

Ανοιχτή υποδομή Internet of Things για online υπηρεσίες περιβάλλοντος Open Internet of Things infrastructure for online environmental services, Open ELIoT



ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ

1.2

Τεχνική έκθεση με την περιγραφή της λειτουργίας της πλατφόρμας συλλογής, επεξεργασίας και οπτικοποίησης δεδομένων

ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ

T1ELK-01613



INSTITUTE OF
MARINE BIOLOGICAL RESOURCES
AND INLAND WATERS

Ανάβυσσος, 2019

Οι βιβλιογραφικές αναφορές στις εργασίες της παρούσας έκθεσης παρακαλούμε να γίνονται σύμφωνα με τον ακόλουθο τρόπο:

ΕΛΚΕΘΕ¹ 2019. Τεχνική έκθεση με την περιγραφή της λειτουργίας της πλατφόρμας συλλογής, επεξεργασίας και οπτικοποίησης δεδομένων. Ανοιχτή υποδομή Internet of Things για online υπηρεσίες περιβάλλοντος (Open ELIoT) - ΙΘΑΒΙΠΕΥ, 54 σελ.

¹ Ομάδα Έργου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	Αντικείμενο, Σκοπός και Ομάδα Έργου	5
1.1.	Αντικείμενο και σκοπός της παρούσας μελέτης	5
1.2.	Ομάδα έργου	5
2.	Εισαγωγή	6
3.	Μεθοδολογία	6
4.	Αποτελέσματα	7
4.1.	Ανάλυση ερωτηματολογίων	7
4.1.1.	Ερώτηση 12 (E12)	7
4.1.2.	Ερώτηση 13 (E13)	9
4.1.3.	Ερώτηση 14 (E14)	12
4.1.4.	Ερώτηση 15 (E15)	13
4.2.	Συμπεράσματα Ερωτηματολογίου	14
4.3.	Έρευνα υφιστάμενων επιχειρησιακών πλατφορμών	15
5.	Έρευνα δυνατοτήτων διαθέσιμων πλατφορμών	19
5.1	Kaa IoT Platform	19
5.2	ThingSpeak	20
5.3	Thingsboard.io	21
5.4	Thingier.io	22
5.5	Ubidots	23
5.6	Mydevices Cayenne	24
5.7	Blynk	25
5.8	Mainflux	26
5.9	WSO2	27
5.10	OpenIoT	28
6.	Άδειες ανοιχτών δεδομένων	29
7.	Συμπέρασμα - επιλογή βέλτιστης πλατφόρμας και άδειας λογισμικού	34
8.	Δομή και χαρακτηριστικά πλατφόρμας Thingsboard	36
8.1.	Λειτουργικά χαρακτηριστικά	37
8.2.	Οντότητες και σχέσεις	38
8.3.	Ομαδοποίηση οντοτήτων	39
8.4.	Οπτικοποίηση	39
8.5.	Δημιουργία αναφορών	39
8.6.	Εξαγωγή δεδομένων	39
	Βιβλιογραφία	40

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	41
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	43
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ	44
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV	46

1. Αντικείμενο, Σκοπός και Ομάδα Έργου

1.1. Αντικείμενο και σκοπός της παρούσας μελέτης

Η παρούσα τεχνική έκθεση συμπεριλαμβάνεται στην ενότητα εργασίας "ΠΕ 1: Σχεδιασμός και ανάλυση απαιτήσεων για την κατασκευή έξυπνων αισθητήρων IoT και τη δημιουργία πλατφόρμας συλλογής, επεξεργασίας και οπτικοποίησης δεδομένων" και αποτελεί το παραδοτέο Π 1.2 με τίτλο "Τεχνική έκθεση με την περιγραφή της λειτουργίας της πλατφόρμας συλλογής, επεξεργασίας και οπτικοποίησης δεδομένων". Στόχος της συγκεκριμένης τεχνικής έκθεσης είναι η καταγραφή των απαιτήσεων των χρηστών και των προδιαγραφών της πλατφόρμας διαχείρισης δεδομένων.

1.2. Ομάδα έργου

ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.

Ηλίας Δημητρίου, Γεωλόγος MSc, PhD, Επ. Υπεύθυνος, Ι.ΘΑ.ΒΙ.Π. & Ε.Υ.

Γεώργιος Παπαϊωάννου, Δασολόγος MSc, PhD, Ι.ΘΑ.ΒΙ.Π. & Ε.Υ.

Ιωάννης Παναγόπουλος, Γεωπόνος MSc, PhD, Ι.ΘΑ.ΒΙ.Π. & Ε.Υ.

Αγγελική Μεντζαφού, Γεωλόγος MSc, Ι.ΘΑ.ΒΙ.Π. & Ε.Υ.

Βασιλική Μαρκογιάννη, Περιβαλλοντολόγος MSc, Ι.ΘΑ.ΒΙ.Π. & Ε.Υ.

Χριστίνα Παπαδάκη, Γεωπόνος MSc, PhD, Ι.ΘΑ.ΒΙ.Π. & Ε.Υ.

Δημοσθένης Δουμένης, Ηλεκτρολόγος και Ηλεκτρονικός Μηχανικός, MSc, Ι.ΘΑ.ΒΙ.Π. & Ε.Υ.

Γεώργιος Πουλής, Δασολόγος - Περιβαλλοντολόγος, MSc, Ι.ΘΑ.ΒΙ.Π. & Ε.Υ.

EXM

Βασίλειος Χρυσός, Μηχανικός Περιβάλλοντος, MSc, EXM

Εμμανουήλ Νικηφοράκης, Μηχανικός Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, MSc, EXM

Ευστράτιος Θεοδώρου, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών, MSc, EXM

Νικόλαος Τσιλιγκαρίδης, Μηχανικός Βιομηχανικού Σχεδιασμού, EXM

2. Εισαγωγή

Το Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων (ΙΘΑΒΙΠΕΥ) του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ), η εταιρεία Ex-Machina (EXM I.K.E.) και η εταιρεία Δ. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ (DA&As), στα πλαίσια της Δράσης Εθνικής Εμβέλειας «ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ»/ «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ», διεξήγαγαν έρευνα για τα δίκτυα παρακολούθησης ποιοτικών και ποσοτικών παραμέτρων στα επιφανειακά ύδατα της Χώρας, στο πλαίσιο υλοποίησης του ερευνητικού προγράμματος με τίτλο: «Ανοιχτή υποδομή Internet of Things για online υπηρεσίες περιβάλλοντος (Open ELIoT) ». Στην χώρα μας, σε τακτική βάση δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς παρακολουθούν με επιτόπιες δειγματοληψίες, κρίσιμες περιβαλλοντικές παραμέτρους σε τοπικά ή/και εθνικά δίκτυα (πχ Δίκτυο παρακολούθησης επιφανειακών υδάτων σύμφωνα με την Οδηγία-Πλαίσιο για τα Ύδατα, 2000/60/ΕΕ, <http://wfd.ypeka.gr/>).

Στην παρούσα τεχνική έκθεση παρουσιάζεται η ανάλυση απαιτήσεων για την πλατφόρμα συλλογής, επεξεργασίας και οπτικοποίησης δεδομένων (στο εξής: ELIoT), η οποία βασίστηκε στην ανάλυση των απαντήσεων σε ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν από επιλεγμένους χρήστες, στην αξιολόγηση ήδη υφιστάμενων επιχειρησιακών πλατφορμών παρουσίασης δεδομένων υδάτων, καθώς και στην αξιοποίηση της εμπειρίας της ομάδας έργου. Ακολουθώντας, παρουσιάζονται όλες οι διαθέσιμες αρχιτεκτονικές πλατφορμών που ανταποκρίνονται στις παραπάνω απαιτήσεις και αιτιολογείται η τελική απόφαση για την επιλογή της καταλληλότερης. Τέλος, παρουσιάζονται οι βασικές λειτουργίες και τα χαρακτηριστικά της επιλεχθείσας πλατφόρμας Thingsboard.

3. Μεθοδολογία

Συντάχθηκε ερωτηματολόγιο 16 ερωτήσεων, το οποίο περιλαμβάνει συγκεκριμένες εναλλακτικές επιλογές λειτουργικότητας και τεχνικών προδιαγραφών των αισθητήρων και της πλατφόρμας διαχείρισης των δεδομένων, με σκοπό την ταυτόχρονη τροφοδοσία τόσο της παρούσας έκθεσης όσο και του Παραδοτέου 1.1 «Ανάλυση απαιτήσεων για το σχεδιασμό των έξυπνων αισθητήρων». Το ερωτηματολόγιο απεστάλη με επίσημη επιστολή (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι) σε φορείς που διαχειρίζονται επιφανειακούς υδατικούς πόρους και ενδέχεται να διατηρούν τηλεμετρικούς σταθμούς παρακολούθησης ποιοτικών παραμέτρων (Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, Ερευνητικά Ινστιτούτα, τη ΔΕΗ, την ΕΥΔΑΠ, καθώς και στο Διαβαλκανικό Κέντρο Περιβάλλοντος). Η πλήρης λίστα αποδεκτών παρουσιάζεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ. Για την κατάρτιση και διανομή του ερωτηματολογίου χρησιμοποιήθηκε η ελεύθερη στο διαδίκτυο εφαρμογή Google form (<https://docs.google.com/forms/>) που επιτρέπει τη συμπλήρωση των ερωτήσεων online με άμεση αποθήκευση.

Το ερωτηματολόγιο είναι διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeb-OG6XSg259oNSiEAgdIDyMgqFeTxoUqLoOkcMU8Un80krw/viewform>.

Συνολικά, απάντησαν 15 άτομα από 14 φορείς: την ΕΥΔΑΠ, επτά Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, το Διαβαλκανικό Κέντρο Περιβάλλοντος, το ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε., τον ΕΛ.Γ.Ο. Δήμητρα, το Ε.Κ.Β.Υ., καθώς και τη ΔΕΗ και τη Διεύθυνση Υδάτων της Περιφέρειας Κρήτης. Οι απαντήσεις έχουν αναρτηθεί στην ιστοσελίδα του έργου (<https://bit.ly/2pAiaPN>).

Τέλος, το ερωτηματολόγιο τοποθετήθηκε στην ιστοσελίδα του Έργου ώστε να είναι διαθέσιμο προς συμπλήρωση από κάθε ενδιαφερόμενο. Για οικονομία χώρου και την ορθή παρουσίαση των αποτελεσμάτων έγινε αντιστοιχία των ερωτήσεων με συγκεκριμένη συντομογραφία (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ-Πίνακας 26). Επιπλέον για την διευκόλυνση της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων δημιουργήθηκε μια βάση αντιστοίχισης των ποιοτικών χαρακτηριστικών με τιμές αύξουσας κλίμακας (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ-Πίνακας 27). Η στατιστική επεξεργασία διενεργήθηκε με την χρήση του λογισμικού SPSS και για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η περιγραφική στατιστική – ανάλυση συχνοτήτων (Descriptive statistics - frequency analysis).

Ακολούθως, έγινε έρευνα επί των υφιστάμενων πλατφορμών που ήδη δραστηριοποιούνται επιχειρησιακά συλλέγοντας και παρουσιάζοντας δεδομένα αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης υδάτων. Η έρευνα εστιάστηκε σε πλατφόρμες που είναι διαθέσιμες είτε στην αγγλική είτε στην ελληνική γλώσσα. Μία από αυτές έχει αναπτυχθεί κατά το παρελθόν από το ΙΘΑΒΠΕΥ/ΕΛΚΕΘΕ:

1. Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων (Ι.ΘΑ.ΒΙ.Π.Ε.Υ.) – Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.)
2. United States Geological Survey (U.S.G.S.)
3. Canada - Environment and natural resources – Water Level and Flow
4. Department of Water and Sanitation – Republic of South Africa
5. Australia Government – Bureau Meteorology
6. New Zealand - Ministry for the environment
7. European Environment Agency

Επιπλέον απαιτήσεις προέκυψαν από την έρευνα που διεξήχθη για τις απαιτήσεις των αισθητήρων στο πλαίσιο του Παραδοτέου 1.1 του Έργου Open ELIoT (Ex Machina, 2019).

4. Αποτελέσματα

4.1. Ανάλυση ερωτηματολογίων

4.1.1. Ερώτηση 12 (E12)

Η Ερώτηση 12 (E12) αποσκοπεί στην διερεύνηση της προδιάθεσης των ερωτηθέντων να χρησιμοποιήσουν open source/freeware λογισμικών για την παροχή και τη διάχυση των δεδομένων μέσω διαδικτυακής cloud πλατφόρμας. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πολλαπλών επιλογών (Εικόνα 1) και απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα). Ανεξάρτητα από την επιλογή “Διαφωνώ” ή “Συμφωνώ” οι ερωτηθέντες είχαν την ευχέρεια να τεκμηριώσουν την απάντησή τους ή να προσθέσουν κάποιο σχόλιο.

12. Συμφωνείτε με τη χρήση open source/freeware λογισμικών για την παροχή και τη διάχυση των δεδομένων μέσω διαδικτυακής cloud πλατφόρμας? *

☐ Συμφωνώ

☐ Διαφωνώ

Τεκμηρίωση / σχόλια

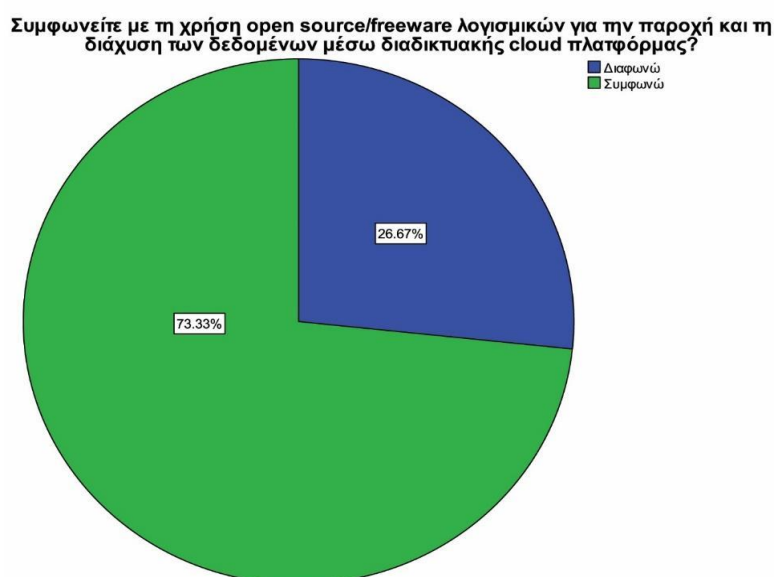
Η απάντησή σας

Εικόνα 1. Παρουσίαση της ερώτησης E12 μέσω του google form.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος (73,3%) απάντησε ότι “Συμφωνεί” με την χρήση open source/freeware λογισμικών για την παροχή και τη διάχυση των δεδομένων μέσω διαδικτυακής cloud πλατφόρμας (Πίνακας 1, Εικόνα 2). Το υπόλοιπο ποσοστό (26,7%) του δείγματος “Διαφωνεί” και μόνο 6 ερωτηθέντες συμπλήρωσαν το πεδίο “Τεκμηρίωση / σχόλια”.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
Διαφωνώ	4	26,7	26,7
Συμφωνώ	11	73,3	100,0
Σύνολο	15	100,0	

Πίνακας 1. E12-Συμφωνείτε με τη χρήση open source/freeware λογισμικών για την παροχή και τη διάχυση των δεδομένων μέσω διαδικτυακής cloud πλατφόρμας.



Εικόνα 2. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της συμφωνίας των ερωτηθέντων για τη χρήση open source/freeware λογισμικών για την παροχή και τη διάχυση των δεδομένων μέσω διαδικτυακής cloud πλατφόρμας.

Οι επιπρόσθετες απαντήσεις της επιλογής “Τεκμηρίωση / σχόλια” είναι:

1. Ανταποκρίνεται καλύτερα στην υφιστάμενη οικονομική κατάσταση των φορέων-υπηρεσιών και γενικά διευκολύνει την πρόσβαση και τον διαμοιρασμό της περιβαλλοντικής πληροφορίας
2. με την προϋπόθεση ότι θα υπάρχει επιλογή απόκρυψης τυχόν ευαίσθητων δεδομένων
3. Δεν μπορεί από τους ενδιαφερόμενους να αξιολογηθεί ή αξιοπιστία των μετρήσεων
4. Οικονομική λύση, προσβάσιμη σε όλους, απαιτείται όμως ενδεχομένως η ανάπτυξη πρωτοκόλλων υποστήριξης της διακίνησης δεδομένων από vendors διαφορετικών οργάνων και ενδεχομένως να απαιτείται μεγαλύτερη εξοικείωση από τον χρήστη.
5. Απαιτούνται διευκρινίσεις
6. Εταιρική Πολιτική

4.1.2. Ερώτηση 13 (E13)

Η ερώτηση 13 (E13) έχει στόχο να αποτυπωθεί η επιθυμία των ερωτηθέντων ως προς το ποιες παράμετροι θέλουν να εμφανίζονται στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων και σε ποια μορφή. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πλέγματος πλαισίων ελέγχου (Εικόνα 3). Στο πλέγμα πλαισίων ελέγχου το ποσοστό ανά απάντηση θεωρείται το ποσοστό των ατόμων που επέλεξαν την εκάστοτε παράμετρο προς το συνολικό αριθμό του δείγματος (15 άτομα). Τα αποτελέσματα της ερώτησης χωρίζονται στις εξής τρεις (3) υποπεριπτώσεις:

- Διαγράμματα
- Δεδομένα σε μορφή πίνακα
- Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού

13) Τι θέλετε να εμφανίζεται στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων και σε ποια μορφή?

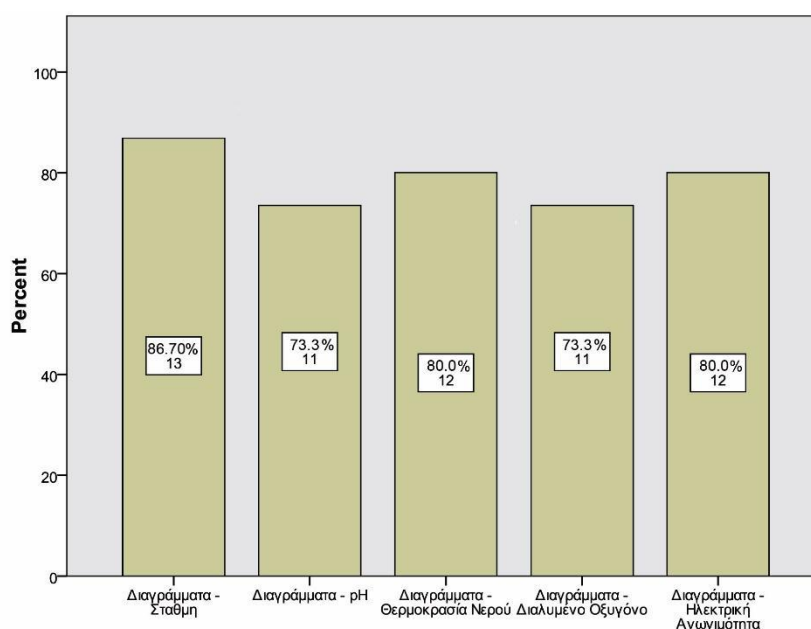
	Στάθμη	pH	Θερμοκρασία Νερού	Διαλυμένο Οξυγόνο	Ηλεκτρική Αγωγιμότητα
Διαγράμματα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Δεδομένα σε μορφή πίνακα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Εικόνα 3. Παρουσίαση της ερώτησης E13 μέσω του google form.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος (86,7%) απάντησε ότι επιθυμεί η παράμετρος “Στάθμη” να εμφανίζεται σε μορφή διαγράμματος. Οι παράμετροι “Θερμοκρασία Νερού” και “Ηλεκτρική αγωγιμότητα” συγκέντρωσαν ποσοστό 80% η καθεμία στην παρουσίαση με διαγράμματα, ενώ οι παράμετροι “pH” και “Διαλυμένο Οξυγόνο” συγκέντρωσαν ποσοστό 73,3% η καθεμία (Πίνακας 2, Εικόνα 4). Πολλοί από τους ερωτηθέντες απάντησαν ότι επιθυμούν την παρουσίαση των δεδομένων με περισσότερους από έναν τρόπους (διαγράμματα/πίνακες/χαρακτηρισμό ποιότητας).

