



# Περιβαλλοντική Παρακολούθηση της Λεκάνης της Μαύρης Θάλασσας υποστηριζόμενη από το σύστημα Copernicus - PONTOS

Δημόσια έκθεση του έργου PONTOS



Νοέμβριος 2022

Κοινά σύνορα. Κοινές λύσεις

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	3
Στατιστικά στοιχεία	4
Μαύρη Θάλασσα: Κοινές εδαφικές προκλήσεις	5
Η πιλοτική περιοχή PONTOS στην Αρμενία: Λίμνη Σεβάν	6
Η πιλοτική περιοχή PONTOS στην Ελλάδα: Το Δέλτα του Νέστου και η παράκτια ζώνη του	10
Η πιλοτική περιοχή PONTOS στη Γεωργία: Η πεδιάδα Kolkheti	13
Η πιλοτική περιοχή PONTOS στην Ουκρανία: Η Ακτογραμμή και το Δέλτα του ποταμού Δνεΐστερου	17
Η πλατφόρμα PONTOS	21
Λύσεις της πλατφόρμας: PONTOS Open Data Cube	22
Λύσεις της πλατφόρμας: PONTOS: Διαδικτυακή εφαρμογή	23
Λύσεις πλατφόρμας: PONTOS WebGIS	24
Το Πρόγραμμα Κοπέρνικος (Copernicus)	25

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το έργο «Περιβαλλοντική παρακολούθηση στη Λεκάνη της Μαύρης Θάλασσας με τη χρήση του συστήματος Copernicus» συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω του Κοινού Επιχειρησιακού Προγράμματος Λεκάνης της Μαύρης Θάλασσας 2014-2022 και έχει διάρκεια 30 μήνες. Το έργο περιλαμβάνει έξι εταίρους από τέσσερις χώρες - Αρμενία, Γεωργία, Ελλάδα και Ουκρανία.

Το εταιρικό σχήμα του έργου PONTOS είναι: 1) το Αμερικανικό Πανεπιστήμιο της Αρμενίας (AUA) Κέντρο Acorian για το Περιβάλλον (Επικεφαλής Εταίρος), 2) Το Σώμα Περιβαλλοντικής Προστασίας και Επιθεώρησης Μεταλλείων της Δημοκρατίας της Αρμενίας (EPMIB), 3) η Πράσινη Εναλλακτική (GRAL, Γεωργία), 4) το Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογίας - Ινστιτούτο Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (EKETA - ΙΠΤΗΛ) 5) το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Εργαστήριο Οικολογικής Μηχανικής και Τεχνολογίας (ΔΠΘ) και 6) το Εθνικό Πανεπιστήμιο Οδησσού I.I. Mechnikov (ONU, Ουκρανία).

Από το συνολικό προϋπολογισμό του έργου ύψους 999.967 Ευρώ, το 92% χρηματοδοτείται από το Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας «Λεκάνη της Μαύρης Θάλασσας 2014-2020», ενώ το υπόλοιπο ποσό συγχρηματοδοτείται από Εθνικούς και ιδίους πόρους των Εταίρων του έργου.

Η χρηματοδότηση της ΕΕ διευκολύνει την εμβάθυνση της συνεργασίας μεταξύ των ομάδων έργου των εταίρων από Ελλάδα, Αρμενία, Γεωργία και Ουκρανία και στην ανάπτυξη ενός διακρατικού δικτύου με αξιόπιστη ικανότητα στον τομέα της περιβαλλοντικής παρακολούθησης με τη χρήση αξιόπιστων, διαλειτουργικών μεθόδων και εργαλείων. Επίσης, το εταιρικό σχήμα του PONTOS αξιοποίησε προηγούμενες και τρέχουσες σχετικές περιβαλλοντικές πρωτοβουλίες που χρηματοδοτήθηκαν από την ΕΕ και άλλους χρηματοδοτικούς φορείς προκειμένου να επιτύχει τη δημιουργία συνεργειών και τη βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων του. Το κύριο όχημα για την επίτευξη των στόχων του έργου PONTOS είναι η ευρεία χρήση των δεδομένων και υπηρεσιών του Προγράμματος Copernicus και ιδίως εκείνων του Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS).

Το PONTOS φέρνει σε επαφή την περιβαλλοντική επιστήμη και την επιτόπια παρακολούθηση, την επιστήμη των δεδομένων, την πληροφορική, τη χαρτογράφηση και την τηλεπισκόπηση και πολλά άλλα για να αναπτύξει μια διαδικτυακή πλατφόρμα που προσφέρει δεδομένα και αναλύσεις προσαρμοσμένα στις ανάγκες των συμμετεχουσών χωρών. Η πρόκληση είναι πολύπλοκη καθώς η ανάπτυξη και η εφαρμογή λύσεων απαιτούν συνεργασία πέρα από εθνικά σύνορα και μεμονωμένους τομείς δραστηριότητας.

Κάθε χώρα-εταίρος διαθέτει πιλοτικές περιοχές για την επίδειξη της αποτελεσματικότητας και της αξιοπιστίας των επιγραμμικών υπηρεσιών. Έτσι, η πλατφόρμα είναι προσαρμοσμένη στις περιφερειακές προκλήσεις με λύσεις που δημιουργούνται με τη χρήση ενός κοινού αποθέματος πληροφοριών και κοινών μεθόδων ανάκτησης καθώς και με την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων ολοκληρωμένων και εν εξελίξει έργων έρευνας και ανάπτυξης, χρηματοδοτούμενα είτε από ευρωπαϊκούς είτε από εθνικούς πόρους.

Οι δικαιούχοι- ήταν επαγγελματίες, επιχειρήσεις, οργανώσεις της κοινωνίας των πολιτών και δημόσιες αρχές που δραστηριοποιούνται σε διάφορους τομείς, όπως ο τουρισμός, η γεωργία, οι υδατοκαλλιέργειες και το εμπόριο σε παράκτιες και παρόχθιες περιοχές. Μεταξύ άλλων καινοτομιών, το PONTOS παρείχε έναν αξιόπιστο τρόπο μέτρησης των λυμάτων που εκλύονται στο περιβάλλον της Λεκάνης της Μαύρης Θάλασσας και επέτρεψε την παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων όπως η θερμοκρασία των επιφανειακών υδάτων, η αλατότητα, τα θρεπτικά συστατικά, τα δυνητικά τοξικά στοιχεία και η παρουσία φυκών με τη χρήση δορυφορικών και επιτόπιων δεδομένων.

Το επίκεντρο ήταν η εμπλοκή των πολιτών στις δραστηριότητες υλοποίησης και η δυνατότητα να επωφεληθούν από τα αποτελέσματα του έργου. Εκτός από τις δραστηριότητες ανάπτυξης ικανοτήτων, το PONTOS προσφέρει παράλληλα τα μέσα για την αξιοποίηση των υφιστάμενων τοπικών δικτύων περιβαλλοντικής παρακολούθησης και των προϊόντων και υπηρεσιών του Copernicus. Σκοπός είναι η ευθυγράμμιση των συνδεδεμένων υπηρεσιών του Copernicus με τις υφιστάμενες υποδομές λογισμικού και η μόχλευση της συνεργασίας και υποστήριξη της ανταλλαγής ιδεών και βέλτιστων πρακτικών σε ολόκληρη την περιοχή.



**Ανάπτυξη  
ικανοτήτων**

- 8 κύκλοι κατάρτισης για την ανάπτυξη ικανοτήτων με την συμμετοχή 200 περίπου νέων επιστημόνων από τις 4 χώρες
- Κατάρτιση 18 εκπαιδευτών
- Δημιουργία της πλατφόρμας Pontou
- Πραγματοποιήθηκαν
- 4 αξιολογήσεις στη λίμνη Σεβάν
- 4 αξιολογήσεις στο Δέλτα του ποταμού Δνείστερου
- 5 αξιολογήσεις στο Δέλτα του ποταμού Rioni
- 5 αξιολογήσεις στο Δέλτα του ποταμού Νέστου

**Εκδηλώσεις**

- 4 εκδηλώσεις ανταλλαγής ιδεών με 200 συμμετέχοντες
- 4 τοπικές εκδηλώσεις για την προβολή του έργου
- Συμμετοχή σε 4 διεθνείς εκδηλώσεις
- Διοργάνωση Hackathon
- Διοργάνωση 30 συναντήσεων των ομάδων έργου
- Διοργάνωση 7 συνεντεύξεων τύπου
- 1 ξενάγηση δημοσιογράφων στην πιλοτική περιοχή της Αρμενίας

**Εταιρικό  
Σχήμα**

- 4 συμμετέχουσες χώρες
- 6 εταίροι
- Υπογραφή 13 Μνημονίων κατανόησης σε τέσσερις χώρες
- Συγκροτήθηκαν 4 τοπικές ομάδες για τη διαχείριση των υδατικών πόρων και την πρόληψη της ρύπανσης στις συμμετέχουσες χώρες

**Επικοινωνία**

- 170.000 πολίτες προσεγγίστηκαν μέσω των ενημερωτικών δελτίων, του ιστοτόπου του έργου και των μέσων κοινωνικής δικτύωσης
- Δημοσίευση 6 ενημερωτικών δελτίων
- Πραγματοποιήθηκαν 6 διαδικτυακές εκπαιδευτικές ενότητες για το ευρύ κοινό
- Κατασκευή και διαχείριση της ιστοσελίδας του έργου [pontoseu.aua.am](http://pontoseu.aua.am)
- Ανάπτυξη και διανομή περίπου 5000 φυλλαδίων προβολής του έργου
- Προετοιμασία βίντεο του έργου

## ΜΑΥΡΗ ΘΑΛΑΣΣΑ: ΚΟΙΝΕΣ ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Ο Εύξεινος Πόντος θεωρείται μία από τις πιο ευάλωτες περιφερειακές θάλασσες λόγω της περιορισμένης ανταλλαγής νερού με τους ανοικτούς ωκεανούς και των μεγάλων λεκανών απορροής της ηπειρωτικής Ευρώπης που εκβάλλουν. Σύμφωνα με το Στρατηγικό Σχέδιο Δράσης για την περιβαλλοντική προστασία και την αποκατάσταση της Μαύρης Θάλασσας, τα ακόλουθα προβλήματα θεωρούνται υψηλής προτεραιότητας:

- ευτροφισμός/εμπλουτισμός θρεπτικών συστατικών
- αλλαγές στους θαλάσσιους έμβιους πόρους
- χημική ρύπανση (συμπεριλαμβανομένου του πετρελαίου)
- βιοποικιλότητα/αλλαγές των ενδιαιτημάτων, συμπεριλαμβανομένης της εισαγωγής ξένων ειδών.

Η Σύμβαση για την Προστασία της Μαύρης Θάλασσας από τη Ρύπανση αντιμετωπίζει τις προκλήσεις αυτές μέσω της ενισχυμένης συνεργασίας μεταξύ των εμπλεκόμενων χωρών. Οι κοινές προσπάθειες για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων και την προστασία των θαλάσσιων και των παράκτιων έμβιων πόρων θα ενταθούν με την πάροδο των ετών, ώστε να διασφαλιστεί η βιώσιμη ανάπτυξη της ευημερίας, της υγείας και της ασφάλειας των παράκτιων κρατών.



Το έργο PONTOS προωθεί την περιβαλλοντική παρακολούθηση σε διασυνοριακό και περιφερειακό επίπεδο με στρατηγικές που παραμένουν αρκετά λεπτομερείς ώστε να εφαρμόζονται σε τοπική κλίμακα. Το PONTOS επικεντρώνεται στις αλλαγές της κάλυψης και χρήσεις γης που προκύπτουν ως αποτέλεσμα γεωγενών και ανθρωπογενών διεργασιών σε σημαντικά τμήματα βασικών λεκανών απορροής και παράκτιων λωρίδων γύρω από τη Μαύρη Θάλασσα και σε σημαντικά εσωτερικά υδάτινα συστήματα.

