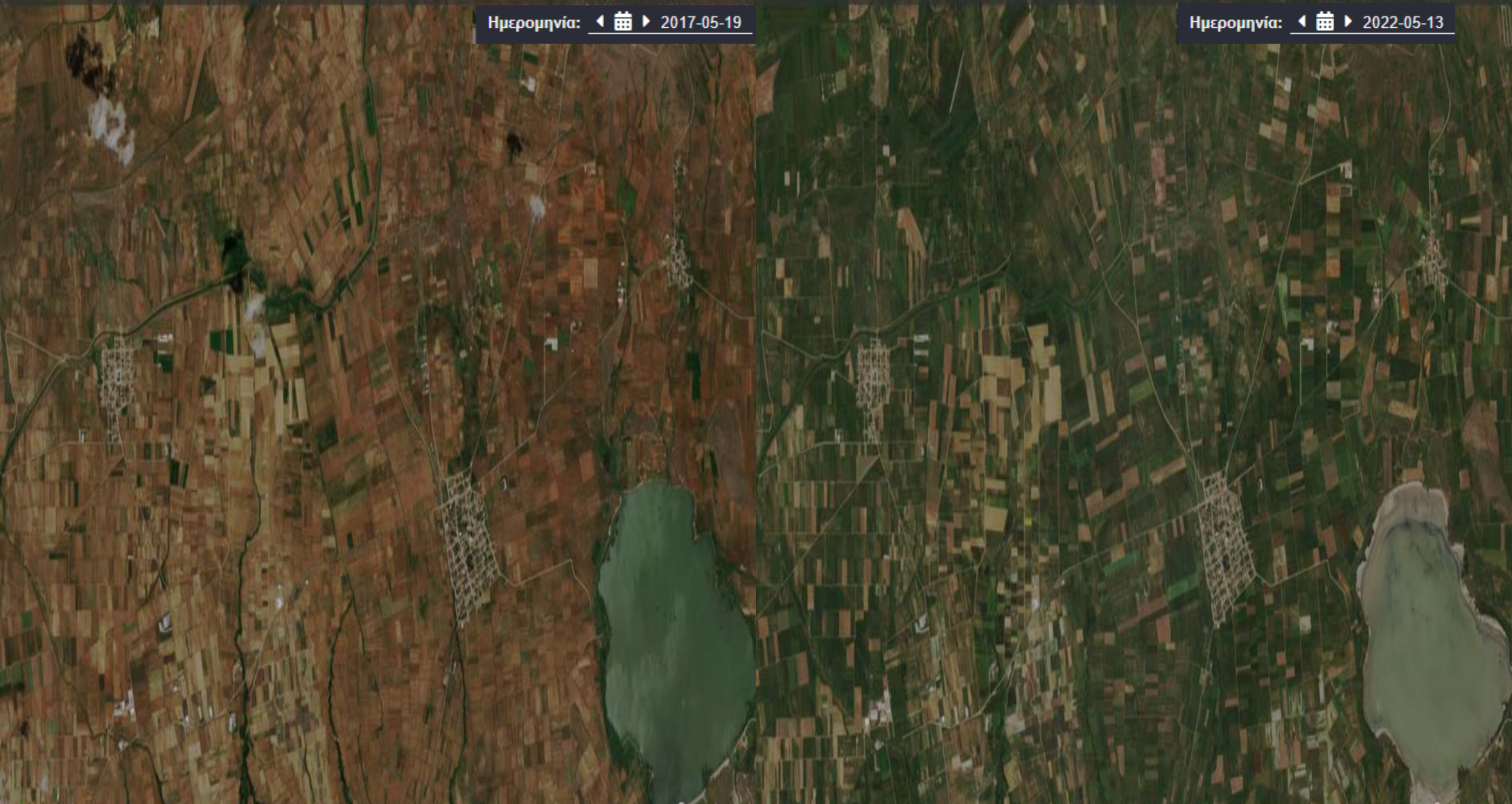
2022-07-27 00:00 - 2022-07-27 23:59, Sentinel-2 L2A, Highlight Optimized Natural Color





Ημερομηνία: ◀ 📅 ▶ 2017-05-19

Ημερομηνία: ◀ 📅 ▶ 2022-05-13





# Highlight Optimized Natural Color Ενισχυμένη απεικόνιση φυσικού χρώματος



1 km

2017-06-28

Sentinel-2 L2A: Highlight Optimized Natural Color

2017-05-19 έως 2022-08-01

Τεχνική Timelapse

## SWIR, Με βάση τα κανάλια 12,8A, 4 Σύνθετο του μικροκυματικού υπέρυθρου (SWIR)

Ο δείκτης SWIR (Short-Wave Infrared) χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει την υφή του εδάφους και την κατανομή του νερού στην επιφάνεια του εδάφους. Στη μελέτη των μικρών κουκουβαγιών μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον δείκτη SWIR για να εξετάσουμε τις διαφορές στο εδαφικό επίπεδο της περιοχής μεταξύ των μη εκμεταλλευμένων και των εκμεταλλευμένων εκτάσεων, καθώς και την πιθανή αλλαγή στην κατανομή του νερού στο έδαφος λόγω της ξηρασίας και της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Ακολουθούν ορισμένες πιθανές παραμέτρους που μπορούν να παρακολουθηθούν με τον δείκτη SWIR:

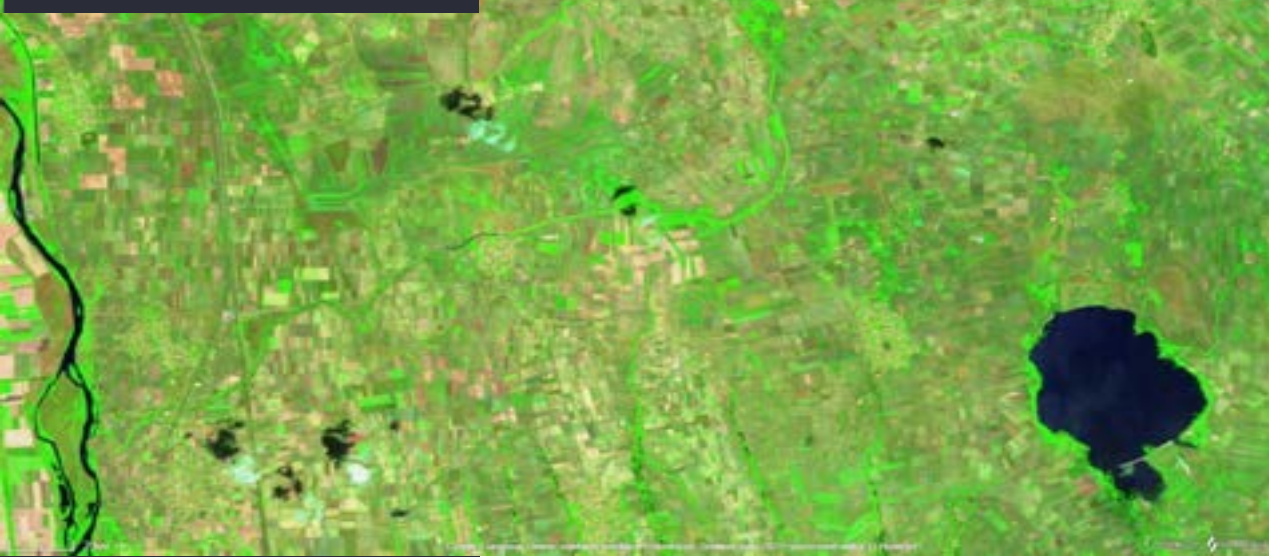
- Υφή και σύσταση του εδάφους
- Περιεκτικότητα σε οργανικά και ανόργανα συστατικά του εδάφους
- Ποσότητα και κατανομή του νερού στο έδαφος
- Ενδείξεις ανεπάρκειας νερού στην επιφάνεια του εδάφους
- Ενδείξεις καμίας φυσικής κάλυψης της επιφάνειας του εδάφους, όπως βλάστηση και φυτικά υλικά.

Η χρήση του δείκτη SWIR σε συνδυασμό με άλλους δείκτες, όπως ο δείκτης NDVI και ο δείκτης NDMI, μπορεί να βοηθήσει στην ανίχνευση των ανθρωπογενών επιπτώσεων στο περιβάλλον και στην αναγνώριση περιοχών που επηρεάζονται από την ξηρασία και την υπερθέρμανση του πλανήτη. Οι δείκτες αυτοί συνδυάζουν πληροφορίες από διαφορετικά μήκη κύματος και μπορούν να παρέχουν πιο ακριβείς και πλήρεις πληροφορίες για την κατάσταση του περιβάλλοντος.

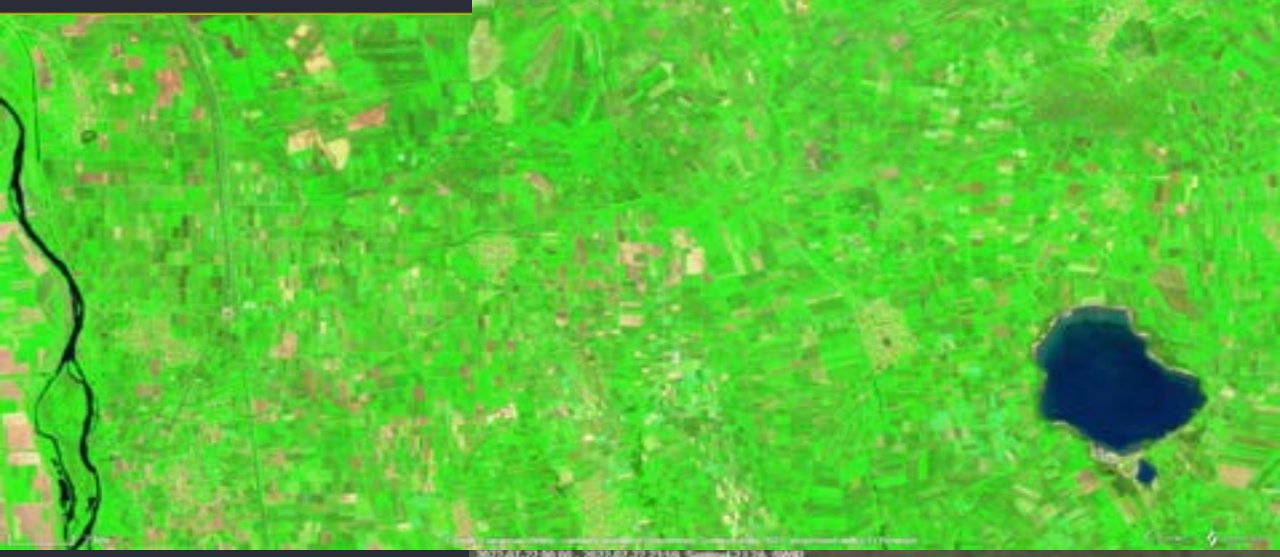


Σε αυτό το σύνθετο η βλάστηση εμφανίζεται σε αποχρώσεις του πράσινου, τα εδάφη και οι τεχνητές περιοχές βρίσκονται σε διάφορες αποχρώσεις του καφέ και το νερό εμφανίζεται μαύρο.