Επιλογές	Συχνότητα (N)	Ποσοστό ανά παράμετρο (%)
Διαγράμματα - Σταθμη	13	86,7
Διαγράμματα - pH	11	73,3
Διαγράμματα - Θερμοκρασία Νερού	12	80,0
Διαγράμματα - Διαλυμένο Οξυγόνο	11	73,3
Διαγράμματα - Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	12	80,0
Σύνολο	59	

Πίνακας 2. E13 (Διαγράμματα) - Επιθυμία εμφάνισης στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίαση δεδομένων σε μορφή “Διαγράμματος”.



E13_1

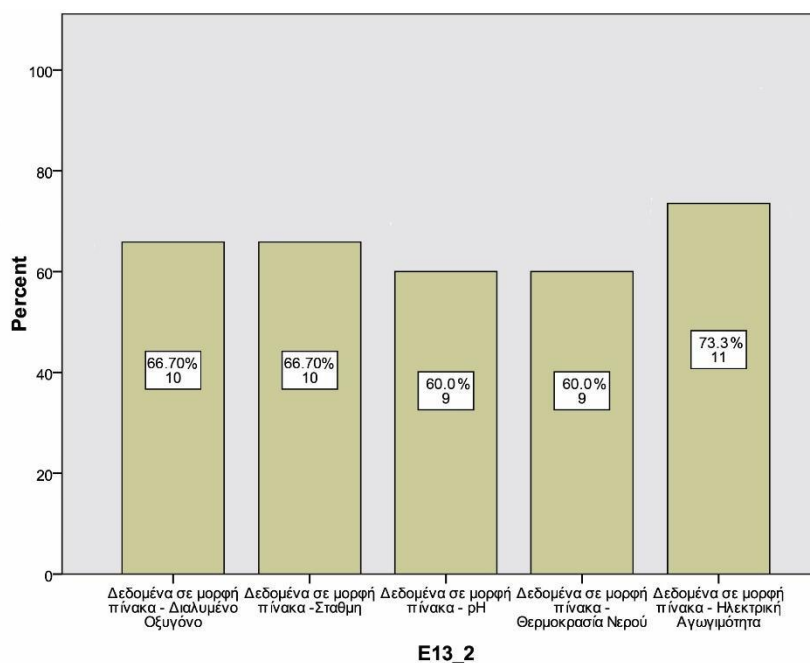
Εικόνα 4. Ποσοστό επί τις εκατό (%) ανά παράμετρο της επιθυμίας εμφάνισης στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίαση δεδομένων σε μορφή “Διαγράμματος”.

Το 73,3% του δείγματος απάντησε ότι επιθυμεί η παράμετρος “Ηλεκτρική αγωγιμότητα” να εμφανίζεται και σε μορφή πίνακα. Επιπλέον, οι παράμετροι “Στάθμη” και “Διαλυμένο Οξυγόνο” επιλέχθηκαν να εμφανίζονται σε μορφή πίνακα από τα δύο τρίτα του δείγματος (66,7%). Τέλος οι παράμετροι “pH” και “Θερμοκρασία Νερού” συγκέντρωσαν ποσοστό 60% η καθεμία (Πίνακας 3, Εικόνα 5).

Πίνακας 23.

Επιλογές	Συχνότητα (N)	Ποσοστό ανά παράμετρο (%)
Δεδομένα σε μορφή πίνακα - Σταθμη	10	66,7
Δεδομένα σε μορφή πίνακα - pH	9	60,0
Δεδομένα σε μορφή πίνακα - Θερμοκρασία Νερού	9	60,0
Δεδομένα σε μορφή πίνακα - Διαλυμένο Οξυγόνο	10	66,7
Δεδομένα σε μορφή πίνακα - Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	11	73,3
Σύνολο	49	

Πίνακας 3. E13 (Δεδομένα σε μορφή πίνακα) - Επιθυμία εμφάνισης στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίαση δεδομένων σε μορφή “Πίνακα”.

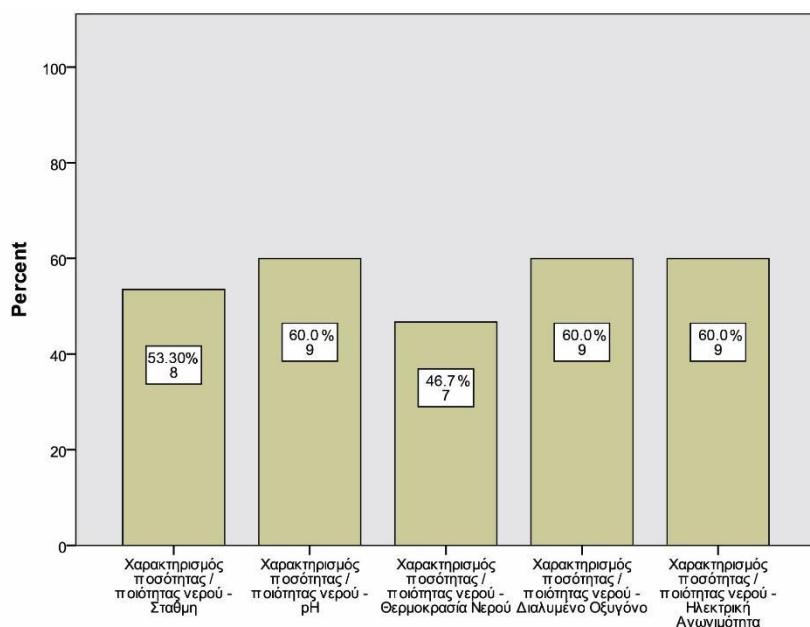


Εικόνα 5. Ποσοστό επί τις εκατό (%) ανά παράμετρο της επιθυμίας εμφάνισης στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίαση δεδομένων σε μορφή “Πίνακα”.

Οι παράμετροι “pH”, “Διαλυμένο Οξυγόνο” και “Ηλεκτρική αγωγιμότητα” επιλέχθηκαν να εμφανίζονται στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίαση δεδομένων σε μορφή “Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού ” με ποσοστό 60,0%. Επιπλέον, οι παράμετροι “Στάθμη” κατέλαβε ποσοστό 53,3% και η παράμετρος “Θερμοκρασία Νερού” κατέλαβε ποσοστό 46,7% (Πίνακας 4, Εικόνα 6).

Επιλογές	Συχνότητα (N)	Ποσοστό ανά παράμετρο (%)
Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού -Σταθμη	8	53,3
Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού - pH	9	60,0
Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού - Θερμοκρασία Νερού	7	46,7
Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού - Διαλυμένο Οξυγόνο	9	60,0
Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού - Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	9	60,0
Σύνολο	42	

Πίνακας 4. E13 (Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού) - Επιθυμία εμφάνισης στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίαση δεδομένων σε μορφή “Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού ”.



E13_3

Εικόνα 6. Ποσοστό επί τις εκατό (%) ανά παράμετρο της επιθυμίας εμφάνισης στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίαση δεδομένων σε μορφή “Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού”.

4.1.3. Ερώτηση 14 (E14)

Η ερώτηση 14 (E14) έχει στόχο να αποτυπωθεί η επιθυμία των ερωτηθέντων για έγκαιρη προειδοποίηση μέσω της πλατφόρμας σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων των παραμέτρων, καθώς και τον καθορισμό του χαρακτηρισμού των ορίων (Κλιμακωτά / Σταθερά). Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πολλαπλών επιλογών (Εικόνα 7) και απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα). Ανεξάρτητα από τις επιλογές “Κλιμακωτών ορίων”, “Σταθερών ορίων” και “Καθόλου”, οι ερωτηθέντες είχαν την ευχέρεια να τεκμηριώσουν την απάντησή τους ή να προσθέσουν κάποιο σχόλιο.

14) Επιθυμείτε να σας προειδοποιεί έγκαιρα η πλατφόρμα μετρήσεων όταν υπάρχει υπέρβαση: *

- ☐ Κλιμακωτών ορίων
- ☐ Σταθερών ορίων
- ☐ Καθόλου

Τεκμηρίωση / σχόλια

Η απάντησή σας

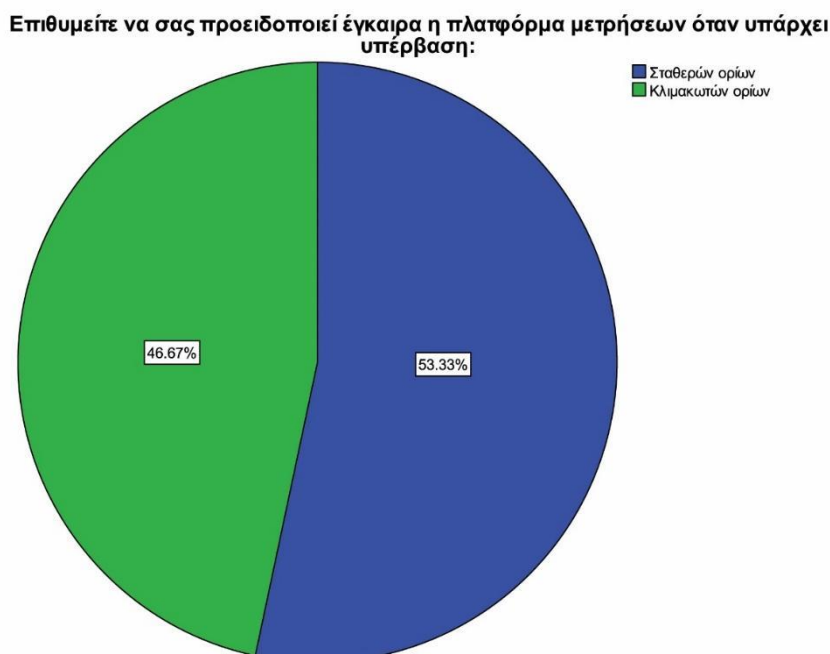
Εικόνα 7. Παρουσίαση της ερώτησης E14 μέσω του google form.

Ελάχιστα πιο πάνω από το μισό ποσοστό του δείγματος (53,3%) απάντησε ότι επιθυμεί να τους ειδοποιεί έγκαιρα η πλατφόρμα μετρήσεων όταν υπάρχει υπέρβαση με χρήση “Σταθερών ορίων”. Το υπόλοιπο ποσοστό (46,7%) του δείγματος απάντησε ότι επιθυμεί να τους ειδοποιεί έγκαιρα η πλατφόρμα μετρήσεων όταν υπάρχει υπέρβαση με χρήση “Κλιμακωτών ορίων”.

Επιπλέον, κανένας από τους συμμετέχοντες δεν επέλεξε την επιλογή “Καθόλου”. Τέλος, μόνο το 20% (n=3) δείγματος συμπλήρωσε το πεδίο “Τεκμηρίωση / σχόλια” (Πίνακας 5, Εικόνα 8).

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
Σταθερών ορίων	8	53,3	53,3
Κλιμακωτών ορίων	7	46,7	100,0
Καθόλου	0	0	100,0
Σύνολο	15	100,0	

Πίνακας 5. Ε14-Επιθυμείτε να σας προειδοποιεί έγκαιρα η πλατφόρμα μετρήσεων όταν υπάρχει υπέρβαση.



Εικόνα 8. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της άποψης των ερωτηθέντων για το αν επιθυμούν να τους προειδοποιεί έγκαιρα η πλατφόρμα μετρήσεων όταν υπάρχει υπέρβαση.

Οι επιπρόσθετες απαντήσεις της επιλογής “Τεκμηρίωση / σχόλια” είναι:

1. Για αποτελεσματικότερο επιχειρησιακό σχεδιασμό
2. π.χ σε περίπτωση που δεν τηρείται η οικολογική παροχή του ποταμού Νέστου
3. Ειδοποίηση τουλάχιστον σε σταθερά όρια, τα κλιμακωτά είναι επιθυμητά (αλλά κοστίζουν σε ενέργεια.). η πινακοποιημένη μορφή δεδομένων δεν προσφέρει ιδιαίτερα σε οπτικοποίηση στην πλατφόρμα παρά μόνο σε μορφή μέσων τιμών περιόδου (π.χ. μέρα, μήνας, έτος, άλλο???). Θα ήταν χρησιμότερη η δυνατότητα λήψης πινακοποιημένων δεδομένων σε επεξεργάσιμη μορφή. Η παρουσίαση δεδομένων με την μορφή του χαρακτηρισμού είναι επίφοβη: με ποιο σύστημα? για ποιά χρήση? για ποιά περίοδο? επαρκούν τα δεδομένα του σταθμού? Μια "εύπεπτη" ωστόσο παροχή χαρακτηρισμού θα βοηθούσε έναν μη ειδικό χρήστη και θα ανέπτυξε την "κουλτούρα" περιβαλλοντικής παρακολούθησης, φτάνει να επεξηγείται με εύκολο και σαφή τρόπο η φύση και ο σκοπός του συστήματος χαρακτηρισμού.

4.1.4. Ερώτηση 15 (E15)

Η ερώτηση 15 (E15) έχει στόχο να διερευνηθούν τυχών πρόσθετες υπηρεσίες που επιθυμούν οι ερωτηθέντες να παρέχει η πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή απάντησης με παράγραφο (Εικόνα 9) και απάντησε μόνο το 40% του συνολικού δείγματος (15 άτομα).

15) Προτείνετε άλλες υπηρεσίες που επιθυμείτε να παρέχει η πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίασης των μετρήσεων.

Η απάντησή σας

Εικόνα 9. Παρουσίαση της ερώτησης E15 μέσω του google form.

Οι προτάσεις για άλλες υπηρεσίες που επιθυμούν οι ερωτηθέντες να παρέχει η πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίασης των μετρήσεων είναι:

1. Να πραγματοποιείται απασφαλμάτωση των δεδομένων
2. Σύνδεση των μετρήσεων με υδροδυναμικό μοντέλο και μοντέλων διασποράς και κατανομής (π.χ φερτών κτλ)
3. Χρονοδιάγραμμα συντήρησης, Διαγνωστικά αισθητήρα
4. Στοιχεία τεκμηρίωσης της θέσης παρακολούθησης και του εξοπλισμού, όπως και στοιχεία του φορέα παρακολούθησης. Ιστορικά στοιχεία των υφιστάμενων δεδομένων, τάσεις, εποχικότητα, ακραίες τιμές. Αν συνδυάζονται με στοιχεία τεκμηρίωσης χαρακτηρισμού κατά την ΟΠΝ, και τον χαρακτηρισμό
5. Συγκεντρώσεις θρεπτικών ιόντων (π.χ. νιτρικά, φωσφορικά)
6. Το ερωτηματολόγιο είναι μονοσήμαντα προσανατολισμένο σε Φ/Χ παραμέτρους. Αγνοούνται άλλες, επίσης σημαντικές της υδρολογικής δίαιτας: παροχές, βροχές, εξάτμιση, θερμοκρασία αέρα, άνεμος, ηλιοφάνεια, σχετική υγρασία.

4.2. Συμπεράσματα Ερωτηματολογίου

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από κάθε ερώτηση ξεχωριστά είναι:

1. Το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος (73,3%) συμφωνεί με την χρήση open source/freeware λογισμικών για την παροχή και τη διάχυση των δεδομένων μέσω διαδικτυακής cloud πλατφόρμας. Συνεπώς, μπορεί να γίνει χρήση open source/freeware λογισμικών για την παροχή και τη διάχυση των δεδομένων μέσω διαδικτυακής cloud πλατφόρμας.
2. Το μεγαλύτερο ποσοστό (73,3%-86,7%) των ερωτηθέντων προτιμάει την εμφάνιση όλων των παραμέτρων στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίαση δεδομένων σε μορφή “Διαγράμματος”, μετέπειτα με μικρότερο ποσοστό (60,0%-73,3%) ακολουθεί η εμφάνιση όλων των παραμέτρων σε μορφή “Πίνακα” και στο τέλος με ακόμα πιο μικρό ποσοστό (46,7%-60,0%) ακολουθεί η εμφάνιση όλων των παραμέτρων σε μορφή “Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού”. Όσον αφορά τις παραμέτρους επικρατεί η επιθυμία να εμφανίζονται όλες οι παράμετροι σε μορφή διαγράμματος (73,3%-86,7%). Η επιλογή των παραμέτρων “pH” και “Θερμοκρασία Νερού” σε μορφή “Πίνακα” είναι πάνω από το ένα δεύτερο του δείγματος (60%) ενώ οι υπόλοιπες έχουν ποσοστό ίσο και μεγαλύτερο από το δύο τρίτα του δείγματος (66,7% & 73,3%). Τέλος, τα ποσοστά της επιθυμίας εμφάνισης των παραμέτρων στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίαση δεδομένων σε μορφή “Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού” καλύπτουν σχεδόν το μισό ποσοστό του δείγματος και λίγο παραπάνω για όλες τις παραμέτρους. Συνεπώς, προτείνετε με βεβαιότητα η εμφάνιση όλων των παραμέτρων στην πλατφόρμα επεξεργασίας και

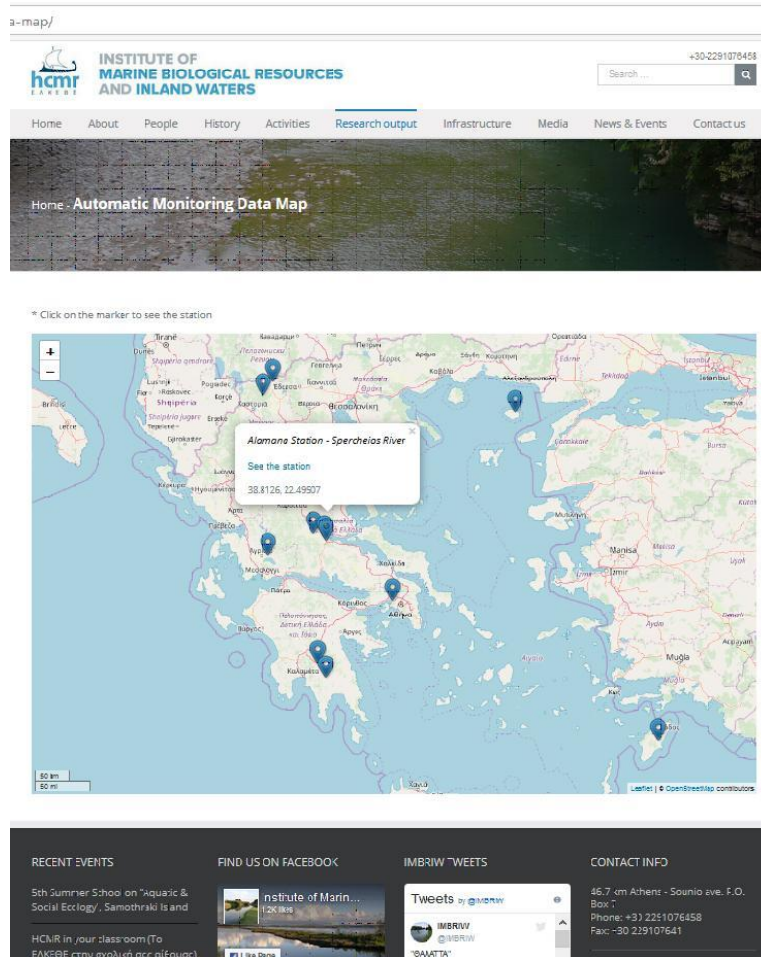
παρουσίαση δεδομένων σε μορφή “Διαγράμματος” και σε δεύτερη φάση κάποιες συγκεκριμένες παράμετροι όπως η “Ηλεκτρική Αγωγιμότητα”, η “Σταθμη” και το “Διαλυμένο Οξυγόνο” σε μορφή πίνακα.

3. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της E14 όπου ολόκληρο το ποσοστό του δείγματος (100%) επέλεξε ότι επιθυμεί να τους προειδοποιεί η πλατφόρμα μετρήσεων όταν υπάρχει υπέρβαση. Επειδή η επιλογή “Σταθερών ορίων” και “Κλιμακωτών ορίων” έχουν σχεδόν το ίδιο ποσοστό (53,3% και 46,7% αντίστοιχα) κρίνεται ότι η E14 κρίνει περεταίρω διερεύνησης (πχ. αύξηση δείγματος).
4. Επειδή μόνο το 40% του συνολικού δείγματος (15 άτομα) απάντησε στην ερώτηση και οι απαντήσεις είναι ανομοιόμορφες, δεν μπορεί να βγεί κάποιο συμπαγές συμπέρασμα. Η μόνη πρόταση που παρουσιάζεται με συχνότητα επανεμφάνισης πάνω από την μονάδα (1) είναι η παρουσίαση των στοιχείων τεκμηρίωσης-διαγνωστικά στοιχεία του εξοπλισμού-αισθητήρα στην πλατφόρμα.

