

Περιβαλλοντική παρακολούθηση μέσω σύγχρονων τεχνολογικών μέσων. Προκλήσεις και προοπτικές

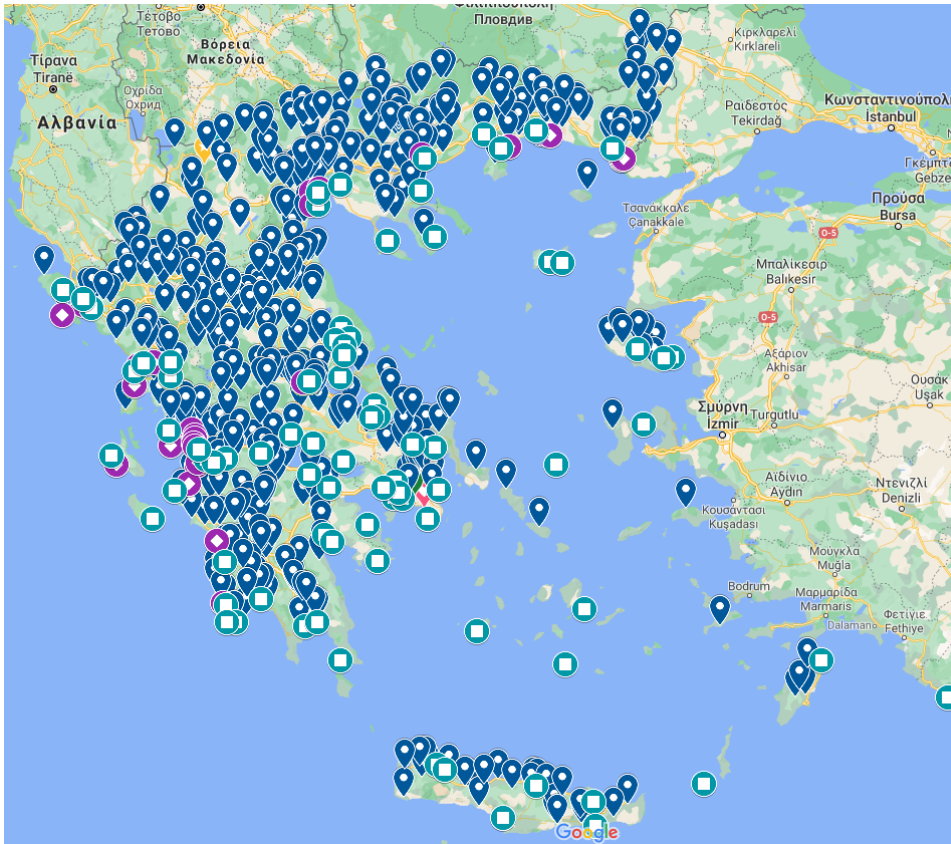
Δρ. Ηλίας Δημητρίου

Τομέας Εσωτερικών Υδάτων – ΕΛΚΕΘΕ

elias@hcmr.gr

Παρακολούθηση Υδάτων στην Ελλάδα (ποιότητα)

Δίκτυο σταθμών παρακολούθησης – Οδηγία Πλαίσιο για τα ύδατα (2012 – σήμερα)



Πλεονεκτήματα:

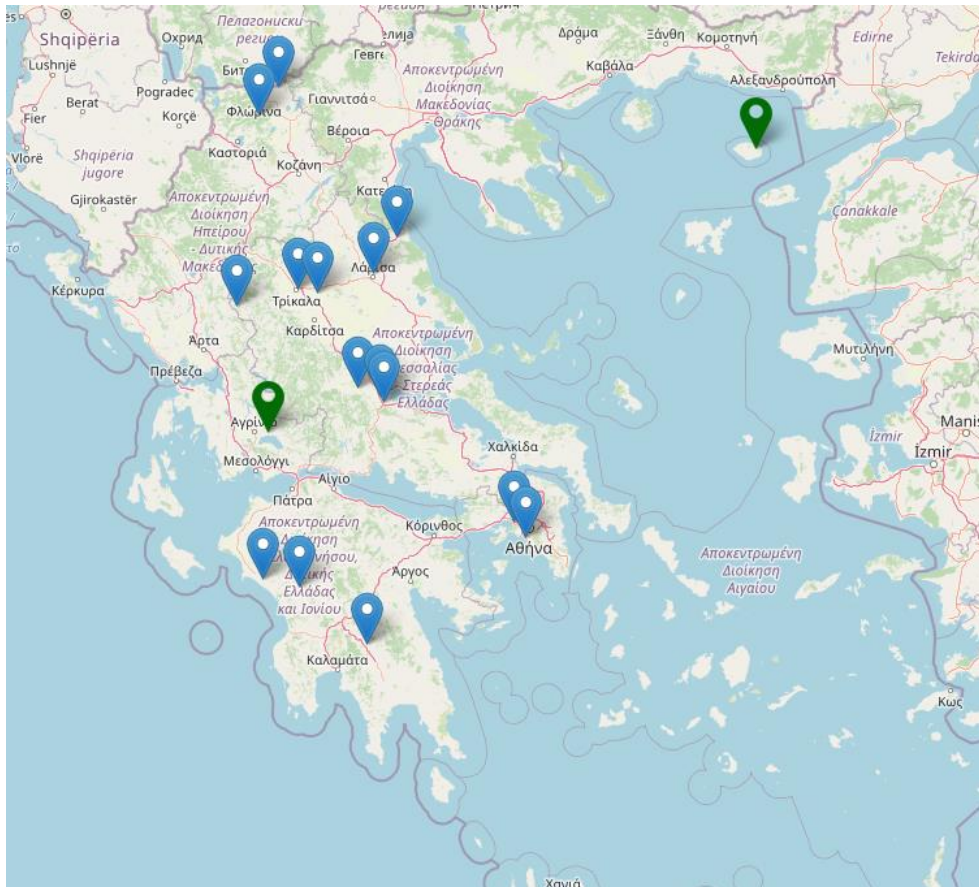
- Πυκνό δίκτυο σταθμών (490 στα ποτάμια)
- Καταγράφονται πολλά στοιχεία ποιότητας (φυσικοχημικά, ουσίες προτεραιότητας, ιχθυοπανίδα, μακροασπόνδυλα, διάτομα, μακρόφυτα)
- Πληροφορία για τις ρυπαντικές πιέσεις – σχεδιασμό μέτρων

Μειονεκτήματα:

- Εποχιακή καταγραφή δεδομένων
- Διαθεσιμότητα δεδομένων μετά από 1 και πλέον έτος
- Χαμηλή επιχειρησιακή δυνατότητα για την αντιμετώπιση καταστροφών/ ατυχημάτων

Παρακολούθηση Υδάτων στην Ελλάδα (ποιότητα)

Αυτόματοι σταθμοί παρακολούθησης ποιότητας και ποσότητας υδάτων



Πλεονεκτήματα:

- Πολύ συχνές μετρήσεις σε σχεδόν πραγματικό χρόνο
- Δημιουργία χρονοσειρών
- Υψηλή επιχειρησιακή δυνατότητα για την αντιμετώπιση καταστροφών/ατυχημάτων

Μειονεκτήματα:

- Αραιό χωρικό δίκτυο
- Καταγράφονται λίγες μεταβλητές ποιότητας (κυρίως φυσικοχημικά)
- Όχι επαρκής πληροφορία για τις ρυπαντικές πιέσεις
- Κόστος αγοράς και συντήρησης

Επομένως ???

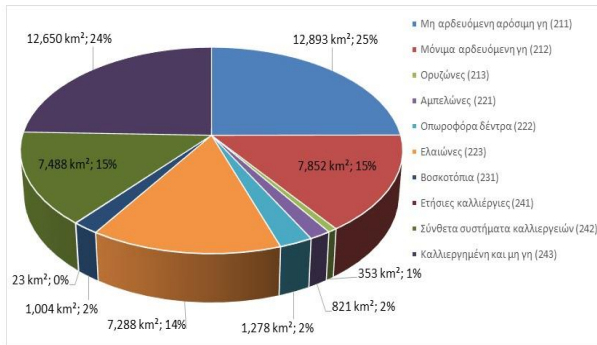
Ανάγκες Παρακολούθησης και Σχεδιασμός Δικτύου

- 1. Κατάρτιση και αξιολόγηση υπαρχόντων δικτύων παρακολούθησης περιβαλλοντικών παραμέτρων**
 - Κατάρτιση ερωτηματολογίου και διανομή σε αρμόδιους φορείς
- 2. Αξιολόγηση αναγκών αναβάθμισης και επέκτασης δικτύου παρακολούθησης περιβαλλοντικών παραμέτρων**
 - Εντοπισμός περιοχών με μεγάλες πιέσεις και ελλιπή παρακολούθηση των υδάτων άρα με μεγάλη ανάγκη ποιοτικής παρακολούθησης

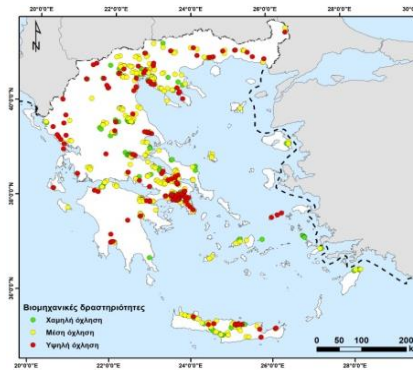
Πολυκριτηριακή Ανάλυση με Στάθμιση των Πιέσεων

Ανάπτυξη θεματικών χαρτών για κάθε είδος πίεσης και απόδοση συντελεστή βαρύτητας (ανά υπολεκάνη)

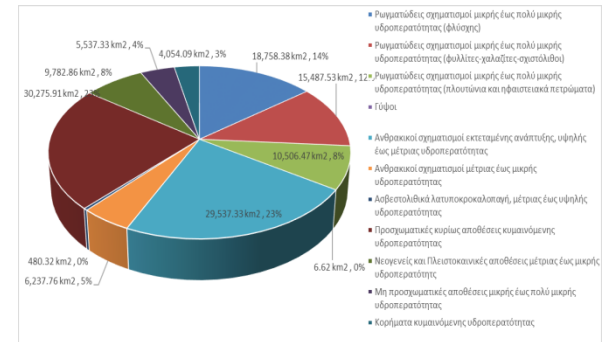
Αγροτική Δραστηριότητα (από CLC 2012)



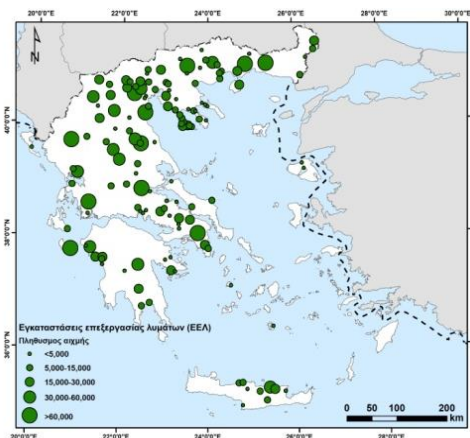
Βιομηχανία (από ΓΓΒ)



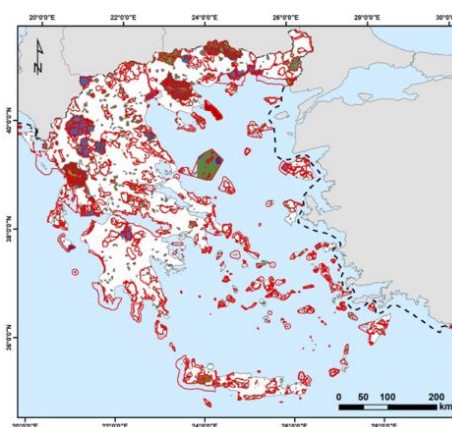
Υδρογεωλογική Δομή (από Χάρτη Ελλάδας)



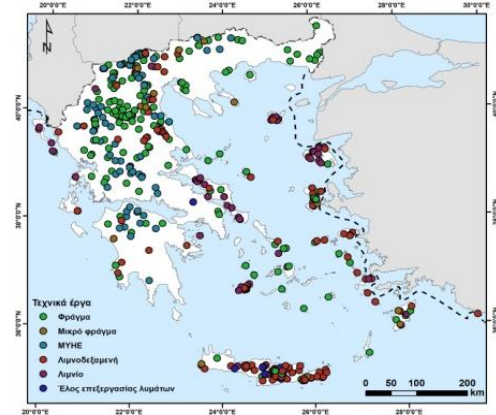
ΕΕΛ (από ΕΓΥ)



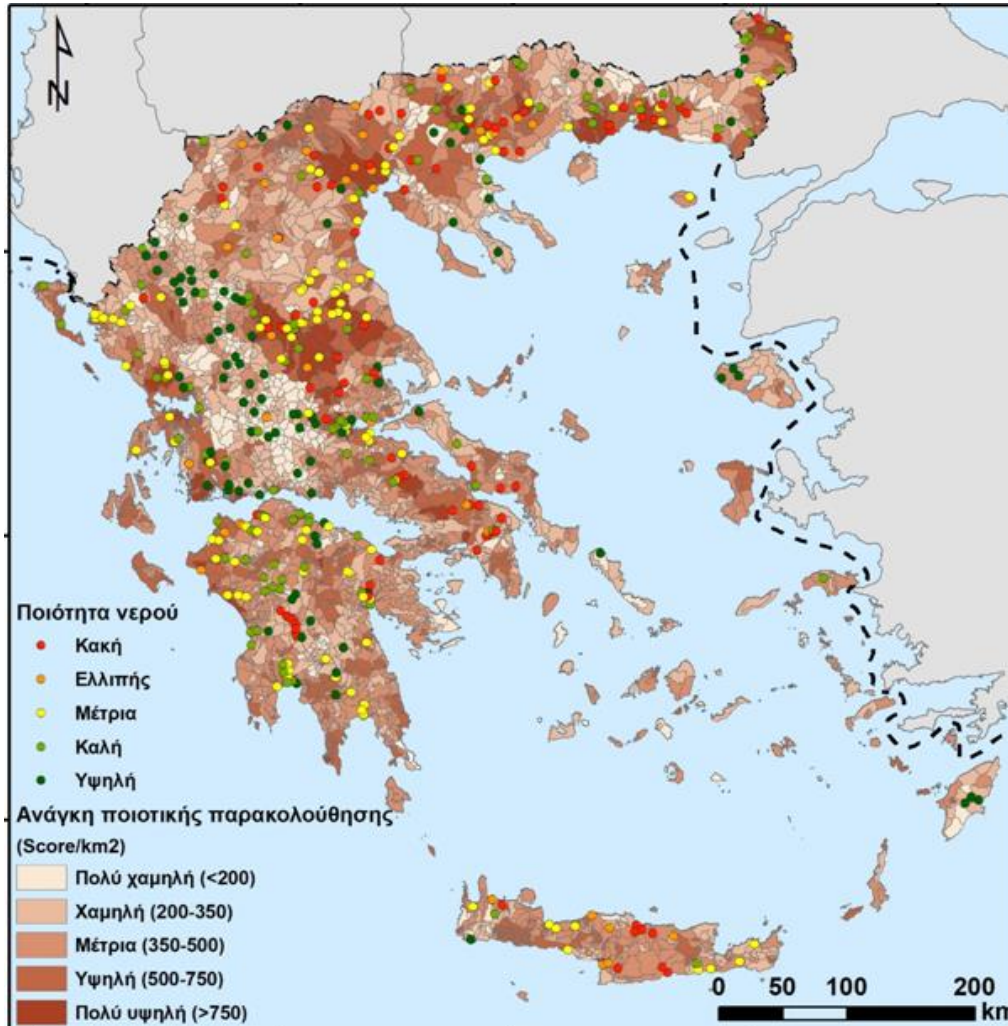
Προστατευόμενες περιοχές (από ΕΟΠ)