Ημερομηνία: ◀ 📅 ▶ 2017-05-19



Ημερομηνία: ◀ 📅 ▶ 2022-05-13



Ημερομηνία: ◀ 📅 ▶ 2017-07-23



Ημερομηνία: ◀ 📅 ▶ 2022-07-22





SWIR, Με βάση τα κανάλια 12,8A, 4  
Σύνθετο του μικροκυματικού υπέρυθρου (SWIR)



19/5/2017 έως 1/8/2022

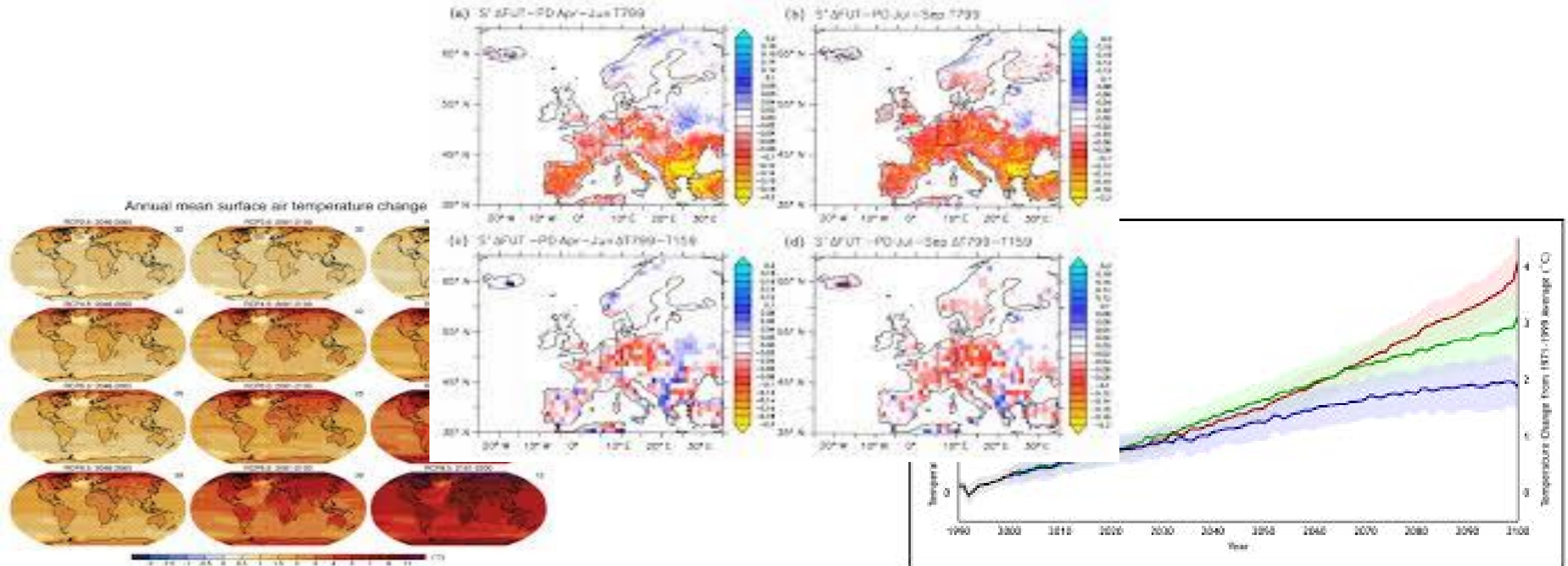


# Μελέτη μελλοντικών κλιματικών μοντέλων.

Η μελέτη μελλοντικών κλιματικών μοντέλων είναι σημαντική για να κατανοήσουμε καλύτερα τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη μικρή κουκουβάγια και στο ενδιαίτημα της.

Η χρήση τέτοιων μοντέλων μπορεί να βοηθήσει στην πρόβλεψη των αλλαγών στο κλίμα και τις επιπτώσεις τους στις πληθυσμιακές τάσεις και τον βιότοπο των μικρών κουκουβαγιών.

Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη κατανόηση των αλλαγών στην κατανομή τους και στον τρόπο που μπορούν να επηρεάσουν την επιβίωση και την αναπαραγωγή τους.



# Η κλιματική αλλαγή στα μελλοντικά μοντέλα για την Βόρεια Ελλάδα

## Τα κλιματικά μοντέλα

- οι συνθήκες ξηρασίας στο μέλλον μπορεί να γίνουν πιο συχνές και σοβαρές στη Βόρεια Ελλάδα.
- λόγω της κλιματικής αλλαγής και της αυξανόμενης ζήτησης για υδάτινους πόρους

## Οι μελλοντικές ξηρασίες

- μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην περιοχή
- συμπεριλαμβανομένης της μειωμένης διαθεσιμότητας νερού, της μειωμένης γεωργικής παραγωγικότητας και του αυξημένου κινδύνου πυρκαγιών

## Οι στρατηγικές

- μελλοντικό μετριασμό της ξηρασίας μπορεί να περιλαμβάνουν μέτρα όπως: εξοικονόμηση και η αποδοτικότητα χρήσης του νερού, βελτιωμένες γεωργικές πρακτικές και ανάπτυξη εναλλακτικών πηγών νερού

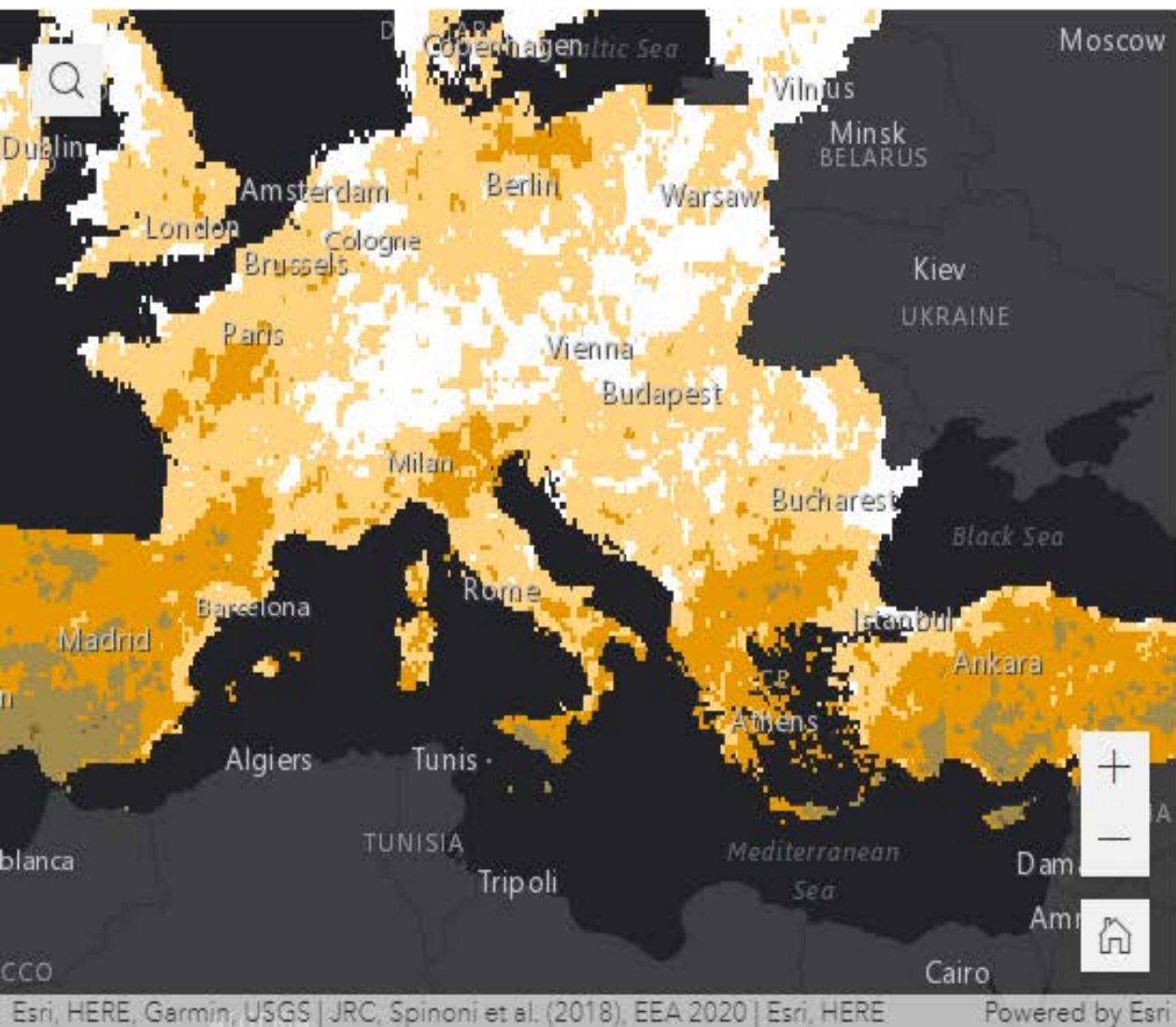
## Προληπτικός σχεδιασμός

- λήψη κατάλληλων μέτρων για τον μετριασμό των επιπτώσεών τους,
- μπορούμε να εργαστούμε όλοι για ένα πιο βιώσιμο και ανθεκτικό μέλλον για τη Βόρεια Ελλάδα και τις κοινότητές της