4.3. Έρευνα υφιστάμενων επιχειρησιακών πλατφορμών

Τα αποτελέσματα της έρευνας των υφιστάμενων επιχειρησιακών πλατφορμών μπορούν να φανούν συνοπτικά στον Πίνακα 6. Παράδειγμα μιας τέτοιας πλατφόρμας είναι η σελίδα που έχει αναπτυχθεί από το ΙΘΑΒΠΕΥ (Εικόνα 10). Εικόνες των υπολοίπων πλατφορμών παρουσιάζονται στο Παράρτημα IV. Όλα τα παραδείγματα από πλατφόρμες επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών έχουν κάποια βασικά χαρακτηριστικά, τα οποία είναι:

- Η αρχική σελίδα αποτελείται από έναν χάρτη όπου περιέχει το δίκτυο των αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών. Ο χάρτης υπόβαθρο είναι συνήθως από κάποιον WMS server ή από ελεύθερα δεδομένα όπως το υπόβαθρο Google maps ή Open street maps.
- Το κάθε σημειακό δεδομένο είναι ένας αυτόματος σταθμός μέτρησης το οποίο εφόσον επιλεγεί και ενεργοποιηθεί παρουσιάζει κάποιες πληροφορίες του σταθμού (όνομα, συντεταγμένες, παράμετροι και συχνότητα παρακολούθησης, κλπ) ή παραπέμπει σε άλλη ιστοσελίδα όπου παρουσιάζονται αναλυτικά τα δεδομένα του σταθμού μέτρησης.
- Τα δεδομένα του σταθμού παρουσιάζονται σε μορφή διαγράμματος και στις περισσότερες περιπτώσεις υπάρχει η επιλογή να εμφανιστούν και σε μορφή πίνακα.
- Σε όλες τις περιπτώσεις που ερευνήθηκαν όλες οι παράμετροι που μετράει ο σταθμός μπορούν να παρουσιαστούν χωρίς κάποιον περιορισμό.
- Σε όλες τις περιπτώσεις που ερευνήθηκαν η πλατφόρμα έχει τον ρόλο της οπτικοποίησης των δεδομένων. Για την διαχείριση και την επεξεργασία (editing) των δεδομένων υπάρχει η δυνατότητα επέμβασης μόνο από τους διαχειριστές της πλατφόρμας. Σε περίπτωση όπου διατρέχει λόγος επέμβασης στα δεδομένα από κοινό χρήστη μπορεί να γίνει ενημέρωση της εκάστοτε αρμόδιας υπηρεσίας, και μετά από αξιολόγηση της πληροφορίας να ληφθεί η τελική απόφαση.
- Στην μειοψηφία των διαδικτυακών πλατφορμών υπάρχει η δυνατότητα της άμεσης λήψης δεδομένων από τον κοινό χρήστη ενώ στις περισσότερες εξ’ αυτών δίδεται η δυνατότητα να ζητηθούν τα δεδομένα αυτά από τον διαχειριστή της πλατφόρμας.



Εικόνα 10. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών του Ι.Θ.Α.ΒΙ.Π.Ε.Υ.-ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. Η κεντρική σελίδα παρουσίασης δικτύου σε μορφή χάρτη με επιλεγμένο σταθμό <http://imbriw.hcmr.gr/en/automatic-monitoring>

Πλατφόρμα	Περιοχή κάλυψης	Αυτόνομος ιστοχώρος	Ευκολία χρήσης από αρχάριο χρήστη	Δυνατότητα για μεταφόρτωση δεδομένων	Υψηλή αισθητική	Προχωρημένες επιλογές αναζήτησης	Τρέχοντα ή και ιστορικά δεδομένα	Ανοιχτά σε ανέβασμα δεδομένων	Εύκολη επικοινωνία με το διαχειριστή	Δεδομένα ποιότητας υδάτων	Υδρολογικά δεδομένα
I.ΘΑ.ΒΙ.Π.Ε.Υ. - ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.	Ελλάδα	-	X	-	-	-	BOTH	-	X	X	X
U.S.G.S.	Η.Π.Α.	X	X	-	-	X	BOTH	-	-	-	X
Canada - Environment and natural resources – Water Level and Flow	Καναδάς	-	X	X	X	X	BOTH	-	-	-	X
Department of Water and Sanitation – Republic of South Africa	Δημοκρατία Νότιας Αφρικής	-	X	-	X	X	BOTH	-	-	X	X
Australia Government – Bureau Meteorology	Αυστραλία	-	X	X	-	X	BOTH	-	-	-	X
New Zealand - Ministry for the environment	Νέα Ζηλανδία	-	-	X	-	X	HIST	-	-	X	X
European Environment Agency	Ευρωπαϊκή Ένωση	-	-	X	X	X	BOTH	-	-	X	-

Πίνακας 6. Χαρακτηριστικά υφιστάμενων πλατφορμών παρουσίασης δεδομένων υδάτων.

4.4 Εμπειρογνωμοσύνη (Expert judgement) ομάδας Έργου

Συμπληρωματικά προς τα παραπάνω, η ομάδα του Έργου, έχοντας μακρόχρονη εμπειρία στην λήψη, διαχείριση, επεξεργασία και παρουσίαση ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων υδάτων, μετά από μία διαδικασία συζήτησης, θα ήθελε να συνεισφέρει με τα παρακάτω σημεία σχετικά με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας ELIoT:

- Να έχει την δυνατότητα να αναπτυχθούν νέες υπηρεσίες με την χρήση των πρωτογενών δεδομένων.
- Να περιλαμβάνει υπηρεσίες ποιοτικού ελέγχου των δεδομένων.
- Να είναι φιλικό στον χρήστη και να του επιτρέπει να διαμοιράζεται και να ανεβάζει σε αυτή τα σχετικά δεδομένα που διαθέτει.
- Να είναι αισθητικά ελκυστικό και λειτουργικά άρτιο ώστε να έχει απήχηση από το ευρύ κοινό.

4.5 Συγκεντρωτικά συμπεράσματα για τις απαιτήσεις της πλατφόρμας

Συνοψίζοντας τα συμπεράσματα από όλες τις παραπάνω πηγές, τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει η πλατφόρμα οπτικοποίησης και επεξεργασίας περιβαλλοντικών δεδομένων, σύμφωνα με το σχετικό ερωτηματολόγιο και την έρευνα αγοράς είναι τα κάτωθι:

1. Να είναι ανοιχτής πρόσβασης (open access) με δυνατότητα σε οποιονδήποτε χρήστη να δει και να κατεβάσει τα ανεπεξέργαστα δεδομένα,
2. Να περιλαμβάνει διαγράμματα οπτικοποίησης των δεδομένων που κατά προτίμηση να είναι διαδραστικά (zoom in/out, αναγραφή των τιμών στο σημείο του κέρσορα, κτλ),
3. Να περιλαμβάνει πίνακες ή και συστήματα ταξινόμησης των δεδομένων για ορισμένες παραμέτρους
4. Να έχει την δυνατότητα να αποστέλλει ειδοποιήσεις μέσω μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή κινητής τηλεφωνίας όταν ξεπερνιούνται κάποια όρια τιμών τα οποία μπορεί να είναι σταθερά ή και κλιμακωτά,
5. Να περιλαμβάνει κάποιο χαρτογραφικό περιβάλλον όπου θα απεικονίζονται οι θέσεις των σταθμών παρακολούθησης
6. Να έχει την δυνατότητα να αναπτυχθούν νέες υπηρεσίες με την χρήση των πρωτογενών δεδομένων.
7. Να περιλαμβάνει υπηρεσίες ποιοτικού ελέγχου των δεδομένων.
8. Να είναι φιλικό στον χρήστη και να του επιτρέπει να διαμοιράζεται και να ανεβάζει σε αυτή τα σχετικά δεδομένα που διαθέτει.
9. Να είναι αισθητικά ελκυστικό και λειτουργικά άρτιο ώστε να έχει απήχηση από το ευρύ κοινό.

5. Έρευνα δυνατοτήτων διαθέσιμων πλατφορμών

Οι πλατφόρμες IoT είναι σουίτες προγραμμάτων με στοιχεία που βοηθούν στη ρύθμιση και διαχείριση των συνδεδεμένων στο διαδίκτυο συσκευών, τη συλλογή δεδομένων από τις συσκευές, την παρακολούθηση της λειτουργίας τους και την παραγωγή γνώσης από τα συλλεγόμενα δεδομένα, από ένα ενιαίο σύστημα. Οι πλατφόρμες IoT είναι το λογισμικό υποστήριξης που συνδέει τα πάντα σε ένα σύστημα IoT. Μια πλατφόρμα IoT διευκολύνει την επικοινωνία, τη ροή δεδομένων, τη διαχείριση συσκευών και τη λειτουργικότητα των εφαρμογών.

Στα πλαίσια του ELIoT η Ex Machina έκανε διεξοδική έρευνα και δοκιμή των πιο δημοφιλών IoT πλατφορμών ανοιχτού κώδικα, προκειμένου να επιλέξει την πλατφόρμα που θα φιλοξενήσει τα δεδομένα των αισθητήρων και θα παρέχει τη διεπαφή με τους χρήστες και το διαχειριστικό περιβάλλον για τους διαχειριστές του συστήματος. Ακολούθως παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής για τις δέκα (10) πιο δημοφιλείς IoT πλατφόρμες.

5.1 Kaa IoT Platform

Η Kaa (<https://www.kaaproject.org/>) είναι μια πλατφόρμα IoT για επιχειρήσεις, η οποία στηρίζεται σε μια σύγχρονη αρχιτεκτονική νέφους και σε ένα πλήρως προσαρμόσιμο σύνολο χαρακτηριστικών. Έχοντας ως βάση τις ευέλικτες μικρο-υπηρεσίες (microservices), η Kaa προσαρμόζεται εύκολα σε σχεδόν κάθε ανάγκη και εφαρμογή. Η τεχνολογία αυτή της δίνει τη δυνατότητα κλιμάκωσης από πολύ μικρές επιχειρησιακές εφαρμογές μέχρι εφαρμογές μαζικής κλίμακας και υποστηρίζει προηγμένα μοντέλα ανάπτυξης για IoT λύσεις σε πολλαπλά περιβάλλοντα νέφους.



Εικόνα 11. Χαρακτηριστικά IoT πλατφόρμας KAA.

Η Kaa είναι μια ευέλικτη, πολλαπλών χρήσεων πλατφόρμα middleware 100% ανοικτού κώδικα για την end-to-end υλοποίηση ολοκληρωμένων λύσεων IoT, συνδεδεμένων εφαρμογών και έξυπνων προϊόντων. Προσφέρει μια σειρά από έτοιμες IoT λειτουργικότητες

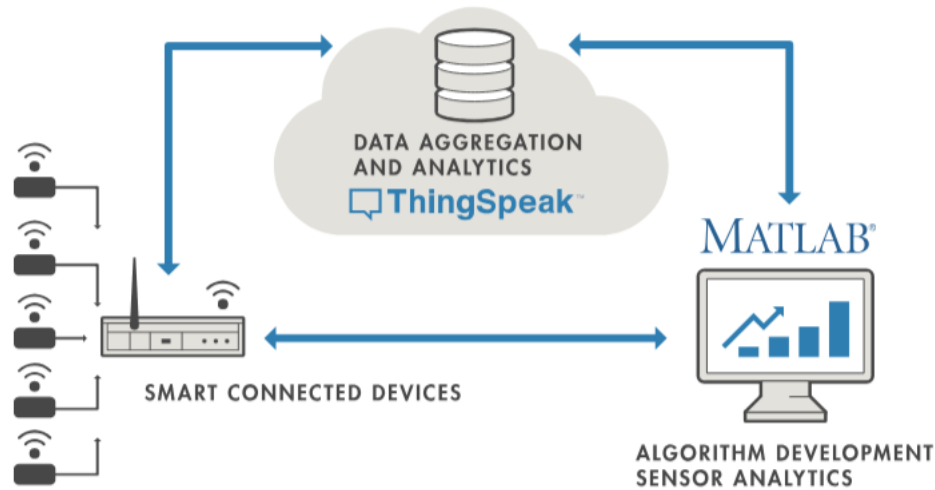
για επιχειρήσεις, οι οποίες μπορούν να ενεργοποιηθούν εύκολα και να χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση μιας μεγάλης γκάμας περιπτώσεων χρήσης IoT. Τα χαρακτηριστικά της πλατφόρμας περιλαμβάνουν τη διαχείριση συσκευών, τη συλλογή δεδομένων, τη διαχείριση παραμέτρων, την ανταλλαγή μηνυμάτων κ.α. Η πλατφόρμα Kaa IoT διατίθεται με άδεια χρήσης Apache Software License 2.0 (<http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>).

Βασικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας:

- Σύγχρονη αρχιτεκτονική μικρο-υπηρεσιών: απλοποιεί την προσαρμογή και εξασφαλίζει τον αποτελεσματικό διαχωρισμό των λειτουργιών μεταξύ των διαφόρων τμημάτων της πλατφόρμας
- Ελευθερία της τεχνολογίας: ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει γλώσσες προγραμματισμού και εργαλεία DevOps της επιλογής του
- Κλιμακούμενη, ευέλικτη, με μηχανισμούς αυτο-θεραπείας (self-healing): διαθέτει επιχειρησιακή προσαρμοστικότητα και αντοχή
- Ελευθερία ανάπτυξης: δημόσια, ιδιωτική ή μικτή ανάπτυξη νέφους σε οποιαδήποτε υποδομή επιλέξει ο χρήστης
- Ανοικτά πρωτόκολλα IoT: λειτουργεί με ανοιχτά πρωτόκολλα, υποστηρίζει MQTT από προεπιλογή
- Ασφάλεια: TLS ή DTLS από προεπιλογή, ευέλικτη διαχείριση κύκλου ζωής διαπιστευτηρίων
- Blueprints: ο χρήστης μπορεί να ενεργοποιήσει την προσέγγιση Infrastructure as Code για τη διαχείριση των clusters

5.2 ThingSpeak

Το ThingSpeak (<https://thingspeak.com/>) είναι μια Analytics IoT πλατφόρμα που παρέχει υπηρεσίες νέφους για συγκέντρωση, απεικόνιση και ανάλυση ζωντανών ροών δεδομένων. Χρησιμοποιεί το MATLAB® για να παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα εκτέλεσης κώδικα προκειμένου να κάνει ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων καθώς αυτά έρχονται. Το ThingSpeak χρησιμοποιείται συχνά για τη δημιουργία πρωτοτύπων και IoT proof of concept, τα οποία απαιτούν ανάλυση δεδομένων.



Εικόνα 12. Διαγραμματική απεικόνιση IoT πλατφόρμας Thingspeak.

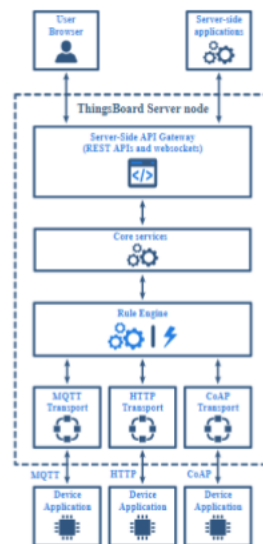
Τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά του Thingspeak είναι τα ακόλουθα:

- Εύκολη διαμόρφωση συσκευών για την αποστολή δεδομένων στο ThingSpeak χρησιμοποιώντας δημοφιλή πρωτόκολλα IoT
- Δεδομένα αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο
- Κατά παραγγελία συγκέντρωση δεδομένων από τρίτες πηγές
- Χρήση συναρτήσεων και προγραμματισμού MATLAB για ανάλυση δεδομένων
- Αυτόματη εκτέλεση αναλύσεων δεδομένων με βάση χρονοδιαγράμματα ή συμβάντα
- Εύκολη και γρήγορη ανάπτυξη πρωτοτύπων IoT χωρίς εγκατάσταση διακομιστών ή ανάπτυξη web λογισμικού
- Σύνδεση με υπηρεσίες τρίτων όπως το Twitter.

5.3 Thingsboard.io

Το ThingsBoard (<https://thingsboard.io/>) είναι μια IoT πλατφόρμα ανοικτού κώδικα για τη συλλογή, επεξεργασία, απεικόνιση και διαχείριση συσκευών, το οποίο επιτρέπει την ταχεία ανάπτυξη, διαχείριση και κλιμάκωση IoT έργων. Πρόκειται για μια λύση που μπορεί είτε να εγκατασταθεί σε ιδιόκτητο server, είτε να χρησιμοποιηθεί ως υπηρεσία νέφους.

Το Thingsboard ενεργοποιεί τη συνδεσιμότητα των συσκευών μέσω προτύπων πρωτοκόλλων IoT - MQTT, CoAP και HTTP και υποστηρίζει τόσο εφαρμογές νέφους όσο και εφαρμογές ιδιόκτητου server. Συνδυάζει την επεκτασιμότητα, την ανοχή σε σφάλματα και την απόδοση, με στόχο την ασφάλεια και διατήρηση των δεδομένων του χρήστη.



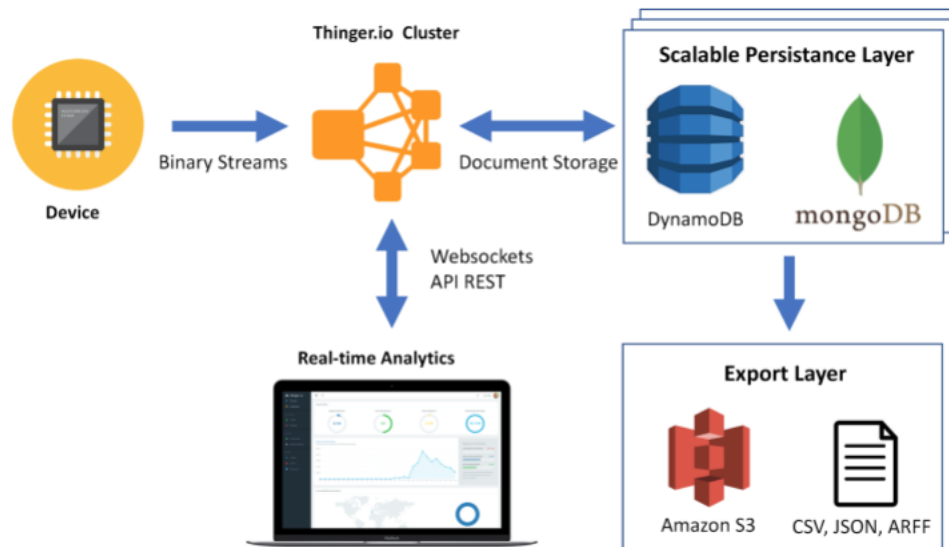
Εικόνα 13. Διαγραμματική απεικόνιση IoT πλατφόρμας Thingsboard.io.

Τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας είναι τα ακόλουθα:

- Κλιμακούμενη: πλατφόρμα που κλιμακώνεται με οριζόντιο τρόπο, βασισμένη σε κορυφαίες τεχνολογίες ανοιχτού κώδικα
- Ανθεκτικότητα σε σφάλματα: κατασκευασμένη ώστε να μην υπάρχει μοναδικό σημείο αποτυχίας. Οι κόμβοι του cluster είναι πανομοιότυποι.
- Ανθεκτική και αποτελεσματική: ένας κόμβος διακομιστή μπορεί να χειριστεί δεκάδες ή ακόμα και εκατοντάδες χιλιάδες συσκευές ανάλογα με τη χρήση. Το ThingsBoard cluster μπορεί να χειριστεί εκατομμύρια συσκευές.
- Προσαρμόσιμη: η προσθήκη νέων λειτουργιών είναι εύκολη με προσαρμοσμένα γραφικά στοιχεία και κόμβους μηχανών κανόνων (rule engine nodes).
- Αξιοπιστη: με εστίαση στη διατήρηση και μη απώλεια των δεδομένων.

