



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

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ

1.1

“ Τεχνική έκθεση με την ανάλυση απαιτήσεων και τον σχεδιασμό των έξυπνων αισθητήρων”

ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ

T1ELK-01613

EXMACHINA

**WEATHER
ON DEMAND**



Ανάβυσσος, 2019

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

Ex Machina¹2019. Τεχνική έκθεση με την ανάλυση απαιτήσεων και τον σχεδιασμό των έξυπνων αισθητήρων. Ανοιχτή υποδομή Internet of Things για online υπηρεσίες περιβάλλοντος (Open ELIoT) - 71 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	7
3.	Μεθοδολογία.....	7
4.	Αποτελέσματα.....	8
4.1.	Ανάλυση απαιτήσεων για τον σχεδιασμό των έξυπνων αισθητήρων	8
4.1.1	Ερώτηση 1 (E1)	8
4.1.2	Ερώτηση 2 (E2)	14
4.1.3	Ερώτηση 3 (E3)	16
4.1.4	Ερώτηση 4 (E4)	21
4.1.5	Ερώτηση 5 (E5)	24
4.1.6	Ερώτηση 6 (E6)	25
4.1.7	Ερώτηση 7 (E7)	27
4.1.8	Ερώτηση 8A (E8A)	28
4.1.9	Ερώτηση 8B (E8B).....	30
4.1.10	Ερώτηση 9 (E9)	31
4.1.11	Ερώτηση 10 (E10)	33
4.1.12	Ερώτηση 11 (E11)	35
4.2.	Συμπεράσματα Ερωτηματολογίου	38
4.3.	Συμπεράσματα από διεθνή βιβλιογραφία	40
4.4.	Έρευνα Αγοράς	47
4.4.1.	Μετεωρολογικός σταθμός	48
4.4.2.	Σταθμοί μέτρησης ποιότητας υδάτων	49
4.4.3.	Σταθμοί μέτρησης στάθμης νερού	50
5.	Προτεινόμενη λύση.....	50
	High level architecture	50
	Αρχιτεκτονική σταθμού μέτρησης ποιότητας υδάτων.....	51
	Eliot node	54
	Κεντρικός μικροελεγκτής	55
	Μετεωρολογικός σταθμός	57
	Αισθητήρας μέτρησης μεταβλητών ποιότητας υδάτων	58

Αισθητήρας μέτρησης σταθμής	59
Πρωτόκολλα επικοινωνίας με αισθητήρες	59
Ασυρματα πρωτοκολλα επικοινωνίας με την πλατφόρμα	60
Διαχείριση ενέργειας.....	60
Προδιαγραφές περιβλήματος	60
Αρχιτεκτονική σταθμού μέτρησης υγρασίας εδάφους	60
Eliot LoRa node	61
Κεντρικός μικροελεγκτής	62
Αισθητήρας μέτρησης υγρασίας.....	62
LoRaWAN Gateway	62
Βιβλιογραφία	64
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I	65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II.....	67
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III.....	68
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV	70

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 Π1.1 με τίτλο "Τεχνική έκθεση με την ανάλυση απαιτήσεων και τον σχεδιασμό των έξυπνων αισθητήρων". Στόχος της συγκεκριμένης τεχνικής έκθεσης είναι η καταγραφή των απαιτήσεων των χρηστών και των προδιαγραφών των έξυπνων αισθητήρων.

1.2. Ομάδα έργου

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

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.

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/>).

3. Μεθοδολογία

Στην παρούσα τεχνική έκθεση παρουσιάζεται η ανάλυση απαιτήσεων για τους έξυπνους αισθητήρες μέτρησης περιβαλλοντικών παραμέτρων και για την πλατφόρμα συλλογής, επεξεργασίας και οπτικοποίησης δεδομένων (στο εξής: ELIoT) με χρήση ερωτηματολογίων. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα θα ληφθούν υπόψη για το σχεδιασμό του συστήματος σύμφωνα με τις απαιτήσεις των χρηστών. Έτσι δημιουργήθηκε από το ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. ερωτηματολόγιο 16 ερωτήσεων όπου περιλαμβάνει συγκεκριμένες εναλλακτικές επιλογές λειτουργικότητας και τεχνικών προδιαγραφών των αισθητήρων και της πλατφόρμας διαχείρισης των δεδομένων. Το ερωτηματολόγιο απεστάλη με επίσημο γράμμα σε φορείς (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι) που διαχειρίζονται επιφανειακούς υδατικούς πόρους και ενδέχεται να διατηρούν τηλεμετρικούς σταθμούς παρακολούθησης ποιοτικών παραμέτρων.

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 συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο (<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeb-OG6XSg259oNSiEAgdIDyMgqFeTxoUqLoOkcMU8Un80krw/viewform>) απεστάλη σε Φορείς Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών, Ινστιτούτα, τη ΔΕΗ, την ΕΥΔΑΠ, καθώς και στο Διαβαλκανικό Κέντρο Περιβάλλοντος. Περιελάμβανε ερωτήσεις για τις παραμέτρους παρακολούθησης αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών, το χρονικό βήμα καταγραφής, τους ανασταλτικούς παράγοντες για την εγκατάσταση και την αύξηση του αριθμού των σταθμών (προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν), τις προτιμήσεις των χρηστών (κόστος αγοράς, μέγεθος σταθμού, επιθυμητό πρωτόκολλο επικοινωνίας, επιθυμητές παράμετροι) , καθώς και δυνατότητα για πρόσθεση σχολίων σχετικά με πιθανές ιδιαιτερότητες των σταθμών και μετρήσεων.