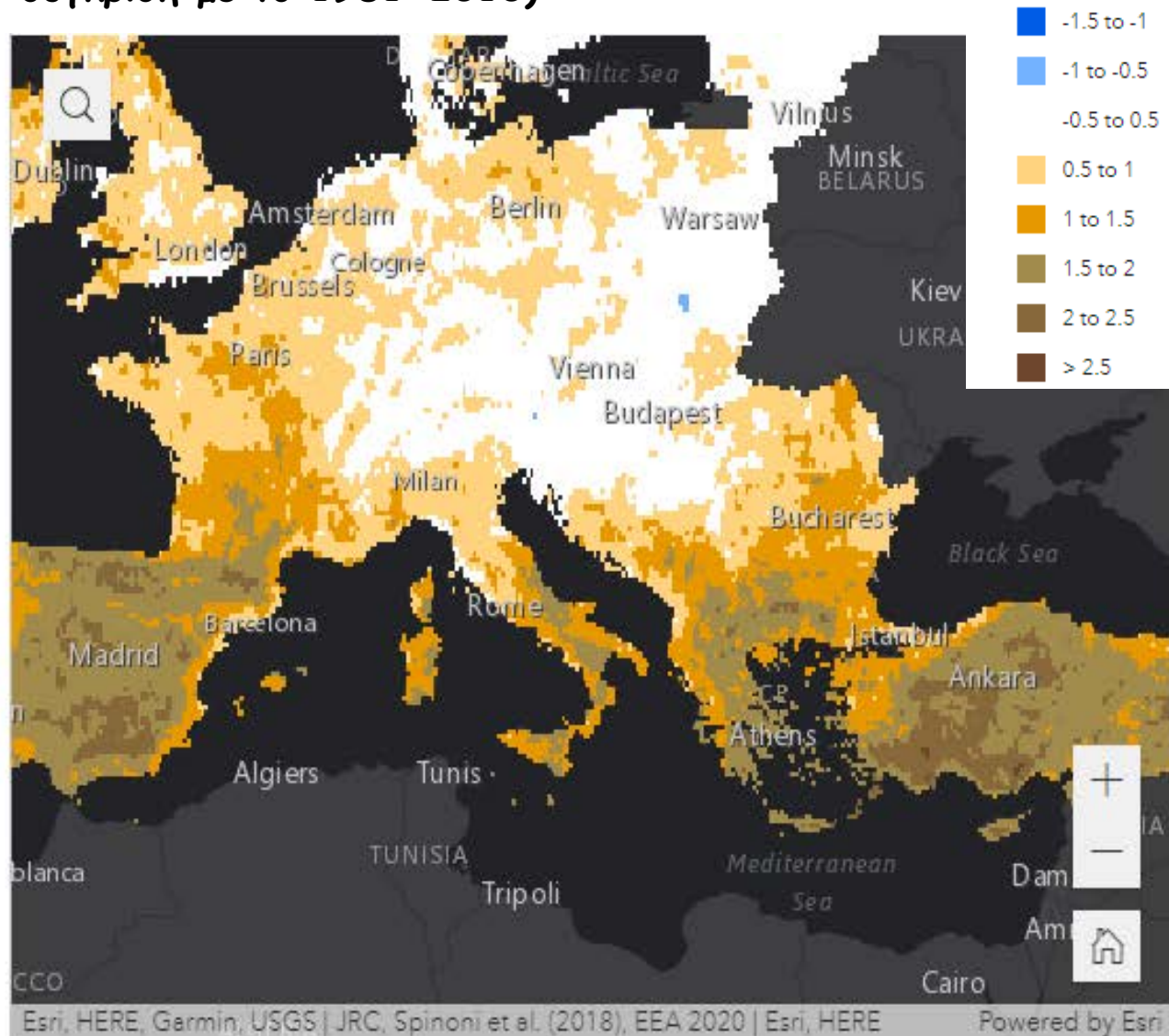


# Ξηρασίες

Προβλεπόμενη αλλαγή στις μετεωρολογικές ξηρασίες για ένα σενάριο μεσαίων εκπομπών (περίοδος 2041-2070, σε σύγκριση με το 1981-2010)



Προβλεπόμενη αλλαγή στις μετεωρολογικές ξηρασίες για ένα σενάριο υψηλών εκπομπών (περίοδος 2041-2070, σε σύγκριση με το 1981-2010)



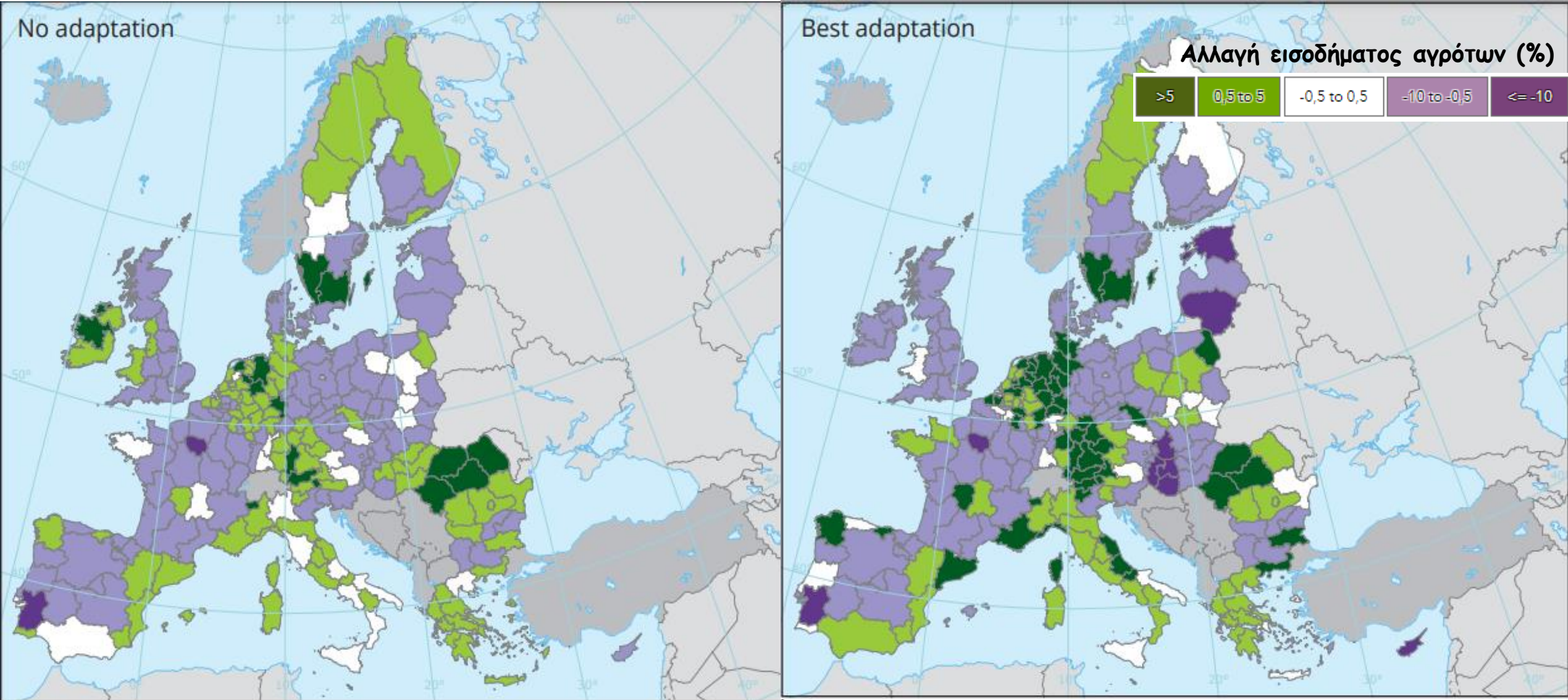
Προβλεπόμενες αλλαγές στη συχνότητα των μετεωρολογικών ξηρασιών για δύο σενάρια εκπομπών