Το έργο υιοθετεί την έξυπνη σύνθεση επικυρωμένων δεδομένων παρατήρησης της Γης και αποτελεσμάτων από αριθμητικά μοντέλα για την παραγωγή ποσοτικών εκτιμήσεων φυσικοχημικών μεταβλητών, που περιγράφουν τις περιβαλλοντικές συνθήκες στην περιοχή της Μαύρης Θάλασσας. Θα αξιολογηθούν σημαντικά ζητήματα όπως το υδατικό αποτύπωμα της γεωργίας, οι ροές θρεπτικών ουσιών, οι διαδικασίες ευτροφισμού, οι παράκτιες ζώνες διάβρωσης/απόθεσης, οι αλλαγές στις χρήσεις γης και η αναδάσωση/αποδάσωση σε αντιπροσωπευτικές πιλοτικές περιοχές σε όλες τις χώρες-εταίρους. Κατά τη διάρκεια και μετά την υλοποίηση του έργου μια σειρά από εθνικές υπηρεσίες, περιφερειακές και τοπικές αρχές, μελετητικά γραφεία και φορείς διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών και το ευρύτερο κοινό θα επωφεληθούν από τα αποτελέσματα, την αναπτυχθείσα πλατφόρμα και τις βάσεις δεδομένων. Δημιουργήθηκε άμεση σύνδεση με προϋπάρχοντες και υφιστάμενους μηχανισμούς περιβαλλοντικής παρακολούθησης, εξασφαλίζοντας τη βιωσιμότητα των αποτελεσμάτων μέσω της διασύνδεσης και της ενσωμάτωσης των μηχανισμών παραγωγής γνώσης του PONTOS με τις κυβερνητικές δομές.

## Η ΠΙΛΟΤΙΚΉ ΠΕΡΙΟΧΉ ΤΟΥ ΡΟΝΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΡΜΕΝΙΑ: Η ΛΙΜΝΗ ΣΕΒΑΝ

Η πιλοτική περιοχή της Αρμενίας αποτελείται από τη μεγαλύτερη πηγή γλυκού νερού στην Αρμενία, τη λίμνη Σεβάν, και τη λεκάνη απορροής της. Οι επείγουσες προκλήσεις για το περιφερειακό οικοσύστημα είναι ποικίλες και κυμαίνονται από τη ρύπανση έως την παράνομη αλιεία. Η αστική εξάπλωση καθώς και οι αλλαγές στις χρήσεις γης που προκύπτουν από τις διακυμάνσεις της στάθμης του νερού αναδεικνύονται επίσης ως σημαντικές προκλήσεις.

*Εικόνα 1: Λίμνη Σεβάν, πιλοτική περιοχή του έργου στην Αρμενία. Πηγή φωτογραφίας: Εθνικό Πάρκο Σεβάν*



### ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ, ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

- Επιλέχθηκαν τέσσερις πιλοτικές περιοχές αξιολόγησης για λεπτομερή ανάλυση.
- Τα δεδομένα των πιλοτικών περιοχών συλλέχθηκαν από διάφορες πηγές, όπως δορυφορικές εικόνες, προϋπάρχοντα σύνολα δεδομένων και συνεντεύξεις στο πεδίο.
- Οι δείκτες NDVI/NDMI υπολογίστηκαν για τις πιλοτικές περιοχές για τις περιόδους βλάστησης 2017-2022 με βάση τα δεδομένα του Sentinel-2.
- Εφαρμόστηκαν κριτήρια χρόνου και βάθους (mm) για τον προσδιορισμό των αποδοτικότερων σεναρίων άρδευσης για επιλεγμένες καλλιέργειες.
- Αυτές οι παράμετροι άρδευσης μπορούν να υιοθετηθούν από τους αγρότες σε όλη την περιοχή μελέτης για τη βελτιστοποίηση της χρήσης του γεωργικού νερού και την αύξηση των αποδόσεων.
- Με βάση τις υπολογιζόμενες τιμές αναφοράς της άρδευσης για τις πιο δημοφιλείς καλλιέργειες στη λεκάνη της λίμνης Sevan, υπολογίστηκε η συνολική ζήτηση νερού άρδευσης στη λεκάνη.



*Εικόνα 2: Αγρός με λάχανα στο Vardenik*



*Εικόνα 3: Χωράφι σιταριού στο Noratus*



Χρησιμοποιώντας το μοντέλο AquaCrop και τα δεδομένα που συλλέχθηκαν σε συνδυασμό με τις εφαρμοζόμενες πρακτικές και υποθετικά σενάρια άρδευσης, προσδιορίσαμε τις βέλτιστες στρατηγικές άρδευσης για τους πιο δημοφιλείς τύπους καλλιεργειών στη λεκάνη της λίμνης Σεβάν. Η εφαρμογή αυτών των στρατηγικών θα πρέπει να οδηγήσει σε μειωμένη χρήση νερού και υδατική καταπόνηση και σε αυξημένη γεωργική παραγωγικότητα. Ωστόσο, οι πρακτικές αυτές πρέπει ακόμη να δοκιμαστούν στο πεδίο και να προσαρμοστούν με βάση τα πραγματικά αποτελέσματα.

Ωστόσο, υπάρχει και ένα άλλο πρόβλημα που αφορά την κακή κατάσταση των υποδομών άρδευσης, με μέσες απώλειες νερού 50% και έλλειψη μετρήσεων σχετικά με τη χρήση του νερού. Ενώ η γεωργική παραγωγή έχει ενισχυθεί μέσω της χρήσης φυτοφαρμάκων, η πρακτική αυτή συμβάλλει περαιτέρω στα περιβαλλοντικά προβλήματα στη λίμνη Σεβάν. Ως εκ τούτου, οι μελλοντικές δραστηριότητες ανάπτυξης της λεκάνης πρέπει να επικεντρωθούν στην επίλυση των προβλημάτων αποδοτικότητας της χρήσης του νερού και οι πρακτικές άρδευσης πρέπει να βασίζονται στη γνώση λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τις τάσεις της κλιματικής αλλαγής.

Τα δεδομένα του Copernicus είναι ζωτικής σημασίας για την παρακολούθηση των αλλαγών της γεωργικής γης και συμβάλλουν στην διαμόρφωση απαντήσεων τόσο στις κλιματικές όσο και στις ανθρωπογενείς προκλήσεις. Για τη συνεχή παραγωγή περιβαλλοντικών δεικτών και την ανίχνευση των σχετικών αλλαγών στη λεκάνη της λίμνης Σεβάν, έχει αναπτυχθεί το πακέτο προγραμματισμού Sen2r. Οι σχετικοί δείκτες για την παρακολούθηση των γεωργικών εκτάσεων περιλαμβάνουν τους δείκτες NDVI, MSAVI2, NDWI και NDWI2. Εργαλεία όπως το Sen2r και το πρόγραμμα PONTOS θα βοηθήσουν στην αυτοματοποίηση της συλλογής και παρακολούθησης δεδομένων, γεγονός που θα εξοικονομήσει χρόνο τόσο για τους αναλυτές όσο και για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων.

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ ΚΑΙ ΠΛΩΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΡΜΕΝΙΑΣ

Συνδυάσαμε εικόνες τηλεπισκόπησης με δεδομένα πεδίου για να διερευνήσουμε μακροπρόθεσμες χωροχρονικές αλλαγές στην υδρόβια βλάστηση της λίμνης Σεβάν. Χρησιμοποιήσαμε κυρίως εικόνες μέτριας ανάλυσης και από αυτές υπολογίσαμε δείκτες βλάστησης. Μεθοδολογικά, τα αποτελέσματά μας κατέδειξαν τις δυνατότητες χρήσης ελεύθερα διαθέσιμων δορυφορικών εικόνων μέσης ανάλυσης από Landsat και άλλες πηγές για την παρακολούθηση περιβαλλοντικών αλλαγών με αναπαραγωγίμο και συνεχή τρόπο.



Εικόνα 4: Υδάτινη βλάστηση κοντά στο καταφύγιο Norashen



Εικόνα 5: Μείγμα υδρόβιας βλάστησης και δέντρων που έμειναν στο νερό μετά την άνοδο της στάθμης κοντά στο στόμιο του ποταμού Dzknaget

Τα αποτελέσματα της μελέτης μας δείχνουν ότι η μακροχρόνια μείωση της στάθμης του νερού ευνοεί την εξάπλωση των μακροφύτων. Επίσης, μπορούμε να υποθέσουμε ότι οι αλλαγές στην υδρόβια βλάστηση και τα επίπεδα νερού συνδέονται με ανθρωπογενείς παρεμβολές.

Στο έργο αυτό γίνεται σύγκριση διαφορετικών δεικτών για τη χαρτογράφηση της υδρόβιας βλάστησης και αξιολογούνται οι δυνατότητες τριών δεικτών για την ανάλυση των υδάτινων οικοσυστημάτων: Ο δείκτης κανονικοποιημένης διαφοράς βλάστησης (NDVI), ο δείκτης κανονικοποιημένης διαφοράς υδρόβιας βλάστησης (NDAVI) και ο δείκτης κανονικοποιημένης διαφοράς νερού (NDWI). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η υδρόβια βλάστηση της λίμνης Sevan αντιπροσωπεύεται κυρίως από Emergent AV, η οποία αναπτύσσεται γενικά στην παράκτια ζώνη και όχι στις βαθιές λιμνοθάλασσες. Κυρίαρχα είδη είναι το *Butomus Umbellatus* και το *Potamogeton Pectinatus*.

Ένα από τα πιο σημαντικά ευρήματα είναι ότι η άνθιση των φυκιών μπορεί να αποτελέσει σοβαρό εμπόδιο στην ανίχνευση της υδρόβιας βλάστησης από δορυφορικές εικόνες. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για την αυτοματοποιημένη συλλογή δεδομένων και τον υπολογισμό των δεικτών παρακολούθησης. Για να αποφευχθεί αυτό, συνιστούμε να αποφεύγεται η χρήση εικόνων που έχουν ληφθεί κατά τη διάρκεια της περιόδου άνθησης, η οποία διαρκεί από τα μέσα του καλοκαιριού έως τα μέσα του φθινοπώρου ή να χρησιμοποιούνται πιο εμπειριστατωμένες επιστημονικές προσεγγίσεις, όπως αλγόριθμοι που βασίζονται στη ζώνη του υπέρυθρου τμήματος του φάσματος.

## ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗ ΔΑΣΟΚΑΛΥΨΗ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Στην Αρμενική πιλοτική περιοχή περιλαμβάνεται ολόκληρη η επικράτεια του Εθνικού Πάρκου Σεβάν. Η δασοκομία του πάρκου καταγράφηκε για πρώτη φορά το 1962 και στη συνέχεια το 1972 και το 1983. Ωστόσο, μετά από αυτό, οι απογραφές σταμάτησαν και μόνο το 2005 η δασική κάλυψη επανεκτιμήθηκε κατά τη διάρκεια μιας προσαρμογής των ορίων του πάρκου με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η αξιολόγηση του 2005 έδειξε το δάσος να καλύπτει 13.250,30 εκτάρια, δηλαδή 1.285,20 εκτάρια περισσότερα από την έκταση που καταγράφηκε το 1983. Αυτή η δασική επέκταση μπορεί να αποδοθεί τόσο στις αναδασώσεις όσο και στον πολλαπλασιασμό των θάμνων με υψηλό δυναμικό ανάπτυξης κορμών, όπως το ιπποφαές και η κίτρινη ακακία - και τα δύο έχουν παρατηρηθεί στο Εθνικό Πάρκο Σεβάν κατά τις επιτόπιες επισκέψεις.