Τεχνικά Έργα (από ΕΕΜΦ, ΥΠΑΑΤ και ΡΑΕ)

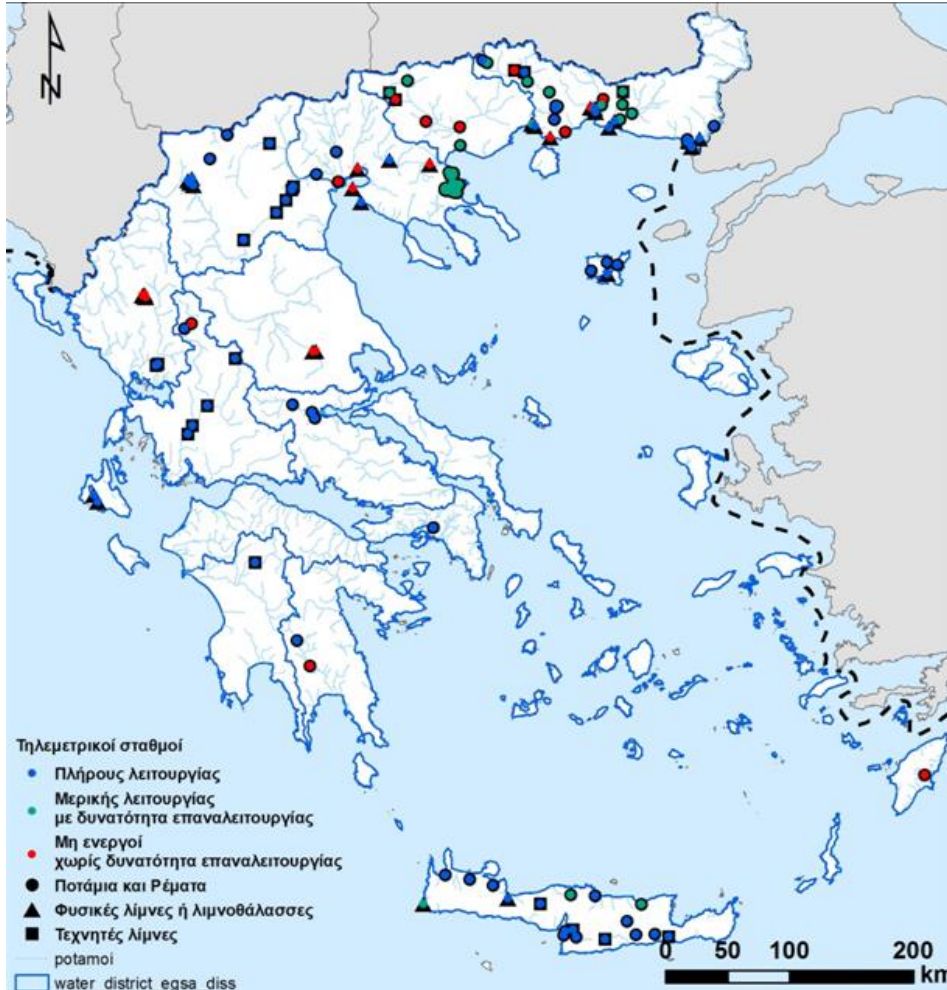


Αυξημένες Ανάγκες Παρακολούθησης και Υφιστάμενη Ποιότητα Υδάτων



Ποιότητα: Ως προς N-NO₃ (2012-2015)

Καταγραφή Υφιστάμενων Τηλεμετρικών Σταθμών και Δικτύων

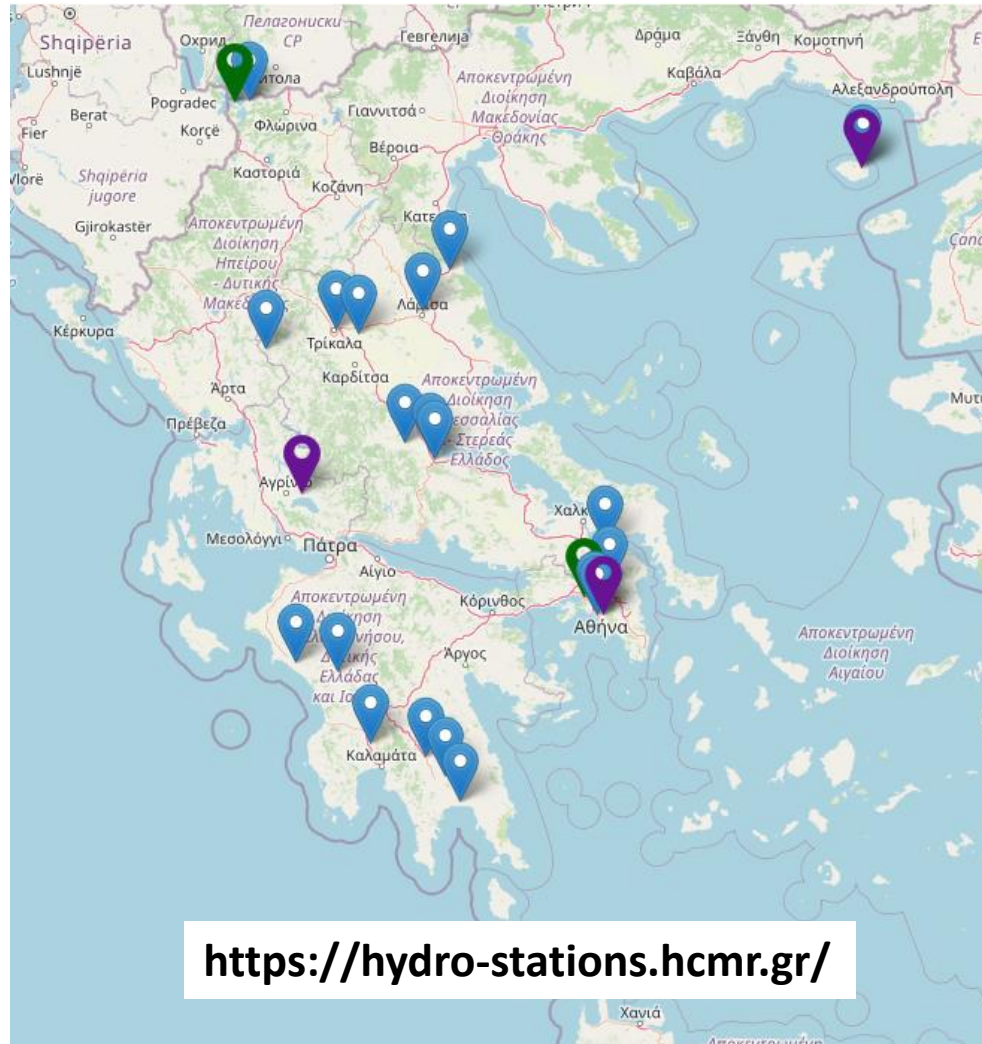


Πλήρως ενεργοί (κατ' ελάχιστον στάθμη, DO, T, EC, pH): ΕΛΚΕΘΕ, ΔΕΗ, ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, ΦΔ Νέστου, ΦΔ Έβρου, Διαβαλκανικό Κέντρο Περιβάλλοντος, Περιφέρειες Κρήτης & Δυτ. Μακεδονίας

Μερικής λειτουργίας (αντικατάσταση ή συντήρηση μέρους μόνο των αισθητήρων τους και/ή υπάρχει υποδομή για τοποθέτηση οργάνων): Νέστος, Ροδόπη, Στρυμόνας, Ελλ. Χρυσός/Χαλκιδική

Μη λειτουργικοί σήμερα (έχουν καταγράψει αυτόματα στο παρελθόν): Βόρεια Ελλάδα (Νέστος, Στρυμόνας, Λουδίας), Κεντρική και Δυτική Ελλάδα (Αχελώος στη Μεσοχώρα, λίμνη Κάρλα και λίμνη Παμβώτιδα), Νότια Ελλάδα (Ευρώτας)

Το τηλεμετρικό δίκτυο του ΙΘΑΒΙΠΕΥ σήμερα



<https://hydro-stations.hcmr.gr/>

River	Site Name	Started from
Spercheios	Alamana	3/7/2014
Spercheios	Anthili	4/7/2014
Spercheios	Loutra Ypatis	27/11/2019
Acheloos	Mesochora	29/7/2016
Pinios	Giannouli	25/8/2019
Pinios	Nomi	26/8/2019
Pinios	Tempi	25/8/2019
Alfeios	Aspra Spitia	1/8/2019
Alfeios	Epitalio	1/8/2019
Pamisos	Agios Floros	25/9/2020
Evrotas	Vrontamas	21/7/2020
Evrotas	Leimonas	21/7/2020
Kifissos	Kifissos MD	8/7/2020
Kifissos	Kifissos EKV	15/7/2020
Pikrodafni	Pikrodafni	1/10/2019
Asopos	Chalkoutsy	3/7/2020
Lithaios	Trikala	21/11/2019
Ag. Germanos (Prespes)	Ag. Germanos	13/7/2020

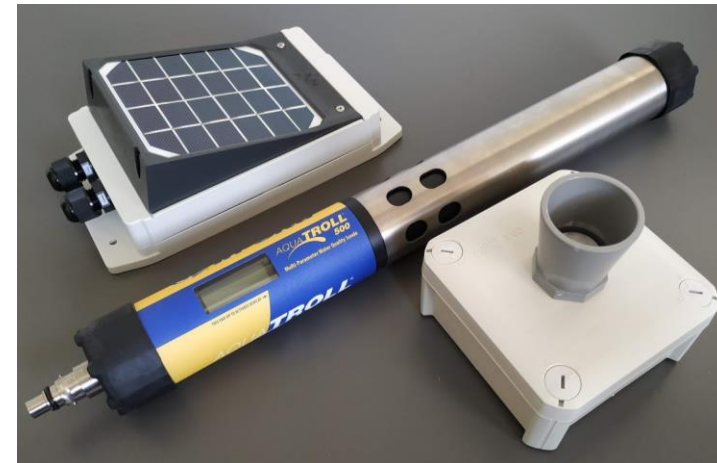
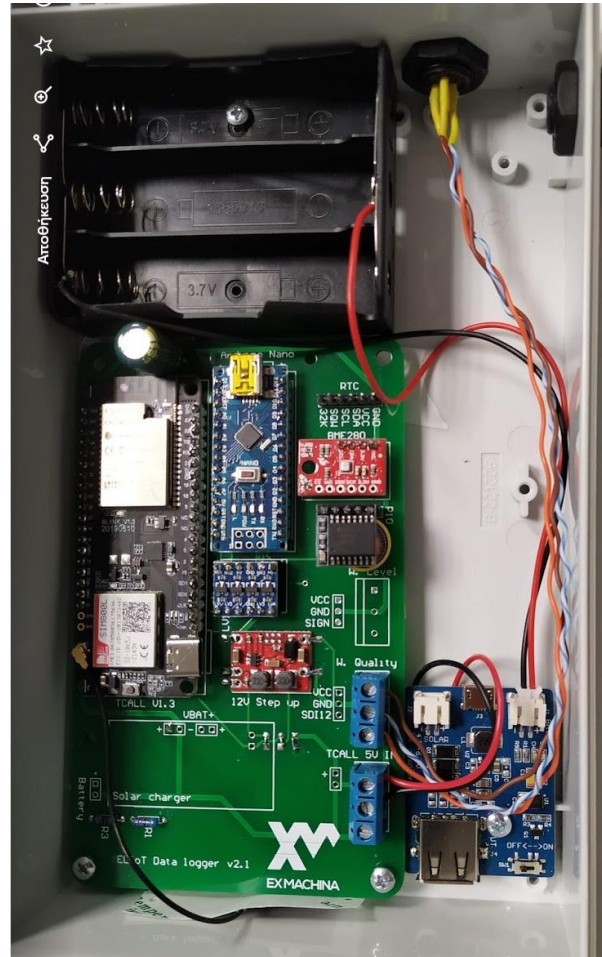
Εγκατάσταση σταθμού



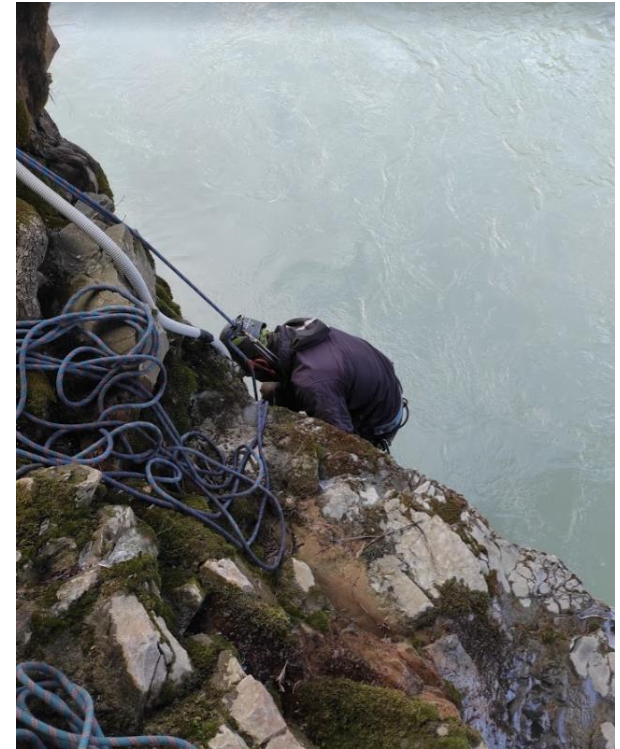
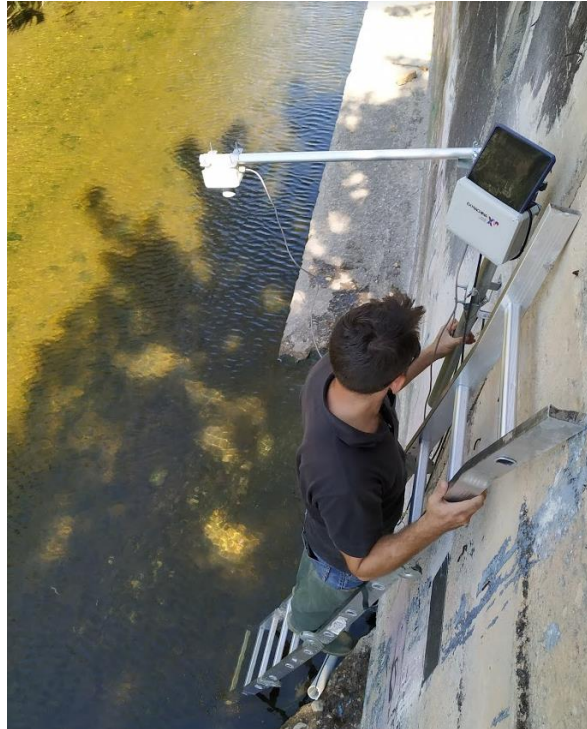
Εγκατεστημένος Σταθμός