5.4 Thinger.io

Το Thinger.io (<https://things.io/>) είναι μια IoT πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα για το διαδίκτυο των πραγμάτων, η οποία εστιάζει στη γρήγορη πρωτοτυποποίηση. Λειτουργεί ως υπηρεσία νέφους για τη σύνδεση εκατομμυρίων συσκευών. Παρέχει μια κονσόλα διαχείρισης για τη διαχείριση των συσκευών και λειτουργικότητα REST API για ολοκλήρωσή τους στην επιχειρησιακή λογική του πελάτη.



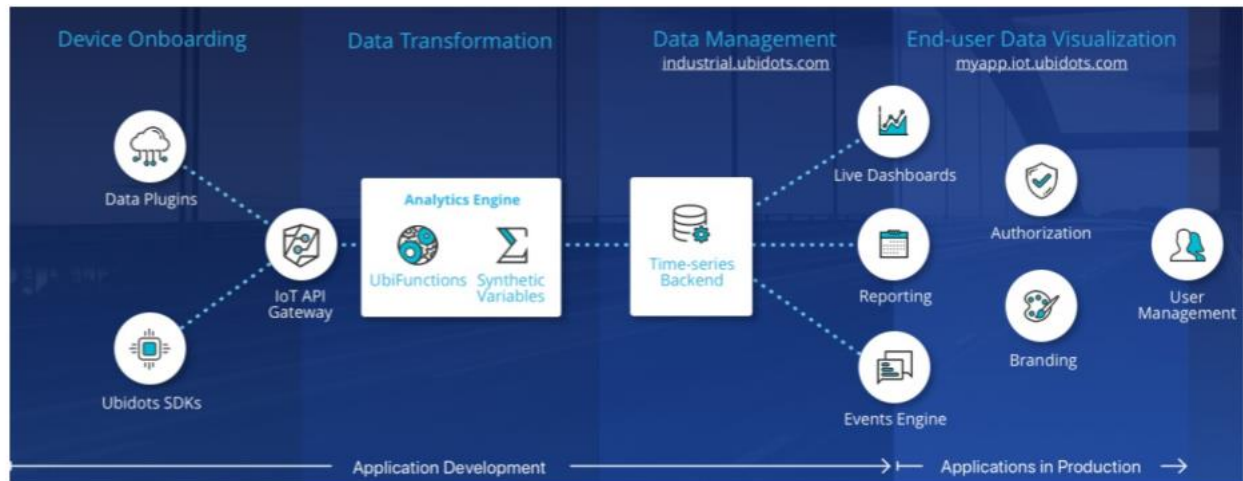
Εικόνα 14. Διαγραμματική απεικόνιση πλατφόρμας Thingier.io cluster.

Τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας είναι:

- Open Source: διαθέτει έκδοση για εγκατάσταση σε ιδιόκτητο διακομιστή και βιβλιοθήκες ανοιχτού λογισμικού για τη σύνδεση των συσκευών
- Ευκολία κώδικα: παρέχει έτοιμες προγραμματιστικές ρουτίνες για εκτέλεση κοινών διαδικασιών, όπως η ενεργοποίηση ενός φωτιστικού στοιχείου μέσω Internet ή η ανάγνωση μιας τιμής αισθητήρα
- Hardware agnostic: ο χρήστης μπορεί να συνδέσει οποιοδήποτε hardware, όπως Arduino, ESP8266, Raspberry Pi, Intel Edison κ.λπ.
- Γρήγορη πρωτοτυποποίηση μέσω της υπηρεσίας νέφους: η υπηρεσία νέφους επιτρέπει τη γρήγορη πρωτοτυποποίηση μιας IoT λύσης, χωρίς να είναι απαραίτητη η εγκατάσταση και διαμόρφωση του περιβάλλοντος εργασίας από το χρήστη.

5.5 Ubidots

Το Ubidots (<https://ubidots.com/>) προσφέρει μια πλατφόρμα για προγραμματιστές με έμφαση στην εύκολη καταγραφή δεδομένων αισθητήρων και να τη μετατροπή τους σε χρήσιμες πληροφορίες. Παρέχει έτοιμα εργαλεία για συλλογή, ανάλυση και οπτικοποίηση δεδομένων, προκειμένου να εξυπηρετήσει την εύκολη και γρήγορη ανάπτυξη IoT εφαρμογών από τον τελικό χρήστη. Περαιτέρω παρέχει ένα περιβάλλον ανάπτυξης IoT app-based εφαρμογών με αναλύσεις δεδομένων, εργαλεία λειτουργίας νέφους, οπτικοποιήσεις πινάκων, εργαλεία διαχείρισης συσκευών, συμβάντα BI και μηχανισμό συναγερμού και ελέγχου ταυτότητας / πρόσβασης τελικού χρήστη.



Εικόνα 15. Διαγραμματική απεικόνιση πλατφόρμας Ubidots.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας είναι:

- Εύκολη σύνδεση συσκευών και υπηρεσιών: το agnostic cloud της Ubidots και το REST API επιτρέπουν την εύκολη και γρήγορη σύνδεση συσκευών και υπηρεσιών
- API και SDK (software development kit) φιλικά προς τις συσκευές: παρέχει περισσότερες από 200 παγιωμένες από χρήστες βιβλιοθήκες, δικό του SDK και εκπαιδευτικό υλικό, ώστε να διευκολύνει την ολοκλήρωση των συσκευών με χρήση των πρωτοκόλλων HTTP, MQTT, TCP, UDP ή με parsing προσαρμοσμένων / βιομηχανικών πρωτοκόλλων.
- Εύκολη ανάπτυξη εφαρμογών νέφους με το ποντίκι: παρέχει εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών με έτοιμη λειτουργικότητα: μηχανή κανόνων και συμβάντων, προγραμματισμένη αναφορά, πίνακες ελέγχου σε πραγματικό χρόνο κ.α.
- Δυνατότητα εφαρμογής προσωπικού branding: το περιβάλλον μπορεί να διαμορφωθεί με τα εμπορικά σήματα, τις διευθύνσεις URL, τα χρώματα του πελάτη. Τα μηνύματα ειδοποίησης, οι γλώσσες και άλλα στοιχεία είναι προσαρμόσιμα.
- Διαχείριση χρηστών: οι διαχειριστές μπορούν να φτιάξουν τις εφαρμογές που θέλουν ανάλογα με τις ανάγκες του χειριστή. Η διαχείριση πρόσβασης γίνεται μέσω εκχώρησης δικαιωμάτων και εφαρμογής περιορισμών προς τους τελικούς χρήστες. οι οποίοι αλληλεπιδρούν με πίνακες ελέγχου, συσκευές ή / και συμβάντα.

5.6 Mydevices Cayenne

Το Cayenne (<https://mydevices.com/>) είναι η πρώτη IoT πλατφόρμα που υλοποίησε τη λειτουργικότητα drag 'n' drop για τη δημιουργία έργων IoT, με στόχο τη γρήγορη πρωτοτυποποίηση που οδηγεί σε παραγωγικές λύσεις. Η εφαρμογή που παρέχει, το Cayenne app, είναι διαθέσιμη σε περιβάλλον Android και iOS. Το MyDevices Cayenne επιλέγει να δώσει έμφαση στις εφαρμογές που αναπτύσσονται με κέντρο το RaspberryPi, επιτρέποντας τον έλεγχο των συσκευών, αισθητήρων, κινητήρων και άλλων διατάξεων που συνδέει ο χρήστης σε αυτό μέσω ενός γραφικού περιβάλλοντος.



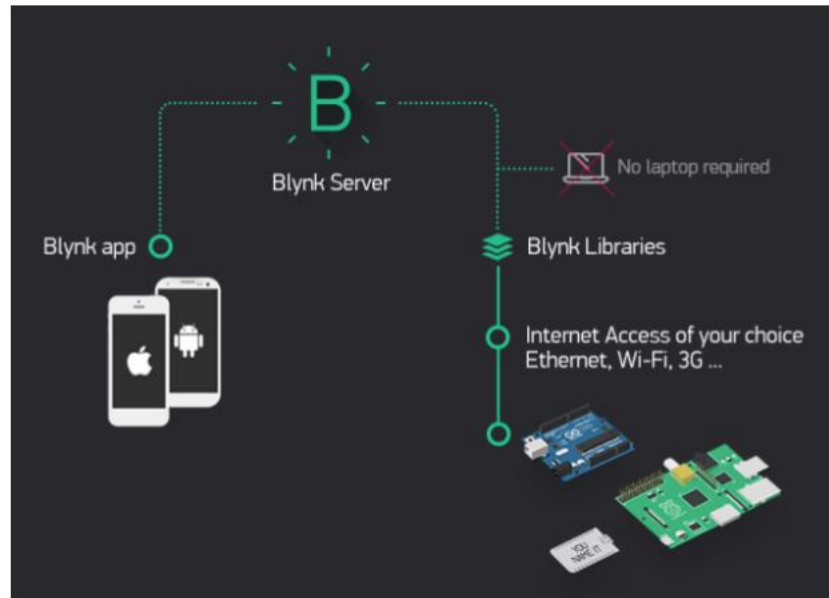
Εικόνα 16. Διαγραμματική απεικόνιση πλατφόρμας Mydevices Cayenne.

Τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας είναι:

- **Widget:** διατίθενται διάφορα widget των οποίων οι παράμετροι μπορούν να προσαρμοστούν από τον χρήστη. Ο χρήστης έχει επιλογή να προσθέσει τηλεχειριζόμενους αισθητήρες, ενεργοποιητές, ρελέ, ακροδέκτες GPIO κλπ.
- **Προσαρμόσιμος πίνακας οργάνων & Οπτικοποίηση:** το Cayenne αποθηκεύει ιστορικά δεδομένα που δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να αναγνωρίζει πρότυπα συμπεριφοράς (patterns) από τις συνδεδεμένες συσκευές και τους αισθητήρες
- **Drag-and-drop widgets:** το Cayenne χρησιμοποιεί γραφικά στοιχεία για την απεικόνιση των συσκευών, των δεδομένων, της κατάστασης και των ενεργειών τους. Κάθε συσκευή, αισθητήρας και ενεργοποιητής που προστίθεται στο Cayenne έχει ένα ή περισσότερα widget που συσχετίζονται ανάλογα με τις δυνατότητες του υλικού.
- **Ενεργοποιητές (triggers):** τα triggers σχετίζονται με συγκεκριμένο κατώφλι που ορίζει ο χρήστης, ώστε να εκτελέσουν μια προκαθορισμένη ενέργεια όπως η αποστολή ειδοποίησης μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- **Εύκολη ρύθμιση:** το Cayenne είναι εξαιρετικά προσαρμοσμένο στο RaspberryPi και η εγκατάστασή του είναι απλή.

5.7 Blynk

Το Blynk (<https://www.blynk.cc/>) είναι μια πλατφόρμα με εφαρμογές iOS και Android για τον έλεγχο του Arduino, του Raspberry Pi και άλλων υλικών μέσω του διαδικτύου. Πρόκειται για ένα ψηφιακό πίνακα ελέγχου, στον οποίο ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μια γραφική διεπαφή για την IoT εφαρμογή του με χρήση widgets. Η πλατφόρμα είναι hardware agnostic και μπορεί να συνδεθεί με πληθώρα υλικών.



Σχήμα: διαγραμματική απεικόνιση Blynk

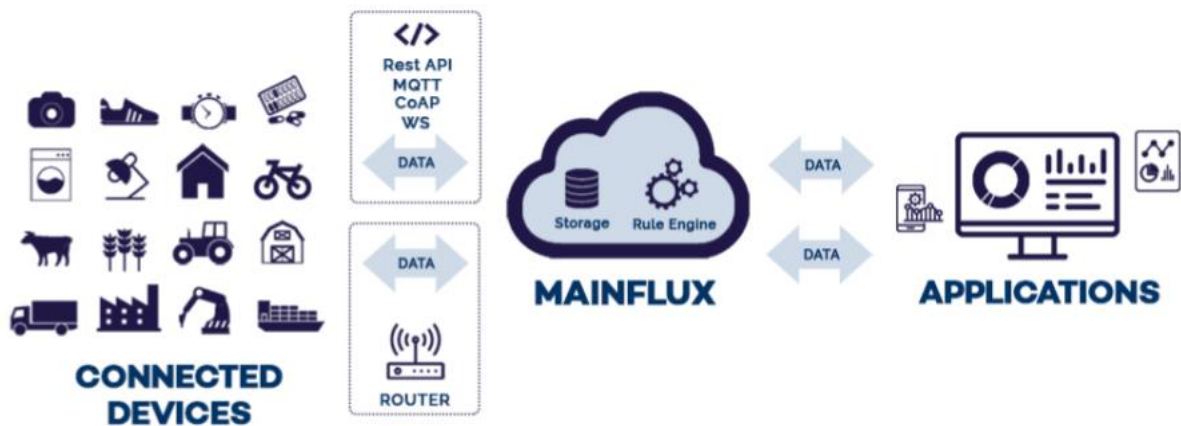
Εικόνα 17. Διαγραμματική απεικόνιση πλατφόρμας Blynk.

Τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας είναι:

- Παρόμοιο API & UI για όλα τα υποστηριζόμενα προϊόντα και συσκευές
- Σύνδεση στο σύννεφο χρησιμοποιώντας: WiFi, Bluetooth και BLE, Ethernet, USB (σειριακό), GSM
- Διαθεσιμότητα εύχρηστων γραφικών widgets
- Άμεσος χειρισμός των pins χωρίς κώδικα
- Εύκολη ενσωμάτωση και προσθήκη νέων λειτουργιών με χρήση εικονικών pins
- Παρακολούθηση ιστορικών δεδομένων μέσω του widget SuperChart
- Επικοινωνία συσκευής-προς-συσκευή με χρήση του Bridge Widget
- Αποστολή μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, tweets, ειδοποιήσεις push, κλπ.

5.8 Mainflux

Το Mainflux (<https://www.mainflux.com/>) είναι μια εξαιρετικά ασφαλής, κλιμακωτή πλατφόρμα IoT ανοικτού κώδικα γραμμένη σε Go και αναπτυγμένη σε Docker. Πρόκειται για μια υποδομή λογισμικού και ένα σύνολο μικρο-συστημάτων (microservices) για την ανάπτυξη IoT λύσεων και έξυπνων προϊόντων. Το stack του λογισμικού περιέχει όλα τα απαραίτητα υποσυστήματα για πλήρως λειτουργικές IoT λύσεις. Η πλατφόρμα νέφους παρέχει τη διαλειτουργικότητα των λύσεων με υφιστάμενες επιχειρηματικές εφαρμογές και άλλες IoT λύσεις.



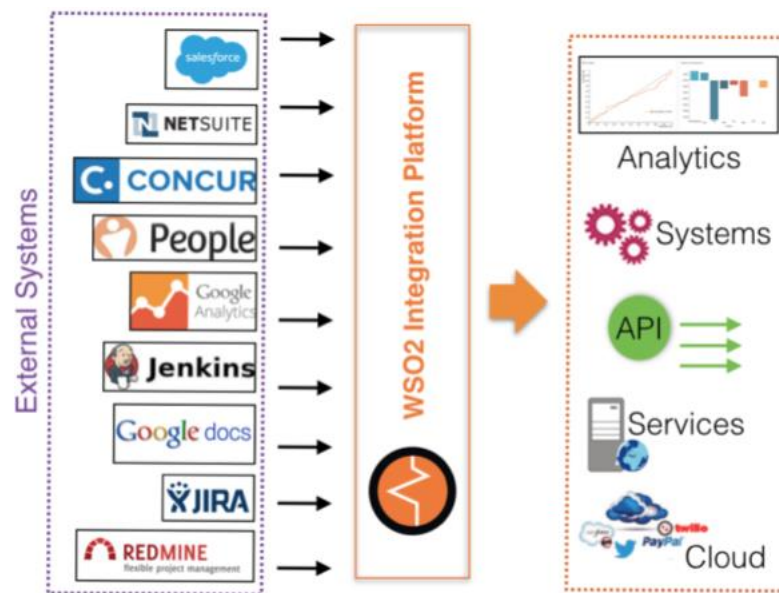
Εικόνα 18. Διαγραμματική απεικόνιση Mainflux.

Τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας είναι:

- Προσαρμοζόμενη (responsive) και κλιμακούμενη αρχιτεκτονική βασισμένη σε ένα σύνολο μικρο-συστημάτων
- Διαθέσιμα API: HTTP RESTful, MQTT, WebSocket και CoAP
- SDK - σύνολο βιβλιοθηκών για πολλές πλατφόρμες υλικού σε διάφορες γλώσσες προγραμματισμού: C / C ++, JavaScript, Go και Python
- Διαχείριση και ρύθμιση συσκευών και ενημερώσεις OTA (over-the-air) FW (firmware)
- Εξαιρετικά ασφαλείς συνδέσεις μέσω TLS και DTLS
- Βελτιωμένη ασφάλεια λεπτομερούς επιπέδου μέσω του συστήματος ελέγχου ταυτότητας και εξουσιοδότησης Mainflux, με σύστημα ελέγχου πρόσβασης βασισμένο σε προσαρμόσιμα κλειδιά API και πεδία JWT
- Εύκολη εγκατάσταση και υψηλή δυνατότητα κλιμάκωσης του συστήματος μέσω Docker
- Διαθέτει σαφές roadmap ανάπτυξης, εκτεταμένο οικοσύστημα ανάπτυξης και εξειδικευμένη κοινότητα προγραμματιστών.

5.9 WSO2

Το WSO2 (<https://wso2.com/>) είναι ένας πάροχος τεχνολογίας ανοιχτού κώδικα. Προσφέρει μια enterprise πλατφόρμα για την ολοκλήρωση APIs, εφαρμογών και υπηρεσιών ιστού σε τοπικό επίπεδο και σε όλο το Διαδίκτυο. Η πλατφόρμα Agile Integration WSO2 είναι ένα ευρύ προγραμματιστικό πλαίσιο για την ανάπτυξη, επαναχρησιμοποίηση, εκτέλεση και διαχείριση των επιμέρους integrations. Σχεδιάστηκε γύρω από μια κοινή βάση τεχνολογιών πλήρους ανοιχτού κώδικα ολοκλήρωσης. Τα επιμέρους εξαρτήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή ως συνεκτική πλατφόρμα.



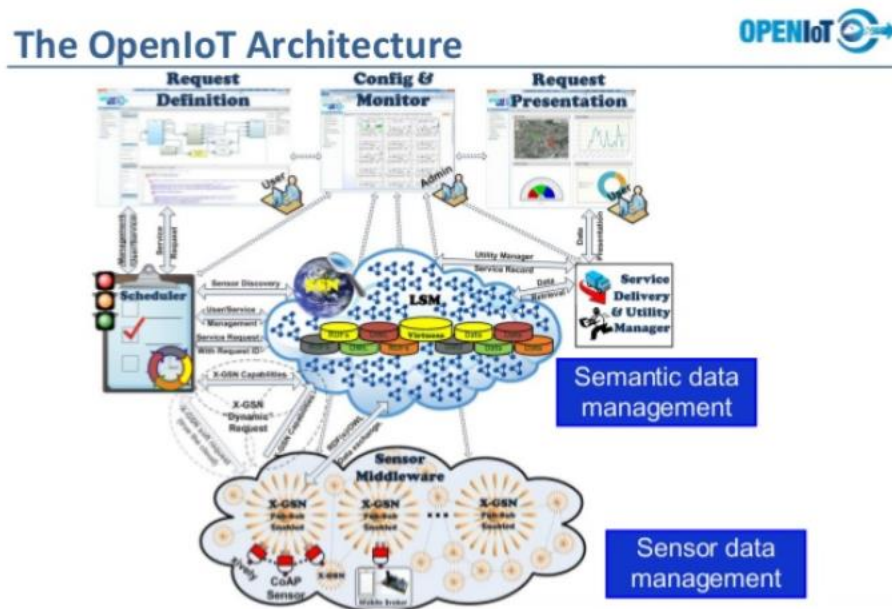
Εικόνα 19. Διαγραμματική απεικόνιση πλατφόρμας WSO2.

Τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας είναι:

- Agile μεθοδολογία ολοκλήρωσης: χρησιμοποιώντας agile μεθοδολογίες, η πλατφόρμα ευνοεί τις γρηγορότερες επαναλήψεις στη διαδικασία πρωτοτυποποίησης και την αμεσότερη ανατροφοδότηση της λύσης.
- Αδειοδότηση ανοιχτού κώδικα: πραγματική προσέγγιση ανοιχτού κώδικα που δεν ωθεί το χρήστη στην εμπορική έκδοση της πλατφόρμας.
- Ευρύτερα ολοκληρωμένη πλατφόρμα: παρέχει κοινή αρχιτεκτονική για όλες τις υπηρεσίες, όπως διαχείριση API, ολοκλήρωση με υφιστάμενα συστήματα, ταυτότητα εξαρτημάτων, ανάλυση δεδομένων, διαχείριση μικρο-συστημάτων κ.α.

5.10 OpenIoT

Το OpenIoT (<http://www.openiot.eu/>) θεωρείται ως μια φυσική επέκταση των εφαρμογών του cloud computing, οι οποίες θα επιτρέψουν την πρόσβαση σε πρόσθετους και ολοένα και πιο σημαντικούς πόρους και δυνατότητες που βασίζονται στο IoT. Σχετίζεται με ένα ευρύ φάσμα αλληλένδετων επιστημονικών και τεχνολογικών πεδίων που καλύπτουν: (α) middleware για αισθητήρες και δίκτυα αισθητήρων, (β) οντολογίες, σημασιολογικά μοντέλα και σχολιασμούς για την παρουσίαση αντικειμένων συνδεδεμένων στο διαδίκτυο, παράλληλα με σημασιολογικές τεχνικές ανοιχτών / συνδεδεμένων δεδομένων γ) Cloud / Utility πληροφορική, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων ασφάλειας και προστασίας ιδιωτικότητας.



Εικόνα 20. Διαγραμματική απεικόνιση πλατφόρμας OpenIoT.

Τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας είναι:

- Ευκολία χρήσης και ανάπτυξης λύσης IoT
- Διαχειριστικό πάνελ για τη δημιουργία κανόνων, γραφημάτων και στοιχείων καταλόγου
- Υποστηρίζεται το πλήρες API του RESTful JSON
- Ενεργοποίηση στοιχείων κίνησης σε πραγματικό χρόνο (σύννεφο -> συσκευή IoT).

6. Άδειες ανοιχτών δεδομένων

Η ανάρτηση δεδομένων στο διαδίκτυο, σε οποιαδήποτε μορφή, δε σημαίνει αυτομάτως ότι το κοινό που έχει πρόσβαση στα δεδομένα αυτά θα μπορεί να κάνει οτιδήποτε ή να τα χρησιμοποιήσει με οποιοδήποτε τρόπο επιθυμεί. Είναι απαραίτητο τα δεδομένα αυτά να διατίθενται με βάση κάποια συγκεκριμένη *άδεια*, η οποία ορίζει με ακρίβεια την επιτρεπόμενη χρήση τους. Στην Ευρώπη ισχύουν δύο βασικά είδη αδειών για εκείνους που δημοσιεύουν ψηφιακό περιεχόμενο: οι άδειες *copyright*, για πρωτότυπα έργα ενός δημιουργού, και οι άδειες *database right*, για συλλογές δεδομένων που έχουν δημιουργηθεί από κάποιο άτομο ή οργανισμό. Το δεύτερο είδος αδειών απαντάται μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Όσον αφορά τις βάσεις δεδομένων είναι σημαντικό να διακρίνει κανείς μεταξύ της αδειοδότησης της βάσης δεδομένων ως *σύνολο* και των *επιμέρους στοιχείων* της. Για παράδειγμα, κάποιος που συνθέτει μια συλλογή δεδομένων για να στοιχειοθετήσει ποιο αυτοκίνητο είναι το καλύτερο μπορεί να επιλέξει να χρησιμοποιήσει ως δεδομένα: το είδος του αυτοκινήτου, μια περιγραφή, κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά. Το άτομο αυτό έχει δικαίωμα *copyright* πάνω στη βάση και ενδεχομένως πάνω στις περιγραφές, αν τις έχει φτιάξει το ίδιο. Δεν έχει, ωστόσο, δικαίωμα πάνω στα τεχνικά χαρακτηριστικά των αυτοκινήτων που έχει συμπεριλάβει στη βάση αυτή.

Οι άδειες, εν γένει, είναι περιοριστικές αναφορικά με τη χρήση των δεδομένων, υπό την έννοια ότι υποχρεώνουν το χρήστη να αιτηθεί την άδεια του δημιουργού για να αναδημοσιεύσει ή να επεξεργαστεί ή να δημιουργήσει αξία με βάση τα δεδομένα. Οι ανοιχτές άδειες έχουν φτιαχτεί ειδικά για να επιτρέπουν τέτοιου είδους χρήση, χωρίς την αίτηση συγκεκριμένης άδειας από το δημιουργό για κάθε χρήση. Οι βασικοί περιορισμοί μιας ανοιχτής άδειας είναι: (α) η απόδοση *αναγνώρισης* (attribution) στο δημιουργό και (β) η αναδημοσίευση οποιουδήποτε παράγωγου έργου υπό την ίδια άδεια (share-alike). Από τους περιορισμούς αυτούς μπορούν να προκύψουν οι ακόλουθοι συνδυασμοί:

1. η άδεια **public domain**, η οποία δεν έχει κάποιους περιορισμούς
2. η άδεια **attribution**, με βάση την οποία πρέπει μόνο να γίνει αναγνώριση του δημιουργού,
3. και η άδεια **attribution & share-alike**, η οποία ορίζει ότι πρέπει να γίνει απόδοση στο δημιουργό και η όποια αναδημοσίευση θα πρέπει να ακολουθεί την ίδια άδεια

Προκειμένου να αποφασιστεί η κατάλληλη ανοιχτή άδεια για την αδειοδότηση ανοιχτών δεδομένων που θα παραχθούν από το ELIoT έγινε διεξοδική έρευνα αναφορικά με τις υφιστάμενες άδειες και τους πιθανούς συνδυασμούς τους. Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής. Οι υφιστάμενες άδειες συνοψίζονται στους ακόλουθους πίνακες. Στον πρώτο πίνακα παρουσιάζονται οι *άδειες* που εκχωρεί η κάθε άδεια ανοιχτών δεδομένων και στον δεύτερο οι *υποχρεώσεις* και *απαγορεύσεις* που εκπορεύονται από τη χρήση τους.

Προκειμένου να επιλεγθεί η κατάλληλη άδεια, χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα κριτήρια, με βάση το πνεύμα του συγκεκριμένου έργου:

- δεδομένου ότι τα αποτελέσματα του ELIoT θα πρέπει να μπορούν να είναι εμπορικά εκμεταλλεύσιμα, από τις παραπάνω άδειες αποκλείονται όσες περιορίζουν την εμπορική εκμετάλλευση, ήτοι όσες περιέχουν το λήμμα -NC (6 άδειες)
- κατά τη χρήση των δεδομένων θα πρέπει να γίνεται αναφορά στην πηγή και το δημιουργό τους
- τα δεδομένα θα μπορούν να διαμοιράζονται με την ίδια άδεια, υπό την οποία αποκτήθηκαν
- η άδεια θα πρέπει να επιτρέπει την αναπαραγωγή των δεδομένων, τα παράγωγα έργα και την προώθηση των δεδομένων
- ο χρήστης θα πρέπει να τηρεί άθικτες τις ανακοινώσεις περί πνευματικών δικαιωμάτων και αδειών

Όνομα	Αναπαραγωγή	Παράγωγα έργα	Προώθηση	Υπο-αδειοδότηση	Χρήση αξιώσεων ευρεσιτεχνίας
CC BY 3.0 Austria	✓	✓	✓		
CC-BY 4.0	✓	✓	✓		
CC-BY 3.0 NL	✓	✓	✓		
CC-BY-NC 4.0	✓	✓	✓		
CC-BY-NC-ND 4.0	✓		✓		

CC-BY-NC-SA 4.0	✓	✓	✓		
CC-BY-ND 4.0	✓		✓		
CC-BY-SA 4.0	✓	✓	✓		
CC-BY-SA 3.0 NL	✓	✓	✓		
CC-PDM 1.0	✓	✓	✓		
CC0 1.0	✓	✓	✓	✓	
DL-DE-BY 1.0	✓	✓	✓	✓	
DL-DE-BY 2.0	✓	✓	✓	✓	
DL-DE-BY-NC 1.0	✓	✓	✓	✓	
DL-DE-ZERO 2.0	✓	✓	✓	✓	
EUPL-1.1	✓	✓	✓	✓	✓
EUPL-1.2	✓	✓	✓	✓	✓
FR-LO	✓	✓	✓		✓
GFDL-1.1	✓	✓	✓		
GFDL-1.2	✓	✓	✓		
GFDL-1.3	✓	✓	✓		
HR-OD	✓	✓	✓		
IODL v1.0	✓	✓	✓		
IODL v2.0	✓	✓	✓		
NLOD	✓	✓	✓		
ODC-BY	✓	✓	✓		
ODC-ODbL	✓	✓	✓		
ODC-PDDL	✓	✓	✓	✓	
OGL 1.0	✓	✓	✓	✓	
OGL 2.0	✓	✓	✓	✓	
OGL 3.0	✓	✓	✓	✓	
OGL-NC	✓	✓	✓	✓	
OGL-ROU-1.0	✓	✓	✓	✓	
PSEUL	✓				

Πίνακας 7. Άδειες που εκχωρεί η συγκεκριμένη άδεια ανοιχτών δεδομένων

Όνομα	Lesser Copyleft	Απόδοση	Ανακοίνωση	Share-alike rights	Copyleft	Δηλώστε μετατροπές	Απαγόρευση εμπορικής χρήσης
CC BY 3.0 Austria		✓	✓				
CC-BY 4.0		✓	✓			✓	
CC-BY 3.0 NL		✓	✓				
CC-BY-NC 4.0		✓	✓			✓	✓

CC-BY-NC-ND 4.0		✓	✓			✓	✓
CC-BY-NC-SA 4.0		✓	✓	✓	✓	✓	✓
CC-BY-ND 4.0		✓	✓			✓	
CC-BY-SA 4.0		✓	✓	✓	✓	✓	
CC-BY-SA 3.0 NL	✓	✓	✓	✓			
CC-PDM 1.0							
CC0 1.0							
DL-DE-BY 1.0		✓				✓	
DL-DE-BY 2.0		✓				✓	
DL-DE-BY-NC 1.0		✓				✓	✓
DL-DE-ZERO 2.0							
EUPL-1.1		✓	✓	✓	✓		
EUPL-1.2		✓	✓	✓	✓		
FR-LO		✓					
GFDL-1.1		✓	✓	✓	✓	✓	
GFDL-1.2		✓	✓	✓	✓	✓	
GFDL-1.3		✓	✓	✓	✓	✓	
HR-OD		✓	✓			✓	
IODL v1.0		✓	✓	✓	✓		
IODL v2.0		✓	✓				
NLOD		✓	✓	✓	✓		
ODC-BY		✓	✓	✓	✓		
ODC-ODbL		✓	✓	✓	✓		
ODC-PDDL							
OGL 1.0		✓	✓				
OGL 2.0		✓	✓				
OGL 3.0		✓	✓				
OGL-NC		✓	✓				✓
OGL-ROU-1.0		✓					
PSEUL		✓	✓				✓

Πίνακας 8. υποχρεώσεις και απαγορεύσεις που εκπορεύονται από τις άδειες ανοιχτών δεδομένων

Οι άδειες που ικανοποιούν τα κριτήρια που έχουν τεθεί με βάση τις απαιτήσεις του έργου είναι οι ακόλουθες (σε κάθε περίπτωση εξαιρούνται οι NC licences ως μη ανοιχτές):

- CC-BY-SA 4.0
- CC-BY-SA 3.0 NL
- EUPL-1.1
- EUPL-1.2
- GFDL-1.1
- GFDL-1.2
- GFDL-1.3
- IODL v1.0

- NLOD
- ODC-BY
- ODC-ODbL

Η συγκριτική αξιολόγηση των παραπάνω αδειών αναφορικά με τις άδειες, υποχρεώσεις και την απαγόρευση συνοψίζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Όνομα	Αναπαραγωγή	Παράγωγα έργα	Προώθηση	Υπο-αδειοδότηση	Χρήση αξιώσεων ευρεσιτεχνίας	Lesser Copyleft	Απόδοση	Ανακοίνωση	Share-alike rights	Copyleft	Δηλώστε μετατροπές
CC-BY-SA 4.0	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓
CC-BY-SA 3.0 NL	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		
EUPL-1.1	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	
EUPL-1.2	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	
GFDL-1.1	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓
GFDL-1.2	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓
GFDL-1.3	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓
IODL v1.0	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	
NLOD	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	
ODC-BY	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	
ODC-ODbL	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	

Πίνακας 9. Συγκριτική αξιολόγηση αδειών που πληρούν τα κριτήρια του έργου

Από την παραπάνω συγκριτική αξιολόγηση φαίνεται ότι οι πιο “ευρείες” άδειες, οι οποίες πληρούν τις απαιτήσεις του έργου για την κοινή χρήση δεδομένων, είναι οι άδειες EUPL.

Οι PDDL, ODbL και ODC-BY είναι άδειες ειδικά σχεδιασμένες για βάσεις δεδομένων και όχι για άλλου είδους ψηφιακό υλικό. Η βασική τους διαφορά από τις άδειες CC είναι ότι εφαρμόζονται συνολικά για τη δομή της βάσης δεδομένων και όχι για ατομικά στοιχεία αυτής. Από την άλλη, η τελευταία έκδοση της CC εφαρμόζει την ίδια αδειοδότηση στη βάση δεδομένων και τη δομή της, η οποία ισχύει και για τα ατομικά στοιχεία αυτής. Ωστόσο, οι CC, σε αντίθεση με τις Open Data Commons άδειες, είναι κατασκευασμένες με τρόπο ώστε να μην επιβάλουν υποχρεώσεις εκεί όπου δεν απαιτείται διαφορετική άδεια χρήσης του υλικού που έχει χορηγηθεί.

Από τις εν λόγω άδειες, η πλέον κατάλληλη για την αδειοδότηση των ανοιχτών **βάσεων δεδομένων** που θα παραχθούν στο έργο θεωρείται η **ODbL (ODC Open Database License)** της οποίας το πλήρες κείμενο μπορεί κάποιος να βρει στον ακόλουθο σύνδεσμο.

<https://www.opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/>

Η συγκεκριμένη άδεια ορίζει ότι ο χρήστης είναι ελεύθερος να:

- διαμοιραστεί: αντιγράψει, διανέμει και χρησιμοποιήσει τη βάση δεδομένων
- δημιουργήσει: να δημιουργήσει παράγωγα έργα της βάσης δεδομένων
- προσαρμόσει: να τροποποιήσει, μετατρέψει και να χρησιμοποιήσει τη βάση δεδομένων ως υπόβαθρο για να χτίσει αξία

εφόσον:

- αποδίδει αναγνώριση στο δημιουργό, με τρόπο ο οποίος ορίζεται από την ODbL
- χρησιμοποιεί την ίδια άδεια για να διαμοιράσει τη βάση δεδομένων ή παράγωγα αυτής
- διατηρεί ανοιχτή την άδεια χρήσης της βάσης δεδομένων ή παραγώγων αυτής

Όσον αφορά στο **περιεχόμενο** των βάσεων δεδομένων (τα επιμέρους στοιχεία / μετρήσεις που συνιστούν τα δεδομένα) εφαρμόζεται η άδεια CC-BY-SA v4.0, της οποίας το πλήρες κείμενο υπάρχει στον ακόλουθο σύνδεσμο.

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el>

7. Συμπέρασμα - επιλογή βέλτιστης πλατφόρμας και άδειας λογισμικού

7.1. Επιλογή πλατφόρμας

Για την εξεύρεση της πλατφόρμας που θα χρησιμοποιηθεί στο έργο, έγινε διεξοδική μελέτη, εγκατάσταση, δοκιμή με πειραματικές διατάξεις και σύγκριση των υπό αξιολόγηση πλατφορμών. Τα κριτήρια αξιολόγησης χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες:

- Τεχνικά κριτήρια, που προκύπτουν από τις απαιτήσεις διασύνδεσης του αναπτυσσόμενου hardware και
- Χρηστικά κριτήρια, που προκύπτουν από τις απαιτήσεις των χρηστών, όπως διαμορφώθηκαν από την ανάλυση των απαντήσεων των ερωτηματολογίων

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης των πλατφορμών για τις δύο κατηγορίες κριτηρίων συνοψίζονται στους ακόλουθους πίνακες.

	Kaa	ThingSpeak	Thingsboard	Thingr	Ubidots	Cayenne	Blynk	Mainflux	WSO2	OpenIoT
Real time data	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Scalability	✓		✓	✓		✓		✓		
24/7 availability	✓			✓	✓	✓	✓		✓	
Security & Privacy provisioning	✓		✓			(✓)	✓	✓		✓
Plug & Play				✓						
Storage of data			✓	✓	✓	✓	(✓)		✓	
Provision of support			✓	✓	✓			✓		
Developer friendly	✓		✓	✓						
Hardware agnostic			✓				(✓)			
Multitenancy	✓		✓		✓					
White-Label			✓		✓					
Rule / Event engine			✓		✓	✓				
On-premise			✓	✓	✓		✓			
Device management	✓		✓					✓		
Drag-and-drop			✓		✓	✓	✓			
Microservices	✓		✓					✓		

License	Apache-2.0	Commercial	Apache-2.0	Mixed	Commercial	Commercial	MIT License	Apache-2.0	Apache-2.0	LGPL V3.0
Openness (server & client)	(✓)	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓

Πίνακας 10. Συγκριτικός πίνακας τεχνικών απαιτήσεων για εξεύρεση πλατφόρμας.

	Kaa	ThingSpeak	Thingsboard	Thingier	Ubidots	Cayenne	Blinky	Mainflux	WSO2	OpenIoT
Πρόσβαση στα πρωτογενή δεδομένα	✓	✓	✓	✓	✓	✓	(✓)	✓	✓	✓
Διαδραστικά διαγράμματα οπτικοποίησης δεδομένων	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Πίνακες ταξινόμησης δεδομένων	✓		✓		✓	✓	✓		✓	
Χαρτογραφικό περιβάλλον απεικόνισης	✓		✓	✓					✓	
Δυνατότητα ειδοποιήσεων όταν ξεπερνιούνται όρια τιμών		✓	✓		✓	✓				
Δυνατότητα ανάπτυξης νέων υπηρεσιών με χρήση των πρωτογενών δεδομένων			✓					✓		
Δυνατότητα για ποιοτικό έλεγχο των δεδομένων	(✓)		✓							
Δυνατότητα για προσθήκη νέων δεδομένων από το χρήστη	✓		✓							
Φιλικότητα προς το χρήστη, αισθητική & λειτουργική αρτιότητα	✓	✗	✓✓✓	✓✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗

Πίνακας 11. Συγκριτικός πίνακας χρηστικών απαιτήσεων για την επιλογή της πλατφόρμας.

Όπως προκύπτει και από τους παραπάνω πίνακες, η πλατφόρμα **Thingsboard** πληροί στο μέγιστο βαθμό τις τεχνικές και χρηστικές απαιτήσεις για το έργο, καθιστώντας την την επικρατέστερη επιλογή. Μάλιστα, είναι η μόνη πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που καλύπτει το σύνολο των χρηστικών απαιτήσεων, ειδικά σε σχέση με την επεκτασιμότητά της με χρήση πρωτογενών δεδομένων και τον ποιοτικό έλεγχο που μπορεί εύκολα να γίνει στα δεδομένα. Επιπλέον, είναι η μόνη πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που προσφέρεται με δυνατότητα διαχείρισης χρηστών πολλαπλών επιπέδων (multi-tenancy), που είναι απαραίτητη για το σκοπό του έργου, αφού έχει προβλεφθεί πρόσβαση από διαχειριστή (με πλήρη έλεγχο στα δεδομένα), απλό συνδεδεμένο χρήστη (με έλεγχο μόνο στην ανάγνωση δεδομένων), ή και ανώνυμο χρήστη (με δυνατότητα προβολής των dashboard μόνο). Τέλος, το Thingsboard είναι η μόνη πλήρως ανοιχτή πλατφόρμα που δίνει δυνατότητα δημιουργίας ειδοποιήσεων (alerts) όταν η τιμή κάποιας μέτρησης περάσει ένα προκαθορισμένο κατώφλι, καθιστώντας την ιδανική για την παρακολούθηση στάθμης και ποιότητας υδάτων, με άμεση ειδοποίηση σε περίπτωση ρύπανσης ή πλημμυρικών φαινομένων.