# Κλιματική αλλαγή και γεωργία

Καμία προσαρμογή

Καλύτερη προσαρμογή

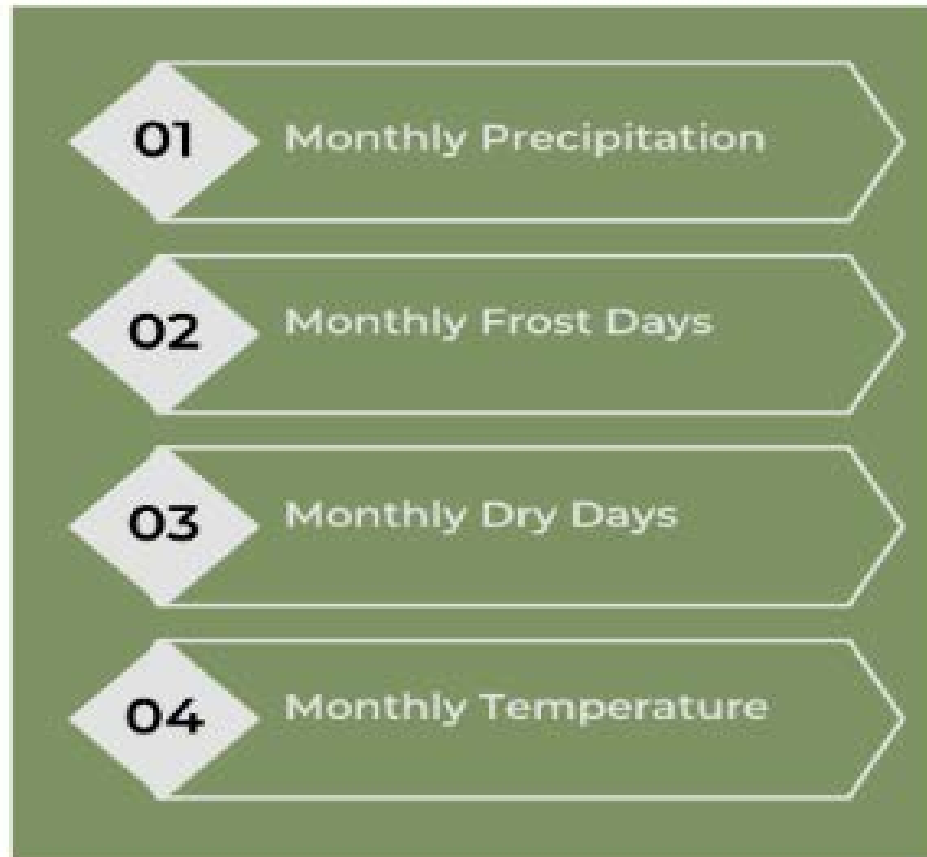


Εκτιμώμενη αλλαγή εισοδήματος για αγρότες με και χωρίς προσαρμογή

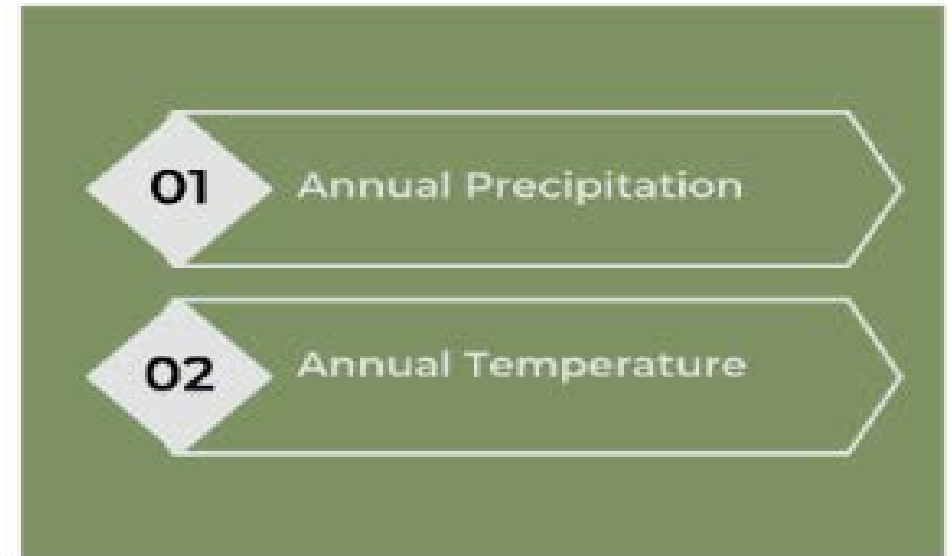


Η ομάδα ζήτησε απο το Cloudeo και το answr.space κλιματικά δεδομένα για την περιοχή του Ανθοφύτου, τα οποία είναι υψίστης σημασίας για τη ζωή της μικρής κουκουβάγιας και του κερκινεζιού στην περιοχή. Οι κλιματικές μεταβλητές που εξετάστηκαν ήταν:

## HISTORICAL



## FORECAST



JANUARY 2023

answr

# NATURA 2000 FALCO NAUMANNI



RISK ANALYTICS AND FORECASTING  
FOR WILDLIFE PROTECTION



ANTHOFITO, KILKIS, GREECE

Prepared by: Dr. Dimitris Sykas, Mr. Vasilios Fotias  
© cloudeo, Geo University



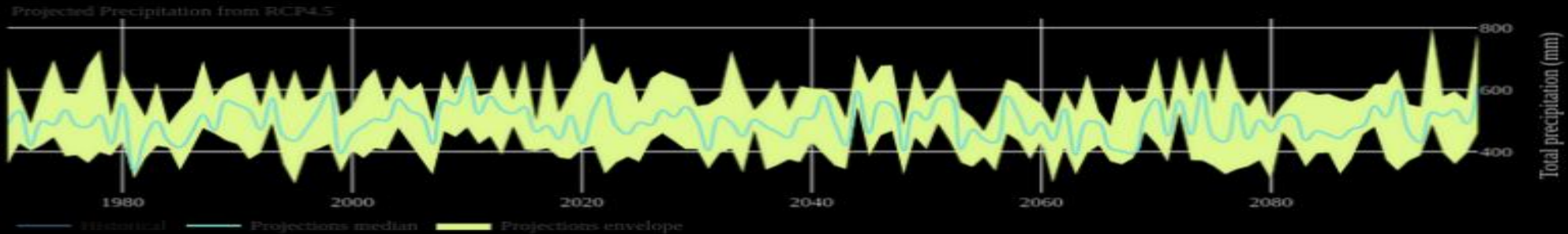
[www.answr.space](http://www.answr.space)



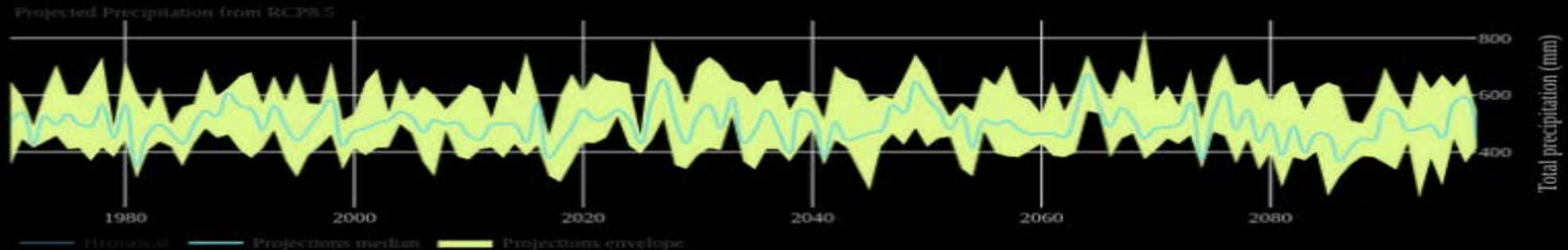


# Annual Precipitation

## FORECAST



Annual Precipitation between 1970 and 2100, based on bias corrected CORDEX data. According to scenario RCP4.5 the projected average, in the near (2011 - 2040), mid (2041 - 2070) and long (2071 - 2100) term future are respectively: 507.0 mm (near), 495.0 mm (mid) and 501.0 mm (long),

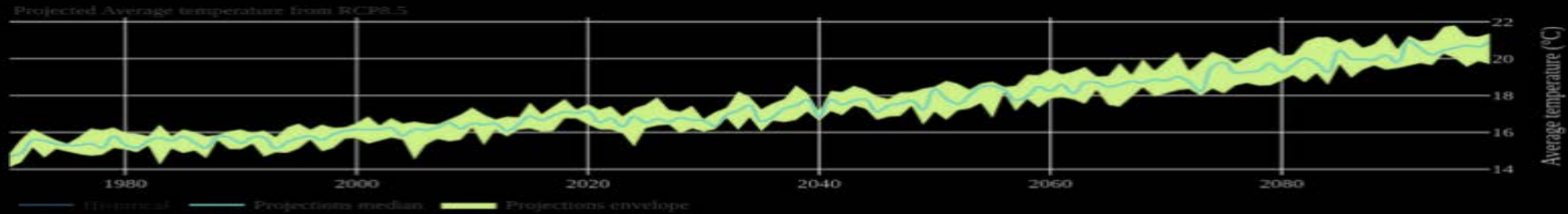


Annual Precipitation between 1970 and 2100, based on bias corrected CORDEX data. According to scenario RCP8.5 the projected average, in the near (2011 - 2040), mid (2041 - 2070) and long (2071 - 2100) term future are respectively: 520.0 mm (near), 519.0 mm (mid) and 494.0 mm (long), while the historical average is 436.0 mm.

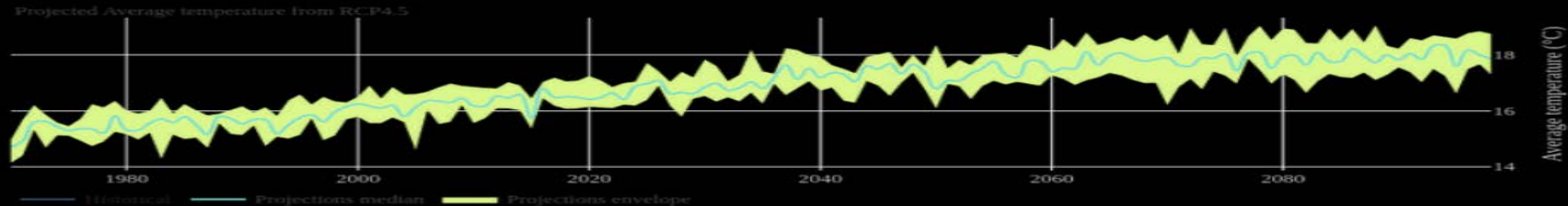


# Annual Average Temperature

## FORECAST



Annual Average temperature between 1970 and 2100, based on bias corrected CORDEX data. According to scenario RCP8.5 the projected average, in the near (2011 - 2040), mid (2041 - 2070) and long (2071 - 2100) term future are respectively: 16.0 °C (near), 18.0 °C (mid) and 19.0 °C (long), while the historical average is 15.0 °C.

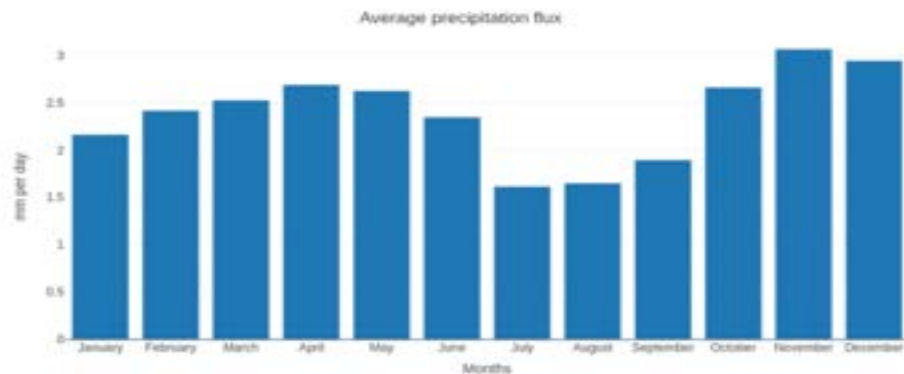


Annual Average temperature between 1970 and 2100, based on bias corrected CORDEX data. According to scenario RCP4.5 the projected average, in the near (2011 - 2040), mid (2041 - 2070) and long (2071 - 2100) term future are respectively: 16.0 °C (near), 17.0 °C (mid) and 17.0 °C (long), while the historical average is 15.0 °C.