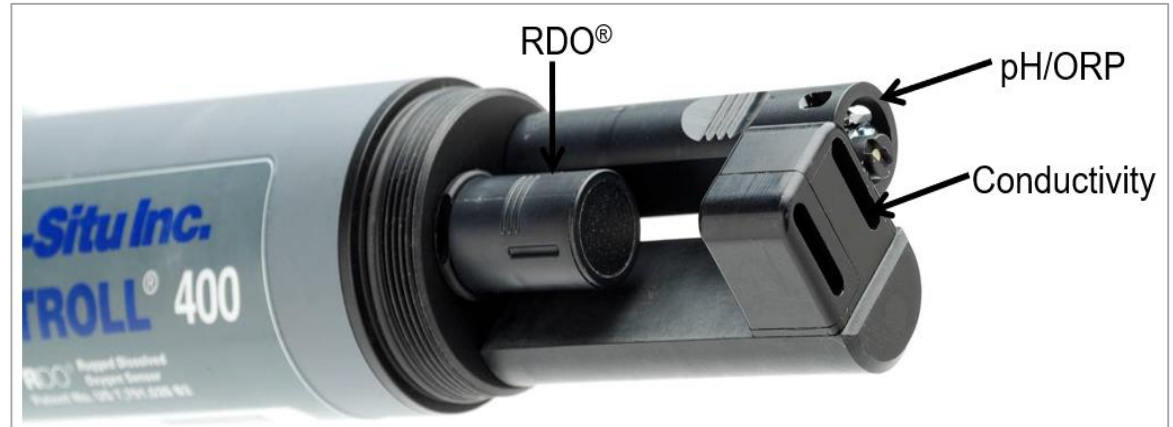
Εγκατάσταση σταθμού



Εγκατάσταση Σταθμού



In situ Aqua Troll 400

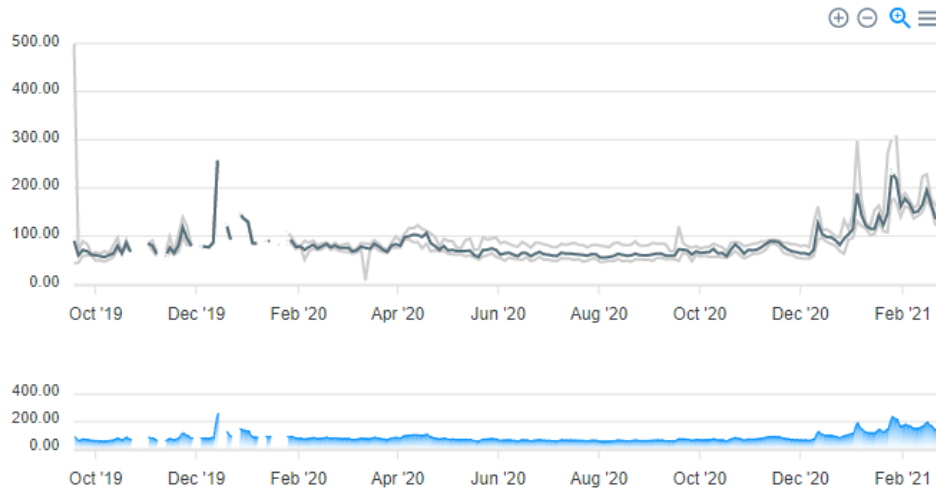


Parameter	Accuracy	Range	Resolution
Water level	Typical $\pm 0.1\%$ FS @ 15° C; $\pm 0.3\%$ FS max. from 0 to 50° C	76 m	$\pm 0.01\%$ FS or better
Electrical Conductivity	Typical $\pm 0.5\% + 1 \mu\text{S/cm}$; $\pm 1\%$ max.	5 to 100,000 $\mu\text{S/cm}$	0.1 $\mu\text{S/cm}$
Dissolved Oxygen	$\pm 0.1 \text{ mg/L}$ from 0 to 20 mg/L; $\pm 2\%$ of reading from 20-60 mg/L	0-60 mg/L	0.01 mg/L
pH	$\pm 0.1 \text{ pH unit}$ from 0 to 12 pH units	0 to 14 pH units	0.01 pH unit
Temperature	$\pm 0.1^\circ \text{ C}$	-5 to 50° C (23 to 122° F)	0.01° C or better

Δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων

- Καταγραφή κάθε ώρα και αυτόματη αποστολή στην υποδομή του Himiofots
- Μετρούμενες παράμετροι και σημασία τους:
 - Στάθμη: Πλημμύρες-Ξηρασίες
 - T: καθορίζει τις χημικές αντιδράσεις στο νερό
 - pH: αποδεκτό εύρος για πόσιμο νερό, ανοχή υδρόβιων οργανισμών
 - EC: καταλληλότητα νερού για άρδευση
 - DO: επιβίωση οργανισμών, φωτοσύνθεση, διαθεσιμότητα θρεπτικών

Άσπρα Σπίνα - Water Level



Download data ▾

ID

Related Station

[Άσπρα Σπίνα](#)

Name

Water Level

Variable

Stage

Unit Of Measurement

cm

Precision

2

Time Zone

EET (UTC+0200)

Remarks

Start Date

2019/08/01 14:30

End Date

2021/02/25 02:00

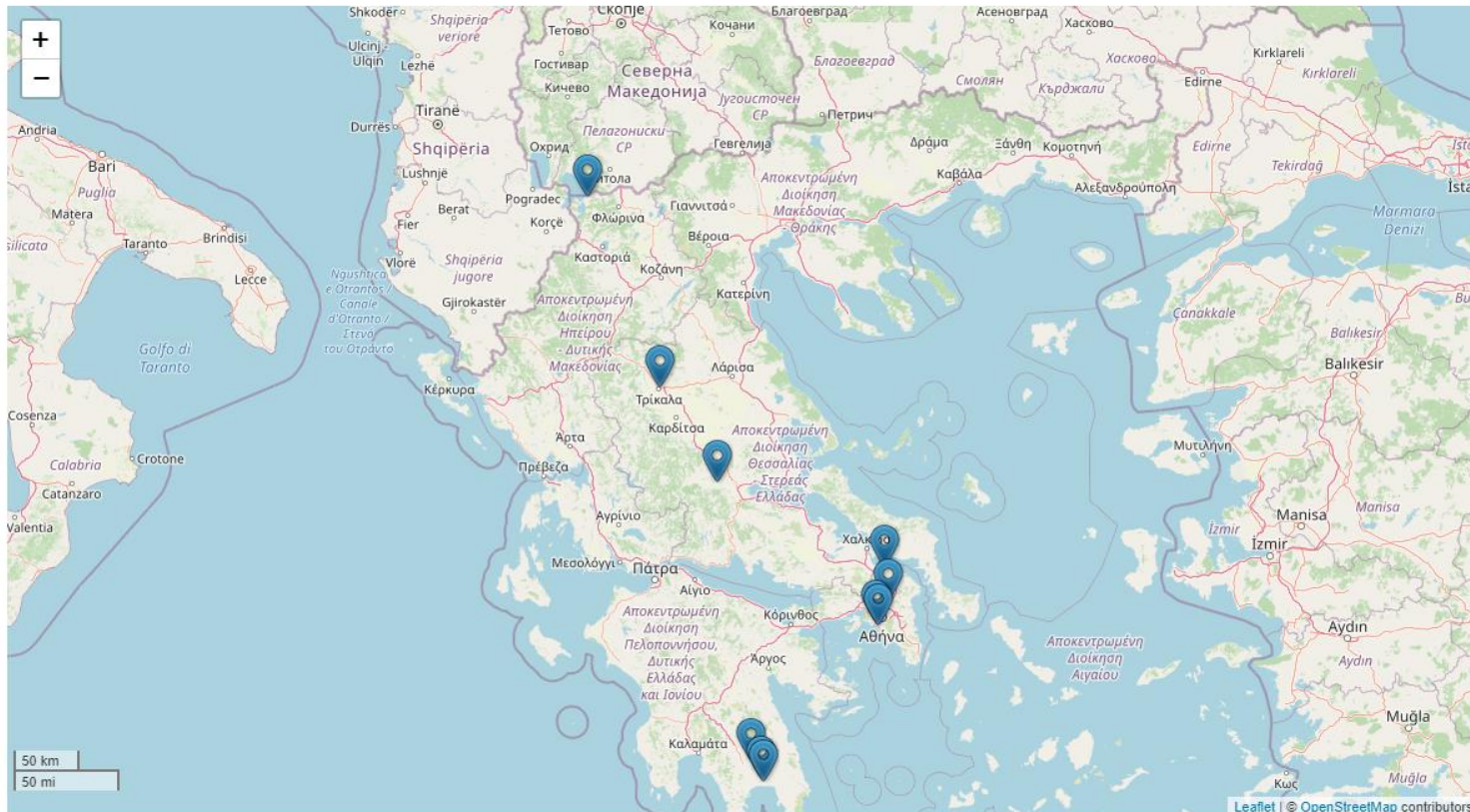
Δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων



Έργο - Δεδομένα Σταθμών Ομάδα Έργου Εγχειρίδια Δημοσιότητα - Νέα Χρήσιμοι σύνδεσμοι Επικοινωνία



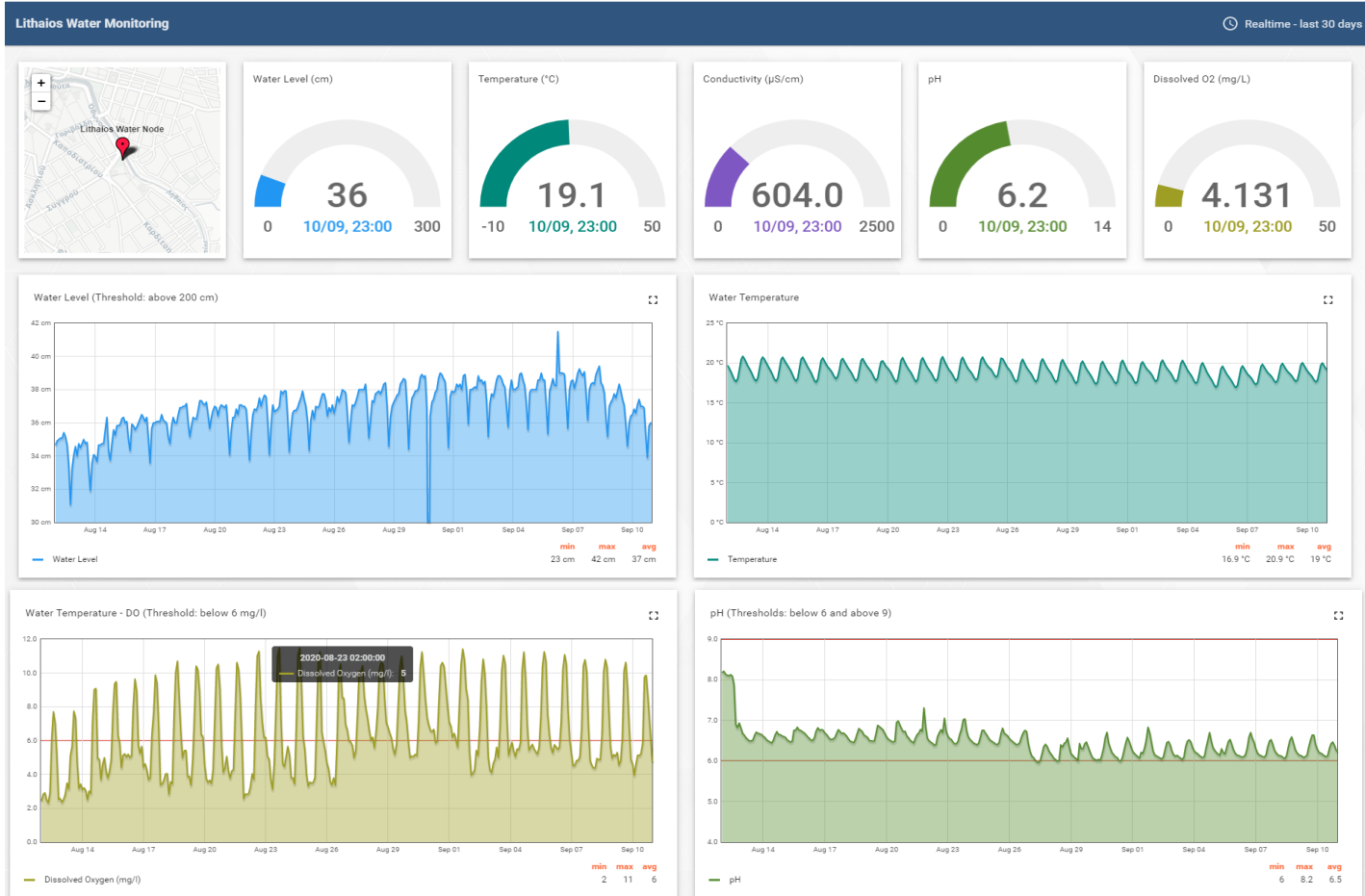
Επιλέξτε από τον παρακάτω χάρτη κάποιον από τους αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης περιβαλλοντικών παραμέτρων των υδάτων για να δείτε τα δεδομένα που συλλέγει. Για περισσότερες πληροφορίες δείτε τον Οδηγό Χρήσης της πλατφόρμας δεδομένων.



<https://www.openeliot.com/>

Δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων

IoT πλατφόρμα thingsboard (<https://thingsboard.io/>).

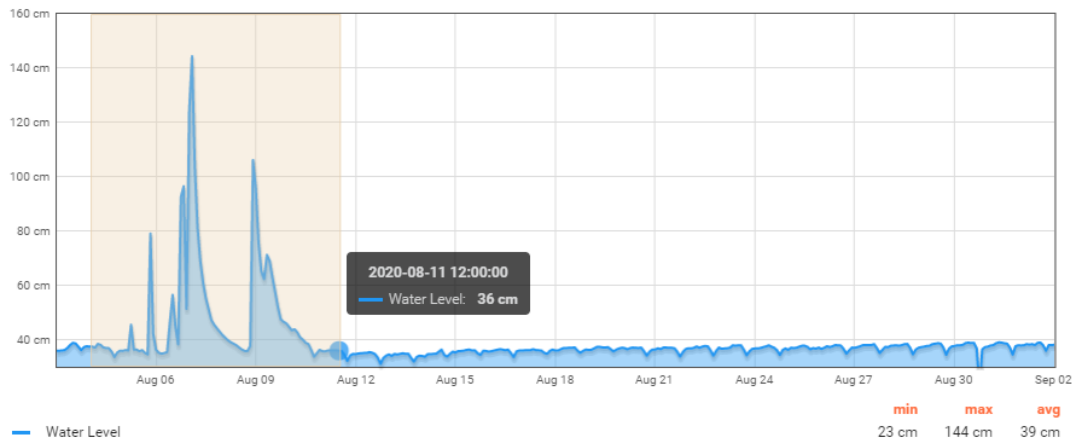


<https://www.openliot.com/>

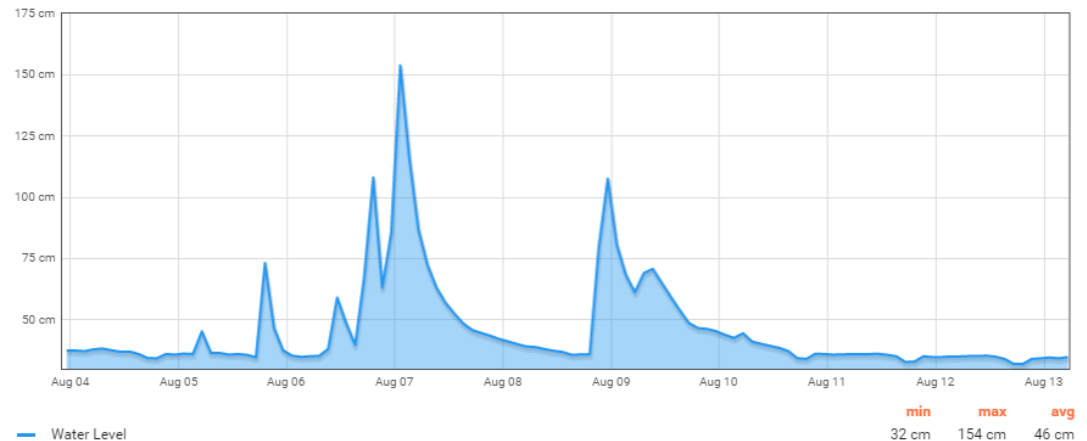
Δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων

IoT πλατφόρμα thingsboard (<https://thingsboard.io/>).