Χρησιμοποιώντας δορυφορικές εικόνες, υπολογίστηκαν η δασική κάλυψη και η απώλεια δασικής κάλυψης για τα έτη που καλύπτουν το διάστημα από το 2009 έως το 2020. Η ανάλυση αποκάλυψε την απώλεια 510,70 εκταρίων δασικής κάλυψης κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Όσον αφορά την ποιότητα του περιβάλλοντος, δεν βρήκαμε καμία συσχέτιση μεταξύ της απώλειας δασικής κάλυψης και της ποιότητας του νερού στη λίμνη Σεβάν.

Για τη διευκόλυνση της περαιτέρω μελέτης, θα χρειαστεί μια ενημερωμένη και ακριβής δασική απογραφή στο Εθνικό Πάρκο Σεβάν. Επιπλέον, η παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων πρέπει να πραγματοποιείται σε τακτικά διαστήματα, ώστε να είναι δυνατή η έρευνα υψηλής ποιότητας και οι τεκμηριωμένες προβλέψεις.

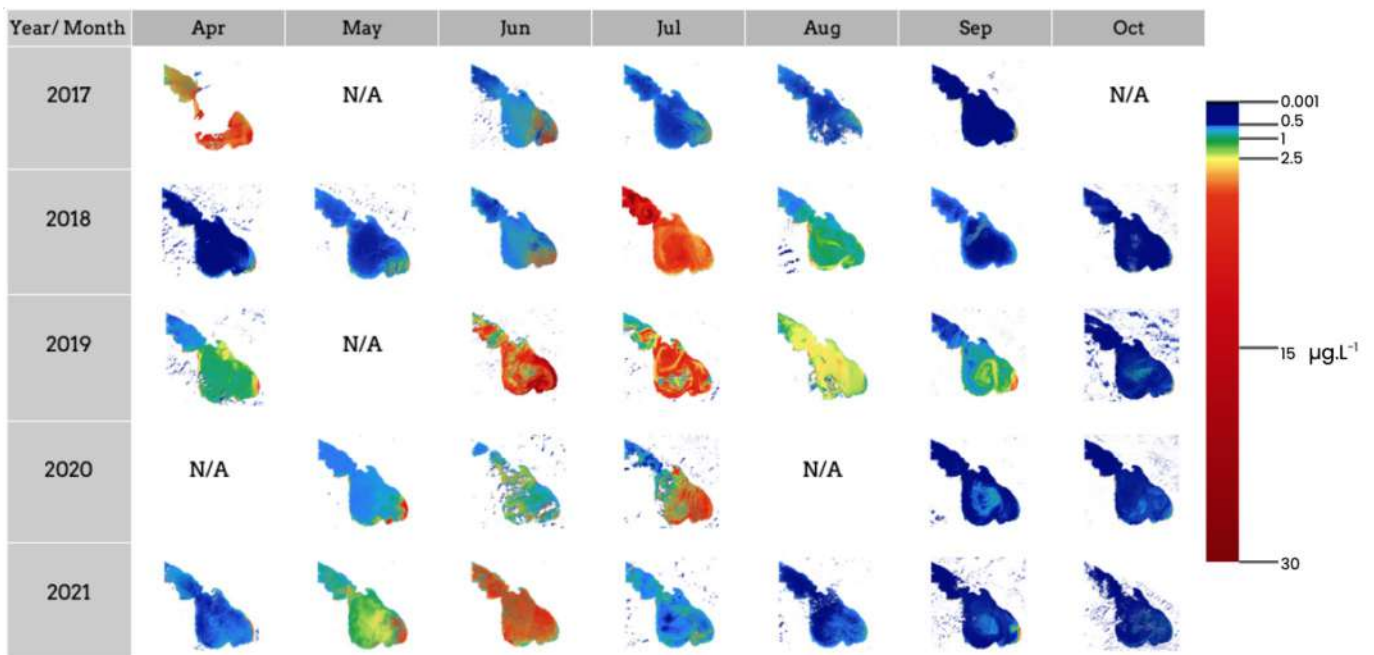




## ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΟΥ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΡΜΕΝΙΑΣ

Καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου μελέτης, καταγράψαμε τις χωρικές και χρονικές μεταβολές των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης A (chl-a) και της ολικής αιωρούμενης ύλης (TSM) στη λίμνη Σεβάν. Χωρικά, διαπιστώθηκε ότι η νοτιοανατολική περιοχή της λίμνης Sevan παρουσίαζε συχνά υψηλότερη βιομάζα φυκιών. Χρονικά, οι ανθίσεις φυκιών καταγράφηκαν τους μήνες μεταξύ Ιουνίου και Αυγούστου με τη μεγαλύτερη ένταση το 2018 και το 2019. Το γεγονός ότι το 2018 ήταν το θερμότερο έτος στην Αρμενία την τελευταία δεκαετία, υποδηλώνει τον πιθανό ρόλο της ζέστης στην άνθιση των φυκιών. Δε βρέθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των ανθίσεων φυκιών και των επιπέδων αζώτου (N). Ωστόσο, καταγράφηκαν υψηλές συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων (PO<sub>4</sub>-) την άνοιξη και το φθινόπωρο, συσχετιζόμενες έτσι αρνητικά με τα επίπεδα των φυκιών και υποδηλώνοντας τη δυνατότητά του να περιορίσει την ανθοφορία.

Τα ευρήματα αυτά δείχνουν ότι δύο από τους σημαντικότερους παράγοντες για την άνθιση των φυκιών στη Σεβάν είναι η θερμοκρασία και ο φώσφορος. Δεδομένου ότι η θερμοκρασία αναμένεται να αυξηθεί λόγω της κλιματικής αλλαγής, εάν δεν ληφθούν μέτρα, οι επιβλαβείς ανθίσεις φυκιών θα συνεχίσουν να αυξάνονται τόσο σε συχνότητα όσο και σε ένταση. Ενώ οι αυξήσεις της θερμοκρασίας είναι απρόβλεπτες και πέρα από τον άμεσο έλεγχό μας, πρέπει να καταβληθούν ειλικρινείς προσπάθειες για τον περιορισμό της εξωτερικής φόρτισης φωσφόρου για τον μετριασμό των ανθίσεων στο εγγύς μέλλον. Πιθανές πολιτικές απαντήσεις περιλαμβάνουν την καλύτερη διαχείριση των λυμάτων, των λιπασμάτων και των δραστηριοτήτων υδατοκαλλιέργειας γύρω από τη λίμνη. Υπάρχουν επίσης λύσεις που βασίζονται στη φύση, όπως οι τεχνητοί υγροβιότοποι και οι ζώνες μακροφύτων, οι οποίες μπορούν να φιλτράρουν και να μειώσουν την απορροή.



Σχήμα 1: Διαχρονικές μεταβολές των συγκεντρώσεων χλωροφύλλης-A στη λίμνη Σεβάν μεταξύ 2017 και 2021.

## Η ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΡΟΝΤΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ: ΤΟ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΝΕΣΤΟΥ ΚΑΙ Η ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ ΤΟΥ

Η πιλοτική περιοχή του έργου PONTOS στην Ελλάδα περιλαμβάνει το Δέλτα του ποταμού Νέστου και το σύμπλεγμα της λιμνοθάλασσας Βιστωνίδας, μια υγροτοπική περιοχή υψηλής οικολογικής σημασίας που προστατεύεται από τη Συνθήκη Ραμσάρ και αποτελεί μέρος του δικτύου Natura 2000. Η ακτογραμμή της πιλοτικής περιοχής και οι έξι παράκτιες λιμνοθάλασσες των συμπλεγμάτων του ποταμού Νέστου και της Βιστωνίδας βρέθηκαν στο επίκεντρο της προσοχής του έργου PONTOS.

Πρόκειται για τις εξής λιμνοθάλασσες: Ερατεινό, Αγιάσμα, Λάφρη, Πόρτο Λάγος, Ξηρολίμνη και Πτελέα. Η ακτογραμμή παρουσιάζει μακροχρόνια σημάδια σημαντικής διάβρωσης, ιδίως μετά την ανάσχεση του ποταμού Νέστου. Οι λιμνοθάλασσες επηρεάζονται από γεωργικά υπολείμματα, κυρίως από ενώσεις αζώτου και φωσφόρου, προκαλώντας συχνά περιστατικά ευτροφισμού. Τέλος, η αλάτωση των παράκτιων υδροφόρων οριζώντων και η κακή διαχείριση του γλυκού νερού πρέπει να αντικατασταθεί με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών άρδευσης ακριβείας. Όλα τα παραπάνω ζητήματα μελετήθηκαν στο πλαίσιο του PONTOS, χρησιμοποιώντας τα δορυφορικά προϊόντα που ανέπτυξε το σύστημα Copernicus.

### ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ: ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ολοκληρώθηκε η ανάλυση της αλλαγής της ακτογραμμής, καλύπτοντας την περίοδο από το 1985 έως το 2020. Εφαρμόστηκε η τυποποιημένη μεθοδολογία σε τέσσερα στάδια:

- δημιουργία καταλόγου δεδομένων με όλους τους διαθέσιμους δορυφόρους και δορυφορικές εικόνες,
- εξαγωγή ιστορικής ακτογραμμής από τις σχετικές δορυφορικές εικόνες,
- αξιολόγηση της κίνησης της ακτογραμμής καθ' όλη την περίοδο μελέτης, και
- ανάλυση των υπεράκτιων και παράκτιων κυματισμών (ακραία κυματικά φαινόμενα, προσπίπτουσα κυματική ενέργεια, μεταφορά ιζημάτων στην ξηρά κ.λπ.)

Ολόκληρη η παράκτια ζώνη χαρακτηρίζεται από έντονη διάβρωση λόγω της λειτουργίας τριών υδροηλεκτρικών και αρδευτικών φραγμάτων κατά μήκος του ποταμού Νέστου. Η κατασκευή τους άρχισε στις αρχές της δεκαετίας του 1960 και ολοκληρώθηκαν στα τέλη του 1996, με αποτέλεσμα τη σταδιακή διαταραχή της ισορροπίας διάβρωσης-εναπόθεσης, ιδιαίτερα στην περιοχή της δελταϊκής ζώνης με εκτιμώμενη μείωση της προσφοράς ιζημάτων σε σχέση με την ιστορική αποδοχή ιζημάτων στη δελταϊκή ζώνη κατά 84 % λόγω της φραγματοποίησης του ποταμού Νέστου.



Σχήμα 2 & 3: Επιπτώσεις των ποτάμιων φραγμάτων στην παράκτια ζώνη των εκβολών του ποταμού Νέστου

## ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ-Α ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΟΥ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ: ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Χαρτογραφήθηκε και αξιολογήθηκε η συγκέντρωση Chl-a στις παράκτιες λιμνοθάλασσες της Βόρειας Ελλάδας.

Οι εν λόγω παράκτιες λιμνοθάλασσες έχουν πολιτιστική, περιβαλλοντική και οικονομική σημασία, συνεπώς απαιτείται παρακολούθηση για την αντιμετώπιση των αλλαγών στην ποιότητα του νερού.

Το ενδιαφέρον επικεντρώθηκε στη διαχρονική και χωρική εξέλιξη της Chl-a για την περίοδο 2013-2021.

Ανακτήθηκαν και επεξεργάστηκαν δορυφορικές εικόνες Landsat 8 για τη χρονική περίοδο 2013-2015 και εικόνες Sentinel-2 για την περίοδο 2015-2021.