Συνολικά, απάντησαν 14 φορείς: η ΕΥΔΑΠ, επτά Φορείς Διαχείρισης, το Διαβαλκανικό Κέντρο Περιβάλλοντος, το ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε., το ΕΛ.Γ.Ο. Δήμητρα, το Ε.Κ.Β.Υ., καθώς και η ΔΕΗ και η Διεύθυνση Υδάτων Κρήτης. Συνολικά, απάντησαν 15 άτομα το ερωτηματολόγιο και οι απαντήσεις έχουν αναρτηθεί στην ιστοσελίδα του έργου (http://www.openeliot.com/αποτελέσματα_ερωτηματολογίου). Τέλος, το ερωτηματολόγιο έχει τοποθετηθεί στην ιστοσελίδα του έργου και είναι διαθέσιμο για να το συμπληρώσει κάθε

ενδιαφερόμενος αφού εγγραφεί στη σχετική διαδικτυακή υπηρεσία. Για οικονομία χώρου και την ορθή παρουσίαση των αποτελεσμάτων έγινε αντιστοιχία των ερωτήσεων με συγκεκριμένη συντομογραφία (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II-Πίνακας 26). Επιπλέον για την διευκόλυνση της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων δημιουργήθηκε μια βάση αντιστοίχισης των ποιοτικών χαρακτηριστικών με τιμές αύξουσας κλίμακας (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II-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).

Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζεται η λεπτομερής καταγραφή των αρχικών απαιτήσεων και των τεχνικών προδιαγραφών και λειτουργιών των ‘έξυπνων’ αισθητήρων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα έχουν επισημανθεί εκείνα που θεωρούνται ‘κρίσιμα’ και τα οποία θα αποτελέσουν τη βάση για την αρχική υλοποίηση του MVP . Στις επόμενες φάσεις ανάπτυξης του έργου θα υπάρξει ανατροφοδότηση των απαιτήσεων αξιοποιώντας τα σχόλια από τους χρήστες του συστήματος με βάση την agile development μεθοδολογία.

Διερευνήθηκε η διεθνής εμπειρία μέσα από μια εκτεταμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση σε ηλεκτρονικές βιβλιογραφικές βάσεις.

Επίσης, διενεργήθηκε έρευνα αγοράς διαθέσιμων αισθητήρων και καταγράφηκαν τα χαρακτηριστικά τους, καθώς και το κόστος απόκτησής τους.

4. Αποτελέσματα

4.1. Ανάλυση απαιτήσεων για τον σχεδιασμό των έξυπνων αισθητήρων

4.1.1 Ερώτηση 1 (E1)

Η ερώτηση 1 (E1) αποσκοπεί στην ιεράρχηση των παραγόντων όπου θεωρούνται περισσότερο ανασταλτικοί για την αύξηση του αριθμού αυτόματων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης ποιότητας ή/και ποσότητας υδάτων στην χώρα μας. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πλέγματος πολλαπλών επιλογών (Εικόνα 1). Απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα). Τα αποτελέσματα της ερώτησης χωρίζονται στις εξής πέντε (5) υποπεριπτώσεις: 1) Κόστος Αγοράς, 2) Κόστος Συντήρησης, 3) Κόστος Λειτουργίας, 4) Κίνδυνος Βανδαλισμού, 5) Άλλο.

1) Ποιους από τους παρακάτω παράγοντες θεωρείτε περισσότερο ανασταλτικούς για την αύξηση του αριθμού αυτόματων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης ποιότητας ή/και ποσότητας υδάτων στην χώρα μας; (βάλτε τους με σειρά προτεραιότητας) *

	1η επιλογή	2η επιλογή	3η επιλογή	4η επιλογή	5η επιλογή
Κόστος αγοράς	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Κόστος συντήρησης	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Κόστος λειτουργίας	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Κίνδυνος βανδαλισμού	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Άλλο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Προσδιορίστε την επιλογή άλλο:

Η απάντησή σας

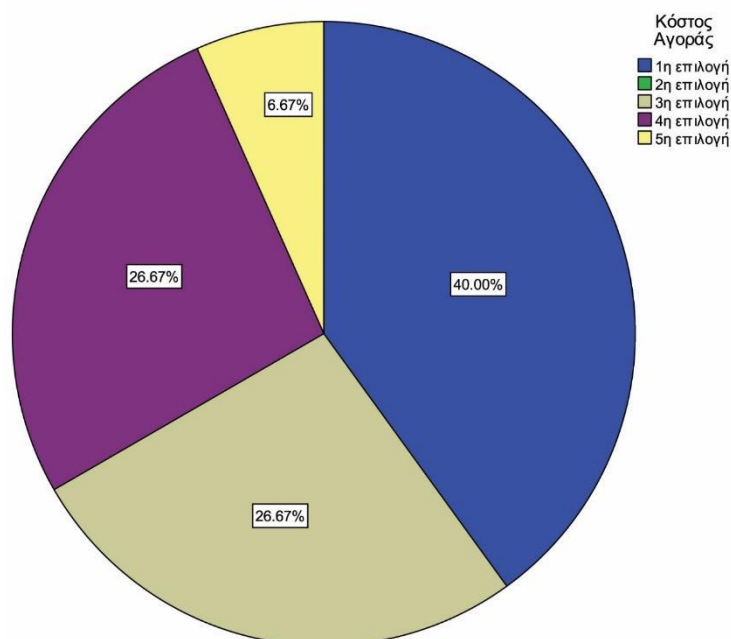
Εικόνα 1. Παρουσίαση της ερώτησης E1 μέσω του google form.