Water Level (Threshold: above 200 cm)



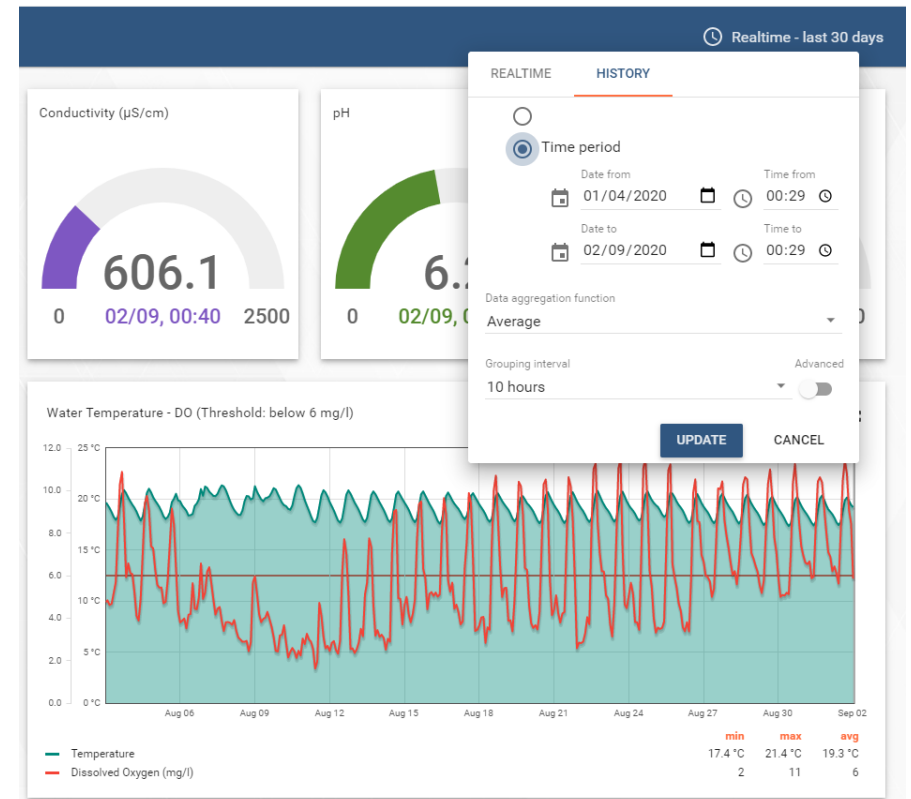
Water Level (Threshold: above 200 cm)



<https://www.openliot.com/>

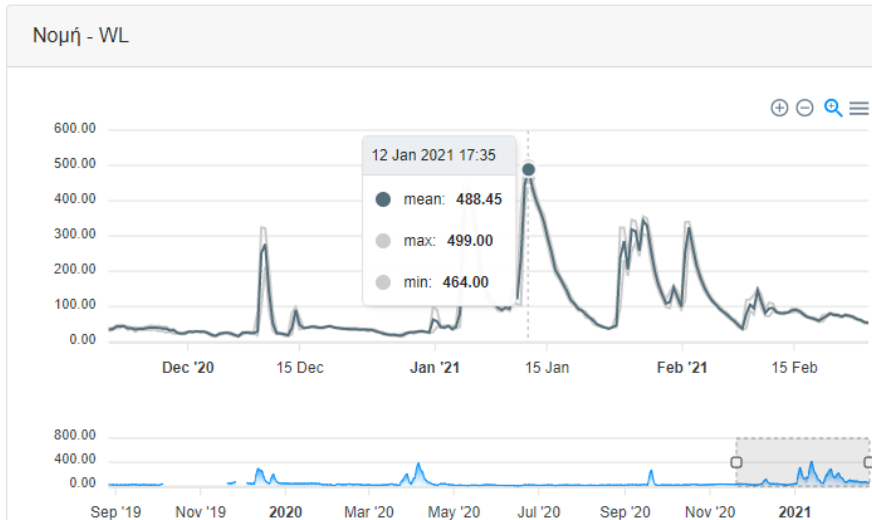
Δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων

IoT πλατφόρμα thingsboard (<https://thingsboard.io/>).



Υπηρεσίες που μπορούν να αναπτυχθούν

<https://system.openhi.net/>

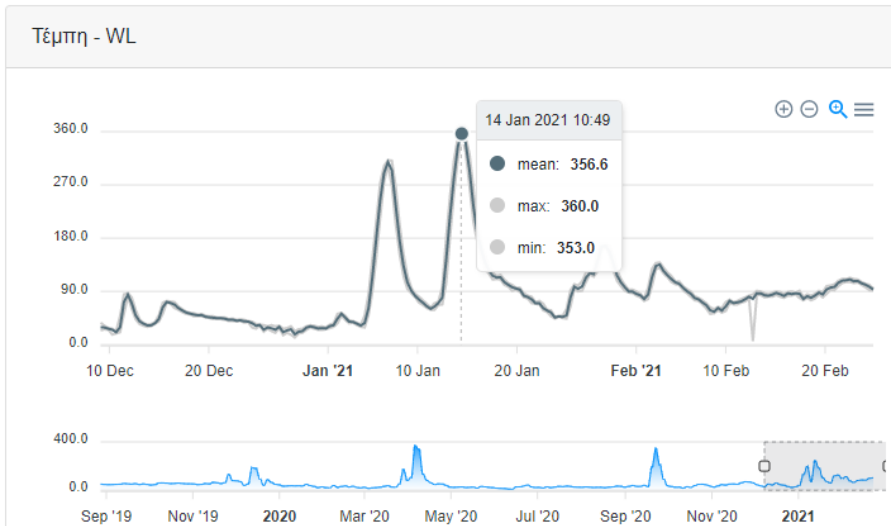


Αιχμή πλημμυρικού γεγονότος:

Τρίκαλα: 12/01/2021, 17:35

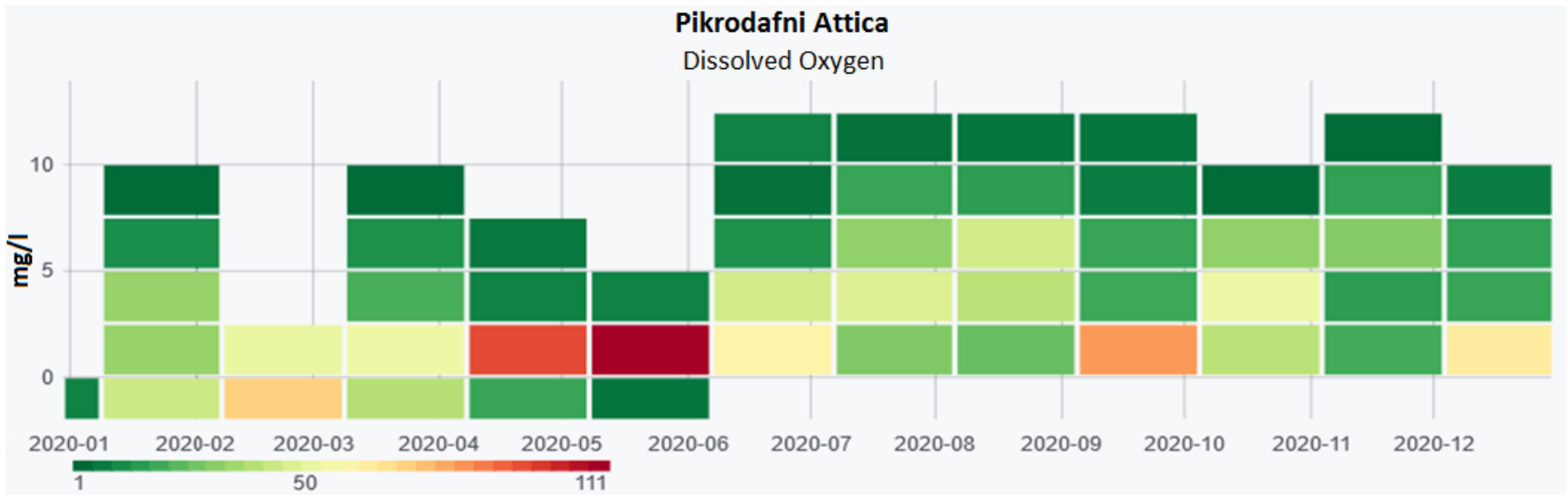
Τέμπη: 14/01/2021, 10:49

‘ταξίδι’ 40 ωρών περίπου



Δυνατότητα έγκαιρης προειδοποίησης?

Υπηρεσίες που μπορούν να αναπτυχθούν - Επόμενα βήματα



- Οδηγός συντήρησης και λειτουργίας δικτύου παρακολούθησης ποταμών
- Επέκταση του δικτύου με νέους σταθμούς

Δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων

IoT πλατφόρμα thingsboard (<https://thingsboard.io/>).



Οι επιπτώσεις των καλοκαιρινών βροχοπτώσεων στην στάθμη των αστικών ρεμάτων

1 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ, 2020 NEWSLETTER, NEA

Συχνά το καλοκαίρι παρατηρούμε βροχοπτώσεις που είναι μικρές σε διάρκεια (το πολύ ορισμένες ώρες) αλλά αρκετά ισχυρές σε ένταση. Οι επιπτώσεις αυτών των καλοκαιρινών 'μπουρινιών' είναι πολλές φορές πιο σημαντικές...

[περισσότερα](#)



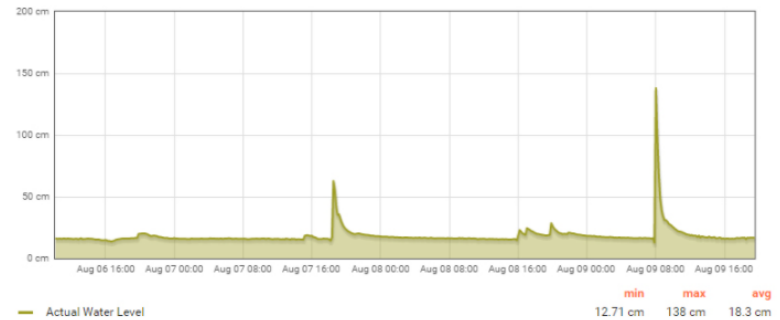
Επιπτώσεις της καταιγίδας 'Γηρυόνης' στο ρέμα Πικροδάφνης

25 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ, 2019 NEWSLETTER, NEA

Η καταιγίδα 'Γηρυόνης' που έπληξε χτες βράδυ την Αττική είχε σαν αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης του ρέματος 'Πικροδάφνη' κοντά στις εκβολές του, κατά περίπου 1 μέτρο, η οποία καταγράφηκε...

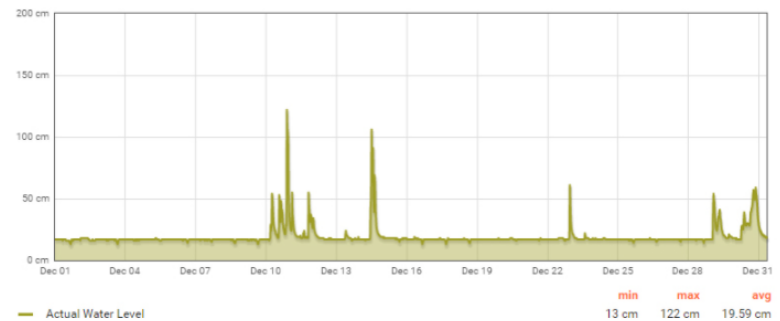
[περισσότερα](#)

Pikrodafni -Attica- Water Level (cm)



Μετρήσεις στάθμης ρέματος Πικροδάφνη τον Αύγουστο του 2020

Pikrodafni -Attica- Water Level (cm)



Μετρήσεις στάθμης ρέματος Πικροδάφνη τον Δεκέμβριο του 2019

<https://www.openliot.com/>

Έλεγχος ποιότητας και δημοσιοποίησης των περιβαλλοντικών δεδομένων

- **Έλεγχος αληθοφάνειας ή αξιοπιστίας (plausibility tests)**
Εφαρμόζεται αυτόματα σε κάθε παρατήρηση με κριτήριο "επιτυχία/αποτυχία" ("pass/fail") βάσει προκαθορισμένου επιτρεπόμενου εύρους και μεταβλητότητας των δεδομένων
- **Επισήμανση τιμών**
Χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες σημαίες (flags) για κάθε τύπο πιθανού λάθους
- **Γραφική απεικόνιση**
Τελική απόφαση διατήρησης/απομάκρυνσης τιμών βάσει εμπειρίας και ανεξάρτητων εσωτερικών ελέγχων

Φυσικοχημικές παράμετροι αυτόματης καταγραφής στα ελληνικά ποτάμια και επιτρεπόμενα όρια