# Precipitation

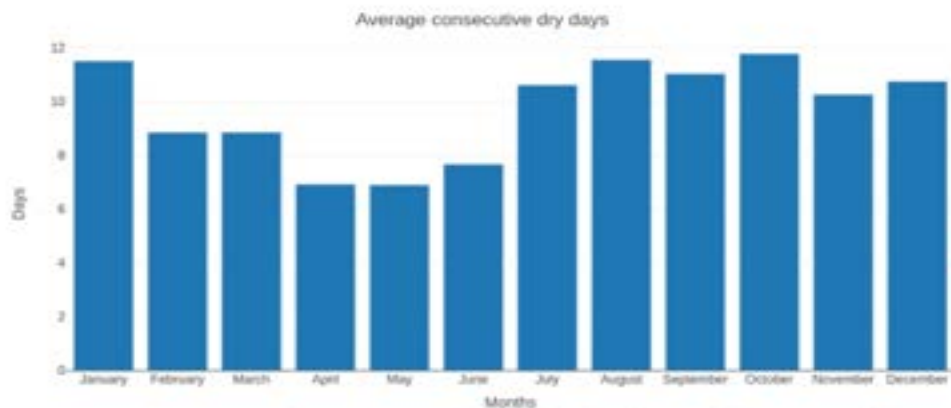
HISTORICAL



Average monthly Precipitation flux based on historical data since 1979

# Dry Days

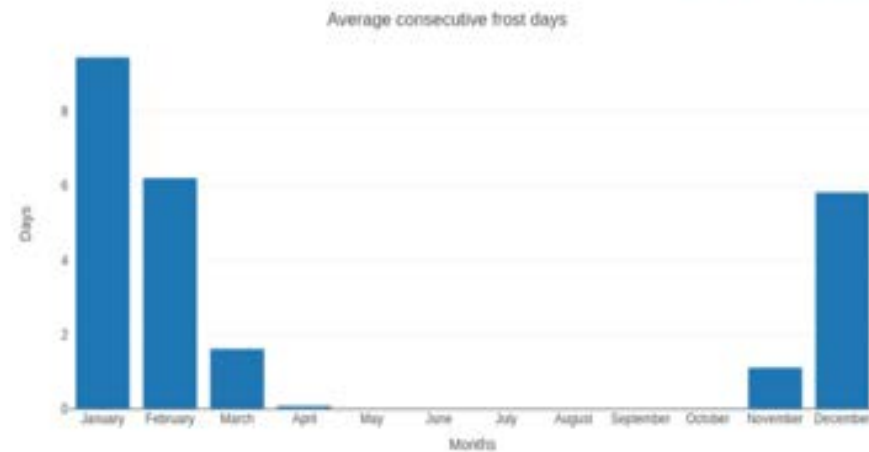
HISTORICAL



Average monthly consecutive dry days based on historical data since 1979

# Frost

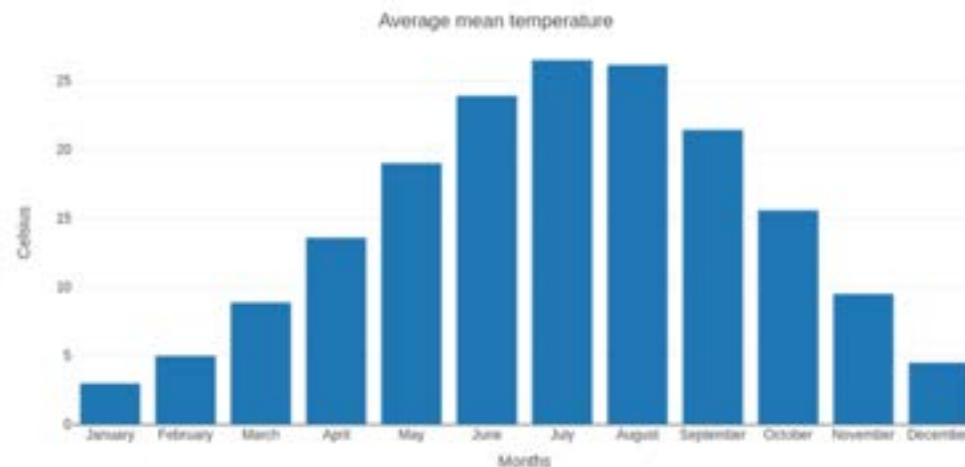
HISTORICAL



Average monthly consecutive frost days based on historical data since 1979

# Temperature

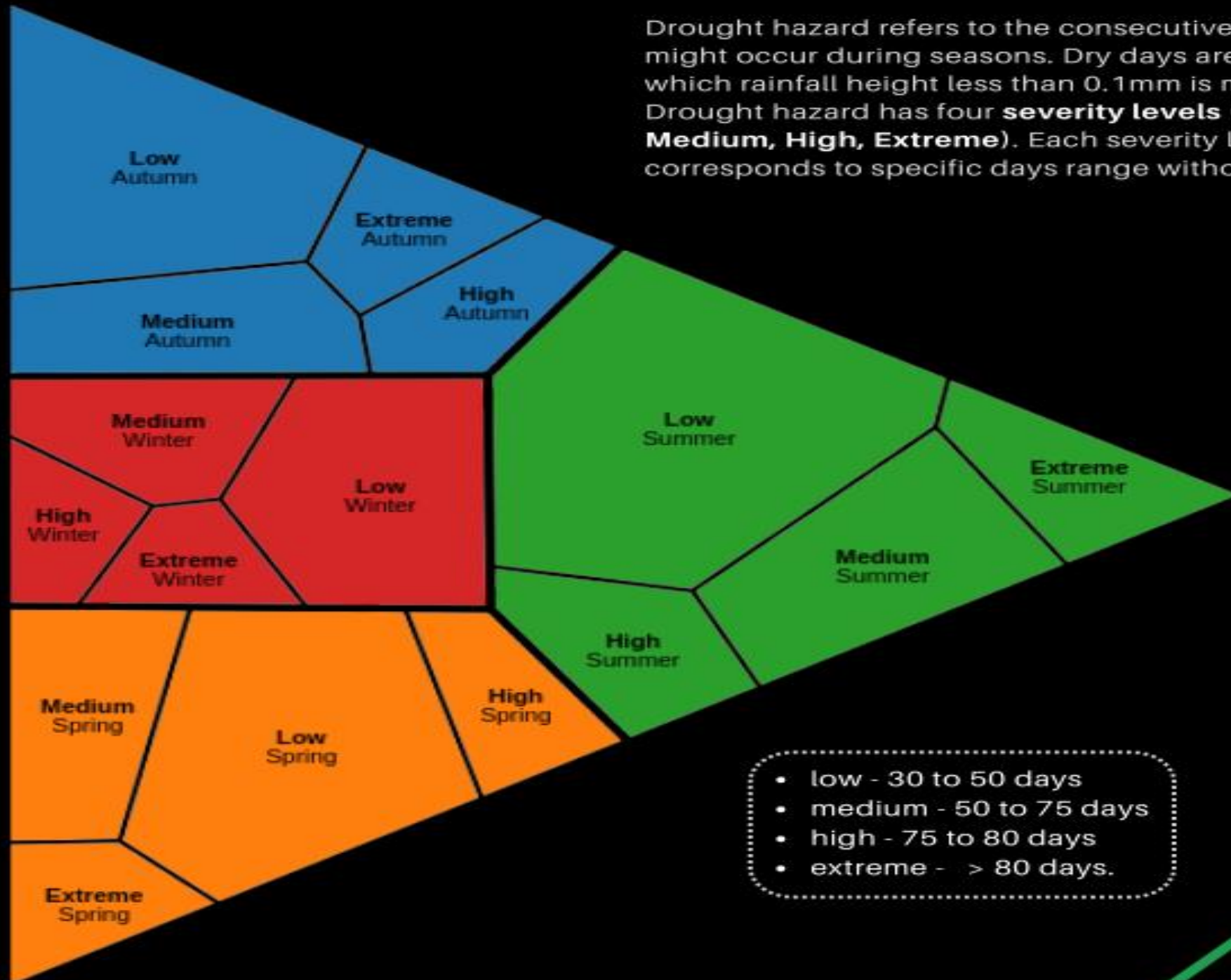
HISTORICAL



Average monthly mean Temperature based on historical data since 1979



Drought hazard refers to the consecutive dry days that might occur during seasons. Dry days are the days at which rainfall height less than 0.1mm is measured. Drought hazard has four **severity levels (Low, Medium, High, Extreme)**. Each severity level corresponds to specific days range without rain.



- low - 30 to 50 days
- medium - 50 to 75 days
- high - 75 to 80 days
- extreme - > 80 days.

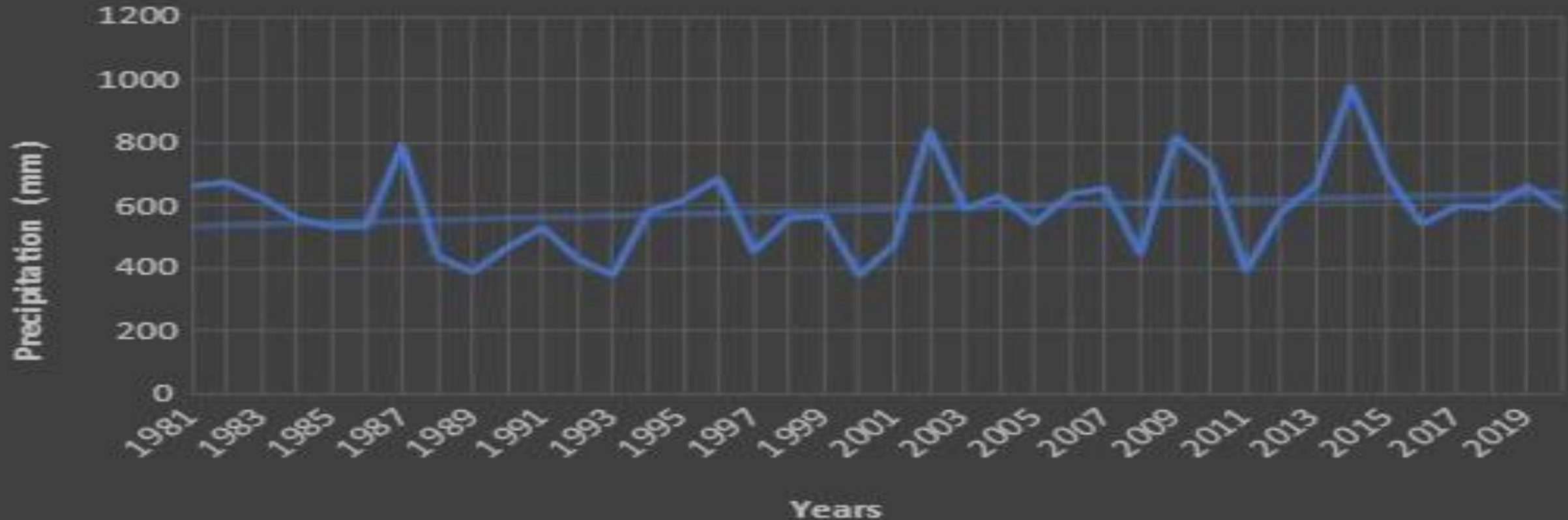


1. Δεδομένα περιόδου αναφοράς: Re-analysis ERA5.