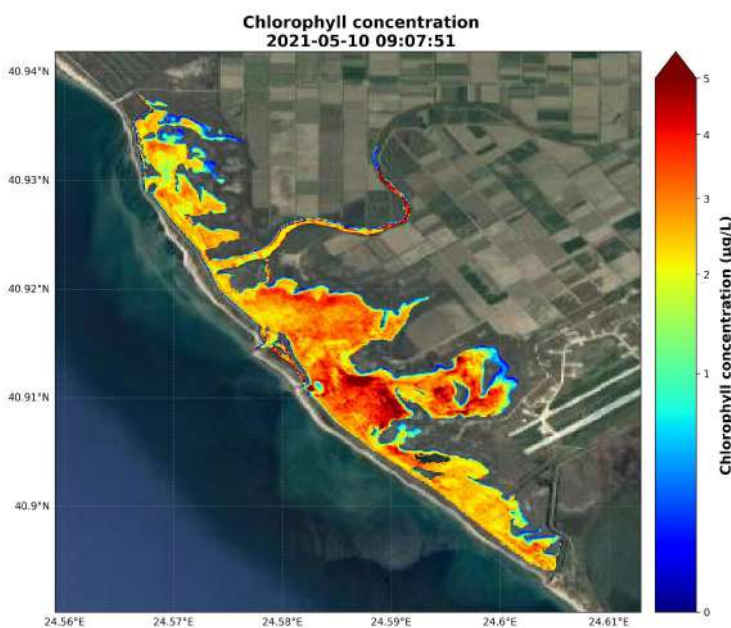
Δημιουργήθηκε μια λεπτομερής περιγραφή της ετήσιας εξέλιξης του Chl-a στη λιμνοθάλασσα της Βάσσοβα, στο Ερατεινό και στο Αγιάσμα, στο Πόρτο Λάγος, στη λιμνοθάλασσα της Ξηρολίμνης και στην Πτελέα.



Εικόνα 6: Λιμνοθάλασσα Πόρτο Λάγος



Εικόνα 7: Λιμνοθάλασσα Ξηρολίμνης



Σχήμα 4: Χωρική εξέλιξη της συγκέντρωσης χλωροφύλλης στη λιμνοθάλασσα του Ερατεινού



## ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ, ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ: ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Υπολογίστηκε η χρήση νερού από τον γεωργικό τομέα στην πιλοτική περιοχή. Υπολογίστηκαν και προτάθηκαν τιμές αναφοράς για την παραγωγικότητα του νερού σχετικά με τις πιο δημοφιλείς και απαιτητικές σε νερό καλλιέργειες. Εκτιμήθηκε το δυνητικό ετήσιο επίπεδο υδατικής καταπόνησης που προκαλείται από τους αγρότες στις καλλιέργειες.

Πραγματοποιήθηκε πρόοδος στην ανάπτυξη ενός λειτουργικού εργαλείου που θα μπορούσε να συμβάλει στην ορθολογική χρήση των διαθέσιμων υδάτινων πόρων από το επίπεδο του αγρού έως το επίπεδο της λεκάνης απορροής.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι πολυάριθμες συνεντεύξεις με αγρότες στην περιοχή μελέτης έδειξαν ότι τείνουν να λειτουργούν με ασφάλεια και να αρδεύουν υπερβολικά τα χωράφια τους, με στόχο να εξασφαλίσουν τη μέγιστη δυνατή παραγωγή. Ως εκ τούτου, οι αγρότες υπερεκμεταλλεύονται τους διαθέσιμους επιφανειακούς και υπόγειους υδάτινους πόρους της περιοχής υποβαθμίζοντας την ποσότητά τους, αλλά και επιδεινώνοντας την κατάσταση αλάτωσης της παράκτιας ζώνης, επηρεάζοντας αρνητικά την ποιότητά τους. Τα αποτελέσματα του έργου έδειξαν ότι μια πιο ορθολογική χρήση των διαθέσιμων υδάτινων πόρων από τον γεωργικό τομέα είναι εφικτή, εάν τα εργαλεία άρδευσης ακριβείας ενσωματωθούν στην πρακτική προγραμματισμού της άρδευσης των γεωργών, μειώνοντας το υδατικό αποτύπωμα των καλλιεργειών στην περιοχή κατά 10-30% ανάλογα με την καλλιέργεια, τον τύπο του εδάφους κ.λπ..



## Η ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΡΟΝΤΟΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ: Η ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗ ΚΑΙ Η ΠΕΔΙΑΔΑ ΚΟΛΚΗΕΤΙ

Οι πιλοτικές περιοχές της Γεωργίας είναι η ακτογραμμή και η πεδιάδα Kolkheti στη δυτική Γεωργία.

Η ακτογραμμή της Γεωργίας αντιμετωπίζει την απειλή σοβαρής παράκτιας διάβρωσης που προκαλείται από το συνδυασμό της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, της τεκτονικής βύθισης της γης, της μεταβολής του ποταμού και της ροής των ιζημάτων.

Η πεδιάδα Kolkheti καλύπτει το κατάντη τμήμα του ποταμού Rioni, συμπεριλαμβανομένης της περιοχής του δέλτα. Τα κυριότερα οικοσυστήματα εκεί, είναι τα αρχαία φυλλοβόλα Κολχικά δάση και οι υγρότοποι, ενώ τα τροπικά Κολχικά δάση είναι τα πιο υγρά εύκρατα φυλλοβόλα τροπικά δάση που φιλοξενούν 1.100 είδη αγγειόσπερμων φυτών, ιδίως ξυλώδη είδη, βρυόφυτα, σχεδόν 500 είδη σπονδυλωτών και μεγάλο αριθμό ασπόνδυλων.

Μεταξύ των περιβαλλοντικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η περιοχή είναι η μείωση της ροής του ποταμού και αυτής των ιζημάτων, η οποία επηρεάζει την περιοχή του δέλτα και τους φυσικούς οικοτόπους λόγω της κατασκευής πολλών φραγμάτων και ταμιευτήρων στη Λεκάνη της Μαύρης Θάλασσας, που προκάλεσαν σοβαρή υποβάθμιση ή απώλεια των τόπων αναπαραγωγής των ειδών οξύρρυγχου (συμπεριλαμβανομένου του Ατλαντικού οξύρρυγχου). Άλλες σημαντικές απειλές είναι η ρύπανση των υδάτων και η υποβάθμιση των υγροτόπων καθώς και η αποψίλωση των δασών.

### ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ: ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Συλλέχθηκαν δορυφορικές εικόνες (Sentinel και Landsat) και ιστορικά δεδομένα για την περίοδο 1987-2021.

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση της μετακίνησης της ακτογραμμής με τη χρήση του εργαλείου DSAS

Χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες πολύ υψηλής ανάλυσης (VHR) για να χαρακτηριστούν οι μεταβολές της παράκτιας γραμμής σε επιλεγμένες υποπεριοχές (κατά μήκος της Αμπχαζίας και το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει τις περιοχές Adjara, Guria και Samegrelo-Zemo-Svaneti ) με μεγαλύτερη ακρίβεια



Εικόνες 8 & 9: Παραδείγματα συσσώρευσης (αριστερά) και διάβρωσης (δεξιά)  
Φωτογραφία: Irakli Macharashvili



## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κατά την περίοδο 1987-2013 η διάβρωση χαρακτηρίζει το 54,28% της ακτογραμμής στην περιοχή της Αμπχαζίας, ενώ το υπόλοιπο 45,72% χαρακτηρίζεται από συσσώρευση.

Κατά την ίδια περίοδο στο δεύτερο τμήμα της ακτογραμμής παρατηρούμε ότι το 22,21% βρίσκεται υπό διάβρωση και το 77,79% υπό συσσώρευση.

Κατά την περίοδο 1987-2013 το 54,28% της ακτογραμμής στην περιοχή της Αμπχαζίας παρουσίασε διάβρωση και το υπόλοιπο 45,72% παρουσίασε συσσώρευση. Κατά την ίδια περίοδο στο δεύτερο τμήμα της ακτογραμμής βλέπουμε ότι το 22,21% βρίσκεται υπό διάβρωση και το 77,79% υπό συσσώρευση.

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΠΛΕΟΥΣΑΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ: ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στόχος της μελέτης ήταν η ανάπτυξη μεθοδολογίας για την ποιοτική αξιολόγηση της λίμνης Partotskali, και των ενδიაτημάτων της πλωτής βλάστησης με τη χρήση τηλεπισκόπησης και GIS και να αναδειχθεί σε σημείο αναφοράς.

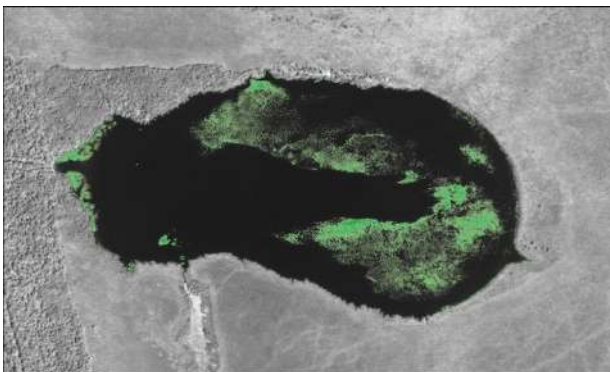
Για τη χαρτογράφηση των ενδίατημάτων της επιπλέουσας βλάστησης χρησιμοποιήθηκε ανάλυση χρονοσειρών με μηνιαία NDVI (2015-2021).

Οι εικόνες NDVI δημιουργήθηκαν με τη χρήση των κόκκινων και NIR ζωνών του δορυφόρου Sentinel-2. Η τηλεπισκόπηση χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α στο νερό.

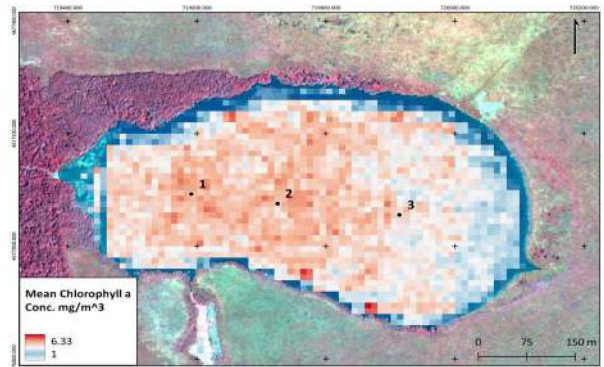


Φωτογραφία: Irakli Macharashvili

Σύμφωνα με τη μελέτη, η λίμνη διατηρούσε μια υγιή χημική και οικολογική κατάσταση. Θεωρούμε ότι το υγιές οικοσύστημα της λίμνης Partotskali παρέχει τη δυνατότητα να δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα παρακολούθησης σύμφωνα με τις απαιτήσεις της οδηγίας-πλαίσιο για τα ύδατα της ΕΕ (ΟΠΥ της ΕΕ).



Σχήμα 5: Φωτογραφικός χάρτης της λίμνης Partotskali καλυμμένης με τάπητα φύλλων από νεροκαστανιές (Panchromatic image: WV02, 2016)



Σχήμα 6: Πολυφασματική εικόνα της λίμνης Partotskali (22-08-2016) και μοντέλο συγκέντρωσης χλωροφύλλης (10 m)



## ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ-Α ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΟΥ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ: ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της δυναμικής της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης και του ευτροφισμού στην πιλοτική περιοχή της Γεωργίας, συγκεκριμένα στη λίμνη Paliastomi και στη γύρω περιοχή, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μεθόδων τηλεπισκόπησης και επιτόπιων δεδομένων.