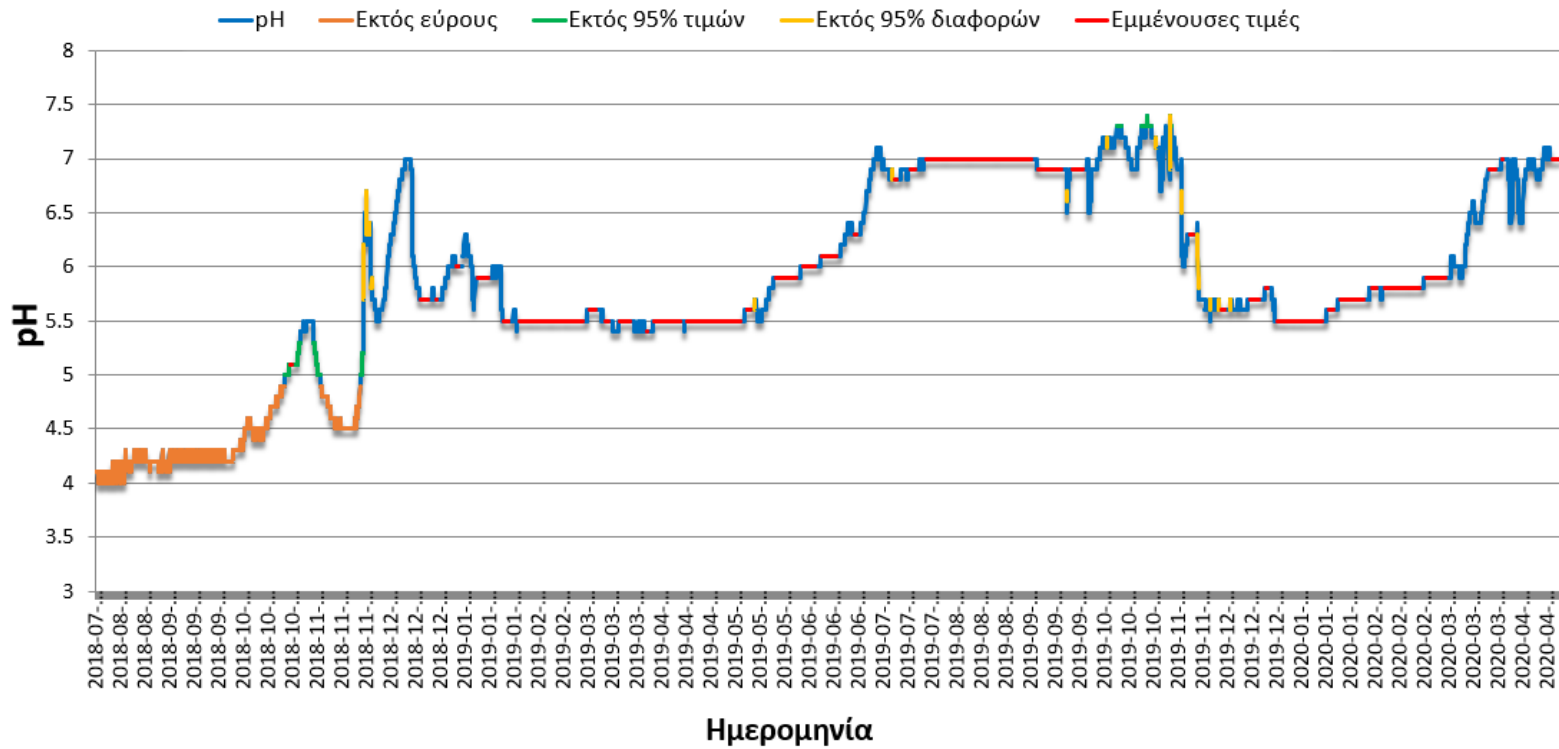
Παράμετρος	Μονάδα Μέτρησης	Απόλυτο κριτήριο		Ελαστικό κριτήριο	
		Min	Max	Min	Max
Θερμοκρασία	(°C)	-10	50	0	30
Αγωγιμότητα	(μS/cm)	0	80000	30	5000
pH	(-)	0	14	5	10
DO	(%)	0	180	20	100
DO	(mg/l)	0	20	4	11
TDS	(mg/l)	0	4000	15	2500
Αλατότητα	(ppt)	0	60	0	37
Θολερότητα	(NTU)	0	10000	0	100

Μέθοδοι ελέγχου ποιότητας των δεδομένων του ΙΘΑΒΙΠΕΥ

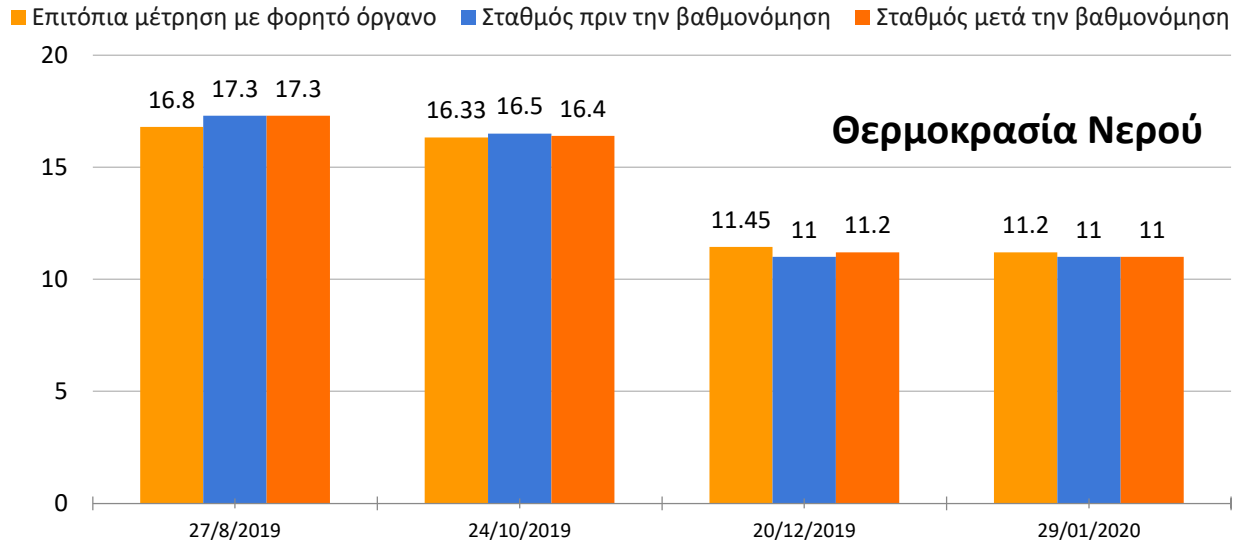
Πρόβλημα	Έλεγχος Αξιοπιστίας	Τύπος δεδομένων	Υπολογισμός
Κενή μέτρηση Πολλαπλές κενές μετρήσεις	Null test Gap test	Ελλείποντα δεδομένα (missing data) ή Μεγάλο διάστημα ελλειπόντων δεδομένων	κενές εγγραφές στη χρονοσειρά
Αποκλίνουσες τιμές	Range test	Ακραίες τιμές	ελαστικά όρια
Ακραίες τιμές	Extreme value test	Ακραίες τιμές	2.5% μικρότερων τιμών και 2.5% μεγαλύτερων τιμών της χρονοσειράς
Ακραίες διαφορές τιμών	Extreme difference test	Ακραίες διαφορές	2.5% μικρότερων τιμών απόλυτων διαφορών και 2.5% μεγαλύτερων τιμών απόλυτων διαφορών
Εμμένουσες τιμές	Stuck value test	Διαφορές διαδοχικών ζευγών τιμών	Μηδενική μεταβολή τελευταίων 48 (ή 96) καταγραφών

Γραφική απεικόνιση - pH

Μεσοχώρα - pH

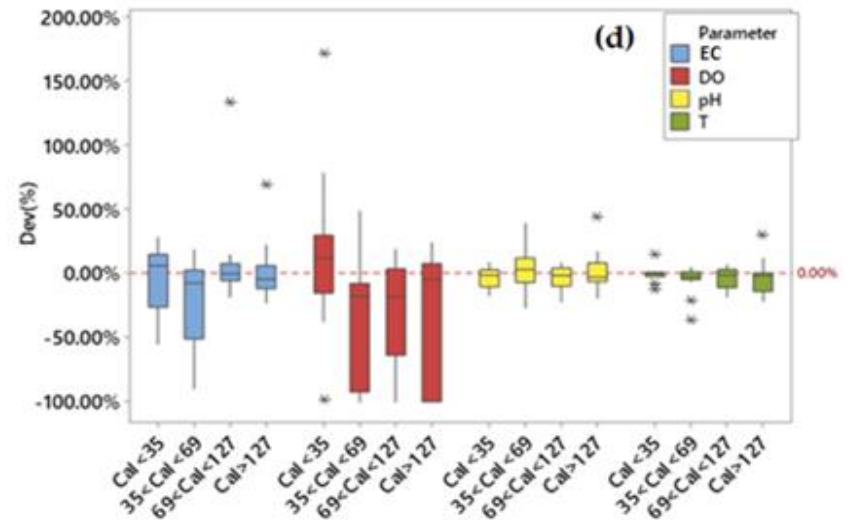
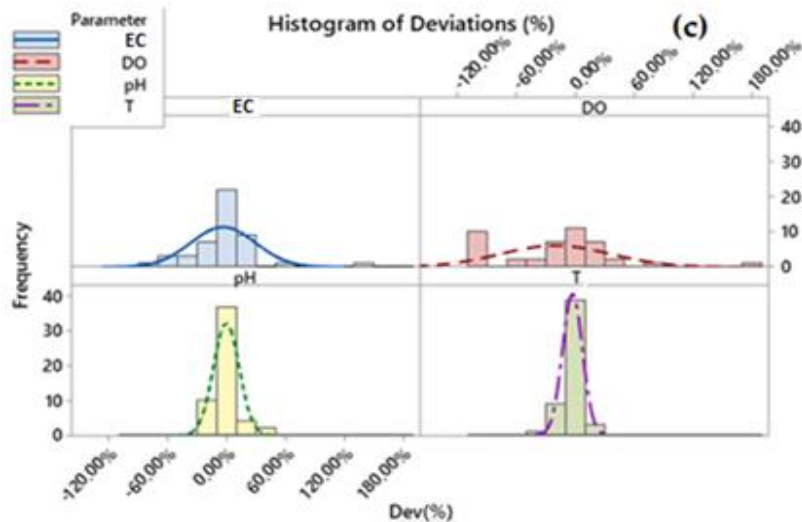
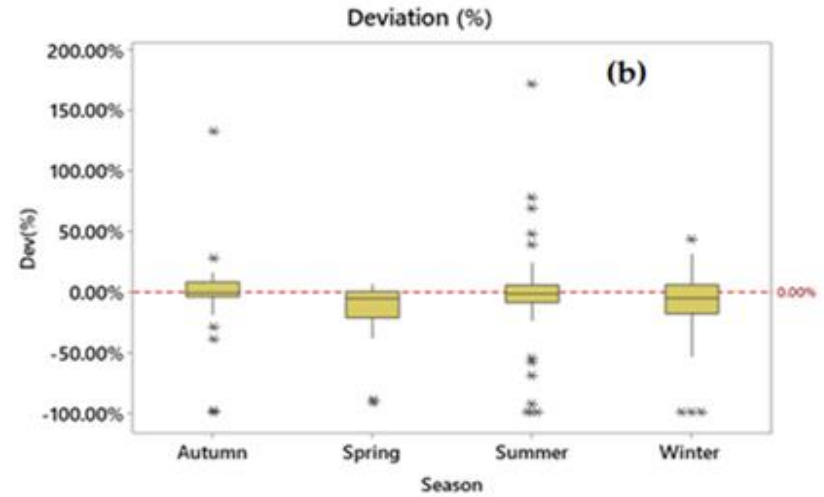
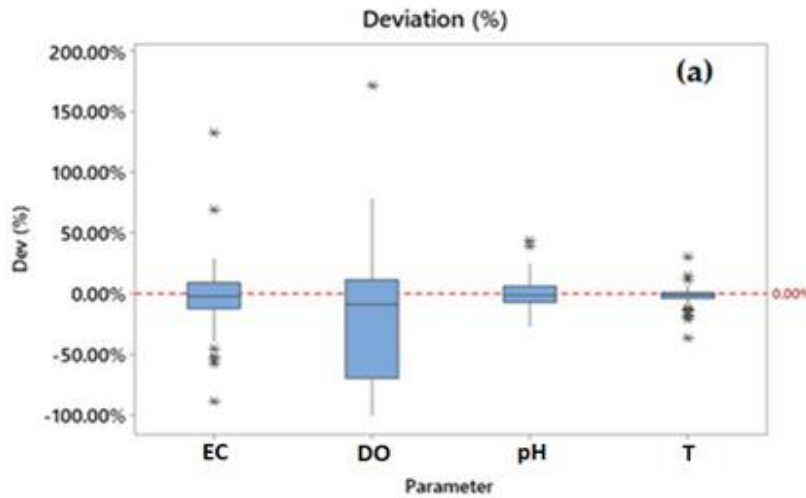


Συντήρηση των σταθμών του δικτύου – Έλεγχος καλής λειτουργίας με επιτόπιες μετρήσεις



Θερμοκρασία Νερού		
Ημερομηνία	Σταθμός πριν την βαθμονόμηση	Σταθμός μετά την βαθμονόμηση
27/8/2019	-2.98%	-2.98%
24/10/2019	-1.04%	-0.43%
20/12/2019	3.93%	2.18%
29/1/2020	1.79%	1.79%

Συντήρηση των σταθμών του δικτύου – Έλεγχος καλής λειτουργίας με επιτόπιες μετρήσεις



Συμπεράσματα

- Το κόστος κτήσης και συντήρησης δικτύων αυτόματων σταθμών έχει **μειωθεί σημαντικά** σε σχέση με το παρελθόν αλλά παραμένει υψηλό
- Οι αυτόματοι σταθμοί σε συνδυασμό με εποχιακές μετρήσεις θρεπτικών, μετάλλων και βιολογικών παραμέτρων μπορούν να δώσουν **ολοκληρωμένη εικόνα της ποιότητας των υδάτων**
- Η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο εντοπίζει έγκαιρα την **έναρξη του φαινομένου ρύπανσης** ενημερώνοντας τους ενδιαφερόμενους για **περαιτέρω λήψη μέτρων**
- Η **βιωσιμότητα** ενός δικτύου αυτόματων σταθμών εξαρτάται από την επιχειρησιακή δυνατότητα του φορέα διαχειριστή – **ένταξη σε ευρύτερα επιχειρησιακά δίκτυα/υποδομές**
- Υπάρχει ανάγκη για **περαιτέρω ανάπτυξη δικτύων** αυτόματων σταθμών - **κατανόηση διεργασιών** στα ποτάμια και **προστασία δημόσιας υγείας**

Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση



Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

- 1) Πολυκόπτερα (τετρακόπτερα, εξακόπτερα, κτλ). Ευκολία στην πτήση, μικρή χωρική κάλυψη



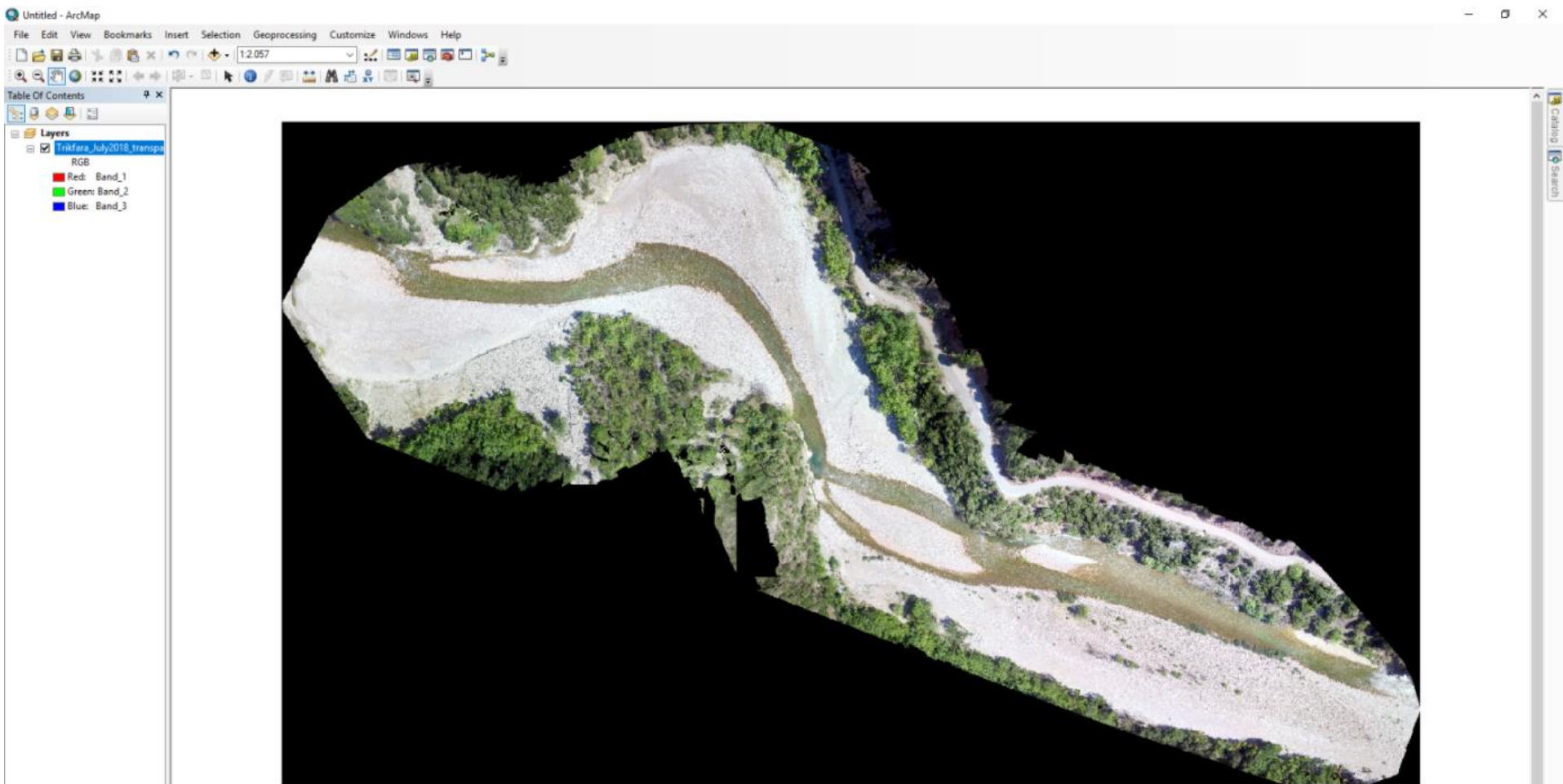
- 2) Fixed Wing (δυσκολότερος χειρισμός αλλά μεγάλη κάλυψη)



Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Προϊόντα:

1) Όρθοφωτοχάρτης

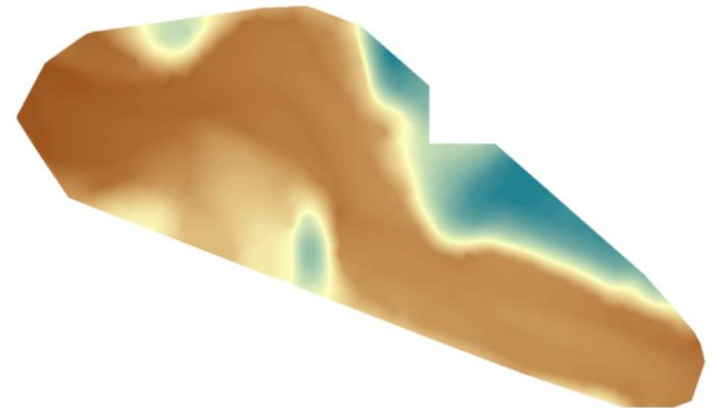
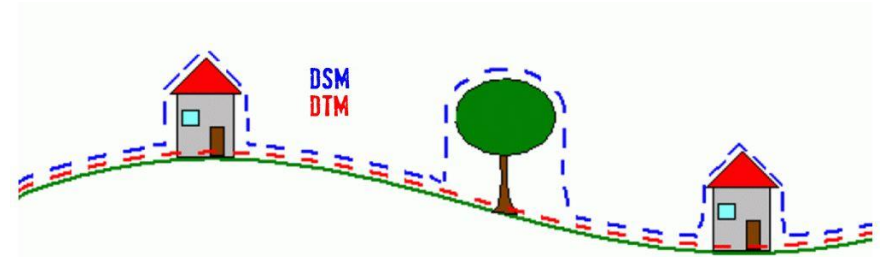
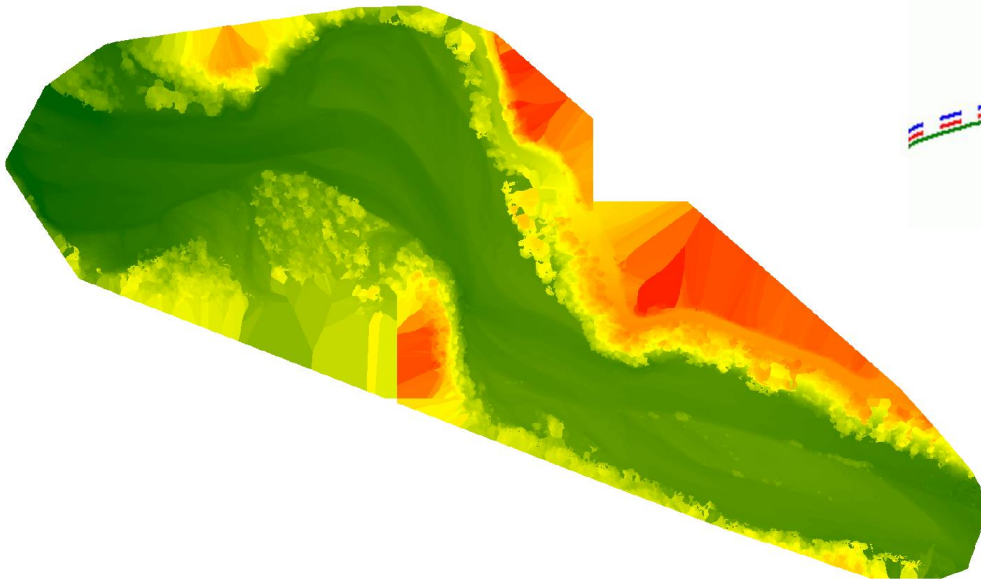


Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Προϊόντα:

2) Digital Surface Model (DSM)

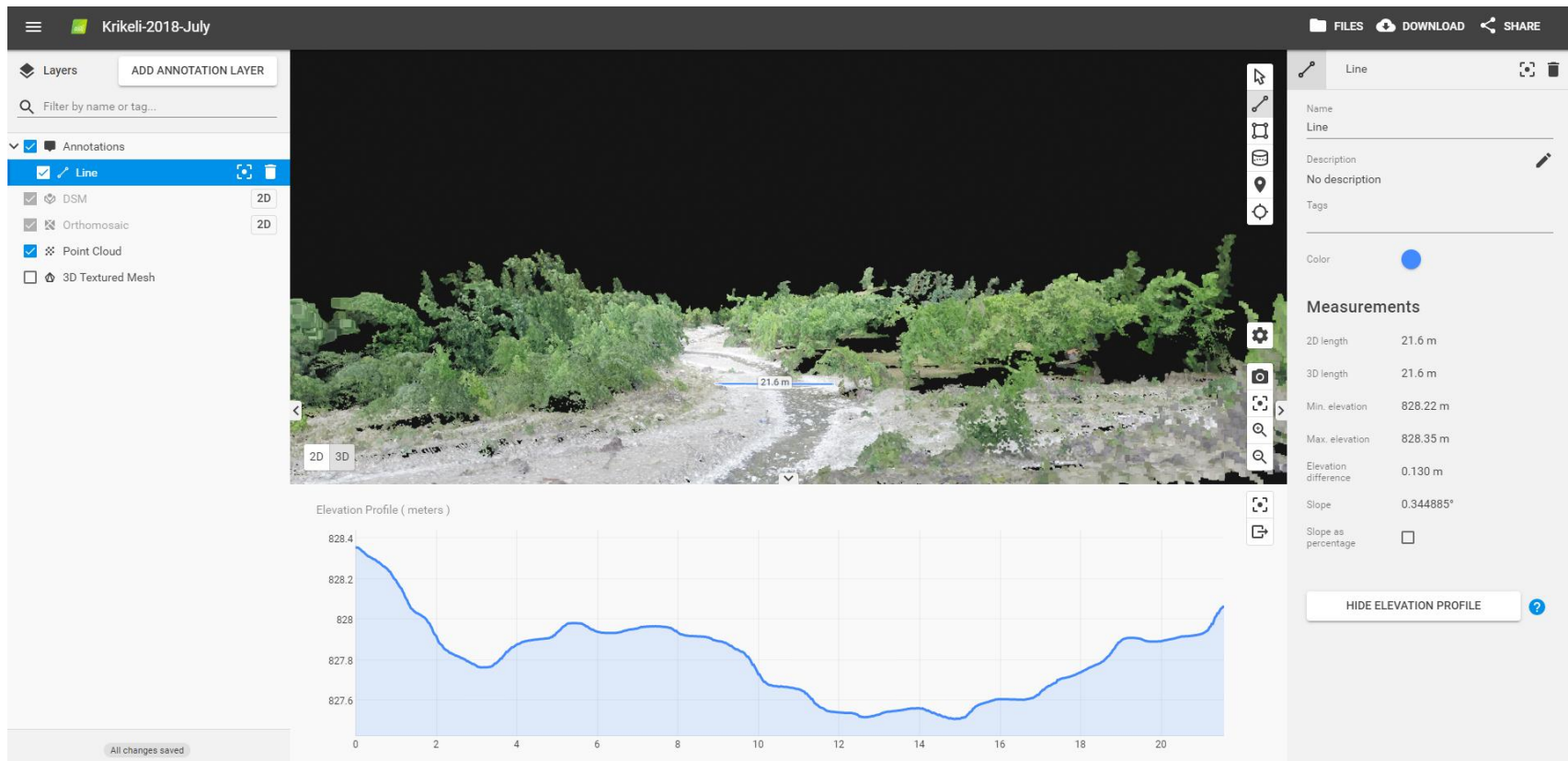
3) Digital Terrain Model (DTM)



Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Πληροφορίες που μπορούμε να πάρουμε;

1) Να μετρήσουμε τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ποταμού (εμβαδόν διατομής, κλίση πυθμένα, κάλυψη διαβρεγμένης κοίτης) = στάθμη-παροχή ?



Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Πληροφορίες που μπορούμε να πάρουμε;

2) Χαρτογράφηση υδρομορφολογικών αλλοιώσεων (παρόχθια βλάστηση, χρήσεις γης, παρεμβάσεις μέσα στην κοίτη, κτλ) = συμπλήρωση πρωτοκόλλου RHS?



Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Πληροφορίες που μπορούμε να πάρουμε;

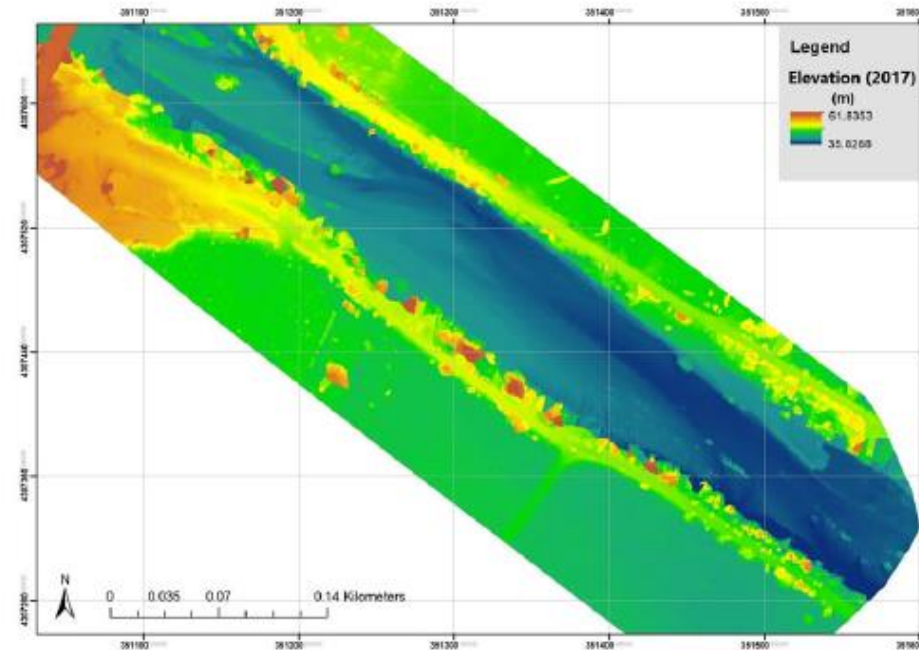
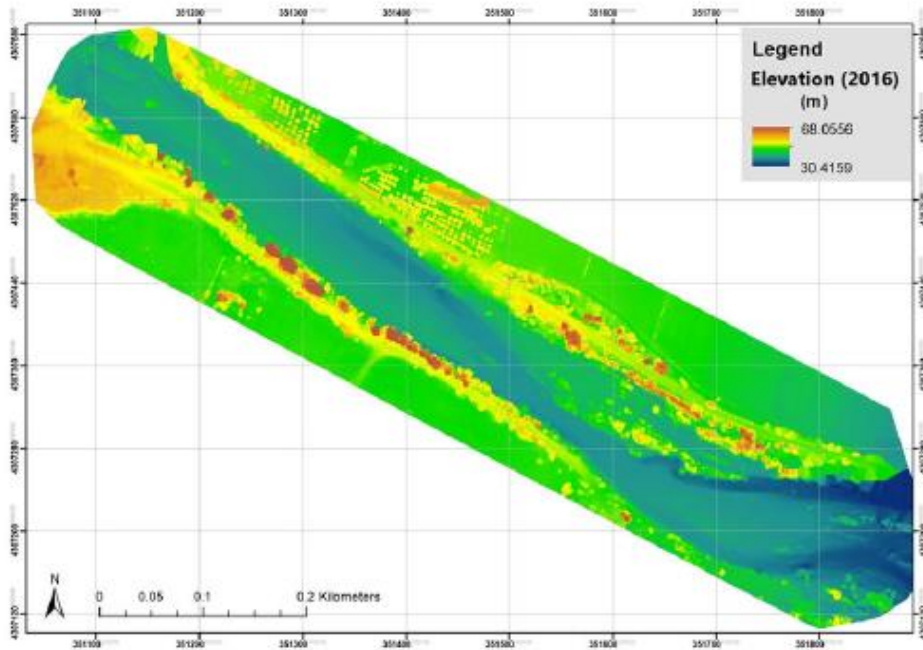
3) Χαρτογράφηση ενδιαιτημάτων και αλλαγών κοίτης λόγω διάβρωσης / απόθεσης φερτών υλών



Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Μεθοδολογικά Βήματα

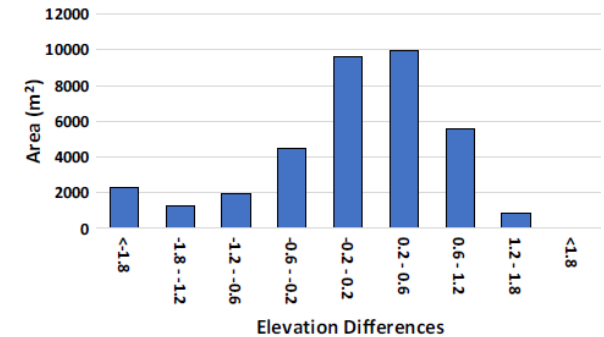
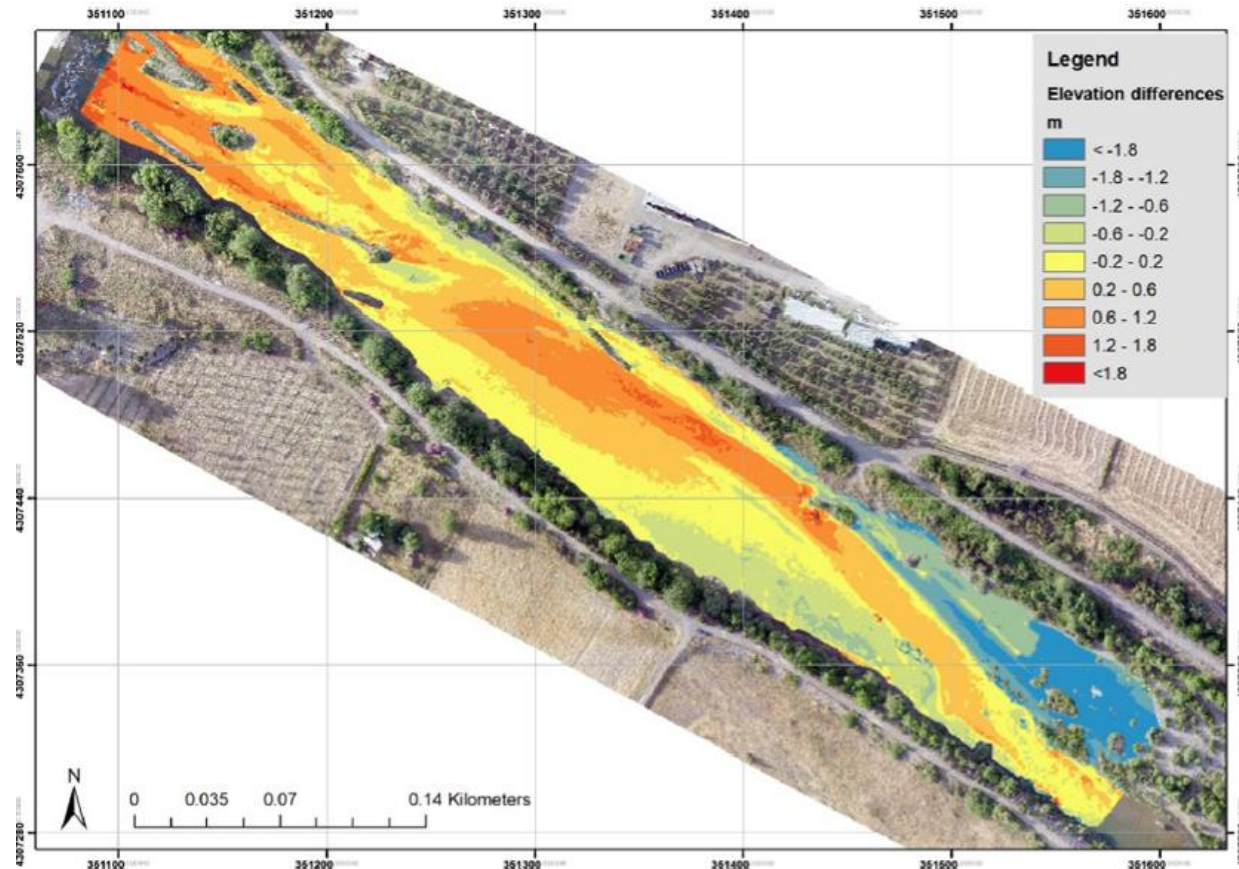
α) καταγραφή της τοπογραφίας/βυθομετρίας σε διαδοχικές περιόδους/έτη



Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Μεθοδολογικά Βήματα

B) αφαίρεση τοπογραφικών / βαθυμετρικών υποβάθρων



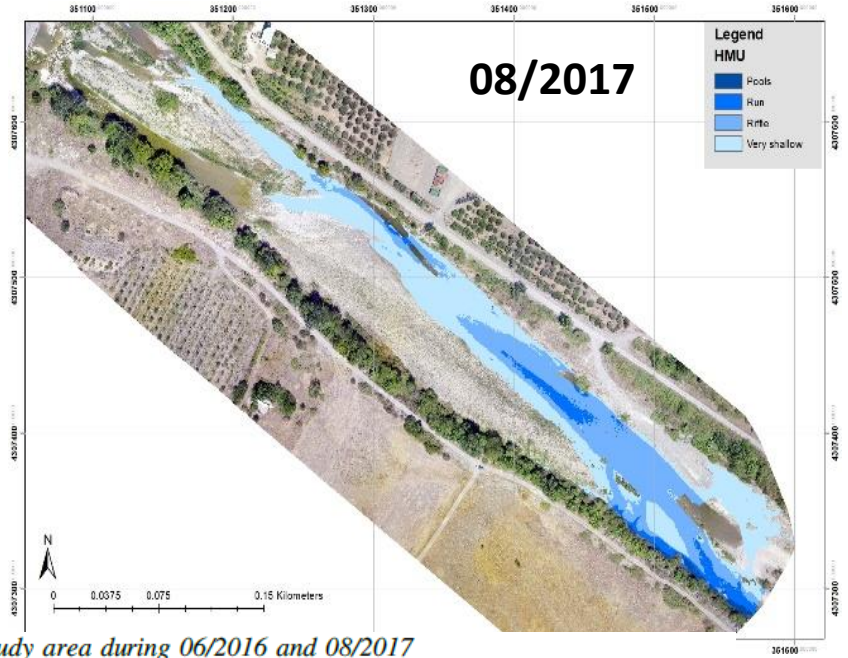
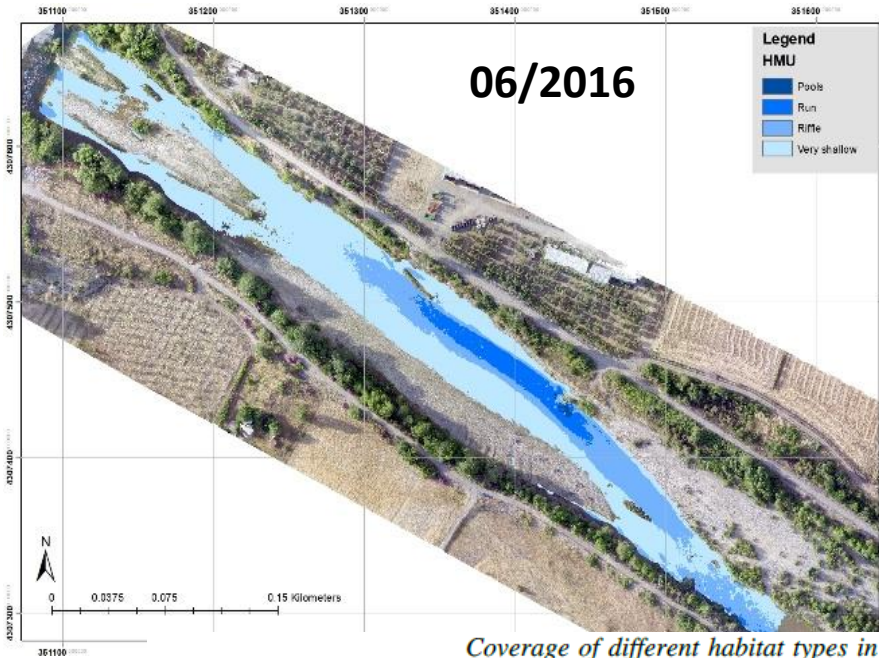
Sediment volumes (m³) that have been eroded and deposited in the study area

Sediment	Entire riverbed (m ³)	Natural riverbed (m ³)
Erosion	- 10,131	- 6677
Deposition	9624	9551
Total	- 507	2874

Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Μεθοδολογικά Βήματα

Γ) υπολογισμός βάθους: τοπογραφικό/βαθυμετρικό υπόβαθρο + προβολή ελεύθερης επιφάνειας του νερού



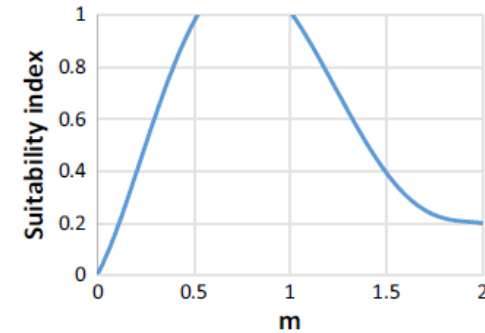
Coverage of different habitat types in the study area during 06/2016 and 08/2017

HMUs	Depth (m)	June 2016		August 2018		Difference	
		m ²	%	m ²	%	%	
Pool	> 0.6	53	0.26	178	1.15	235.85	
Run	0.4–0.6	1563	7.58	1183	7.63	– 24.31	
Riffle	0.2–0.4	4831	23.44	5699	36.75	17.97	
Very shallow	< 0.2	14167	68.73	8448	54.47	– 40.37	
Total		20614		15,508		– 24.77	

Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Δ) Υπολογισμός καταλληλότητας ενδιαιτήματος για συγκεκριμένα είδη

HSI	June 2016		August 2017	
	m ³	%	m ³	%
0-0.2	1433	6.97	2315	14.94
0.2-0.4	16	0.08	7	0.04
0.4-0.6	4791	23.30	4690	30.27
0.6-0.8	7463	36.29	3239	20.91
0.8-1	6862	33.37	5240	33.83

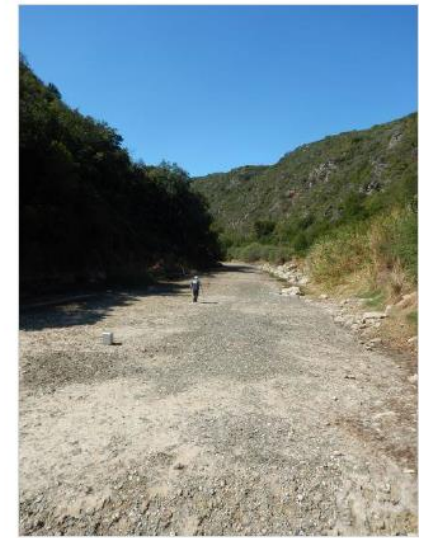
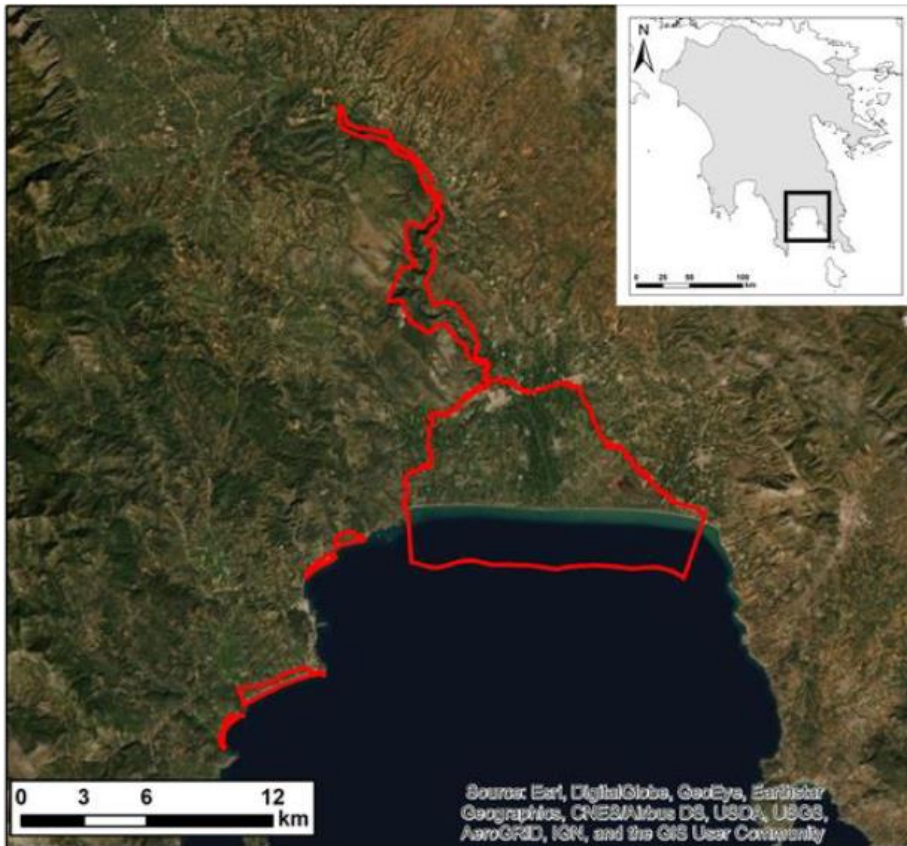


Καμπύλη καταλληλότητας βάθους ποταμοκέφαλου



Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Σχεδιασμός δράσεων αποκατάστασης ενδιαιτημάτων ιχθυοπανίδας στον Ευρώτα π.