Κόστος Αγοράς

Περισσότερο από το ένα τρίτο του δείγματος (40%) απάντησε ότι κατατάσσει το “Κόστος Αγοράς” στην 1^η επιλογή για τους παράγοντες που θεωρούνται περισσότερο ανασταλτικοί για την αύξηση του αριθμού αυτόματων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης ποιότητας ή/και ποσότητας υδάτων στην χώρα μας. Το “Κόστος Αγοράς” κατατάχθηκε ως 3^η επιλογή και 4^η επιλογή με ποσοστό 26,7% και ως 5^η επιλογή με ποσοστό 6,7% (Πίνακας 1, Εικόνα 2).

Πίνακας 1. E1-Ανάλυση της επιλογής “Κόστος Αγοράς”.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
1η επιλογή	6	40,0	40,0
2η επιλογή	0	0	40,0
3η επιλογή	4	26,7	66,7
4η επιλογή	4	26,7	93,3
5η επιλογή	1	6,7	100,0
Σύνολο	15	100,0	



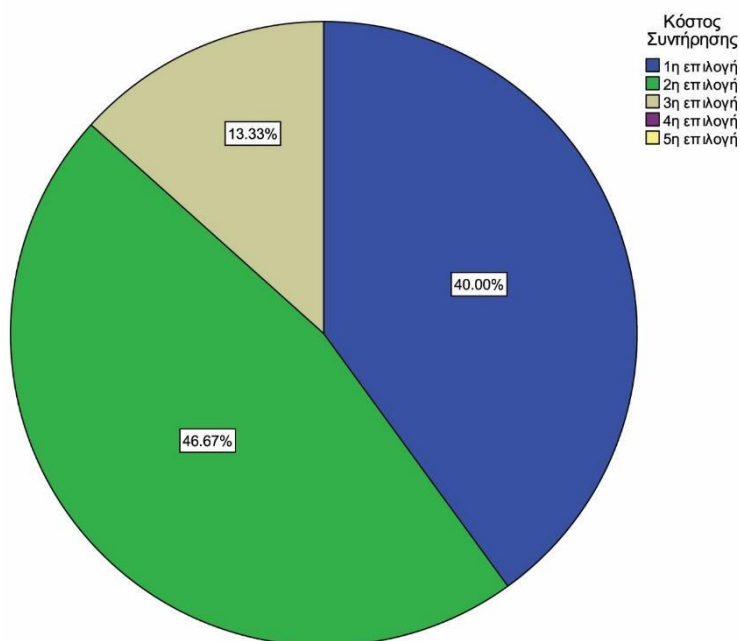
Εικόνα 2. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της προτεραιότητα επιλογής (1-5) του ανασταλτικού παράγοντα “Κόστος Αγοράς”.

Κόστος Συντήρησης

Σχεδόν το ένα δεύτερο του δείγματος (46,7%) απάντησε ότι κατατάσσει το “Κόστος Συντήρησης” στην 2^η επιλογή για τους παράγοντες που θεωρούνται περισσότερο ανασταλτικοί για την αύξηση του αριθμού αυτόματων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης ποιότητας ή/και ποσότητας υδάτων στην χώρα μας. Το “Κόστος Συντήρησης” κατατάχθηκε ως 1^η επιλογή με ποσοστό 40% και ως 3^η επιλογή με ποσοστό 13,3% (Πίνακας 2, Εικόνα 3).

Πίνακας 2. Ε1-Ανάλυση της επιλογής “Κόστος Συντήρησης”.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
1η επιλογή	6	40,0	40,0
2η επιλογή	7	46,7	86,7
3η επιλογή	2	13,3	100,0
4η επιλογή	0	0	100,0
5η επιλογή	0	0	100,0
Σύνολο	15	100,0	



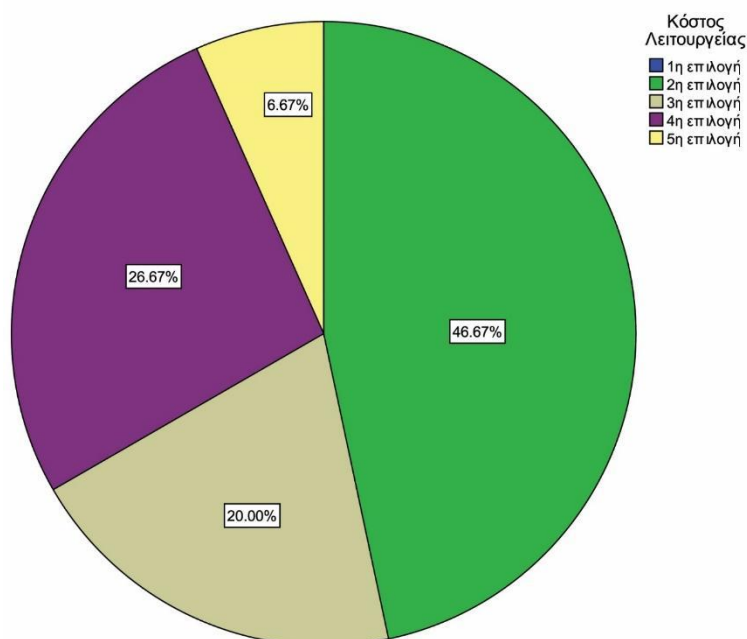
Εικόνα 3. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της προτεραιότητα επιλογής (1-5) του ανασταλτικού παράγοντα “Κόστος Συντήρησης”.