Τα Reanalysis δεδομένα συνδυάζουν δεδομένα μοντέλων με παρατηρήσεις από όλο τον κόσμο σε ένα παγκοσμίως πλήρες και συνεχές σύνολο δεδομένων χρησιμοποιώντας τους νόμους της φυσικής. Η μέθοδος αυτή, που ονομάζεται αφομοίωση δεδομένων, βασίζεται στη μέθοδο που χρησιμοποιείται από τα μεγάλα Ευρωπαϊκά κέντρα αριθμητικής πρόγνωσης καιρού, όπου κάθε 12 ώρες (πχ ECMWF) η αρχική πρόγνωση συνδυάζεται με τις πραγματικές διαθέσιμες παρατηρήσεις και παράγεται μία βελτιωμένη εκτίμηση της συνοπτικής κατάστασης της ατμόσφαιρας, που ονομάζεται ανάλυση.

2. Δεδομένα κλιματικά μοντέλου: ημερήσια δεδομένα του περιοχικού μοντέλου RCA4SHMI με μοντέλο «οδηγό» (Driving Global Coupled Model) το μοντέλο γενικής κυκλοφορίας MPI-M-MPI-ESM-LR. Για την μελλοντική περίοδο αναφοράς 2031-2070, για τα κλιματικά σενάρια RCP4.5 και RCP8.5.

## Annual Precipitation



Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 586.5, υπάρχει μία μικρή αυξητική τάση στη περίοδο αναφοράς

# Οι μηνιαίες τιμές και οι ετήσιες τιμές για την μελλοντική περίοδο σύμφωνα με τα δύο μελλοντικά σενάρια (RCP4.5 και RCP8.5)

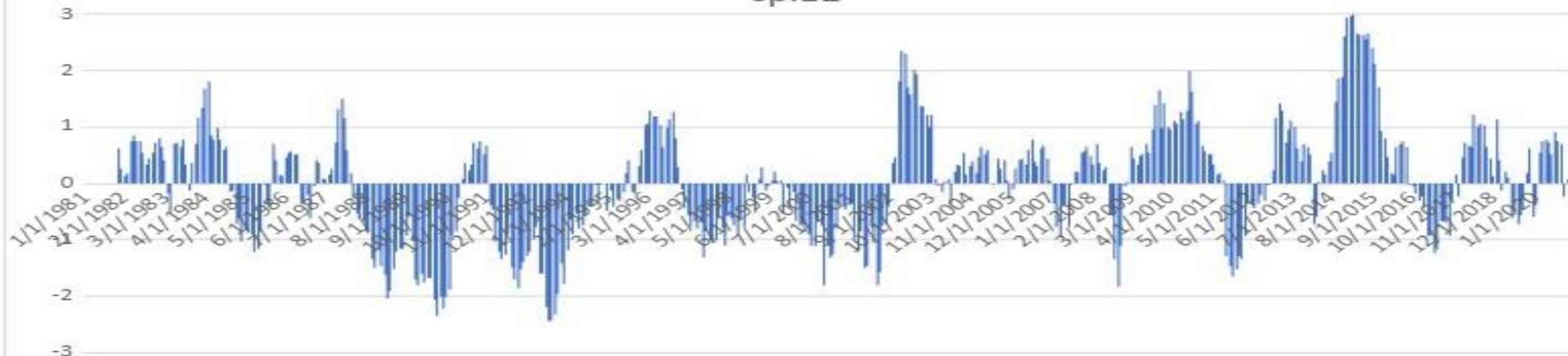
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
1981-2020	55.8	59.4	64.8	52.1	43.7	29.2	19.9	20.3	30.7	57.8	74.9	78.0	586.5

RCP4.5	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
2031-2040	49.0	41.4	44.3	75.5	42.6	26.3	7.5	10.7	26.3	51.1	55.2	61.3	491.0
2041-2050	62.6	54.1	59.7	59.3	44.7	15.4	7.8	10.1	20.5	64.8	96.4	71.5	566.7
2051-2060	75.0	40.7	75.5	59.6	35.1	14.0	15.2	5.5	37.4	65.3	58.9	56.8	539.0
2061-2070	37.4	52.3	55.4	59.6	52.5	17.4	7.3	20.6	35.8	50.4	82.4	58.9	530.1

RCP8.5	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
2031-2040	42.3	51.9	70.2	49.1	31.0	30.4	10.2	11.0	22.8	30.9	52.0	49.3	451.1
2041-2050	71.2	41.6	40.5	42.5	40.5	15.9	15.0	6.9	11.0	47.0	54.0	54.0	440.2
2051-2060	86.3	40.8	48.9	33.9	34.3	20.3	9.1	8.0	29.3	82.1	70.3	70.2	533.4
2061-2070	74.9	55.5	64.2	43.2	37.8	11.3	5.8	12.8	22.6	29.0	80.0	46.4	483.4



spi12



spi24



Ο δείκτης SPI, και από τα δύο σχήματα φαίνεται ότι στο τέλος του προηγούμενου αιώνα υπήρξε μία παρατεταμένη περίοδος ξηρασίας από το 1988 έως σχεδόν τα μέσα 2002, μετά όμως επικράτησαν υγρές συνθήκες οι οποίες διακόπτονται από πολύ μικρής διάρκειας ξηρασίες.

# Αποτελέσματα μελλοντικών κλιματικών μοντέλων.

Προβλεπόμενη ετήσια βροχόπτωση				
	Answr		Re-analysis ERA5	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
	mm			
2011-2040	507,0	520,0	491	451.1
2041-2070	495,0		566.7	440.2
2041-2050			539.0	533.4
2051-2060			530.1	483.4
2061-2070		519,0		
2071-2100	501,0	494,0		
Ιστορικός μέσος όρος	436,0		586,5	

Με βάση τα παρουσιαζόμενα αποτελέσματα, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι υπάρχει προβλεπόμενη αύξηση της ετήσιας βροχόπτωσης για το εγγύς, μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο μέλλον, τόσο στο σενάριο RCP4.5 όσο και στο RCP8.5 από το Answr ενώ υπάρχει προβλεπόμενη μείωση της ετήσιας βροχόπτωσης σύμφωνα με το Re-analysis ERA5.

Αυτή η αύξηση των βροχοπτώσεων μπορεί να έχει θετικές επιπτώσεις στη βλάστηση και τη βιοποικιλότητα, καθώς και στην παροχή νερού στην περιοχή.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι πρόκειται για προβολές μοντέλων και ότι ενδέχεται να υπάρχουν αβεβαιότητες ως προς την ακρίβεια των δεδομένων.



Προβλεπόμενη μέση ετήσια θερμοκρασία		
Answer		
	RCP4.5	RCP8.5
	°C	
2011-2040	16	16
2041-2070	17	18
2071-2100	17	19
Ιστορικός μέσος όρος	15	

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι υπάρχει προβλεπόμενη αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας από το 1970 έως το 2100, ανεξάρτητα από το σενάριο που χρησιμοποιείται.

Το σενάριο RCP8.5 δείχνει μια πιο σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας σε σύγκριση με το RCP4.5, με την υψηλότερη αύξηση να σημειώνεται στο μακροπρόθεσμο μέλλον (2071-2100).

Η ιστορική μέση θερμοκρασία είναι χαμηλότερη σε σύγκριση με τους προβλεπόμενους μέσους όρους και στα δύο σενάρια. Η προβλεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας θα μπορούσε να έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στα οικοσυστήματα, όπως η αλλαγή των προτύπων βροχόπτωσης και η πρόκληση αλλαγών στη βλάστηση και την κατανομή της άγριας ζωής.

Είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη αυτές οι προβλέψεις κατά τον σχεδιασμό για το μέλλον και την εφαρμογή στρατηγικών για την προσαρμογή και τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

## Κίνδυνος ξηρασίας

Με βάση τις πληροφορίες που παρέχονται, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι οι προβλεπόμενες μελλοντικές θερμοκρασίες και τα επίπεδα βροχόπτωσης υποδηλώνουν αυξημένο κίνδυνο ξηρασίας στην περιοχή μελέτης. Και τα δύο σενάρια (RCP4.5 και RCP8.5) δείχνουν σημαντική αύξηση στα επίπεδα βροχόπτωσης σε σύγκριση με τους ιστορικούς μέσους όρους, αλλά αυτή η αύξηση μπορεί να μην είναι αρκετή για να αντισταθμίσει την άνοδο της θερμοκρασίας, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένα ποσοστά εξάτμισης και απώλεια νερού. Επιπλέον, οι υψηλότερες θερμοκρασίες που προβλέπονται στο σενάριο RCP8.5 μπορεί να επιδεινώσουν τον κίνδυνο ξηρασίας στην περιοχή. Συνολικά, είναι σημαντικό να ληφθούν μέτρα για τη διαχείριση των υδάτινων πόρων και τον μετριασμό των επιπτώσεων της ξηρασίας, όπως η εφαρμογή μέτρων διατήρησης, η βελτίωση της υποδομής αποθήκευσης νερού και η προώθηση πρακτικών βιώσιμης χρήσης γης.