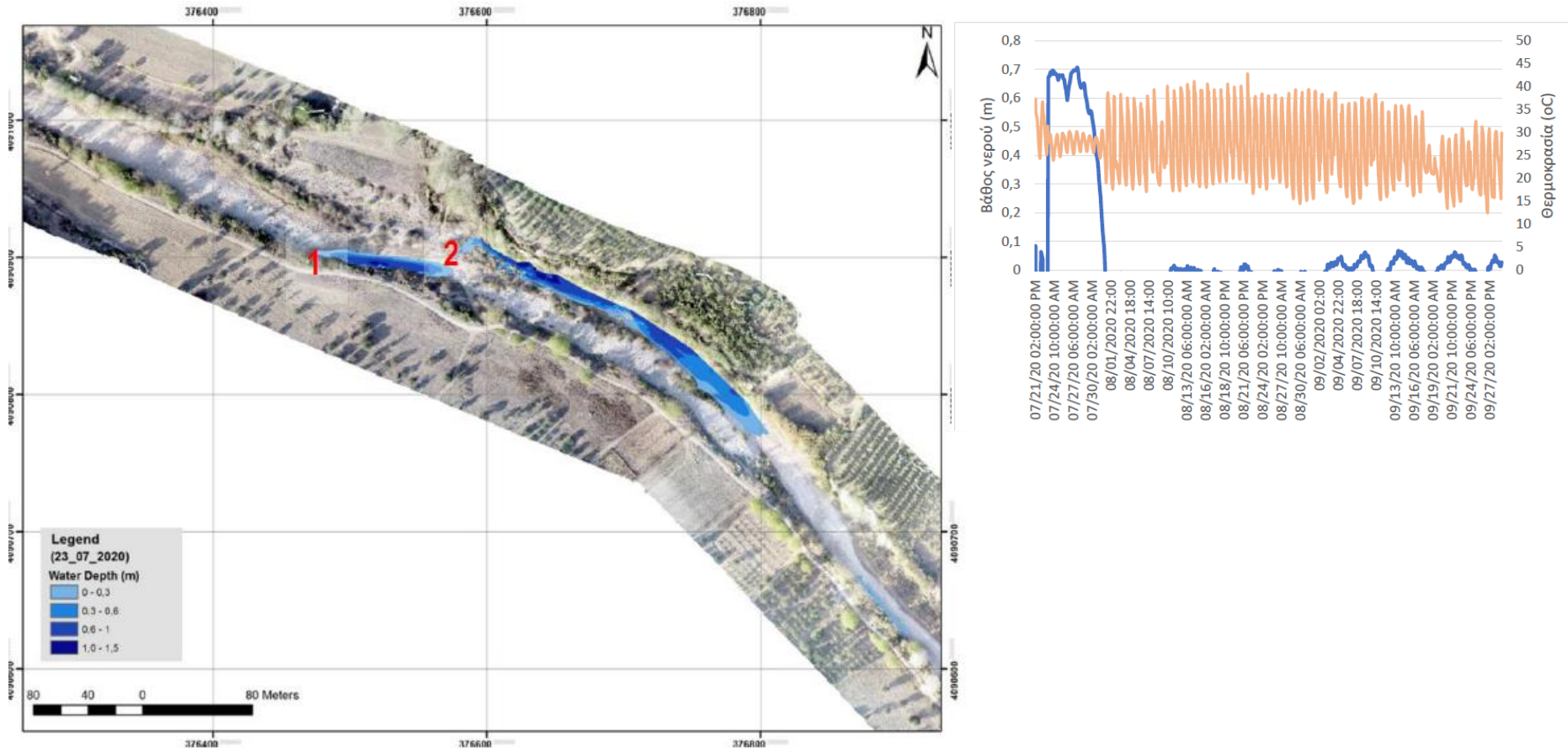


Squalius keadicus
Pelasgus laconicus
Tropidophoxinellus spartiaticus

Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Μεθοδολογικά Βήματα

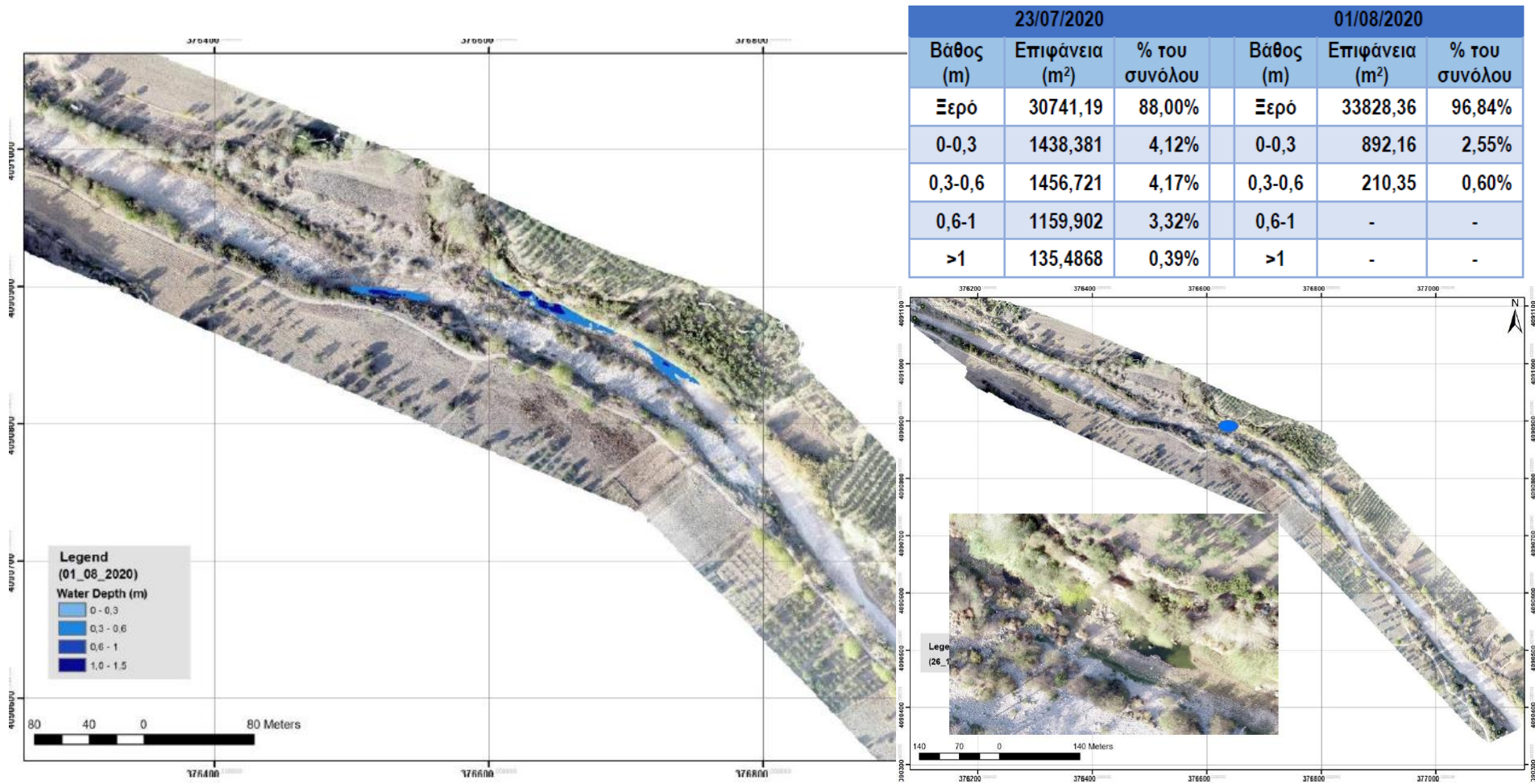
A) εύρεση κατάλληλων θέσεων για βελτίωση ενδιαιτημάτων και εγκατάσταση σταθμηγράφου



Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Μεθοδολογικά Βήματα

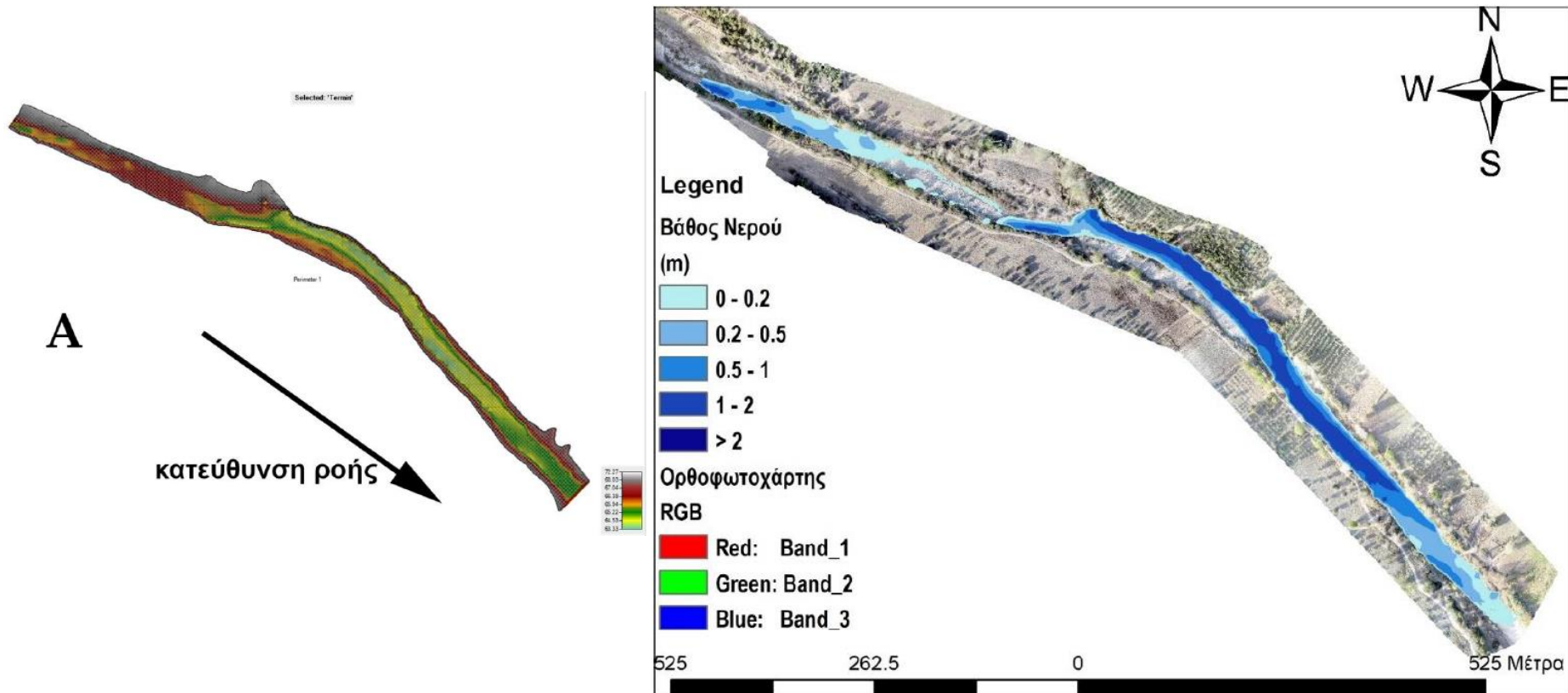
B) υπολογισμός πλημμυρισμένων εκτάσεων της κοίτης και αλλαγές στον χρόνο



Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Μεθοδολογικά Βήματα

γ) υδραυλική προσομοίωση για τον εντοπισμό των περιοχών προς αποκατάσταση

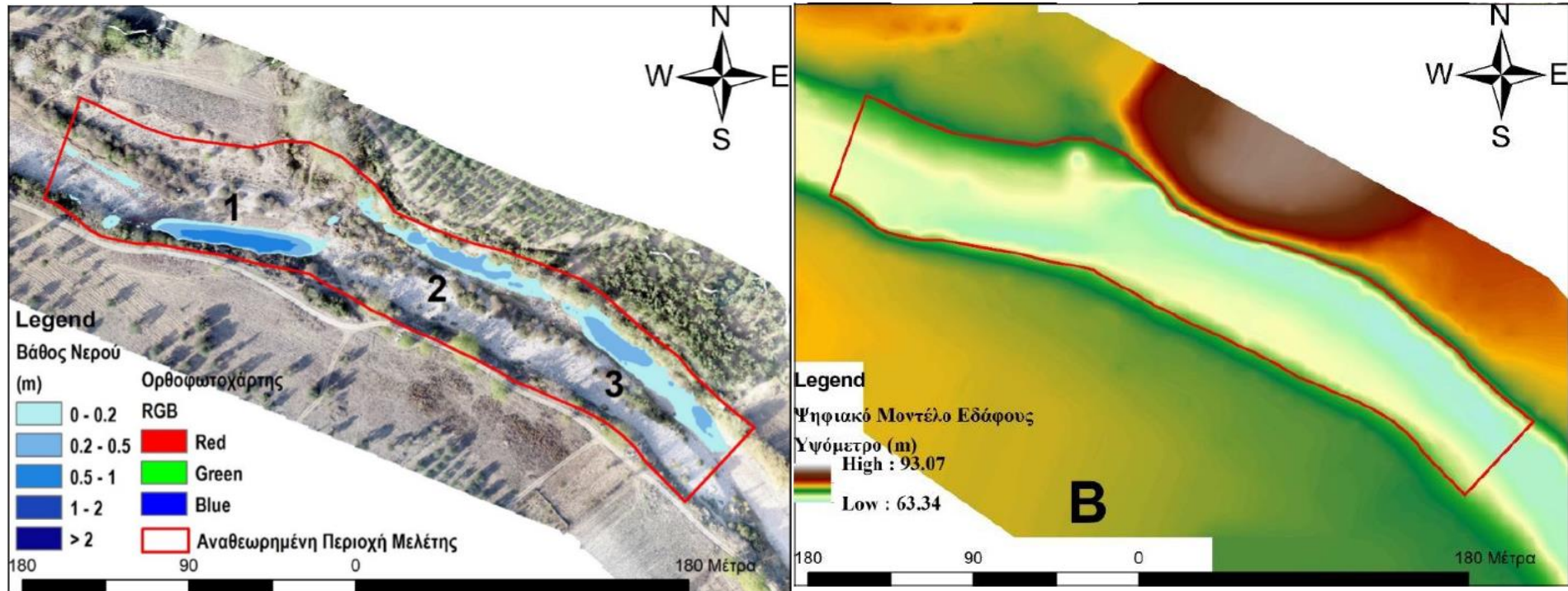


Χρήση UAVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Μεθοδολογικά Βήματα

Δ) εντοπισμός των υπό διαμόρφωση περιοχών της κοίτης – σενάρια εκβάθυνσης

Ε) Υπολογισμός καταλληλότητας ενδιαιτήματος για κάθε σενάριο – κριτήριο επιλογής?



Χρήση USVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Μη επανδρωμένα πλωτά μέσα

Αυτόνομη καταγραφή παραμέτρων ποιότητας αλλά και λήψη δειγμάτων νερού σε δύσβατα μέρη



Χρήση USVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Μη επανδρωμένα πλωτά μέσα

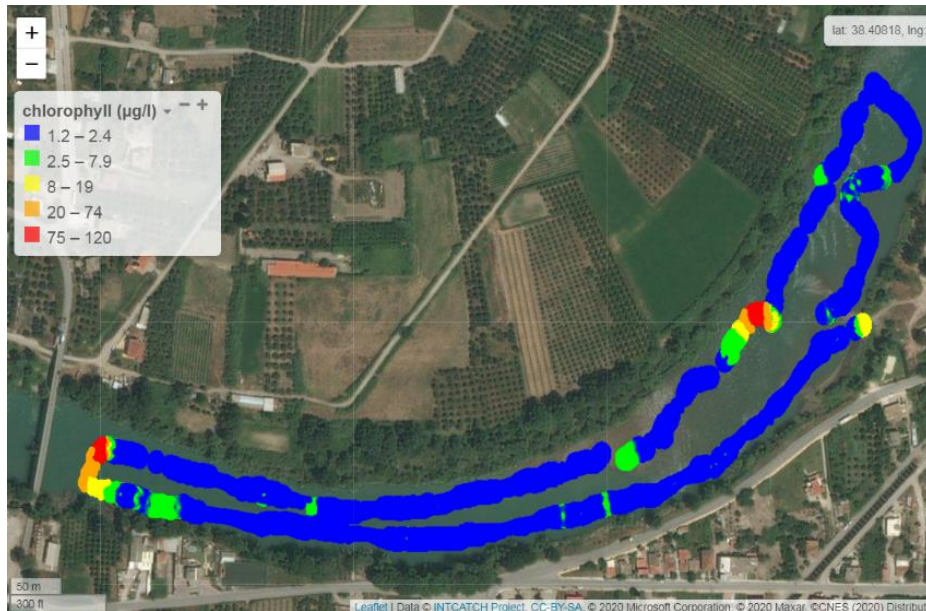
Ανοιχτή αρχιτεκτονική και ευελιξία στην επιλογή παραμέτρων παρακολούθησης (βυθομέτρηση – χαρτογράφηση ενδιαιτημάτων, υδροχημεία, χλωροφύλλη, παρατήρηση ιχθυοπανίδας – υποστρώματος, κτλ)



Χρήση USVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Μη επανδρωμένα πλωτά μέσα

Αχελώος ποταμός - χλωροφύλλη



Κηφισός ποταμός – Ηλ. Αγωγιμότητα



Χρήση UAVs-USVs για περιβαλλοντική παρακολούθηση

Προβλήματα

- Υψηλό κόστος απόκτησης και μικρή αυτονομία/ χωρική κάλυψη
- Θεσμικό πλαίσιο χρήσης και επικινδυνότητα
- Περιορισμένος αριθμός περιβαλλοντικών παραμέτρων/τύπων αισθητήρων

Προοπτικές

- Καταγραφή περιβαλλοντικών παραμέτρων σε δύσκολα και μη προσβάσιμα περιβάλλοντα
- Υψηλής χωρικής ανάλυσης δεδομένα τα οποία μπορεί να καλύψουν και μεγάλες εκτάσεις
- Καταγραφή παραμέτρων που δεν είναι εύκολα μετρήσιμα με κλασσικές μεθόδους (παροχή, βαθυμετρία, χαρτογράφηση ενδιαιτημάτων, απόθεση/διάβρωση κοίτης)

Ευχαριστώ