Η μελέτη περιελάμβανε μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης και της δυναμικής του ευτροφισμού από το 2013 έως το 2021.

Αυτό το μέρος της έρευνας έγινε με την επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων Landsat 8, Sentinel-2 στην εφαρμογή SNAP.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες μελέτες τον Νοέμβριο του 2021, τον Ιούλιο του 2022 και τον Σεπτέμβριο του 2022. Μετρήσαμε τη συγκέντρωση χλωροφύλλης, καθώς και τις χημικές ουσίες που διαμορφώνουν παράγοντες όπως: θερμοκρασία νερού, pH, ολική σκληρότητα, αλκαλικότητα και οξύτητα. Η θολότητα μετρήθηκε και πραγματοποιήθηκαν ποιοτικές αντιδράσεις για τον προσδιορισμό της παρουσίας φωσφορικών και νιτρικών αλάτων (θρεπτικά συστατικά). Επίσης, στην έρευνα χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από τους αισθητήρες που εγκατέστησε η μη κυβερνητική οργάνωση SABUKO (στο πλαίσιο του έργου "BSB Eco Monitoring", BSB- 884) στη λίμνη Paliastomi. Τέλος, συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την τηλεπισκόπηση και τις επιτόπιες μελέτες.



Φωτογραφία: Irakli Macharashvili

Η μελέτη έδειξε ότι η λίμνη Paliastomi και η γύρω περιοχή είναι επιρρεπείς σε ευτροφισμό. Η διαδικασία ξεκινά τόσο από φυσικά γεγονότα όσο και από ανθρωπογενείς παράγοντες (βιομηχανική δραστηριότητα, ρύπανση).

Η ετήσια εξέλιξη της Chl-a στη λίμνη Paliastomi καταγράφει το μέγιστο σημείο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Το πρώτο λαμβάνει χώρα την άνοιξη (Μάιος-Ιούνιος) και το δεύτερο το καλοκαίρι γύρω στον Αύγουστο. Γενικά, πρόκειται για μια λίμνη επιρρεπή στον ευτροφισμό.

Στην περιοχή του λιμανιού του Poti, η αυξημένη συγκέντρωση Chl-a παρατηρείται όχι μόνο στην καλοκαιρινούς μήνες, αλλά και στα τέλη του φθινοπώρου και το χειμώνα.

## ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗ ΔΑΣΟΚΑΛΥΨΗ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΗΝ ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Η μη βιώσιμη χρήση των δασών, η ανεξέλεγκτη και υπερβολική κοπή δέντρων, τα έργα υποδομής, οι εξορύξεις, η εντατική βόσκηση, τα παράσιτα, οι ασθένειες και οι δασικές πυρκαγιές αναφέρονται ως οι κύριες αιτίες της αποψίλωσης και της υποβάθμισης των δασών στη Γεωργία. Η αποψίλωση και η υποβάθμιση των δασών επηρεάζουν επίσης αρνητικά τις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων καθώς προκαλείται ζημιά στο έδαφος, στο υδατικό ισοζύγιο εντός και εκτός των δασών, στη δέσμευση άνθρακα και στη βιοποικιλότητα. Η πιλοτική περιοχή καλύπτει τα υγροτοπικά δάση του Kolkheti που βρίσκονται μεταξύ των ποταμών Enguri και Supsa και εκτείνονται στην πεδιάδα Kolkheti, συμπεριλαμβανομένης της προστατευόμενης περιοχής Katsoburi. Το Εθνικό Πάρκο Kolkheti ιδρύθηκε το 1999 και αποτελεί σημαντικό τμήμα της πιλοτικής περιοχής. Η περιοχή προστατεύεται από το Σύμβαση Ραμσάρ (περιοχή Ραμσάρ από το 1996) και τη Σύμβαση της Βέρνης (περιοχή Emerald από το 2018). Το 2021, η Επιτροπή Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς συμπεριέλαβε τα δάση και τους υγρότοπους της Κολχικής στον κατάλογο της Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO.



Φωτογραφία: Irakli Macharashvili

Με βάση τις πολυφασματικές δορυφορικές εικόνες Sentinel-2, καταρτίστηκαν οι χάρτες απώλειας και υποβάθμισης των δασών που δημιουργήθηκαν για τα βαλτώδη δάση του Kolkheti. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αλλαγή στα δάση σχετίζεται κυρίως με τις ανθρώπινες δραστηριότητες και είναι αρκετά έντονη εκτός της προστατευόμενης περιοχής.

Η αλλαγή των δασών σχετίζεται περισσότερο με την υποβάθμιση τους παρά με την αποψίλωση, δεδομένου ότι η συγκομιδή ξυλείας από τον τοπικό πληθυσμό πραγματοποιείται κυρίως με επιλεκτικές κοπές. Στην περιοχή μελέτης δεν παρατηρείται μόνο υποβάθμιση, αλλά και αναγέννηση των δασών, η οποία σχετίζεται με τις αλλαγές του κλιματικού και υδρολογικού καθεστώτος που οδηγούν σε αύξηση της βιομάζας των δέντρων. Δοκιμάστηκαν διάφοροι μέθοδοι για τον προσδιορισμό των αλλαγών στο δάσος, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της δομής του και της έκτασης της υλοτομίας και παρατηρήθηκε ότι βελτιώνεται η παρακολούθηση όταν χρησιμοποιούμε ένα σύνολο φασματικών καναλιών και μια πολυμεταβλητή ανίχνευση αλλοίωσης (MAD). Η ακρίβεια του μοντέλου προσδιορίστηκε συγκρίνοντάς το με πολύ υψηλής ανάλυσης εικόνες Maxar, όπου η μείωση της ανάπτυξης του δάσους ήταν ορατή στα μεμονωμένα δέντρα. Για την επικύρωση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκαν εξορμήσεις πεδίου.

Για πρώτη φορά, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο αλλαγής για τα δάση της πεδιάδας του Kolkheti, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις διαχειριστικές αρχές των δασών και τις περιβαλλοντικές οργανώσεις για παρακολούθηση της βιοποικιλότητας.

## Η ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΡΟΝΤΟΣ ΣΤΗΝ ΟΥΚΡΑΝΙΑ: Η ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗ ΚΑΙ ΤΟ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΔΝΕΙΣΤΕΡΟΥ

Η πιλοτική περιοχή της Ουκρανίας βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα της Μαύρης Θάλασσας και αποτελείται από δύο υποπεριοχές: την ακτογραμμή και το δέλτα του ποταμού Δνείστερου.

Η ακτογραμμή περιλαμβάνει τις πιο δημοφιλείς παραλίες και περιοχές αναψυχής στα νότια της Ουκρανίας, από την πόλη της Οδησσού έως το Δέλτα του Δούναβη. Σημαντικό τμήμα του Δέλτα του Δνείστερου περιλαμβάνεται στο Εθνικό Φυσικό Πάρκο Κάτω Δνείστερου. Ο ποταμός συνδέεται με τη Μαύρη Θάλασσα μέσω των παρακείμενων εκβολών του, οι οποίοι έχουν μεγάλη οικολογική και οικονομική σημασία για την περιοχή.

Η πιλοτική περιοχή αντιμετωπίζει προκλήσεις όπως η διάβρωση των ακτών, η ρύπανση από θρεπτικά συστατικά που επηρεάζει την ποιότητα του πόσιμου και αρδευτικού νερού και τη λειτουργία των οικοσυστημάτων, η διαταραχή της ροής των ποτάμιων υδάτων (λόγω των επιπτώσεων των υδροηλεκτρικών σταθμών) που επηρεάζει τους οικοτόπους και την βιοποικιλότητα, η γεωργική υδροδότηση, και πυρκαγιές/καψίματα υγροτόπων.

Στο πλαίσιο του έργου PONTOS, το Εθνικό Πανεπιστήμιο I.I. Mechnikov της Οδησσού ενέπλεξε ενεργά τους ενδιαφερόμενους φορείς ενημερώνοντας τους για τα επιτεύγματα, τις εξελίξεις και την αποκτηθείσα εμπειρία, και προσδιόρισε τις απαιτήσεις και τις επιθυμίες τους. Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκε μια σειρά διαδικτυακών εκδηλώσεων για τους τοπικούς ενδιαφερόμενους φορείς το 2021-2022, όπως η εκδήλωση ανταλλαγής ιδεών για την προσέλκυση δυνητικών ενδιαφερομένων φορέων (2021), η κοινή ανοικτή ημερίδα για την ενημέρωση της τοπικής κοινότητας σχετικά με την πρόοδο ολόκληρου του έργου, η τοπική ανοικτή ημερίδα για την παρουσίαση των όσων έχουν γίνει στην ουκρανική πιλοτική περιοχή και η τοπική εκδήλωση για την εξοικείωση με την πλατφόρμα PONTOS και τα εργαλεία της για τη βελτίωση της ικανότητας χρήσης της παρατήρησης της Γης (ΕΟ) δεδομένων. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια του έργου πραγματοποιήθηκαν δύο εκπαιδευτικές συνεδρίες για νέους επιστήμονες και επαγγελματίες όπου οι συμμετέχοντες έλαβαν πρακτικές οδηγίες για τη χρήση δεδομένων και υπηρεσιών ΕΟ. Οι συμμετέχοντες προερχόταν από όλες τις ομάδες-στόχους. Ο σημαντικός ρόλος του έργου PONTOS τονίστηκε επανειλημμένα από τους συμμετέχοντες στην εκδήλωση, καθώς τα κοινά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι χώρες της Λεκάνης της Μαύρης Θάλασσας απαιτούν επειγόντως κοινή δράση και στενή διασυνοριακή συνεργασία.

### ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ: ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Συλλέχθηκαν δορυφορικές εικόνες (Sentinel και Landsat) και ιστορικά δεδομένα για την περίοδο 1980-2025.

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση της κίνησης της ακτογραμμής με τη χρήση του εργαλείου DSAS. Χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες πολύ υψηλής ανάλυσης (VHR) για τον χαρακτηρισμό των αλλαγών της παράκτιας γραμμής σε επιλεγμένες υποπεριοχές (Lebedivka και Chornomorsk) με μεγαλύτερη ακρίβεια



Εικόνα 10: Συσσωρευτικός-τύπος παράκτιας διάβρωσης (Tuzly Sand Spit, 2019)



Εικόνα 11: Τύπος πρηνούς απόξεσης-ολίσθησης (χωριό Rybakivka, 2020)



## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

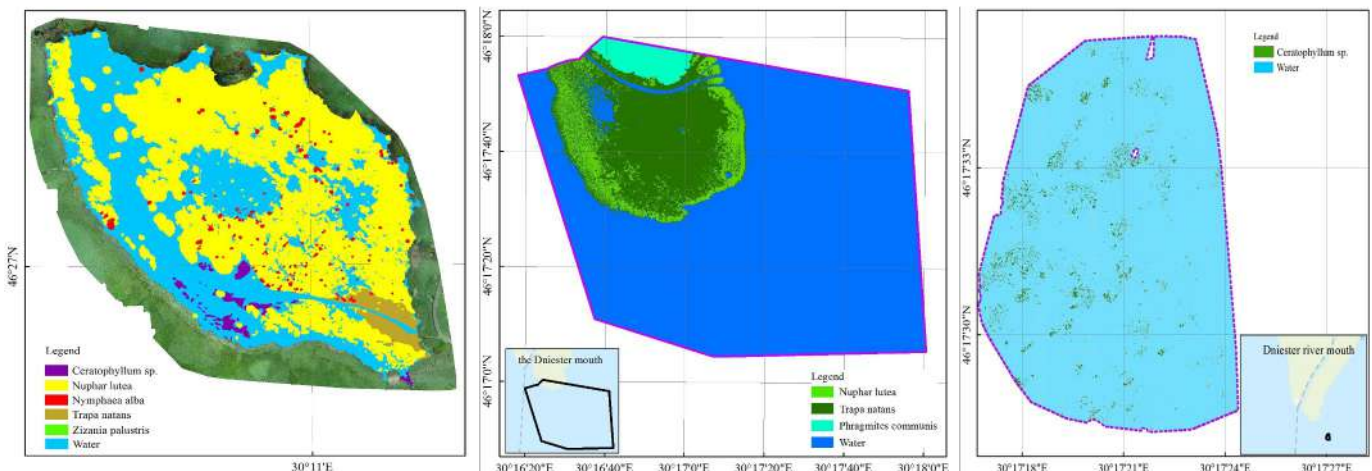
- Η ανάλυση μετακίνησης της ακτογραμμής με βάση το DSAS βρέθηκε να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την εκτίμηση της παράκτιας δυναμικής ενώ η χρήση των εικόνων VHR συνιστάται ιδιαίτερα για την εκτίμηση της παράκτιας δυναμικής καθώς και της αποτελεσματικότητας των κατασκευών προστασίας των ακτών από κατολισθήσεις.
- Η μέγιστη προσαύξηση της ακτογραμμής και η συσσώρευση αποθέσεων εντοπίστηκαν στις περιοχές του Δέλτα του Δούναβη και στην αμμώδη ακτή κοντά στις εκβολές του Sasyk. σε παράκτιες περιοχές επιρρεπείς σε τριβές και κατολισθήσεις (πόλη της Chornomorsk, ακτή της Οδησού, χωριά Kryzhanivka και Fontanka), όπου έγιναν κατολισθήσεις και υπήρχαν παράκτιες δομές προστασίας.
- Στις υπόλοιπες περιοχές παρατηρήθηκε υποχώρηση της ακτογραμμής (π.χ. διάβρωση στο σημείο που χωρίζει τις εκβολές Tuzly από τη θάλασσα, τριβή και καταστροφή της ακτής στο τμήμα από το χωριό Lebedivka έως τις εκβολές Budakyski).

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΠΛΕΟΥΣΑΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ: ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Συλλέχθηκαν δορυφορικές εικόνες (Sentinel και Landsat) και ιστορικά δεδομένα πεδίου για την υδρόβια βλάστηση της περιόδου 2009-2020.

Ο Διεξήχθησαν 4 εξορμήσεις πεδίου στις εκβολές του Δνεϊστερου και στη λίμνη Bile χρησιμοποιώντας μη επανδρωμένα αεροσκάφη (UAV) και συλλέχθηκαν δείγματα βλάστησης.

Ο Χρησιμοποιήθηκαν εικόνες UAV και εικόνες χώρου VHR για την ακριβή ποσοτικοποίηση των αναδυόμενων και επιπλέοντων ειδών φυτών και των πυκνοτήτων τους, εκτιμώντας τις υπερ/ενδο-ετήσιες μεταβολές.



Σχήμα 7: Χάρτης από UAV (λίμνη Bile, Ιούλιος 2021)

Σχήμα 8: Χάρτης από VHR (Ιούλιος 2021)

Σχήμα 9: Χάρτης από VHR (Ιούλιος 2021)

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΠΛΕΟΥΣΑΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η κάλυψη της αναδυόμενης βλάστησης ήταν αρκετά σταθερή με την πάροδο του χρόνου στις εκβολές του Δνεϊστερου, ενώ οι δελταϊκές λίμνες ήταν πιο ευάλωτες (π.χ. οι εκτάσεις της λίμνης Bile μειώθηκαν κατά 16% από το 1984.)

Οι περιοχές των εκβολών του ποταμού επηρεάστηκαν σε μεγάλο βαθμό από την υπερανάπτυξη της επιπλέουσας βλάστησης. Διαπιστώθηκε σταδιακή έντονη αύξηση της κάλυψής του από το 2000 έως το 2019, ενώ μια μείωση καταγράφηκε από το 2020 και μετά.

Οι αεροφωτογραφίες VHR και οι δορυφορικές εικόνες ήταν ιδιαίτερα αξιόπιστες για τη διαδικασία διάκρισης των ειδών επιπλέουσας βλάστησης, της πυκνότητας κάλυψής τους και της λεπτομερούς δημιουργίας χαρτών βλάστησης.

Η χρήση δορυφορικών εικόνων υψηλής ανάλυσης αποδείχθηκε ότι είναι σημαντική για τις τοπικές αρχές για να την παρακολούθηση των διαχρονικών και εποχιακών μεταβολών της φυτοκάλυψης σε μεγάλες εκτάσεις.

## ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ-Α ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΟΥ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ: ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Συλλέχθηκαν δορυφορικές εικόνες (Sentinel και Landsat) και ιστορικά δεδομένα για την περίοδο 2003-2020.

Πραγματοποιήθηκαν 6 εξορμήσεις πεδίου στις εκβολές του Δνειστερου και στη λίμνη Bile από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο 2021 για επιτόπιες μετρήσεις και συλλογή δειγμάτων νερού.

Αναπτύχθηκαν εμπειρικοί αλγόριθμοι για τον υπολογισμό της χλωροφύλλης-Α (Chl) με βάση in-situ δεδομένα και τα χαρακτηριστικά των ζωνών του φάσματος ανάκλασης που προέρχονται από το SNAP

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η μέση συγκέντρωση Chl στις εκβολές του Δνειστερου διπλασιάστηκε την περίοδο 2011-2020 σε σύγκριση με αυτή του 2003- 2010, ενώ η βιομάζα φυτοπλαγκτού αυξήθηκε 7-10 φορές.

Τα πλωτά και βυθισμένα υδρόβια φυτά στα υπό μελέτη υδάτινα σώματα παρεμπόδισαν τη εξαγωγή πορισμάτων στηριζόμενων στη δορυφορική παρακολούθηση. Για το λόγο αυτό συνίσταται να εξαιρεθούν τα πολύγωνα των υδρόβιων φυτών από την ανάλυση.

Υψηλότερα επίπεδα ευτροφισμού καταγράφηκαν συνήθως σε θερμότερες περιόδους και χαμηλότερα σε ψυχρότερες περιόδους. Οι μέσες μηνιαίες συγκεντρώσεις Chl ήταν πάνω από το όριο ευτροφισμού. (10 mg L<sup>-1</sup>) καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, εκτός από τον Φεβρουάριο.



Εικόνες 12-15: Επιτόπια μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού στις εκβολές του Δνειστερου κατά τη διάρκεια μιας θερινής εξόρμησης το 2021 στις εκβολές του Δνειστερου και στην λίμνη Bile.

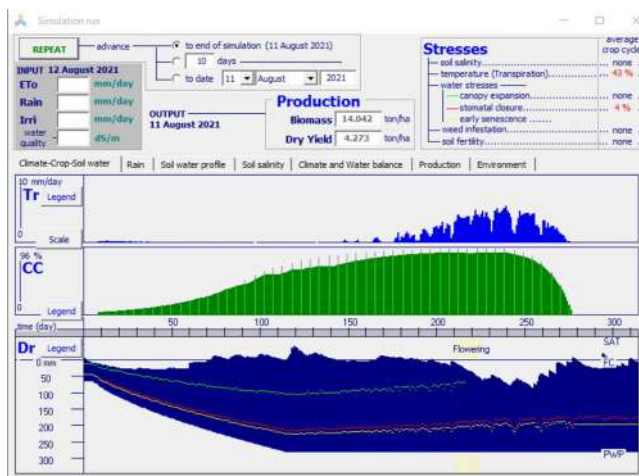
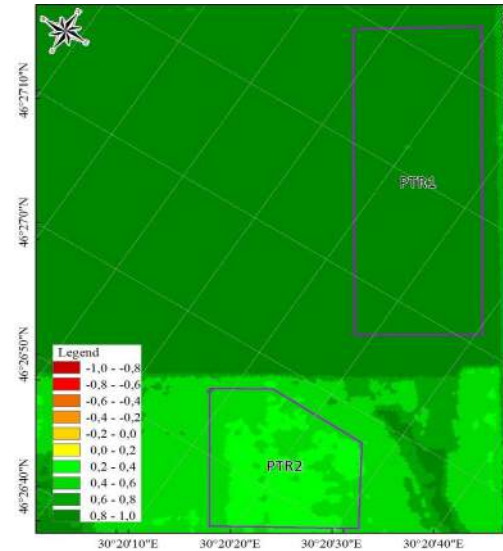


## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΣΕ ΑΓΡΟ-ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Προσδιορίστηκαν οι τυπικές ποικιλίες (χειμερινό σιτάρι και ηλιάνθος) και επιλέχθηκαν τα πεδία μελέτης.

Εγκαταστάθηκαν αυτόματοι μετεωρολογικοί σταθμοί και καταγραφείς εδαφικής υγρασίας, συλλέχθηκαν ιστορικά και τρέχοντα αγρομετεωρολογικά, διαχειριστικά, εναέρια και δορυφορικά δεδομένα.

Το μοντέλο AquaCrop χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου υπό την τρέχουσα κατάσταση του αγρού και εναλλακτικά σενάρια.



Εικόνες: Χαρτογράφηση χωραφιού ηλιάνθου με ένα UAV τον Ιούνιο του 2021 (πάνω αριστερά), NDVI που προέρχεται από UAV με ημερομηνία 26 Ιουνίου 2021 (πάνω δεξιά), προσομοίωση χειμερινού σιταριού στο μοντέλο AquaCrop (κάτω αριστερά), αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός και καταγραφείς εδαφικής υγρασίας και θερμοκρασίας εγκατεστημένοι στα χωράφια χειμερινού σιταριού και ηλιάνθου (κάτω δεξιά).

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΣΕ ΑΓΡΟΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η χρησιμότητα του μοντέλου AquaCrop στην περιοχή της Οδησού (Νότια Ουκρανία) αποδείχθηκε για το χειμερινό σιτάρι και τον ηλιάνθο με επιτόπια και δορυφορικά δεδομένα.

Το AquaCrop έδειξε ότι το χειμερινό σιτάρι έχει μεγαλύτερη ευπάθεια σε καταπόνηση θερμοκρασίας (43%) ενώ και οι δύο ποικιλίες επηρεάστηκαν από ελαφρά στοματικό στρες (4%).

Η υδατική παραγωγικότητα εξατμισοδιαπνοής για τον ηλιάνθο και το χειμερινό σιτάρι ήταν περίπου 0,66 και 1,00 kg παραγόμενης απόδοσης ανά m<sup>3</sup> εξατμιζόμενου νερού.



## Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ PONTOS

Η πλατφόρμα PONTOS προσφέρει εύχρηστες, εύκολα προσβάσιμες και δωρεάν διαδικτυακές υπηρεσίες για διάφορους ειδικούς, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που δε διαθέτουν τεχνικές γνώσεις να γράψουν κώδικα ή αλγορίθμους για την επεξεργασία δεδομένων.

Το έργο PONTOS διευκολύνει την πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον της Μαύρης Θάλασσας προερχόμενες από το πρόγραμμα Παρατήρησης της Γης Copernicus της ΕΕ. Με τον τρόπο αυτό την καθιστά προσβάσιμη σε επιστήμονες, επαγγελματίες, επιχειρήσεις, σε φορείς χάραξης πολιτικής, σε πολίτες και άλλους ενδιαφερόμενους μέσω μιας λειτουργικής πλατφόρμας, που ονομάζεται πλατφόρμα PONTOS. Η πλατφόρμα συνδυάζει διάφορες εφαρμογές και εργαλεία για τους χρήστες.