Κόστος Λειτουργίας

Σχεδόν το ένα δεύτερο του δείγματος (46,7%) κατατάσσει το “Κόστος Λειτουργίας” στην 2^η επιλογή για τους παράγοντες που θεωρούνται περισσότερο ανασταλτικοί για την αύξηση του αριθμού αυτόματων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης ποιότητας ή/και ποσότητας υδάτων στην χώρα μας. Το Κόστος Λειτουργίας κατατάχθηκε ως 4^η επιλογή με ποσοστό 26,7%, ως 3^η επιλογή με ποσοστό 20% και ως 5η επιλογή με ποσοστό 6,7% (Πίνακας 3, Εικόνα 4).

Πίνακας 3. Ε1-Ανάλυση της επιλογής “Κόστος Λειτουργίας”.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
1η επιλογή	0	0	0
2η επιλογή	7	46,7	46,7
3η επιλογή	3	20,0	66,7
4η επιλογή	4	26,7	93,3
5η επιλογή	1	6,7	100,0
Σύνολο	15	100,0	



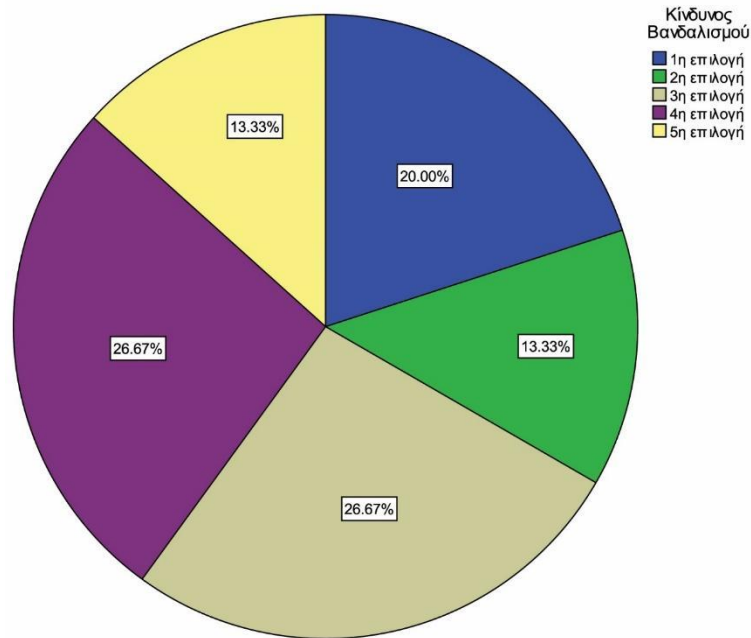
Εικόνα 4. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της προτεραιότητα επιλογής (1-5) του ανασταλτικού παράγοντα “Κόστος Λειτουργίας”.

Κίνδυνος Βανδαλισμού

Οι ερωτηθέντες κατατάσσουν τον “Κίνδυνο Βανδαλισμού” στην 3^η επιλογή και την 4^η επιλογή με ποσοστό 26,7% για τους παράγοντες που θεωρούνται περισσότερο ανασταλτικοί για την αύξηση του αριθμού αυτόματων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης ποιότητας ή/και ποσότητας υδάτων στην χώρα μας. Ο “Κίνδυνος Βανδαλισμού” κατατάχθηκε ως 1^η επιλογή με ποσοστό 20% και ως 2^η επιλογή και 5^η επιλογή με ποσοστό 13,3% (Πίνακας 4, Εικόνα 5).

Πίνακας 4. Ε1-Ανάλυση της επιλογής “Κίνδυνος Βανδαλισμού”.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
1η επιλογή	3	20,0	20,0
2η επιλογή	2	13,3	33,3
3η επιλογή	4	26,7	60,0
4η επιλογή	4	26,7	86,7
5η επιλογή	2	13,3	100,0
Σύνολο	15	100,0	



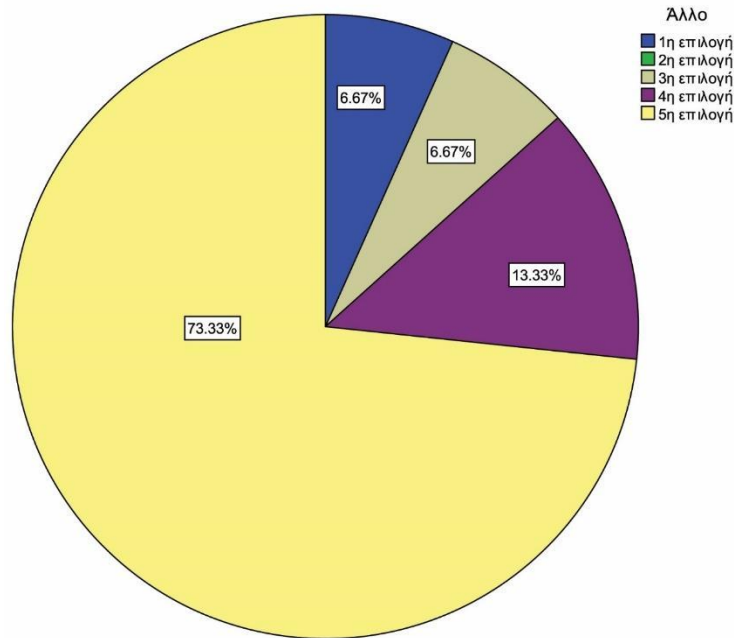
Εικόνα 5. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της προτεραιότητα επιλογής (1-5) του ανασταλτικού παράγοντα “Κίνδυνος Βανδαλισμού”.