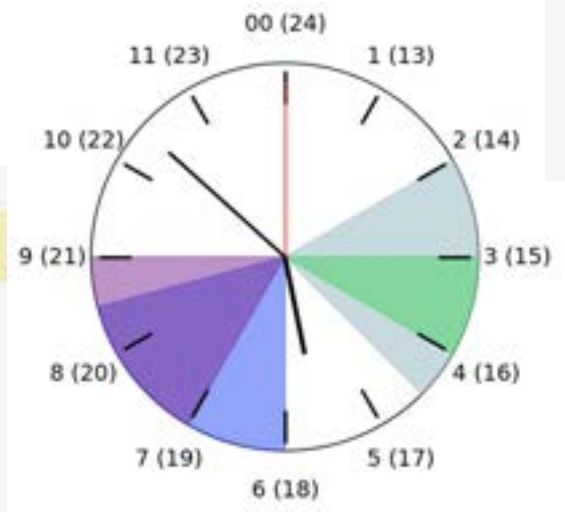
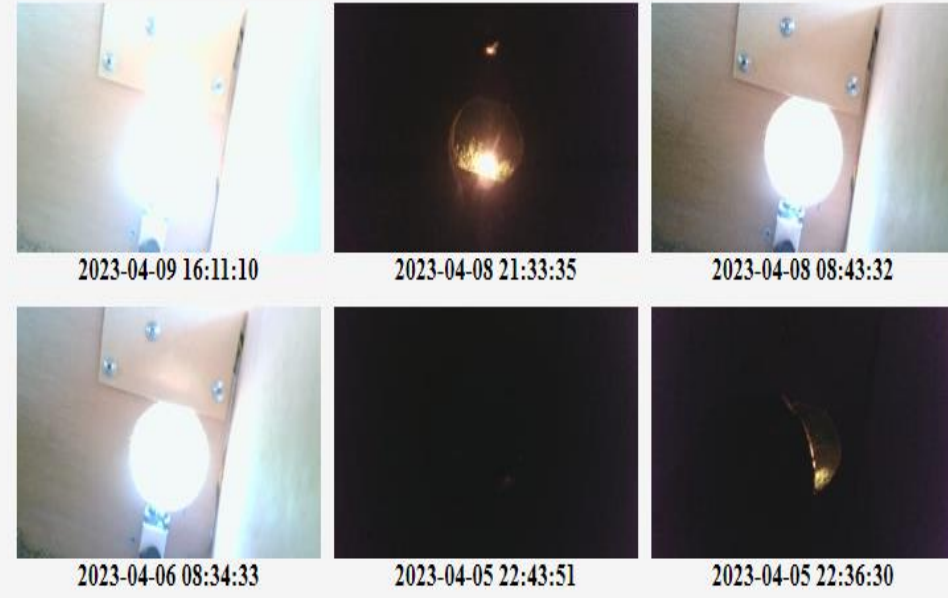


# Ευρήματα:

[nest3/gallery](#)

Η ομάδα ανέλυσε τα αποτελέσματα της ανάλυσης δεδομένων για να προσδιορίσει πώς η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τον πληθυσμό της κουκουβάγιας στην περιοχή του Κιλκίς.

Συστάσεις: Με βάση τα ευρήματα, η ομάδα ανέπτυξε συστάσεις για προσπάθειες διατήρησης για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις μικρές κουκουβάγιες στην περιοχή του Κιλκίς.



nest1 nest2 nest3

Temperature Inside: 11 °C

Temperature Outside: 10.84 °C

Air (Humidity Inside): 76.9 %

Photo

Data Management

Delete all Data x

Video > Smart\_Nest\_3

Camera\_Camera\_01... Camera\_Camera\_01... Camera\_Camera\_01... Camera\_Camera\_01...

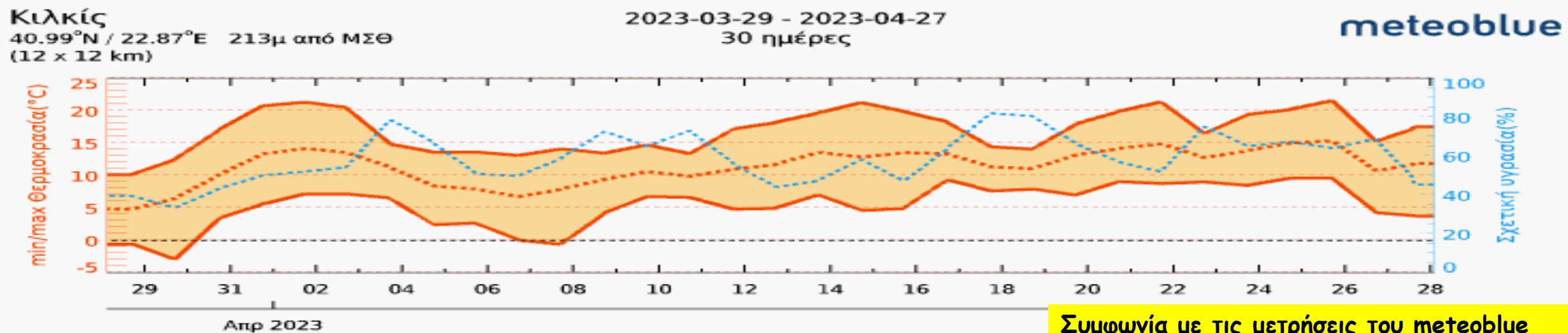
**Εξωτερική/εσωτερική θερμοκρασία:** Στις φωλιές η εσωτερική θερμοκρασία παράμεινε 1 έως 3°C πιο χαμηλή από την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος. Ωστόσο θα πρέπει να μετρηθεί και του καλοκαιρινούς μήνες και τους χειμωνιατικούς ώστε να υπάρχουν περισσότερα δεδομένα για να αξιολογηθεί καλύτερα η προστασία και η μόνωση της φωλιάς.

**Εσωτερική υγρασία:** Ο μέσος όρος της εσωτερικής υγρασίας για το διάστημα από 18-03-2023 έως 24-07-2023 είναι **58,58%**

**Εσωτερική θερμοκρασία:** Ο μέσος όρος της εσωτερικής υγρασίας για το διάστημα από 18-03-2023 έως 24-07-2023 είναι **11,57°C**

**Εξωτερική θερμοκρασία:** Ο μέσος όρος της εσωτερικής υγρασίας για το διάστημα από 18-03-2023 έως 24-07-2023 είναι **14,59°C**

**Αριθμός εισόδων/εξόδων:** Οι μικρές κουκουβάγιες επισκέφθηκαν αρκετές φορές τις φωλιές νύχτα και ημέρα ωστόσο θα πρέπει να αξιολογηθούν οι μετρήσεις τους θερινούς μήνες κυρίως ωστόσο υπάρχουν και ψευδείς μετρήσεις.





Η μελέτη των δεικτών NDVI, NDMI και NDWI έδειξαν την σταδιακή μείωση των τιμών τους από το 2017 μέχρι το 2022 τους μήνες Μάιο και Ιούλιο με σαφή μείωση του νερού και αύξηση της θερμοκρασίας της περιοχής.

Η μελέτη του δείκτη SWIR, η χρήση του εργαλείου Scene classification map και της ανάλυσης της εικόνας HONC έδειξαν μείωση των υδατικών αποθεμάτων της λίμνης Πικρολίμνη που αποτελεί σημαντικό βιότοπο για την ευρύτερη περιοχή από το 2017 μέχρι το 2002. Ειδικότερα τον μήνα Ιούλιο το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο μαζί με την γενικότερη μείωση της βλάστησης σε όλη την περιοχή της μικρής κουκουβάγιας.

	2017	2022	2017	2022
ΔΕΙΚΤΕΣ/ΜΗΝΕΣ	ΜΑΙΟΣ		ΙΟΥΛΙΟΣ	
NDVI	0,39	0,29	0,37	0,29
NDMI	0,01	0,05	0,00	-0,01
NDWI	-0,50	-0,51	-0,45	-0,52

Με βάση τις μετρήσεις των δεικτών NDVI, NDMI και NDWI στην περιοχή της μικρής κουκουβάγιας, μπορούν να εξαχθούν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Σημειώθηκε σημαντική μείωση της βλάστησης και της διαθεσιμότητας νερού στην περιοχή μεταξύ Μαΐου 2017 και Μαΐου 2022, όπως υποδεικνύεται από τις χαμηλότερες τιμές των δεικτών NDVI και NDWI.
- Ο δείκτης NDMI δείχνει μια ελαφρά αύξηση στην περιεκτικότητα σε υγρασία της βλάστησης μεταξύ Μαΐου 2017 και Μαΐου 2022, η οποία μπορεί να οφείλεται σε αλλαγές στα μοτίβα βροχοπτώσεων στην περιοχή.
- Η άνοδος της θερμοκρασίας και η ξηρασία στην περιοχή μπορεί να συνέβαλαν στη μείωση της βλάστησης και της διαθεσιμότητας νερού, κάτι που με τη σειρά του μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τον βιότοπο και τις πηγές τροφής της μικρής κουκουβάγιας.
- Είναι σημαντικό να συνεχιστεί η παρακολούθηση αυτών των δεικτών και των επιπτώσεών τους στον πληθυσμό της κουκουβάγιας στην περιοχή, προκειμένου να ενημερωθούν οι προσπάθειες διατήρησης και να προστατευθεί αυτό το ευάλωτο είδος.

## Αποτελέσματα:

1. Τα αποτελέσματα της μελέτης καταδεικνύουν σημαντική μείωση των υδάτινων αποθεμάτων της λίμνης Πικρολίμνης, κρίσιμου οικοτόπου για την ευρύτερη περιοχή.
2. Η χρήση του δείκτη SWIR, του εργαλείου χάρτη ταξινόμησης σκηνής και της ανάλυσης εικόνων HONC αποκάλυψαν μείωση των αποθεμάτων νερού από το 2017 έως το 2022, με τον Ιούλιο να είναι ο μήνας κατά τον οποίο η μείωση ήταν πιο έντονη.
3. Η μείωση των αποθεμάτων νερού είναι ένα ανησυχητικό εύρημα καθώς είναι πιθανό να έχει αρνητικό αντίκτυπο στη βιοποικιλότητα της περιοχής, ειδικά για είδη όπως η μικρή κουκουβάγια που βασίζονται σε αυτούς τους πόρους για την επιβίωσή τους.
4. Επιπλέον, η μείωση των αποθεμάτων νερού συμβάλλει επίσης στη γενική μείωση της βλάστησης σε όλη την περιοχή, επηρεάζοντας περαιτέρω την ποιότητα του οικοτόπου για τη μικρή κουκουβάγια.
5. Αυτή η μείωση της βλάστησης μπορεί να αποδοθεί στις συνθήκες ξηρασίας που βιώνει η περιοχή λόγω της ανόδου της θερμοκρασίας.
6. Παρατηρήθηκε πτώση της ποιότητας του εδάφους και αύξηση της αποξήρανσης λόγω της έντονης χρήσης της γης για γεωργικούς σκοπούς.
7. Διαπιστώθηκε εξάντληση των υδατικών πόρων, μείωση των υδροβιότοπων, καθώς και μείωση της υγρασίας του εδάφους.
8. Υπάρχει μείωση των αποδόσεων από τη γεωργική παραγωγή, η οποία αποτελεί σημαντική πηγή τροφής για την κουκουβάγια.
9. Επίσης υπάρχει μείωση της ποσότητας των αποθεμάτων θηραμάτων, εξαιτίας της αλλαγής του κλίματος και της μείωσης των διαθέσιμων φυτών και εντόμων.