Για τους παραπάνω λόγους, προχωρήσαμε στην επιλογή του Thingsboard ως την IoT πλατφόρμα που θα χρησιμοποιηθεί στο έργο για να υποδεχθεί τα δεδομένα των αισθητήρων και να γίνει πάνω της η ανάπτυξη της απαραίτητης διεπαφής χρήστη σε μορφή πινάκων οπτικοποίησης και ελέγχου (dashboards).

7.2. Άδεια ανοιχτού λογισμικού

Η IoT πλατφόρμα που επιλέχθηκε ως πλαίσιο ανάπτυξης για τις ανάγκες του έργου είναι αδειοδοτημένη με την ανοιχτή άδεια **Apache License 2.0 (Apache-2.0)**. Παρόλο που η συγκεκριμένη άδεια είναι συμβατή και με άλλες άδειες ανοιχτού λογισμικού, θεωρήθηκε ότι οι ανάγκες του έργου καλύπτονται από αυτήν και ως εκ τούτου επιλέγεται η ίδια άδεια για το λογισμικό που θα παραχθεί στα πλαίσια του ELIoT.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της είναι:

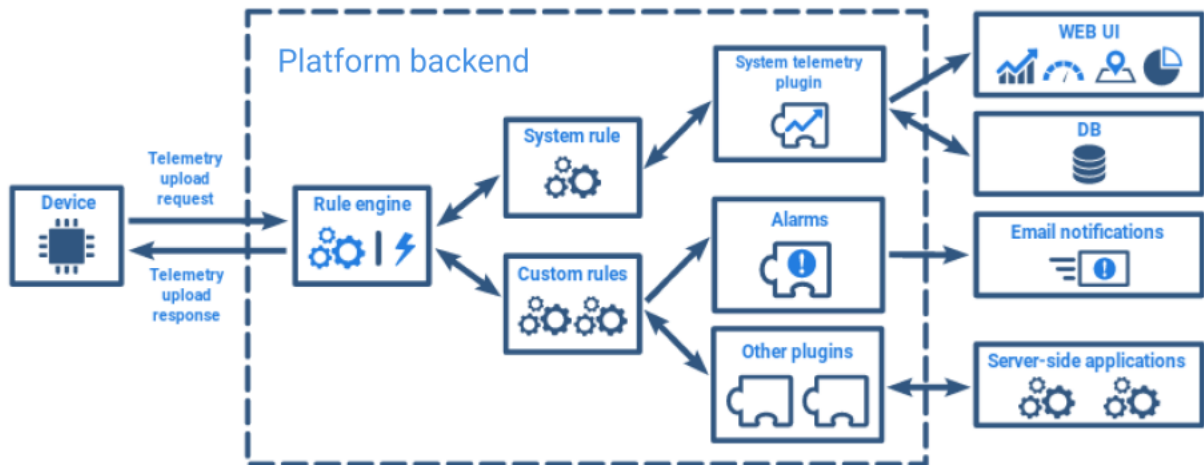
- επιτρέπει τη διανομή των παραγώγων υπό οποιαδήποτε άδεια επιλέξει ο χρήστης
- τα δικαιώματα που παρέχει εφαρμόζονται τόσο σε copyrights όσο και σε πατέντες
- το λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιονδήποτε
- όλα τα μέρη του κώδικα που τροποποιούνται θα πρέπει να αναφέρονται ρητά, ενώ τα μη τροποποιημένα μέρη διατηρούν σε κάθε περίπτωση την άδεια
- το πλήρες κείμενο της άδειας θα πρέπει να συνοδεύει τον κώδικα
- η άδεια μπορεί να συνυπάρξει με τροποποιημένο κώδικα που διαθέτει copyright.

8. Δομή και χαρακτηριστικά πλατφόρμας Thingsboard

Προκειμένου το σύστημα να μπορεί να ανταποκριθεί στα χαρακτηριστικά που καταγράφηκαν θα πρέπει να είναι:

- κλιμακούμενο: με δυνατότητα για οριζόντια κλιμάκωση
- ανεκτικό σε σφάλματα: ώστε να μην εμφανίζεται κάποιο μοναδικό σημείο που να μπορεί να οδηγήσει το σύστημα σε συνολικό σφάλμα
- ισχυρό και αποδοτικό: ένας μοναδικός κόμβος διακομιστή μπορεί να χειριστεί δεκάδες ή ακόμα και εκατοντάδες χιλιάδες συσκευές ανάλογα με τη χρήση
- προσαρμόσιμο: η προσθήκη νέων λειτουργιών είναι εύκολη με τα προσαρμοσμένα widget και τους κόμβους μηχανών κανόνων (rule engine nodes)
- ανθεκτικό: τα δεδομένα είναι ανά πάσα στιγμή ασφαλή και προφυλαγμένα.

Η πορεία των δεδομένων από τον αισθητήρα ως την αποθήκευση και την απεικόνιση συνοψίζεται στην Εικόνα 21.



Εικόνα 21. Πορεία δεδομένων.

8.1. Λειτουργικά χαρακτηριστικά

Κάποια βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά που διαθέτει η πλατφόρμα, ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των χρηστών, όπως αυτές αποτυπώθηκαν στα ερωτηματολόγια της έρευνας, είναι τα κάτωθι:

- Προσθήκη νέων συσκευών (αισθητήρων), στοιχείων ενεργητικού (assets) και χρηστών (customers) και καθορισμός σχέσεων μεταξύ τους
- Συλλογή και οπτικοποίηση δεδομένων από συσκευές και στοιχεία ενεργητικού
- Ανάλυση της εισερχόμενης τηλεμετρίας και ενεργοποίηση των συναγερμών με σύνθετη επεξεργασία συμβάντων
- Έλεγχος των συσκευών χρησιμοποιώντας κλήσεις απομακρυσμένης διαδικασίας (RPC²)
- Δημιουργία σύνθετων ροών εργασίας βάσει ποικίλων συμβάντων (π.χ. κύκλου ζωής συσκευής, REST API, RPC call κ.λπ.)
- Σχεδιασμό δυναμικών και αποκριτικών (responsive) πινάκων ελέγχου (dashboards) για παρουσίαση προς τον τελικό χρήστη δεδομένων της τηλεμετρίας συσκευών ή στοιχείων, καθώς και των εξαγόμενων πληροφοριών
- Ενεργοποίηση λειτουργιών που σχετίζονται με κάποια συγκεκριμένη περίπτωση με χρήση προσαρμοσμένων αλυσίδων κανόνων
- Μεταφορά δεδομένων των συσκευών προς άλλα συστήματα

² Remote Procedure Call

8.2. Οντότητες και σχέσεις

Η κλιμακούμενη πρόσβαση στην πλατφόρμα απαιτεί, αντίστοιχα, μια δομή πολλαπλών επιπέδων χρήστη και οντοτήτων, με μεταξύ τους σχέσεις που μπορούν να καθορίζονται κατά περίπτωση. Στην πλατφόρμα του ELIoT υποστηρίζονται οι ακόλουθες οντότητες:

- **Tenants** - είναι μια ξεχωριστή επιχειρηματική οντότητα: άτομο ή οργανισμός, στον οποίο ανήκουν ή ο οποίος δημιουργεί συσκευές και στοιχεία ενεργητικού. Κάτω από την οντότητα αυτή μπορούν να υπάρχουν πολλοί διαχειριστές και πελάτες.
- **Customers** - ο Customer είναι επίσης μια ξεχωριστή επιχειρηματική οντότητα: άτομο ή οργανισμός, ο οποίος χρησιμοποιεί συσκευές και / ή στοιχεία ενεργητικού. Ο Customer μπορεί να ελέγχει πολλούς χρήστες (Users) και εκατομμύρια συσκευών και / ή στοιχείων ενεργητικού.
- **Users** - οι χρήστες μπορούν να βλέπουν τους πίνακες ελέγχου και να διαχειρίζονται οντότητες.
- **Assets** (στοιχεία ενεργητικού) - πρόκειται για αφηρημένες οντότητες IoT, οι οποίες (μπορούν να) συσχετίζονται με άλλες συσκευές και στοιχεία ενεργητικού. Για παράδειγμα ένα στοιχείο ενεργητικού μπορεί να είναι ένα ποτάμι, μια έκταση γης, ένα αγρόκτημα κ.λπ.
- **Alarms** - είναι γεγονότα τα οποία συσχετίζουν κάποια περιστατικά με τα στοιχεία ενεργητικού, τις συσκευές ή άλλες οντότητες.
- **Dashboards** (πίνακες ελέγχου) - λειτουργικά στοιχεία που παρέχουν οπτικοποίηση των IoT δεδομένων και τη δυνατότητα ελέγχου συγκεκριμένων συσκευών μέσω διεπαφών χρήστη.
- **Rule Node** - μονάδες επεξεργασίας για εισερχόμενα μηνύματα, γεγονότα κύκλου ζωής των οντοτήτων κ.λπ.
- **Rule Chain** - λογική μονάδα από συσχετιζόμενα Rule Nodes.

Η κάθε οντότητα υποστηρίζει:

- **Attributes** (Χαρακτηριστικά) - για παράδειγμα σειριακός αριθμός, μοντέλο, έκδοση υλισμικού κ.λπ.
- **Telemetry data** (Δεδομένα τηλεμετρίας) - χρονικές σειρές δεδομένων, τα οποία μπορούν να αποθηκευτούν, να υποστούν επεξεργασία ή/και να οπτικοποιηθούν. Π.χ. θερμοκρασία, υγρασία, στάθμη ενέργειας μπαταρίας κ.λπ.
- **Relations** (Συσχετίσεις) - κατευθυνόμενες συσχετίσεις με άλλες οντότητες, π.χ. “περιέχει”, “διαχειρίζεται”, “του ανήκει”, “παράγει” κ.α.

Επιπρόσθετα, οι συσκευές και τα στοιχεία ενεργητικού έχουν κάποιο *τύπο*. Η ιδιότητα αυτή επιτρέπει το διαχωρισμό τους και το διακριτό τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων.

8.3. Ομαδοποίηση οντοτήτων

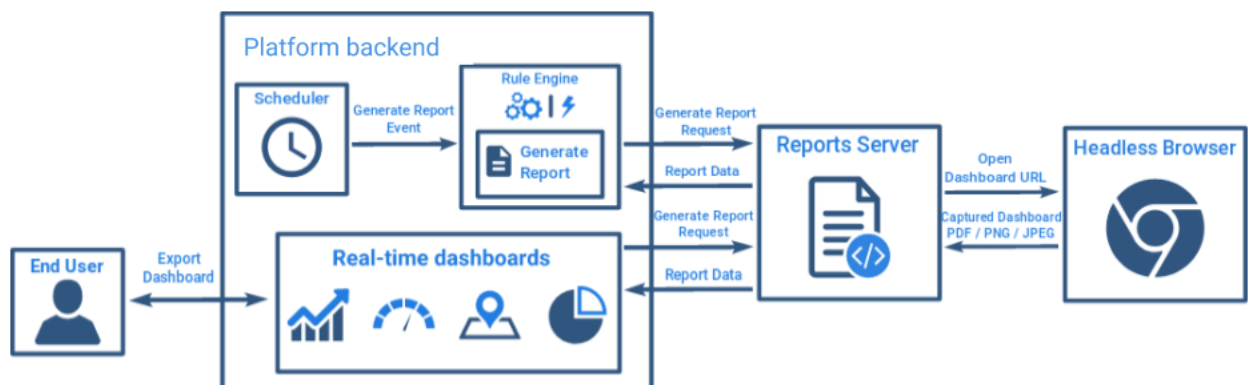
Η πλατφόρμα επιτρέπει τον ορισμό πολλαπλών ομάδων οντοτήτων. Η κάθε οντότητα (συσκευή / στοιχείο ενεργητικού / χρήστη / dashboard κ.α.) μπορεί να ανήκει σε πολλές ομάδες ταυτόχρονα. Για κάθε ομάδα οντοτήτων ο χρήστης μπορεί να ορίζει συγκεκριμένες δράσεις που επιτρέπονται στην εκάστοτε οντότητα.

8.4. Οπτικοποίηση

Η πλατφόρμα του ELIoT επιτρέπει την οπτικοποίηση των δεδομένων σε dashboards που μπορούν να δημιουργηθούν και να προσαρμοστούν από το χρήστη. Κάθε dashboard μπορεί να περιέχει πολλές επιμέρους ανεξάρτητες λειτουργικές μονάδες (widgets), οι οποίες οπτικοποιούν δεδομένα από πολλαπλές συσκευές IoT. Από τη στιγμή που θα δημιουργηθεί το IoT Dashboard μπορεί στη συνέχεια να δοθεί πρόσβαση σε αυτό από επιλεγμένους χρήστες.

8.5. Δημιουργία αναφορών

Η δημιουργία αναφορών σχετίζεται με τα υφιστάμενα dashboards. Η λογική πίσω από τη διαδικασία αυτή συνοψίζεται στην Εικόνα 22.



Εικόνα 22. Μηχανισμός δημιουργίας αναφορών.

8.6. Εξαγωγή δεδομένων

Η εξαγωγή δεδομένων από το σύστημα είναι βασική λειτουργία και υποστηρίζει εξαγωγή δεδομένων σε .csv ή .xls. Η λειτουργία αυτή είναι διαθέσιμη σε όλα τα widgets, εάν υποστηρίζεται από τον τύπο τους.

Βιβλιογραφία

- Bandyopadhyay, Soma, P. Balamuralidhar, and Arpan Pal. 2013. “Interoperation among IoT Standards.” *Journal of ICT Standardization* 1 (2): 253–70. <https://doi.org/10.13052/jicts2245-800X.12a9>.
- Fysarakis, K., I. Askoxylakis, O. Soultatos, I. Papaefstathiou, C. Manifavas, and V. Katos. 2016. “Which IoT Protocol? Comparing Standardized Approaches over a Common M2M Application.” In *2016 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/GLOCOM.2016.7842383>.
- Guth, J., U. Breitenbücher, M. Falkenthal, F. Leymann, and L. Reinfurt. 2016. “Comparison of IoT Platform Architectures: A Field Study Based on a Reference Architecture.” In *2016 Cloudification of the Internet of Things (CIoT)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CIOT.2016.7872918>.
- Guth, Jasmin, Uwe Breitenbücher, Michael Falkenthal, Paul Fremantle, Oliver Kopp, Frank Leymann, and Lukas Reinfurt. 2018. “A Detailed Analysis of IoT Platform Architectures: Concepts, Similarities, and Differences.” In *Internet of Everything: Algorithms, Methodologies, Technologies and Perspectives*, edited by Beniamino Di Martino, Kuan-Ching Li, Laurence T. Yang, and Antonio Esposito, 81–101. Internet of Things. Singapore: Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5861-5_4.
- Hammi, Badis, Rida Khatoun, Sherali Zeadally, Achraf Fayad, and Lyes Khoukhi. 2017. “IoT Technologies for Smart Cities.” *IET Networks* 7 (1): 1–13. <https://doi.org/10.1049/iet-net.2017.0163>.
- Hejazi, H., H. Rajab, T. Cinkler, and L. Lengyel. 2018. “Survey of Platforms for Massive IoT.” In *2018 IEEE International Conference on Future IoT Technologies (Future IoT)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/FIOT.2018.8325598>.
- Ray, Partha Pratim. 2016. “A Survey of IoT Cloud Platforms.” *Future Computing and Informatics Journal* 1 (1): 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.fcij.2017.02.001>.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Συνοδευτική επιστολή και λίστα αποδεκτών



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

46,7 ΧΑΜ ΑΕΩΦ. ΑΘΗΝΩΝ ΣΟΥΝΙΟΥ
Τ.Θ. 712, Τ.Κ. 19013 ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ

Ανάβυσσος: 20/11/2018
Αρ. Πρωτ.: ΙΘΑΒΙΠΕ-7/12499

Πληροφορίες: Δρ. Ηλίας Δημητρίου
Τηλέφωνο: 2291076389
Φαξ: 2291076419

Προς: Λίστα αποδεκτών

Θέμα: Αποστολή ερωτηματολογίου για το ερευνητικό έργο με τίτλο: «Ανοιχτή υποδομή Internet of Things για online υπηρεσίες περιβάλλοντος (Open ELIoT)».

Το Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων (ΙΘΑΒΙΠΕΥ) του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ), η εταιρεία Ex-Machina (EXM I.K.E.) και η εταιρεία Δ. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ (DA&As), στα πλαίσια της Δράσης Εθνικής Εμβέλειας «ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ», διεξάγουν έρευνα για τα δίκτυα παρακολούθησης ποιοτικών και ποσοτικών παραμέτρων στα επιφανειακά ύδατα της Χώρας, στο πλαίσιο υλοποίησης του ερευνητικού προγράμματος με τίτλο: «Ανοιχτή υποδομή Internet of Things για online υπηρεσίες περιβάλλοντος (Open ELIoT)» - <http://staging.openeliot.com/>.

Σκοπός της έρευνας είναι η δημιουργία και πιλοτική εφαρμογή, σε επιλεγμένες περιοχές στον Ελληνικό χώρο, μιας ολοκληρωμένης και οικονομικά βιώσιμης λύσης Internet of Things (Διαδίκτυο των Πραγμάτων)¹ για την παρακολούθηση και ανάλυση περιβαλλοντικών παραμέτρων σχετικών με τα επιφανειακά ύδατα.

Στη χώρα μας, σε τακτική βάση δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς παρακολουθούν με επιτόπιες δειγματοληψίες ή με αυτόματα όργανα, κρίσιμες περιβαλλοντικές παραμέτρους σε τοπικά ή/και εθνικά δίκτυα. Μετά από διερεύνηση διαπιστώσαμε ότι ο φορέας σας είναι ένας από αυτούς και επομένως η συμβολή σας στην παρούσα έρευνα και στην ανάδειξη της τεχνολογίας Internet of Things μπορεί να είναι σημαντική.

Για το σκοπό αυτό σας προσκαλούμε να συμπληρώσετε το ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο που λάβατε στο σχετικό ενημερωτικό email μας, προκειμένου να

¹ Διαδίκτυο των Πραγμάτων (https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html) καλείται η σύγχρονη τεχνολογία όπου αντικείμενα της καθημερινότητάς μας που φέρουν αισθητήρες είναι συνδεδεμένα στο διαδίκτυο μεταφέροντας χρήσιμη πληροφορία.

συμβάλετε στο βέλτιστο σχεδιασμό μιας λύσης Internet of Things στον Τομέα των Επιφανειακών Υδάτων ή ακόμα και να είστε μέρος αυτής μέσω της πιλοτικής εφαρμογής της αν το επιθυμείτε.

Ο Διευθυντής
του Ινστιτούτου Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων
και Εσωτερικών Υδάτων του ΕΛΚΕΘΕ

Καθηγητής Κωνσταντίνος Στεργίου



Παρασκευασμένο από Μαρ:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

A/A	ΛΙΣΤΑ ΑΠΟΔΕΚΤΩΝ
1	Διεύθυνση Υδάτων Κρήτης, Γενική Διεύθυνση Χωροταξικής και Περιβαλλοντικής Πολιτικής, Διεύθυνση Υδάτων, Τμήμα Παρακολούθησης & Προστασίας των Υδατικών Πόρων
2	ΔΕΗ – Διεύθυνση Υδροηλεκτρικής Παραγωγής (ΔΥΗΠ) - Τμήμα Ελέγχου Φραγμάτων
3	Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας (ΕΥΔΑΠ)
4	Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – Δήμητρα (ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ) - Γενική Διεύθυνση Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων
5	Φορέας Διαχείρισης Δέλτα Νέστου Βιστωνίδας- Ισμαρίδας και Θάσου
6	Φορέας Διαχείρισης Λίμνης Παμβώτιδας (Φ.Δ.Λ.Π.)
7	Φορέας Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών Θερμαϊκού κόλπου
8	Φορέας Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών Δέλτα Έβρου Και Σαμοθράκης
9	Φορέας Διαχείρισης Λίμνης Κερκίνης
10	Φορέας Διαχείρισης Κορώνειας - Βόλβης - Χαλκιδικής
11	Φορέα Διαχείρισης Κάρλας - Μαυροβουνίου - Κεφαλόβρυσου Βελεστίνου - Δέλτα Πηνειού (Κα.Μα.Κε.Βε.Δε.Πη)
12	Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (Ε.Κ.Β.Υ.)
13	Διαβαλκανικό Κέντρο Περιβάλλοντος (i-BEC)
14	Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.) – Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων (ΙΘΑΒΙΠΕΥ)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Πίνακας 12. Παρουσίαση των ερωτήσεων και αντιστοιχία τους με συγκεκριμένη συντομογραφία.