Άλλο

Το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος (73,3%) απάντησε ότι κατατάσσει την επιλογή “Άλλο” στην 5^η επιλογή για τους παράγοντες που θεωρούνται περισσότερο ανασταλτικοί για την αύξηση του αριθμού αυτόματων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης ποιότητας ή/και ποσότητας υδάτων στην χώρα μας. Η επιλογή “Άλλο” κατατάχθηκε ως 4^η επιλογή με ποσοστό 13,3% και ως 1^η επιλογή και 3^η επιλογή με ποσοστό 6,7% (Πίνακας 5, Εικόνα 6).

Πίνακας 5. Ε1-Ανάλυση της επιλογής “Άλλο”.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
1η επιλογή	1	6,7	6,7
2η επιλογή	0	0	6,7
3η επιλογή	1	6,7	13,3
4η επιλογή	2	13,3	26,7
5η επιλογή	11	73,3	100,0
Σύνολο	15	100,0	



Εικόνα 6. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της προτεραιότητα επιλογής (1-5) του ανασταλτικού παράγοντα “Άλλο”.

Η επιλογή “Άλλο” προσδιορίστηκε από 8 άτομα παρά το γεγονός ότι ολόκληρο το δείγμα απάντησε στην ερώτηση E2 (N = 15 άτομα). Οι απαντήσεις της επιλογής “Άλλο” είναι:

1. Επεξεργασία-διαχείριση δεδομένων
2. Εκπαίδευσης προσωπικού
3. Συντήρηση (Χρόνος - εκπαίδευση προσωπικού- Τεχνική Υποστήριξη, Καιρικές Συνθήκες
4. Άγνοια χρησιμότητας και τρόπου αξιοποίησης μετρητικών δεδομένων
5. Κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό για τη συλλογή και αξιοποίηση των δεδομένων
6. Τα άτομα που θα είναι υπεύθυνα για την διαχείριση και εποπτεία των σταθμών
7. Απαραίτητη προϋπόθεση που σπάνια πληρούνται, είναι η οργανωμένη υπηρεσία ελέγχου (παρακολούθησης) και τεχνικής υποστήριξης της λειτουργίας των αυτόματων σταθμών.
8. Έλλειψη εμπειρίας από προμηθευτές και χρήστες

4.1.2 Ερώτηση 2 (E2)

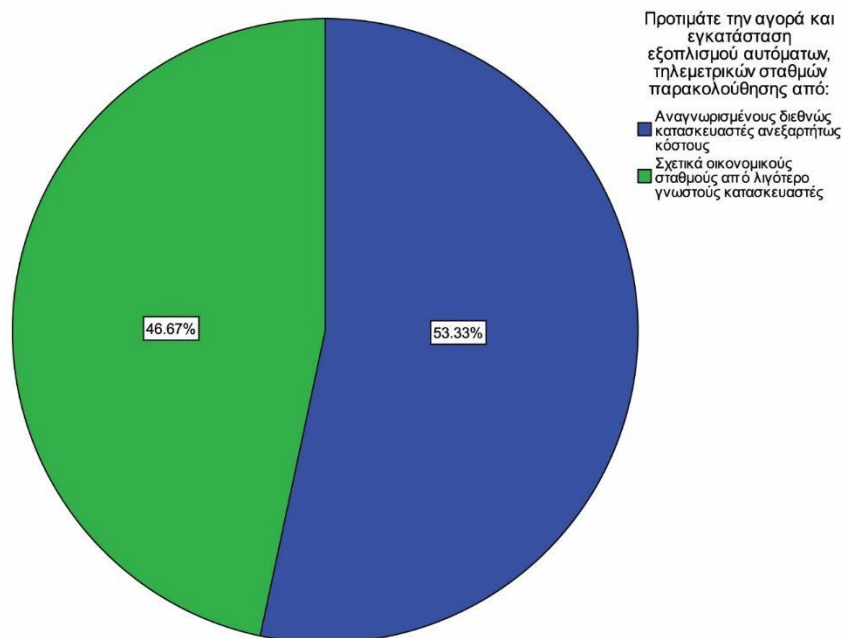
Η ερώτηση 2 (E2) αποσκοπεί στην καταγραφή των προτιμήσεων των ερωτηθέντων σε σχέση με την εγκατάσταση εξοπλισμού, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πολλαπλών επιλογών (Εικόνα 7) και απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα). Σχεδόν το μισό και παραπάνω δείγμα (53,3%) επέλεξε την απάντηση “Αναγνωρισμένους διεθνώς κατασκευαστές ανεξαρτήτως κόστους” και το υπόλοιπο ποσοστό (46,7%) των ερωτηθέντων επέλεξε την απάντηση “Σχετικά οικονομικούς σταθμούς από λιγότερο γνωστούς κατασκευαστές” (Εικόνα 8, Πίνακας 6).