Η πλατφόρμα PONTOS ανακτά και διαχειρίζεται δορυφορικά, εναέρια και επίγεια δεδομένα, βρίσκει και χρησιμοποιεί αυτόματα υφιστάμενους χάρτες από το Copernicus και άλλα αποθετήρια και επιτρέπει τη μεταφόρτωση δεδομένων από τελικούς χρήστες.

Η πλατφόρμα προσφέρει τις ακόλουθες υπηρεσίες:

- PONTOS Data Cube: εύκολη παραγωγή χαρτών από δορυφορικά δεδομένα
- PONTOS Web Application: υποστήριξη διαχείρισης εναέριων και επιτόπιων δεδομένων και πρόσθετων ενοτήτων δορυφορικών δεδομένων
- PONTOS WebGIS: συνδυασμός ήδη διαθέσιμων πληροφοριών που υπάρχουν σε χάρτες.

Ένα ουσιαστικό συστατικό για την ενίσχυση της χρήσης των προϊόντων και υπηρεσιών του συστήματος Copernicus για την περιβαλλοντική παρακολούθηση της Λεκάνης της Μαύρης Θάλασσας είναι να καταστεί δυνατή και να ενισχυθεί η συμμετοχή, οι γνώσεις και οι δεξιότητες όσο το δυνατόν περισσότερων τοπικών και περιφερειακών παραγόντων, από τους επιστήμονες έως τους δημοσίους υπαλλήλους και τους πολίτες.

Η πλατφόρμα PONTOS έχει ήδη υλοποιήσει και ενσωματώσει αναλύσεις προσαρμοσμένες για την περιοχές που καλύπτονται από τις πιλοτικές περιοχές της:

- PONTOS - AM (Αρμενία): Λίμνη Σεβάν και Λεκάνη λίμνης Σεβάν
- PONTOS - GE (Γεωργία): Δέλτα του ποταμού Rioni και Εθνικό Πάρκο Kolkheti
- PONTOS - GR (Ελλάδα): Δέλτα του ποταμού Νέστου
- PONTOS - UA (Ουκρανία): Ακτογραμμή από την πόλη της Οδησσού έως το δέλτα του ποταμού Δούναβη, καθώς και περιοχή του δέλτα του ποταμού Δνείστερου και των παρακείμενων εκβολών.

Η συνεχής βελτίωση και επαλήθευση της ποιότητας των εργαλείων αποτελεί σημαντικό μέρος του έργου PONTOS. Για να επιτευχθεί αυτό, παρέχεται μια φόρμα σχολίων στη διαδικτυακή εφαρμογή PONTOS και στο PONTOS Data Cube ώστε να μπορούν οι χρήστες να συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας της εφαρμογής. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να γράψουν το δικό τους μήνυμα σχετικά με την εμπειρία τους ή να προτείνουν βελτιώσεις. Όλα τα δεδομένα που εισάγονται από τους χρήστες αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων σε πλήρη συμμόρφωση με την νομοθεσία σχετική με τον Γενικό Κανονισμό Προστασίας Δεδομένων (ΓΚΠΔ) και οι διαχειριστές της εφαρμογής μπορούν να τα επανεξετάσουν ανά πάσα στιγμή.

## ΟΙ ΛΥΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ: PONTOS OPEN DATA CUBE

Ο PONTOS Open Data Cube (ODC) παρέχει στους τελικούς χρήστες τη δυνατότητα να εξερευνήσουν, να διαχειριστούν, να αναλύσουν και να απεικονίσουν δεδομένα έτοιμα για ανάλυση (ARD) από δορυφορικές αποστολές για κάθε πιλοτική περιοχή. Ο PONTOS Data Cube περιέχει Landsat 5, 7 και 8 ARD σε χωρική ανάλυση 30m από το 1984 έως σήμερα και Sentinel-2 ARD σε χωρική ανάλυση 10m από το 2015 έως σήμερα.

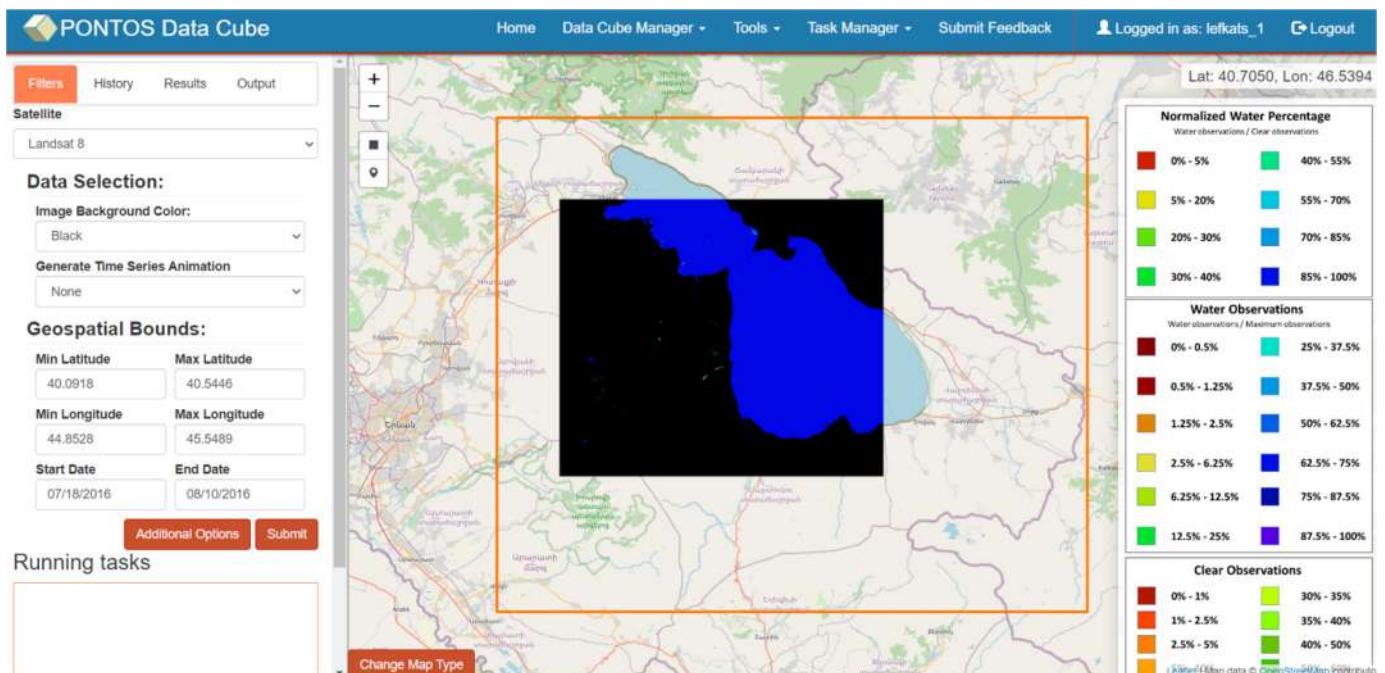
### ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ODC

- Μείωση του χρόνου και των εξειδικευμένων γνώσεων για την πρόσβαση, τη διερεύνηση και την επεξεργασία δορυφορικών δεδομένων.
- Αποτελεσματική ανάλυση χρονοσειρών δορυφορικών δεδομένων Παρατήρησης της Γης.
- Συνεπείς αρχιτεκτονικές δεδομένων που επιτρέπουν την κοινή χρήση εργαλείων και αλγορίθμων.
- Λύσεις λογισμικού ανοικτού κώδικα που προωθούνται μέσω των συνεισφορών της κοινότητας.
- Συνεχής υποστήριξη χρηστών.
- Ελεύθεροι και ανοικτοί αλγόριθμοι δορυφορικών δεδομένων Παρατήρησης της Γης και εφαρμογών.

### ΤΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ PONTOS DATA CUBE

- Γη (αστικοποίηση, φασματική ανωμαλία, κλασματική κάλυψη, φασματικοί δείκτες)
- Νερό (ανίχνευση νερού, ποιότητα νερού σε σχέση με τα ολικά αιωρούμενα σωματίδια (TSM), παράκτια αλλαγή)
- Γενικά (προσαρμοσμένο μωσαϊκό, κάλυψη νεφών)

[www.pontos-eu.aua.am](http://www.pontos-eu.aua.am)



Εικόνα 16: Εργαλείο ανίχνευσης νερού του PONTOS Data Cube (στο παράδειγμα της πιλοτικής περιοχής της Αρμενίας)

## ΟΙ ΛΥΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ: PONTOS WEB APPLICATION

Η διαδικτυακή εφαρμογή PONTOS είναι ενσωματωμένη στην πλατφόρμα PONTOS. Διαχειρίζεται και αναλύει τα εναέρια και επιτόπια δεδομένα που δημιουργούνται στο πλαίσιο του έργου. Η Web Application είναι συμπληρωματική του PONTOS Data Cube και του PONTOS WebGIS. Οι υπηρεσίες της διαδικτυακής εφαρμογής είναι διαθέσιμες στα Αγγλικά, Αρμενικά, Ελληνικά, Γεωργιανά και Ουκρανικά.

### ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΙΣΤΟΥ

#### Διαχείριση υφιστάμενων εναέριων δεδομένων

- Υπολογισμός φασματικών δεικτών
- Δυνατότητα οπτικοποίησης δεδομένων
- Λήψη εξόδου σε μορφή .png ή GeoTIFF

#### Μεταφόρτωση δεδομένων από τελικούς χρήστες

- Υποστηρίζει την επιτόπια και εναέρια μεταφόρτωση δεδομένων
- Εξαγωγή περιγραφικών στατιστικών στοιχείων σχετικά με τη βάση δεδομένων
- Εξαγωγή αποτελεσμάτων, οπτικοποίηση εναέριων δεδομένων
- Υπολογισμός φασματικών δεικτών

#### Διαχείριση επίγειων δεδομένων

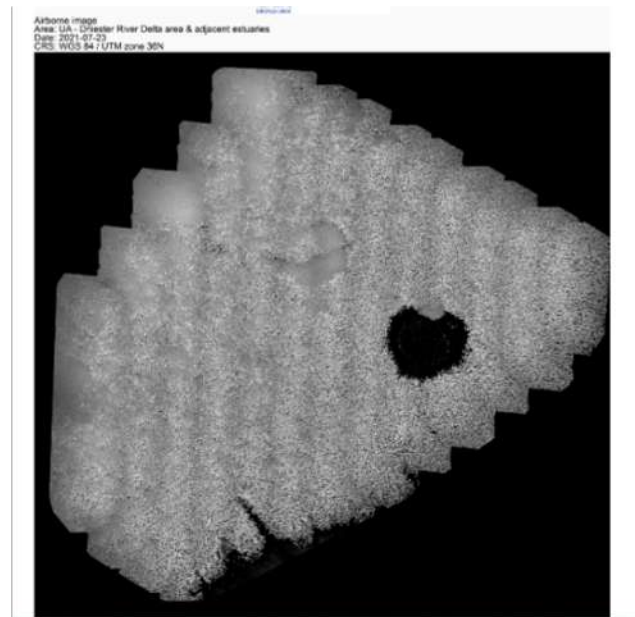
- Δημιουργία γραφημάτων
- Εξαγωγή περιγραφικών στατιστικών στοιχείων σχετικά με το σύνολο δεδομένων
- Λήψη εξόδου σε μορφή .csv