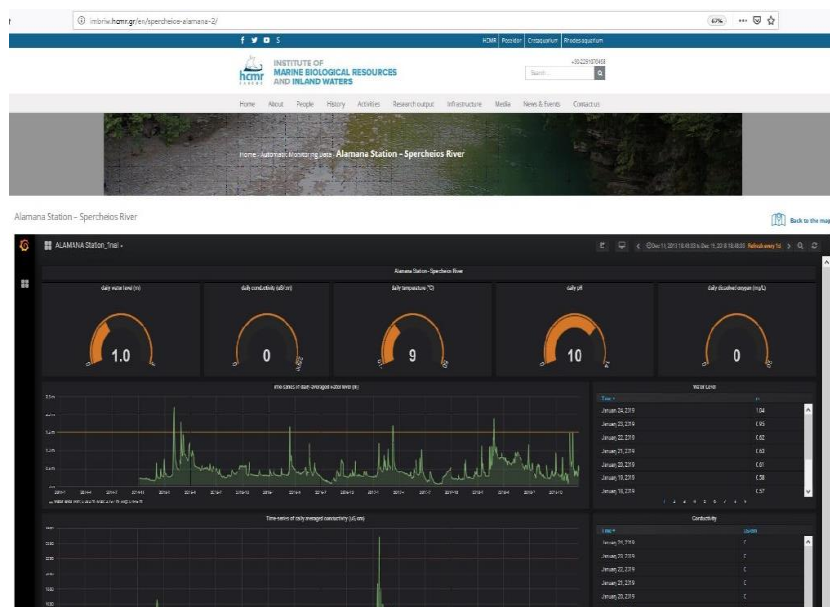
Κύριες Ενότητες	Ερωτήσεις	Διαχωρισμός απαντήσεων σε υποενότητες		Κωδικός Ερώτησης
ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ, ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	Συμφωνείτε με τη χρήση open source/freeware λογισμικών για την παροχή και τη διάχυση των δεδομένων μέσω διαδικτυακής cloud πλατφόρμας?			E12
	Τι θέλετε να εμφανίζεται στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων και σε ποια μορφή?	A) Διαγράμματα	1) Σταθμη	E13
		B) Δεδομένα σε μορφή πίνακα	2) pH	
		Γ) Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού	3) Θερμοκρασία Νερού	
			4) Διαλυμένο Οξυγόνο 5) Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	
	Επιθυμείτε να σας προειδοποιεί έγκαιρα η πλατφόρμα μετρήσεων όταν υπάρχει υπέρβαση			E14
	Προτείνετε άλλες υπηρεσίες που επιθυμείτε να παρέχει η πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίασης των μετρήσεων.			E15
ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	Στοιχεία ατόμου που συμπληρώνει το ερωτηματολόγιο			E16

Πίνακας 13. Αντιστοιχία των ποιοτικών χαρακτηριστικών των απαντήσεων με αριθμητική κλίμακα

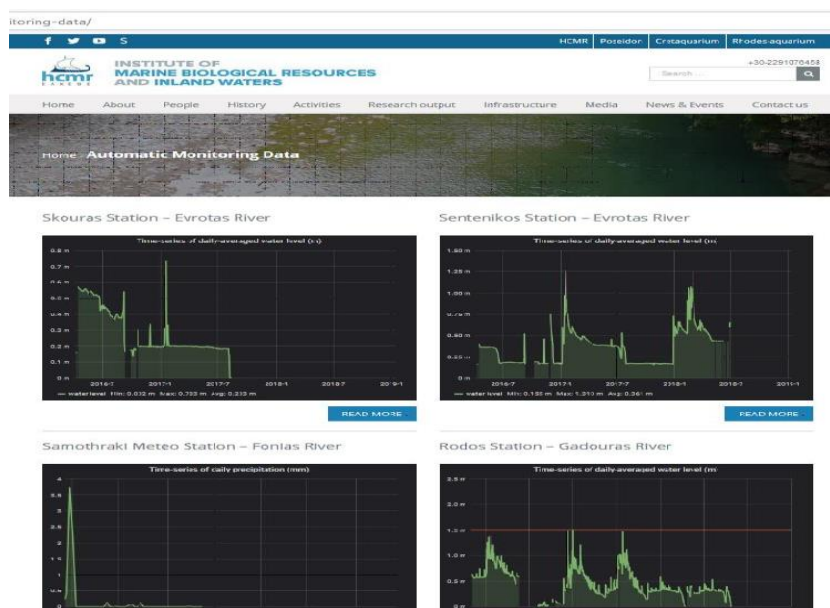
Κωδικός Ερώτησης	Κλίμακα με ποιοτικά χαρακτηριστικά	Κλίμακα Αριθμητική
E12	Συμφωνώ (Τεκμηρίωση / σχόλια)	1
	Διαφωνώ (Τεκμηρίωση / σχόλια)	0
E13	NAI	1
	OXI	0
E14	Κλιμακωτών ορίων (Τεκμηρίωση / σχόλια)	1
	Σταθερών ορίων (Τεκμηρίωση / σχόλια)	2
	Καθόλου (Τεκμηρίωση / σχόλια)	3
E15	Οι απαντήσεις δίνονται περιγραφικά με κείμενο	
E16	Οι απαντήσεις δίνονται περιγραφικά με κείμενο	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

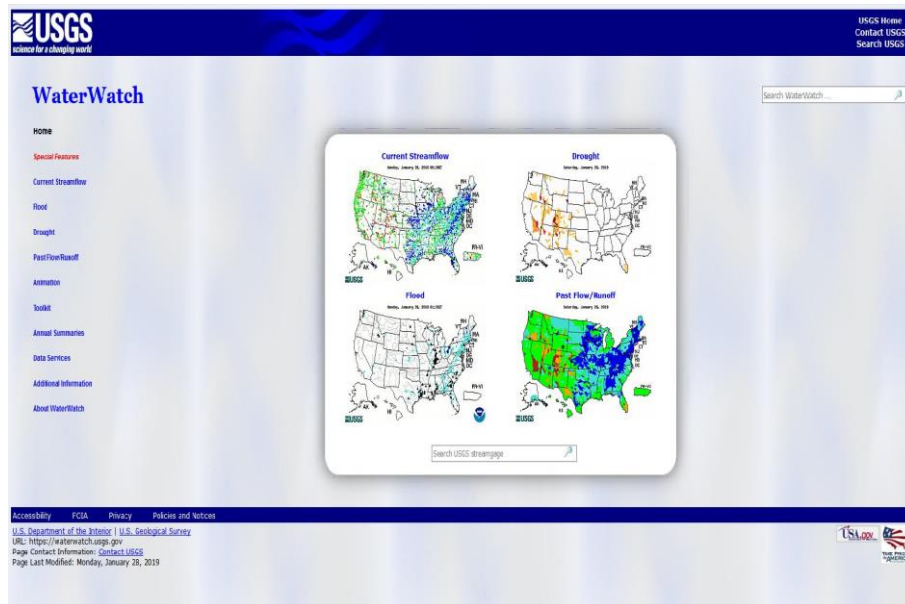
Παραδείγματα από υφιστάμενες επιχειρησιακές πλατφόρμες συλλογής και οπτικοποίησης δεδομένων υδάτων.



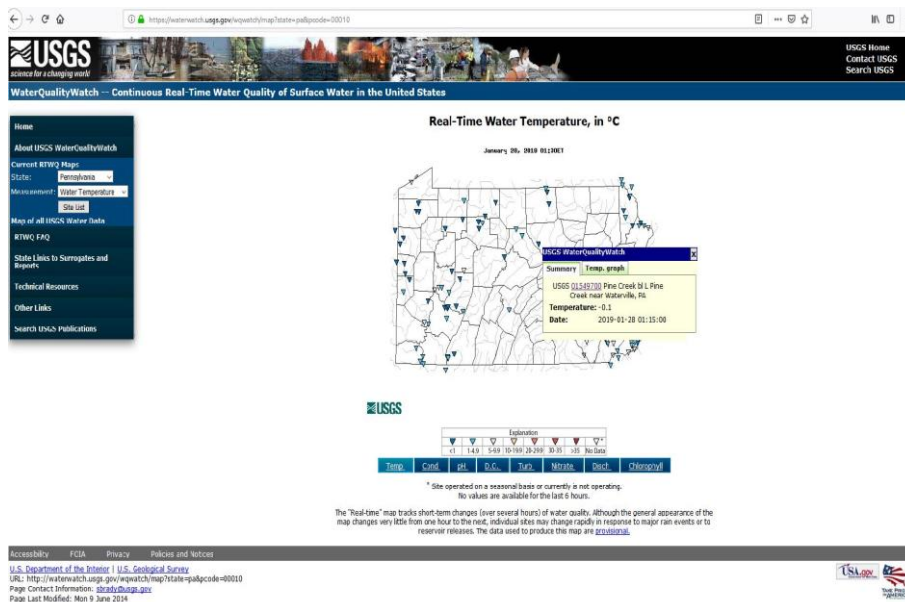
Εικόνα 23. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών του Ι.ΘΑ.ΒΙ.Π.Ε.Υ.-ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.. Σελίδα παρουσίασης παραμέτρων ενός συγκεκριμένου σταθμού.



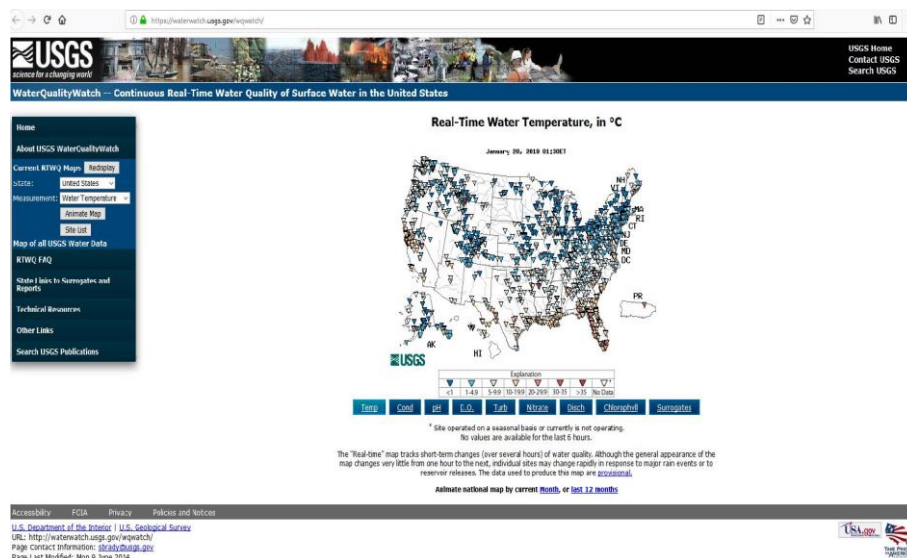
Εικόνα 24. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών του Ι.ΘΑ.ΒΙ.Π.Ε.Υ.-ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.. Κεντρική σελίδα παρουσίασης σταθμών σε μορφή διαγραμμάτων και πινάκων <http://imbriw.hcmr.gr/en/category/automatic-mo>



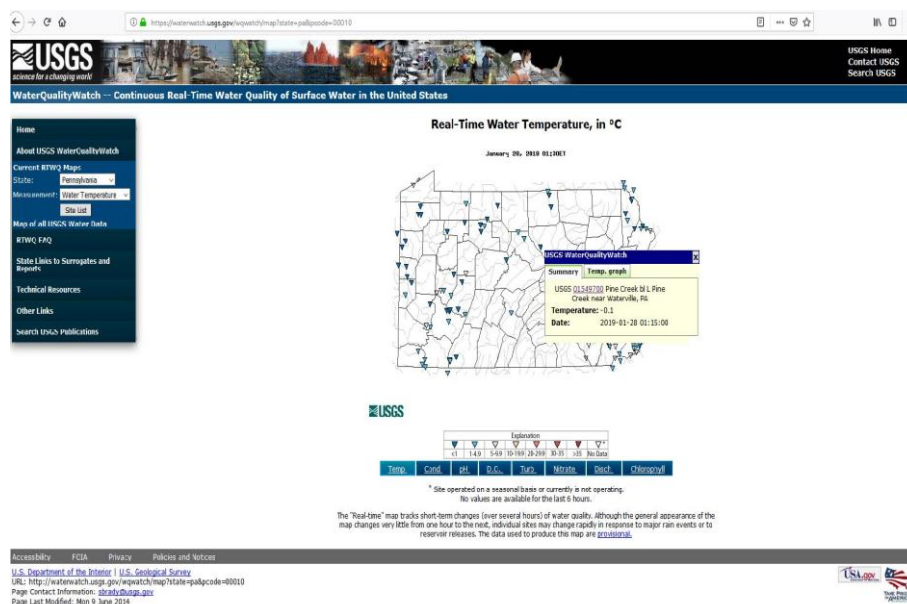
Εικόνα 25. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών της USGS. Κεντρική σελίδα για τα ύδατα (<https://waterwatch.usgs.gov/>).



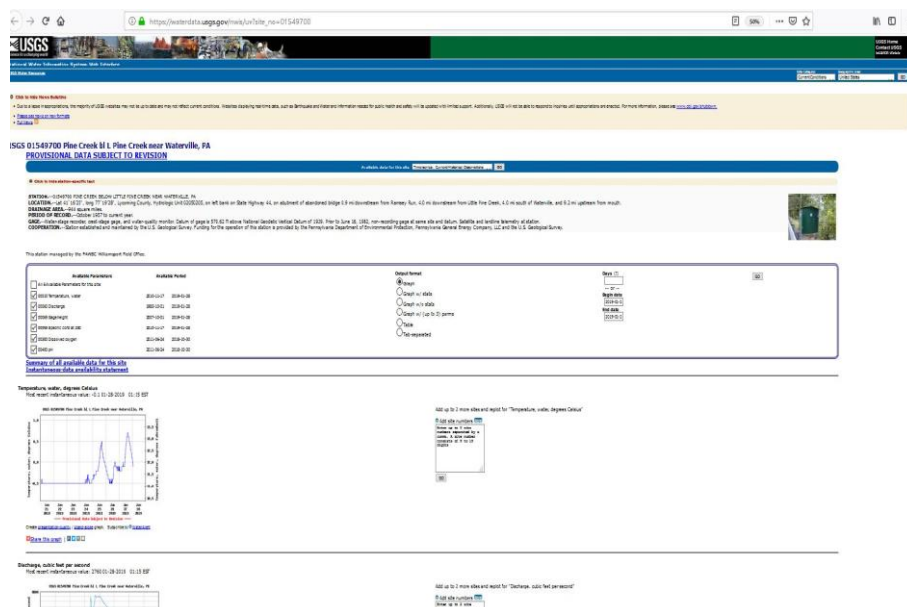
Εικόνα 26. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών της USGS. Κεντρική σελίδα παρουσίασης δικτύου μέτρησης φυσικοχημικών παραμέτρων των επιφανειακών υδάτων σε μορφή χάρτη (<https://waterwatch.usgs.gov/wqwatch/>).



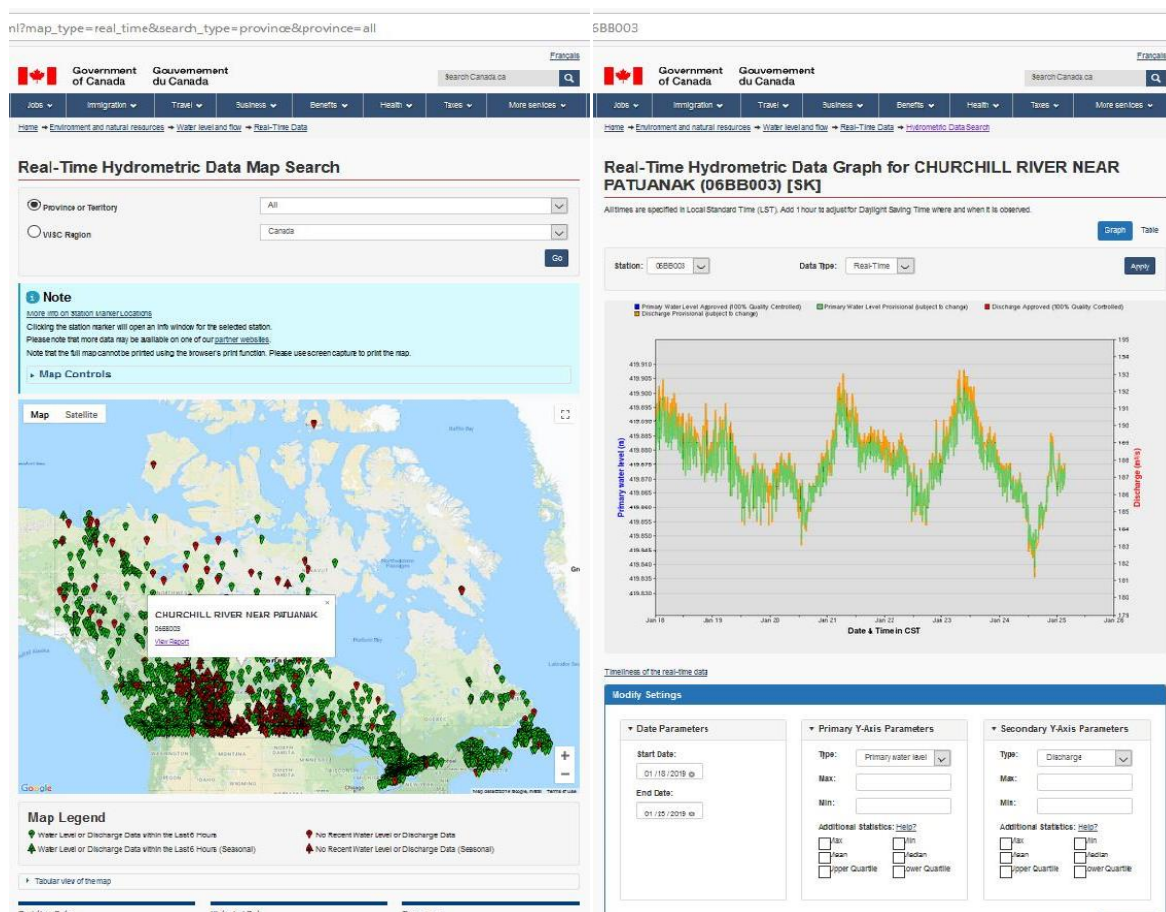
Εικόνα 27. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών της USGS. Κεντρική σελίδα παρουσίασης δικτύου μέτρησης φυσικοχημικών παραμέτρων των επιφανειακών υδάτων σε μορφή χάρτη (<https://waterwatch.usgs.gov/>)



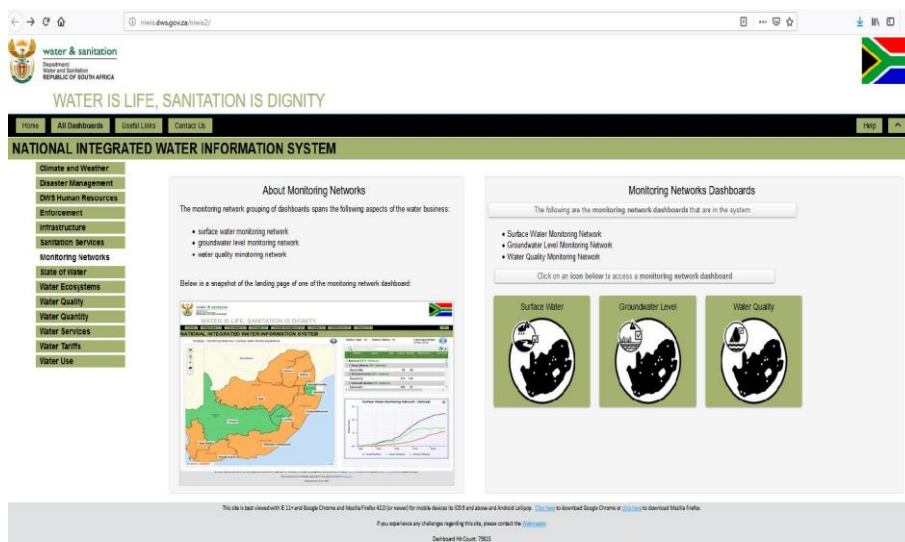
Εικόνα 28. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών της USGS. Κεντρική σελίδα παρουσίασης δικτύου μέτρησης φυσικοχημικών παραμέτρων των επιφανειακών υδάτων σε μορφή χάρτη για συγκεκριμένη περιφέρεια (<https://waterwatch.usgs.gov/wqwatch/map?state=pa&pcode=00010>).