- 2) Προτιμάτε την αγορά και εγκατάσταση εξοπλισμού αυτομάτων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης από: *
- ☐ Αναγνωρισμένους διεθνώς κατασκευαστές ανεξαρτήτως κόστους;
- ☐ Σχετικά οικονομικούς σταθμούς από λιγότερο γνωστούς κατασκευαστές;

Εικόνα 7. Παρουσίαση της ερώτησης E2 μέσω του google form.

Πίνακας 6. E2-Προτίμηση αγοράς και εγκατάστασης εξοπλισμού αυτομάτων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
Αναγνωρισμένους διεθνώς κατασκευαστές ανεξαρτήτως κόστους	8	53,3	53,3
Σχετικά οικονομικούς σταθμούς από λιγότερο γνωστούς κατασκευαστές	7	46,7	100,0
Σύνολο	15	100,0	



Εικόνα 8. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της επιλογής προτίμησης για την αγορά και εγκατάσταση εξοπλισμού αυτομάτων τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης.

4.1.3 Ερώτηση 3 (E3)

Η ερώτηση 3 (E3) αποσκοπεί στην ιεράρχηση των παραγόντων όπου παίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στην επιλογή για προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πλέγματος πολλαπλών επιλογών (Εικόνα 9) και απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα). Τα αποτελέσματα της ερώτησης χωρίζονται στις εξής πέντε (5) υποπεριπτώσεις:

- Μέγεθος σταθμού (έκθεση σε κίνδυνο βανδαλισμού/κλοπής)
- Συχνότητα μεταφοράς δεδομένων
- Ανάγκη για εξωτερική τροφοδοσία (ηλιακό πάνελ)
- Ευκολία τοποθέτησης
- Άλλο

3) Ποιοι από τους παρακάτω παράγοντες παίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στην επιλογή για προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης. (βάλτε τους με σειρά προτεραιότητας) *

	1η επιλογή	2η επιλογή	3η επιλογή	4η επιλογή	5η επιλογή
Μέγεθος σταθμού (έκθεση σε κίνδυνο βανδαλισμού/κλοπής)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Συχνότητα μεταφοράς δεδομένων	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ανάγκη για εξωτερική τροφοδοσία (ηλιακό πάνελ)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ευκολία τοποθέτησης	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Άλλο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Προσδιορίστε την επιλογή άλλο:

Η απάντησή σας

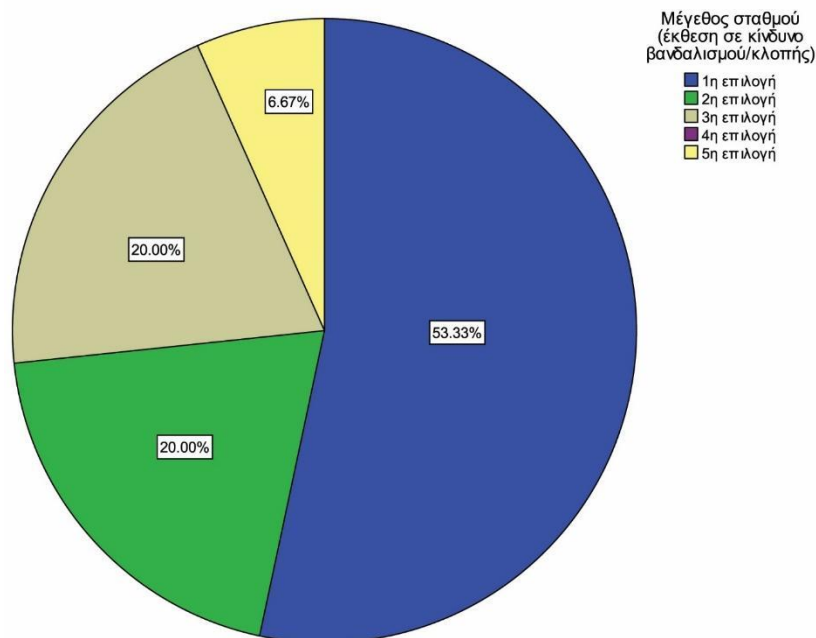
Εικόνα 9. Παρουσίαση της ερώτησης E3 μέσω του google form.

Μέγεθος σταθμού (έκθεση σε κίνδυνο βανδαλισμού/κλοπής)

Περισσότερο από το ένα δεύτερο του δείγματος (53,3%) απάντησε ότι κατατάσσει το “Μέγεθος σταθμού (έκθεση σε κίνδυνο βανδαλισμού/κλοπής)” στην 1^η επιλογή για τους παράγοντες που παίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στην επιλογή για προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης. Το “Μέγεθος σταθμού (έκθεση σε κίνδυνο βανδαλισμού/κλοπής)” κατατάχθηκε ως 2^η επιλογή και 3^η επιλογή με ποσοστό 20% και ως 5^η επιλογή με ποσοστό 6,7% (Πίνακας 7, Εικόνα 10).