#### Πρόσθετες ενότητες που χρησιμοποιούν δορυφορικά δεδομένα

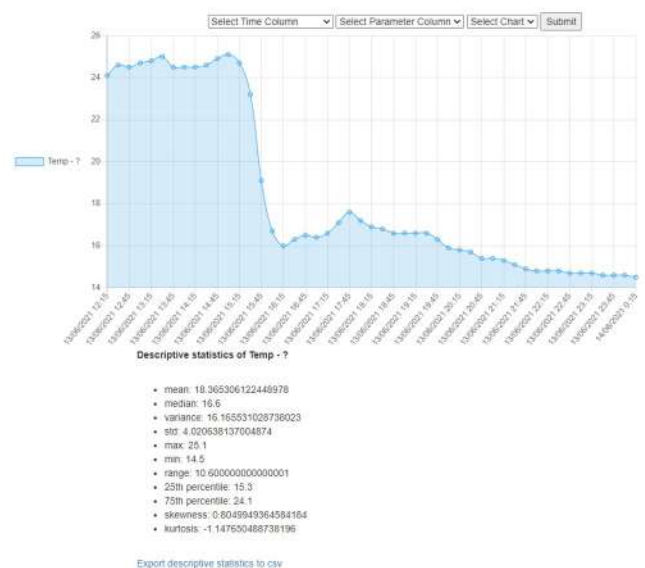
- WaterMask
- Υδροπερίοδος
- Δείκτες φαινολογίας
- EODESM (ημιαυτόματη χαρτογράφηση κάλυψης γης)



Σχήμα11 : Εφαρμογή PONTOS Web HydroPeriod (πιλοτική περιοχή της Γεωργίας)



Σχήμα 10: Εναέρια εικόνα απεικόνισης της διαδικτυακής εφαρμογής PONTOS (οι εκβολές του Δνεϊστερου στην ουκρανική πιλοτική περιοχή)



Σχήμα 12: Ανάλυση επίγειων δεδομένων της PONTOS Web Application (πιλοτική περιοχή της Ουκρανίας)



## ΟΙ ΛΥΣΕΙΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ: PONTOS WEBGIS

[www.pontos-eu.aua.am](http://www.pontos-eu.aua.am)

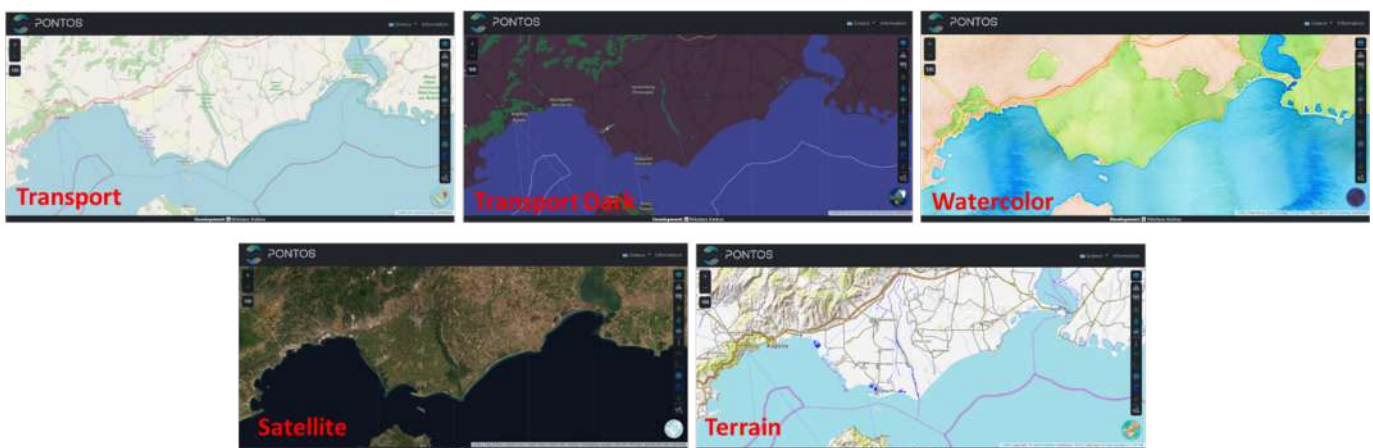
Στόχος της δημιουργίας του Διαδικτυακού Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (WebGIS) είναι η περαιτέρω ενίσχυση της εμπειρίας του χρήστη όσον αφορά την προσβασιμότητα, τη συγκέντρωση και την οπτικοποίηση δεδομένων. Το WebGIS βοηθά στη λήψη αποφάσεων, παρέχει αξιόπιστα σύνολα δεδομένων σε επιστήμονες και μηχανικούς, εμπλέκει τους ενεργούς πολίτες και το ευρύτερο κοινό σε θέματα διαχείρισης της παράκτιας ζώνης, προωθεί τη διάχυση πληροφοριών μεταξύ των διαχειριστών των παράκτιων περιοχών, των ενδιαφερομένων μερών και του κοινού.

Η υπηρεσία PONTOS WebGIS οπτικοποιεί διαδραστικά τα χωρικά δεδομένα που συλλέγονται στο PONTOS και οργανώνονται σε μια κοινή χωρική υποδομή. Το σύστημα συνδυάζει τις αρχές και τα εργαλεία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και στοχεύει στην εναρμόνιση των μεγάλων και πολυδιάστατων συνόλων δεδομένων που συλλέγονται στο πλαίσιο του έργου.

Το WebGIS υποστηρίζει την οπτικοποίηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης, των χρήσεων γης, της αλατότητας καθώς και της θερμοκρασίας, της υδρολογίας, του καιρού και των δεδομένων τοπογραφίας.

Οι χρήστες της υπηρεσίας PONTOS WebGIS μπορούν εύκολα να έχουν πρόσβαση, να επιλέγουν και να οπτικοποιούν δεδομένα στις τέσσερις πιλοτικές περιοχές που προέρχονται από τις ακόλουθες πηγές:

- εξωτερικές πηγές δεδομένων, όπως το Copernicus Hub για τις δορυφορικές εικόνες Sentinel, το Earth Explorer για άλλα δορυφορικά δεδομένα, τα αποθετήρια CMEMS και EMODnet
- εξωτερικά δεδομένα από εθνικές/περιφερειακές βάσεις δεδομένων
- δεδομένα που παράγονται στο πλαίσιο του έργου PONTOS, για την αξιολόγηση της παράκτιας διάβρωσης, του ισοζυγίου και τις χρήσεις υδατικών πόρων, του ευτροφισμού, της επιπλεύουσας βλάστησης και τις αλλαγές στα δάση
- γεωχωρικά δεδομένα που μεταφορτώνονται από τελικούς χρήστες και ενδιαφερόμενους φορείς στις επιλεγμένες πιλοτικές περιοχές.



Σχήμα 14: Διαθέσιμοι τρόποι λειτουργίας του Βασικού χάρτη στο PONTOS webGIS: Transport, Transport Dark, Watercolor, Δορυφόρος, και Έδαφος (πιλοτική περιοχή Δέλτα Νέστου)

## Λίγα λόγια για το Copernicus

Το Copernicus είναι το πρόγραμμα γεωσκόπησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το οποίο παρατηρεί το περιβάλλον και τον πλανήτη μας προς όφελος όλων των ευρωπαίων πολιτών. Παρέχει υπηρεσίες πληροφόρησης με βάση δορυφορικά δεδομένα γεωσκόπησης και επίγεια (μη διαστημικά) δεδομένα.

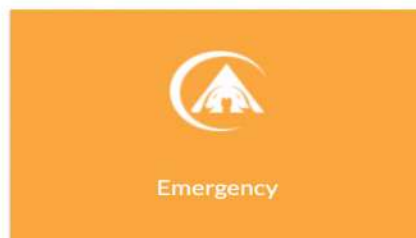
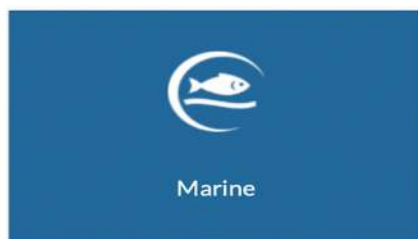
Τον συντονισμό και τη διαχείριση του συστήματος έχει αναλάβει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Το σύστημα υλοποιείται σε συνεργασία με τα κράτη μέλη, τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος (ESA), τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Εκμετάλλευσης Μετεωρολογικών Δορυφόρων (EUMETSAT), το Ευρωπαϊκό Κέντρο Μεσοπρόθεσμων Μετεωρολογικών Προβλέψεων (ECMWF), τους οργανισμούς της ΕΕ και την εταιρεία Mercator Océan.

Το σύστημα Copernicus έχει σχεδιαστεί ειδικά για να ικανοποιεί τις απαιτήσεις των χρηστών. Μέσω δορυφορικών και επίγειων παρατηρήσεων, οι υπηρεσίες του Copernicus παρέχουν σε σχεδόν πραγματικό χρόνο δεδομένα παγκόσμιου επιπέδου, τα οποία μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη τοπικών και περιφερειακών αναγκών, προκειμένου να κατανοήσουμε καλύτερα τον πλανήτη μας και να διαχειριστούμε βιώσιμα το περιβάλλον στο οποίο ζούμε.

Το Copernicus εξυπηρετείται από ένα σύνολο αποκλειστικών δορυφόρων (οικογένειες δορυφόρων Sentinel) και από συνεισφέρουσες αποστολές (υφιστάμενοι εμπορικοί και δημόσιοι δορυφόροι). Οι δορυφόροι Sentinel είναι ειδικά σχεδιασμένοι για την κάλυψη των αναγκών των υπηρεσιών του Copernicus και των χρηστών τους. Μετά την εκτόξευση του Sentinel-1A, το 2014, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ξεκινήσει μια διαδικασία για να θέσει σε τροχιά έναν «αστερισμό» σχεδόν 20 ακόμη δορυφόρων πριν από το 2030.

Το Copernicus συλλέγει επίσης πληροφορίες από επίγεια συστήματα, π.χ. από επίγειους σταθμούς, που παρέχουν δεδομένα τα οποία αποκτώνται από πληθώρα αισθητήρων στο έδαφος, στη θάλασσα ή στον αέρα.

### ΕΞΙ ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΡΟΕΣ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΤΟΥ COPERNICUS



Φωτογραφία: <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus/copernicus-detail>



ΓΙΑ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ  
E-mail: [pontos@aua.am](mailto:pontos@aua.am)  
Website: [pontos-eu.aua.am](http://pontos-eu.aua.am)

---

ΠΟΝΤΟΣ Περιβαλλοντική Παρακολούθηση της Λεκάνης της Μαύρης  
Θάλασσάς με τη χρήση του συστήματος Copernicus

---

**AUA** ACOPIAN CENTER  
for the ENVIRONMENT



GREEN  
ALTERNATIVE



ΠΟΝΤΟΣ Περιβαλλοντική Παρακολούθηση της Λεκάνης της Μαύρης Θάλασσας με τη χρήση του συστήματος  
Copernicus

Νοέμβριος 2022

Το Κοινό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα για τη λεκάνη της Μαύρης Θάλασσας 2014-2020 συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω του Ευρωπαϊκού Μηχανισμού Γειτνίασης και από τις συμμετέχουσες χώρες: Αρμενία, Βουλγαρία, Γεωργία, Ελλάδα, Μολδαβία, Ρουμανία, Τουρκία και Ουκρανία.

Η παρούσα έκδοση πραγματοποιήθηκε με την οικονομική υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το περιεχόμενο της αποτελεί αποκλειστική ευθύνη του Κέντρου Περιβάλλοντος Ακορίας του ΑUA και δεν αντανακλά απαραίτητως τις απόψεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

[www.blacksea-cbc.net](http://www.blacksea-cbc.net)