## Αποτελέσματα και Ευρήματα

- Τα ευρήματα υπογραμμίζουν την ανάγκη για επείγουσες προσπάθειες διατήρησης για να διασφαλιστεί η διατήρηση του οικοτόπου της μικρής κουκουβάγιας και άλλων ειδών στην περιοχή.
- Τα ευρήματα του project δείχνουν ότι οι κουκουβάγιες στο Κιλκίς δυνητικά στο μέλλον θα αντιμετωπίσουν σημαντικές επιπτώσεις λόγω της κλιματικής αλλαγής.
- Καθώς οι θερμοκρασίες αυξάνονται και οι ξηρασίες γίνονται πιο συχνές, η διαθεσιμότητα του θηράματος και του κατάλληλου ενδαιτήματος τροφοληψίας μειώνεται, οδηγώντας σε μειωμένη επιτυχία αναπαραγωγής και συνολική μείωση του πληθυσμού.
- Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις έξυπνες φωλιές παρείχαν πολύτιμες γνώσεις για τη συμπεριφορά των Μικρών Κουκουβαγιών.
- Επιπλέον, η χρήση έξυπνων φωλιών αποδείχθηκε αποτελεσματική και αποδοτική μέθοδος για τη συλλογή δεδομένων για τις Μικρές Κουκουβάγιες, επιτρέποντας τη μη επεμβατική παρακολούθηση που ελαχιστοποιεί την ενόχληση στα πουλιά.

Συνολικά, τα αποτελέσματα αυτού του έργου υπογραμμίζουν την επείγουσα ανάγκη για αυξημένες προσπάθειες για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην άγρια ζωή και τα οικοσυστήματα, ιδιαίτερα σε περιοχές όπως το Κιλκίς όπου κινδυνεύουν ευάλωτα είδη όπως η μικρή κουκουβάγια και το Κιρκινέζι.

## Αποτελέσματα και Ευρήματα

Η παρατήρηση των μικρών κουκουβαγιών με έξυπνες τεχνητές φωλιές με βιντεοσκόπηση 24/7 και η συλλογή και ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων όπως θερμοκρασία, υγρασία και αριθμοί εισόδου/εξόδου από τις φωλιές θα βοηθήσει στον προσδιορισμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην υγεία και επιβίωση των μικρών κουκουβαγιών αλλά και των άλλων πουλιών που θα φωλεοποιήσουν όπως το Κιρκινέζι.

Η μείωση της ποσότητας βλάστησης και των υδροπονικών καθεστώτων έχει αρνητική επίδραση στους οικοσυστημικούς πόρους και τη βιοποικιλότητα της περιοχής.

Οι μικρές κουκουβάγιες αποτελούν σημαντικό κομμάτι του οικοσυστήματος και παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αλυσίδα τροφής.

Η μείωση της ποσότητας τροφής και φυσικού φυτικού καλύμματος μπορεί να οδηγήσει σε ελλείψεις στην τροφική αλυσίδα, με αρνητικές επιπτώσεις στους πληθυσμούς των κουκουβαγιών.

Επιπλέον, η μείωση της βλάστησης μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της εδαφικής διάβρωσης και σεισμικού κινδύνου, καθώς η βλάστηση λειτουργεί ως φυσικός σταθεροποιητής του εδάφους.



## Συμπέρασμα και μελλοντικά βήματα.

- ❖ Συμπερασματικά, το project απέδειξε με επιτυχία την δυνατότητα μελέτης μακροπρόθεσμα των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις Μικρές Κουκουβάγιες στην περιοχή του Κιλκίς και τη δυνατότητα χρήσης έξυπνων φωλιών για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς και του οικοτόπου τους.
- ❖ Το έργο έχει επίσης τονίζει τη σημασία των προσπαθειών διατήρησης για την προστασία αυτού του είδους.
- ❖ Μέσα από αυτό το έργο, η ομάδα έμαθε τη σημασία της διεπιστημονικής συνεργασίας και τη δύναμη της τεχνολογίας στην έρευνα για τη διατήρηση.
- ❖ Ωστόσο, υπήρχαν και ορισμένες προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν, όπως τεχνικές δυσκολίες με τις έξυπνες φωλιές και η ανάγκη για μεγαλύτερη συμμετοχή της κοινότητας.
- ❖ Προχωρώντας προς τα εμπρός, η ομάδα ελπίζει να συνεχίσει αυτό το έργο βελτιώνοντας περαιτέρω τον σχεδιασμό των έξυπνων φωλιών και επεκτείνοντας τη χρήση τους σε άλλες περιοχές.
- ❖ Επιπλέον, σχεδιάζουν να συνεργαστούν με τις τοπικές κοινότητες για να ευαισθητοποιήσουν και να ενθαρρύνουν τη δράση προς τις προσπάθειες διατήρησης.
- ❖ Συνολικά, το έργο έχει τη δυνατότητα να έχει σημαντικό αντίκτυπο στη διατήρηση των μικρών κουκουβάγιων στην περιοχή του Κιλκίς και όχι μόνο.
- ❖ Αξιοποιώντας την τεχνολογία και συνεργαζόμενοι με τους ενδιαφερόμενους, η ομάδα ελπίζει να συμβάλει σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον για αυτά τα σημαντικά είδη.

Σημασία των προσπαθειών έρευνας και παρακολούθησης για την καλύτερη κατανόηση του αντίκτυπου της κλιματικής αλλαγής στις μικρές κουκουβάγιες και την ενημέρωση των στρατηγικών διατήρησης.

## Η διεξαγωγή μακροπρόθεσμης παρακολούθησης

- αλλαγές στο μέγεθος
- κατανομή πληθυσμού
- χρονοδιάγραμμα αναπαραγωγής και μετανάστευσης

## Η έρευνα σχετικά με τις απαιτήσεις ενδιαιτημάτων και τις συμπεριφορές των Κιρκινεζιών

- προσπάθειες διατήρησης
  - εντοπισμός σημαντικών περιοχών φωλεοποίησης
  - αναζήτησης τροφής



# Το μέλλον των μικρών κουκουβαγιών ενόψει της κλιματικής αλλαγής στον Ν.

## Κιλκίς:



- Παρακολούθηση και έρευνα πληθυσμών των μικρών κουκουβαγιών
- Εκπαίδευση και συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων
- Να προωθηθεί η οικολογική γεωργία και η κατανάλωση προϊόντων βιολογικών καλλιεργειών
- Να διατηρείται μια χέρσα ζώνη στο χωράφι και να διατηρούνται τα χωράφια σε αγρανάπαυση ή να χρησιμοποιούνται σαν λιβάδι περιοδικά
- Να διατηρηθεί η κτηνοτροφία στις γεωργικές εκτάσεις
- Να διατηρηθούν τα παλιά σπίτια και οι αποθήκες, ή να κατασκευάζονται τα νέα με κεραμίδια και γείσο
- Να ενημερωθούν οι αγρότες και οι μαθητές των περιοχών για το είδος, ώστε η προστασία να γίνεται τοπικά
- Παροχή συμπληρωματικών πηγών νερού, την αποκατάσταση των υποβαθμισμένων οικοτόπων των των μικρών κουκουβαγιών και την εφαρμογή μέτρων για τη μείωση της χρήσης του νερού και την αύξηση της αποδοτικότητας του νερού στις τοπικές κοινότητες

Τα μέλη της ομάδας, ευχαριστούν τους επιστημονικούς συνεργάτες και τα άτομα που συνέβαλαν στο έργο και υποστήριξαν το project.



**Τομέας Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας**  
**Τμήμα Γεωλογίας**  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης



# Πηγές:

1. Tsaknakis, G., Xirouchakis, S., Vasilakis, D., & Mylonas, M. (2015). Habitat use by the little owl (*Athene noctua*) in a Mediterranean landscape: implications for conservation. *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 22(1), 1-11.
2. Goutner, V., Alivizatos, H., & Goutner, T. (2005). The diet of the little owl (*Athene noctua*) in the agricultural landscape of Thessaly, central Greece. *Belgian Journal of Zoology*, 135(2), 225-230.
3. Poirazidis, K., & Sfougaris, A. I. (2015). Seasonal variation in the diet of the little owl *Athene noctua* in a Mediterranean agroecosystem. *Bird Study*, 62(2), 174-178.
4. Vasilakis, D. P., Tsaknakis, G., & Pantis, J. D. (2009). Nest site selection and breeding success of the little owl (*Athene noctua*) in Mediterranean farmland. *European Journal of Wildlife Research*, 55(6), 625-632.
5. Tziava, F., & Sfougaris, A. I. (2018). Habitat use and territory occupancy of little owls (*Athene noctua*) in a suburban environment. *Urban Ecosystems*, 21(6), 1115-1123.
6. BirdLife International. (n.d.). Little owl. Retrieved from <https://www.birdlife.org/europe-and-central-asia/birds/little-owl>
7. World Meteorological Organization. (n.d.). Climate data and monitoring. Retrieved from <https://public.wmo.int/en/programmes/climate-data-and-monitoring-programme>
8. Meteoblue AG. (2021). Meteoblue weather services. Retrieved from <https://www.meteoblue.com/en/>
9. European Space Agency. (2021). eoBrowser. Retrieved from <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>

Είναι σαφές ότι η κλιματική αλλαγή είναι ένα πραγματικό και πιεστικό ζήτημα που μας επηρεάζει όλους.

Η μικρή κουκουβάγια είναι μόνο ένα παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο τα οικοσυστήματα και τα ενδιαιτήματα επηρεάζονται από τις αλλαγές στη θερμοκρασία και τα μοτίβα βροχοπτώσεων.

Αλλά με τη γνώση και την κατανόηση έρχεται η δύναμη να κάνεις τη διαφορά.

Ας συνεχίσουμε να εργαζόμαστε μαζί, να μοιραζόμαστε τα ευρήματά μας και να αναλαμβάνουμε δράση για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Το μέλλον μας, και αμέτρητων άλλων ειδών, εξαρτάται από αυτό και η ομάδα μας θα είναι πάντα παρών.