Πίνακας 7. E3-Ανάλυση της επιλογής “ Μέγεθος σταθμού (έκθεση σε κίνδυνο βανδαλισμού/κλοπής)”.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
1η επιλογή	8	53,3	53,3
2η επιλογή	3	20,0	73,3
3η επιλογή	3	20,0	93,3
4η επιλογή	0	0	93,3
5η επιλογή	1	6,7	100,0
Σύνολο	15	100,0	



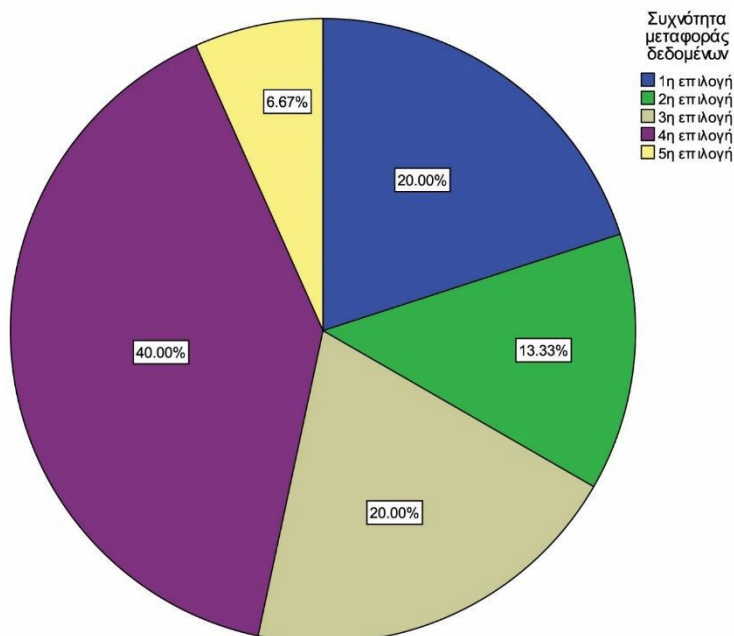
Εικόνα 10. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της προτεραιότητα επιλογής (1-5) του παράγοντα “Μέγεθος σταθμού (έκθεση σε κίνδυνο βανδαλισμού/κλοπής)”.

Συχνότητα μεταφοράς δεδομένων

Περισσότερο από το ένα τρίτο του δείγματος (40%) απάντησε ότι κατατάσσει τη “Συχνότητα μεταφοράς δεδομένων” στην 4^η επιλογή για τους παράγοντες που παίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στην επιλογή για προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης. Η “Συχνότητα μεταφοράς δεδομένων” κατατάχθηκε ως 1^η επιλογή και 3^η επιλογή με ποσοστό 20%, ως 2^η επιλογή με ποσοστό 13,3% και ως 5^η επιλογή με ποσοστό 6,7% (Πίνακας 8, Εικόνα 11).

Πίνακας 8. Ε3-Ανάλυση της επιλογής “Συχνότητα μεταφοράς δεδομένων”.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
1η επιλογή	3	20,0	20,0
2η επιλογή	2	13,3	33,3
3η επιλογή	3	20,0	53,3
4η επιλογή	6	40,0	93,3
5η επιλογή	1	6,7	100,0
Σύνολο	15	100,0	



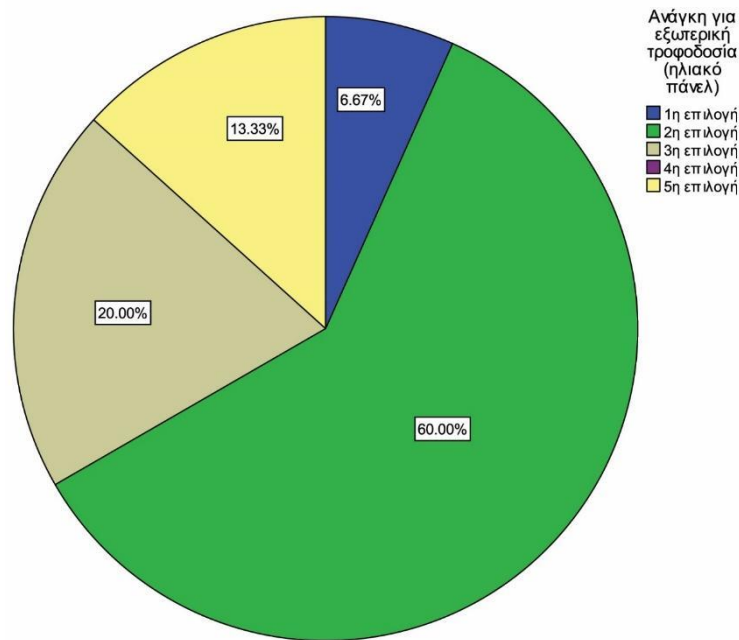
Εικόνα 11. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της προτεραιότητα επιλογής (1-5) του παράγοντα “Συχνότητα μεταφοράς δεδομένων”.

Ανάγκη για εξωτερική τροφοδοσία (ηλιακό πάνελ)

Το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος (60%) απάντησε ότι κατατάσσει την επιλογή “Ανάγκη για εξωτερική τροφοδοσία (ηλιακό πάνελ)” στην 2^η επιλογή για τους παράγοντες που παράγοντες που παίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στην επιλογή για προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης. Η “Ανάγκη για εξωτερική τροφοδοσία (ηλιακό πάνελ)” κατατάχθηκε ως 2^η επιλογή με ποσοστό 20%, ως 5^η επιλογή με ποσοστό 13,3% και ως 1^η επιλογή με ποσοστό 6,7% (Πίνακας 9, Εικόνα 12).