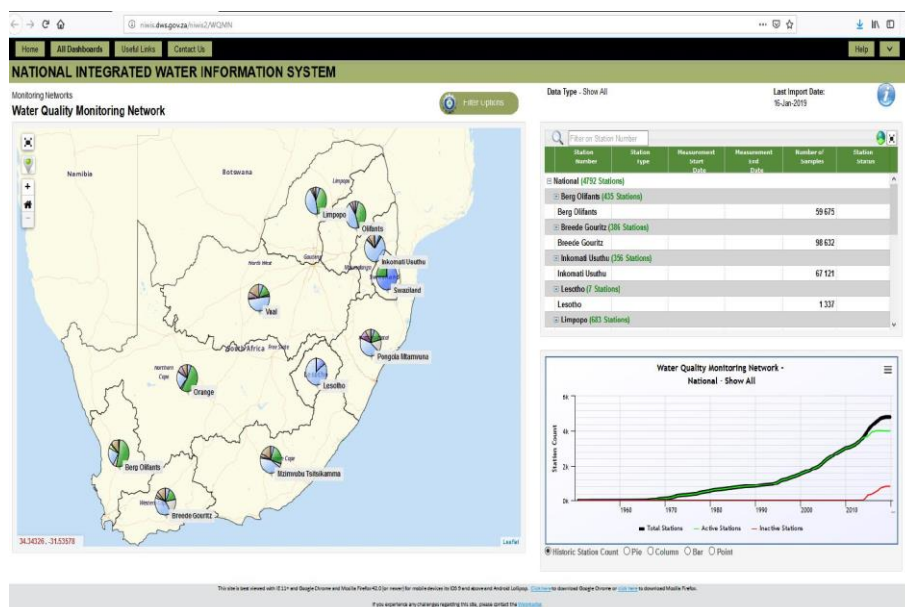
Εικόνα 29. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών της USGS. Κεντρική σελίδα παρουσίασης συγκεκριμένου σταθμού (https://waterdata.usgs.gov/nwis/uv?site_no=01549700).



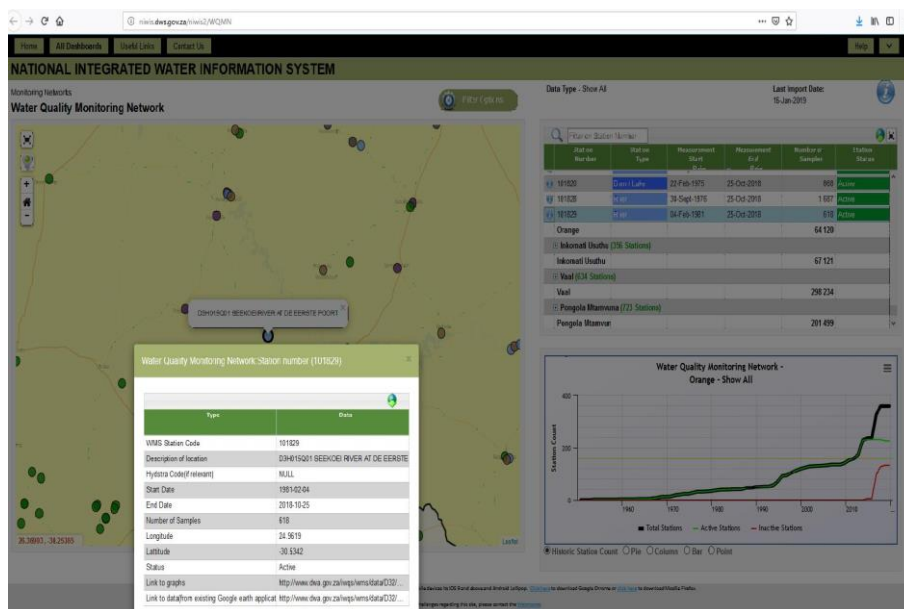
Εικόνα 30. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών του Καναδά (Environment and natural resources – Water Level and Flow). Κεντρική σελίδα παρουσίασης δικτύου μέτρησης των επιφανειακών υδάτων σε μορφή χάρτη και κεντρική σελίδα παρουσίασης σταθμού μέτρησης https://wateroffice.ec.gc.ca/google_map/google_map_e.html?map_type=real_time&search_type=province&province=all και https://wateroffice.ec.gc.ca/report/real_time_e.html?stn=06BB003



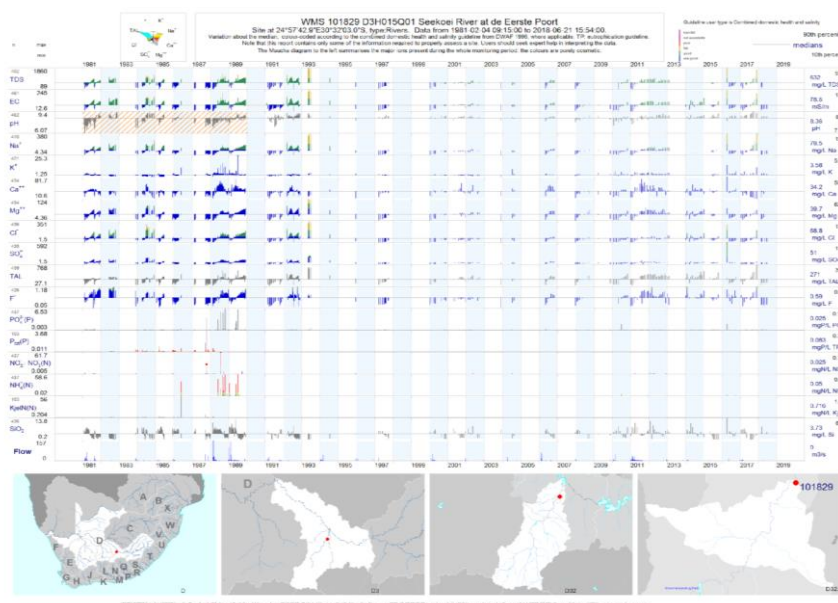
Εικόνα 31. Εικόνα 9. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών του Department of Water and Sanitation – Republic of South Africa. Κεντρική σελίδα για το δίκτυο παρακολούθησης των υδάτων (<http://niwis.dws.gov.za/niwis2/>).



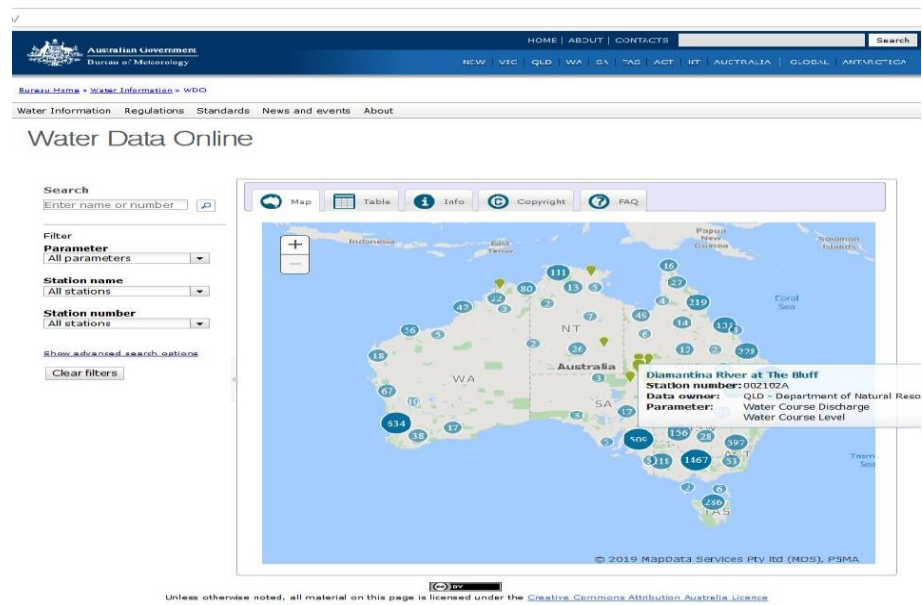
Εικόνα 32. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών του Department of Water and Sanitation – Republic of South Africa. Κεντρική σελίδα για την ποιότητα των επιφανειακών υδάτων (<http://niwis.dws.gov.za/niwis2/WQMN>).



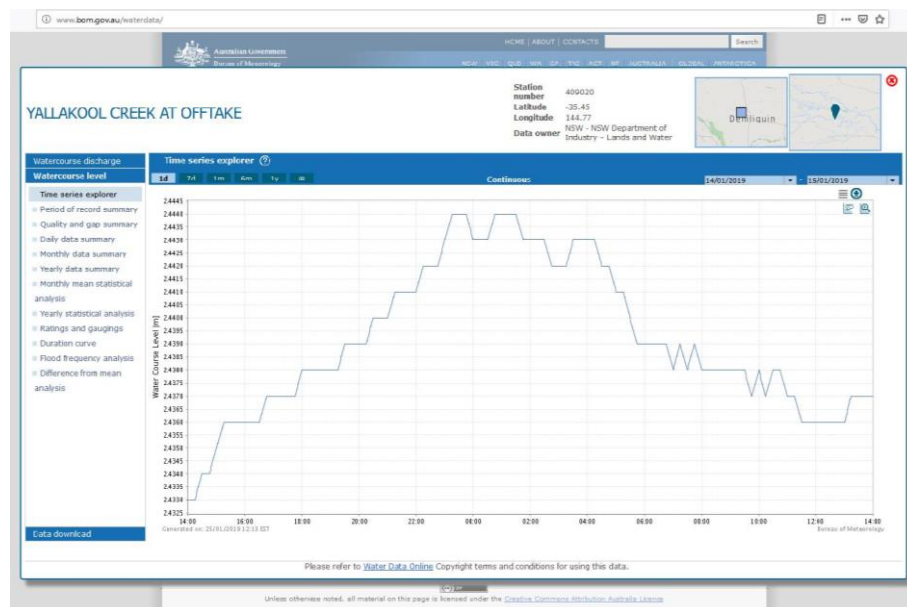
Εικόνα 33. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών του Department of Water and Sanitation – Republic of South Africa. Κεντρική σελίδα για την ποιότητα των επιφανειακών υδάτων με εστίαση σε συγκεκριμένο σταθμό (<http://niwis.dws.gov.za/niwis2/WQMN>)



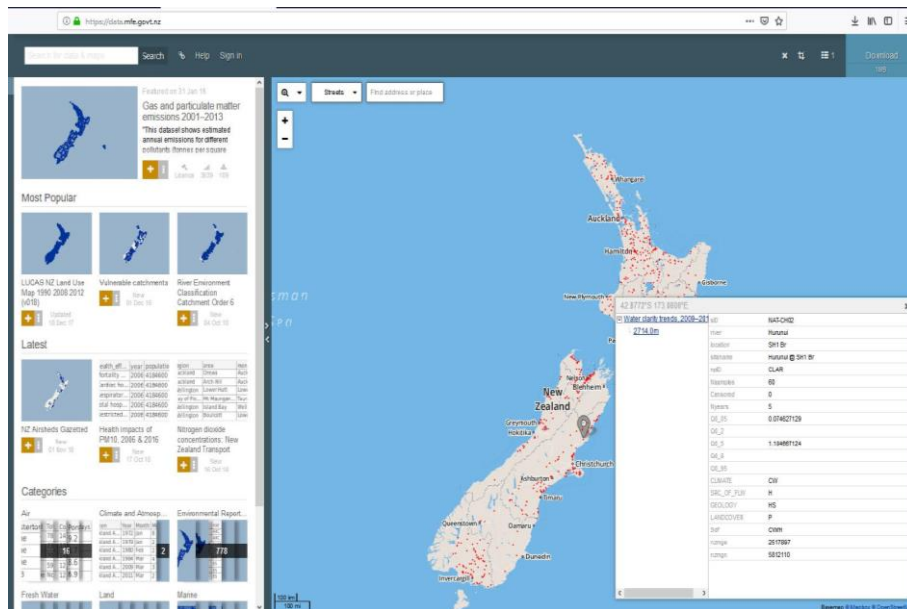
Εικόνα 34. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών του Department of Water and Sanitation – Republic of South Africa. Αυτόματο παραγόμενο γράφημα σε μορφή εικόνας των δεδομένων του συγκεκριμένου σταθμού μέτρησης (http://www.dwa.gov.za/iwqs/wms/data/D32/D32_101829.png).



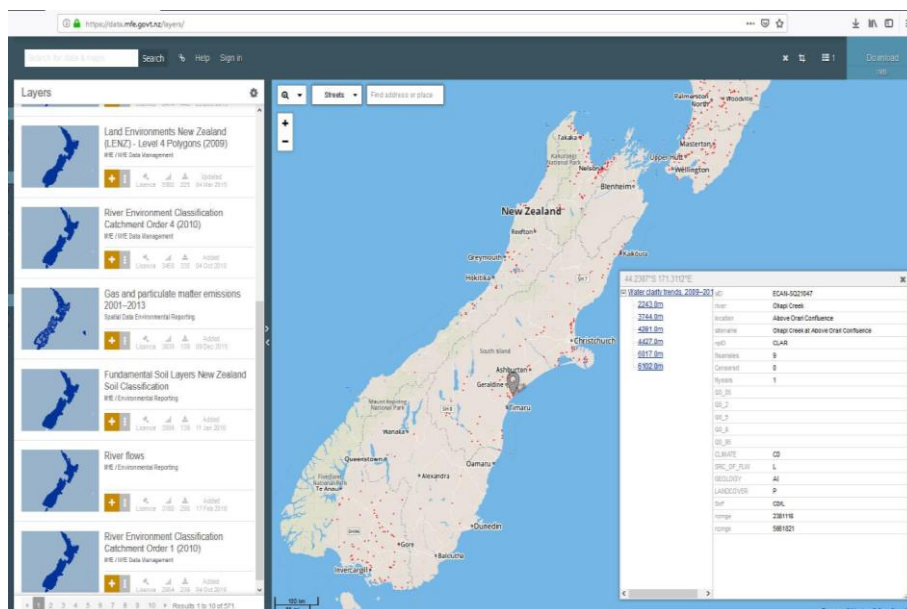
Εικόνα 35. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών της Australia Government – Bureau of Meteorology. Κεντρική σελίδα παρουσίασης δικτύου μέτρησης των επιφανειακών υδάτων σε μορφή χάρτη (<http://www.bom.gov.au/waterdata/>).



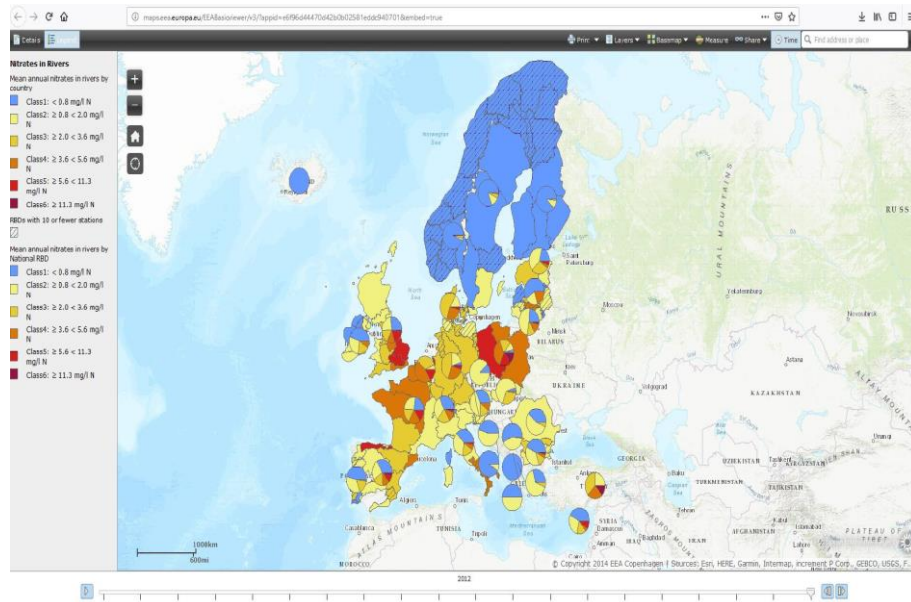
Εικόνα 36. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών της Australia Government – Bureau of Meteorology. Κεντρική σελίδα παρουσίασης συγκεκριμένου σταθμού (<http://www.bom.gov.au/waterdata/>).



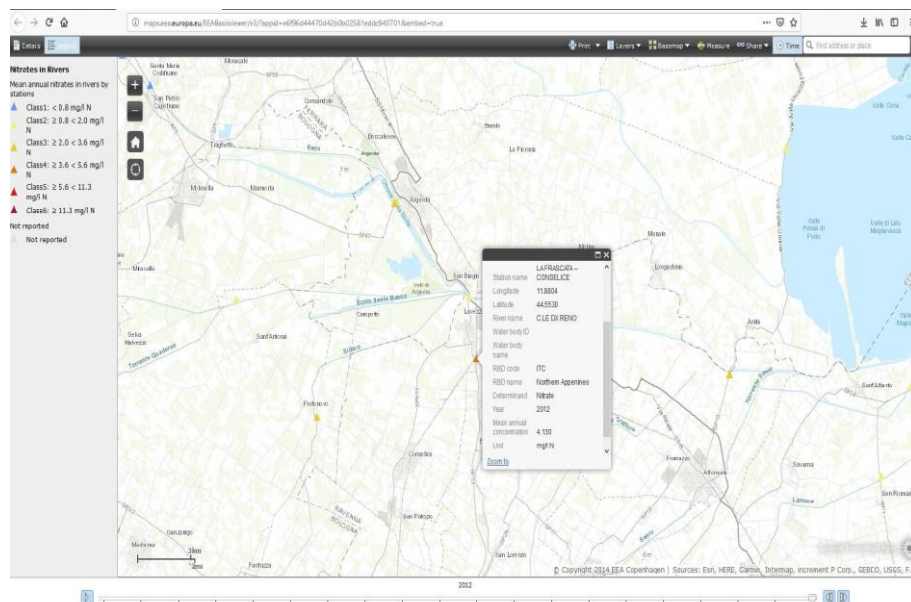
Εικόνα 37. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών Ministry for the Environment – New Zealand. Κεντρική σελίδα παρουσίασης χωρικών δεδομένων (<https://data.mfe.govt.nz>).



Εικόνα 38. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών του Ministry for the Environment – New Zealand. Κεντρική σελίδα παρουσίασης επιλογής συγκεκριμένων πεδίων (<https://data.mfe.govt.nz/layers/>).



Εικόνα 39. Εικόνα 17. Παρουσίαση της πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών της European Environment Agency. Κεντρική σελίδα παρουσίασης της κατανομής των ομαδοποιημένων νιτρικών για σχεδόν όλη την Ευρώπη.
(<http://maps.eea.europa.eu/EEABasicviewer/v3/?appid=e6f96d44470d42b0b02581eddc940701&embed=true>).



Εικόνα 40. πλατφόρμας επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών της European Environment Agency. Κεντρική σελίδα παρουσίασης συγκεκριμένου σταθμού
(<http://maps.eea.europa.eu/EEABasicviewer/v3/?appid=e6f96d44470d42b0b02581eddc940701&embed=true>).