Πίνακας 9. Ε3-Ανάλυση της επιλογής “Ανάγκη για εξωτερική τροφοδοσία (ηλιακό πάνελ)”.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
1η επιλογή	1	6,7	6,7
2η επιλογή	9	60,0	66,7
3η επιλογή	3	20,0	86,7
4η επιλογή	0	0	86,7
5η επιλογή	2	13,3	100,0
Σύνολο	15	100,0	



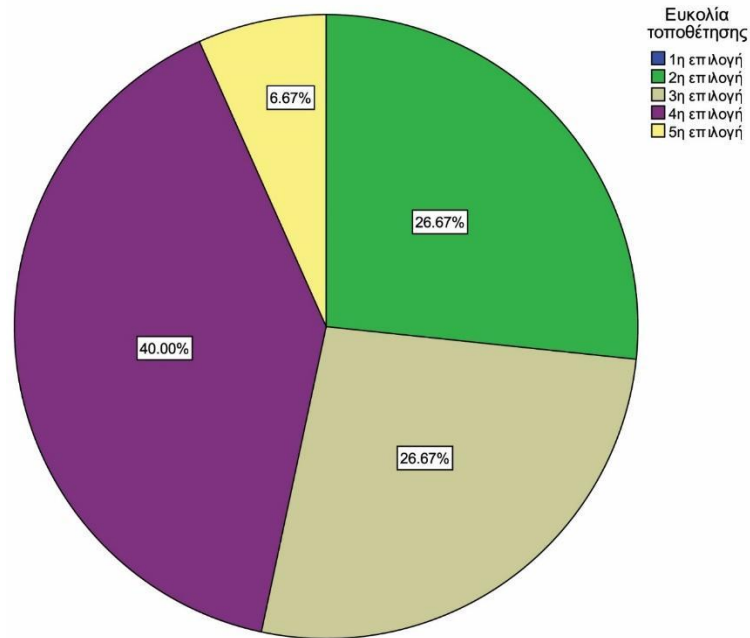
Εικόνα 12. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της προτεραιότητας επιλογής (1-5) του παράγοντα “Ανάγκη για εξωτερική τροφοδοσία (ηλιακό πάνελ)”.

Ευκολία τοποθέτησης

Περισσότερο από το ένα τρίτο του δείγματος (40%) απάντησε ότι κατατάσσει τη “Ευκολία τοποθέτησης” στην 4η επιλογή για τους παράγοντες που παίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στην επιλογή για προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης. Η “Ευκολία τοποθέτησης” κατατάχθηκε ως 2^η επιλογή και 3^η επιλογή με ποσοστό 26,7% και ως 5^η επιλογή με ποσοστό 6,7% (Πίνακας 10, Εικόνα 13).

Πίνακας 10. Ε3-Ανάλυση της επιλογής “Ευκολία τοποθέτησης”.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
1η επιλογή	0	0	0
2η επιλογή	4	26,7	26,7
3η επιλογή	4	26,7	53,3
4η επιλογή	6	40,0	93,3
5η επιλογή	1	6,7	100,0
Σύνολο	15	100,0	



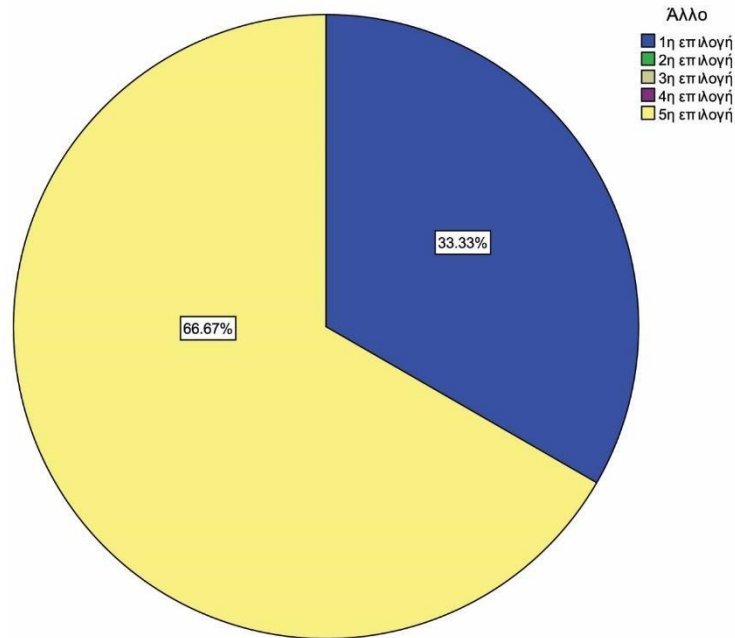
Εικόνα 13. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της προτεραιότητα επιλογής (1-5) του παράγοντα “Ευκολία τοποθέτησης”.

Άλλο

Τα δύο τρίτα του δείγματος (66,7%) κατατάσσουν την επιλογή “Άλλο” στην 5^η επιλογή για τους παράγοντες που παίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στην επιλογή για προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης. Η επιλογή “Άλλο” κατατάχθηκε ως 1^η επιλογή με ποσοστό 33,3% (Πίνακας 11,Εικόνα 14).

Πίνακας 11. Ε3-Ανάλυση της επιλογής “Άλλο”.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
1η επιλογή	5	33,3	33,3
2η επιλογή	0	0	33,3
3η επιλογή	0	0	33,3
4η επιλογή	0	0	33,3
5η επιλογή	10	66,7	100,0
Σύνολο	15	100,0	



Εικόνα 14. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της προτεραιότητα επιλογής (1-5) του παράγοντα “Άλλο”.

Η επιλογή “Άλλο” προσδιορίστηκε από 6 άτομα παρά το γεγονός ότι ολόκληρο το δείγμα απάντησε στην ερώτηση E3 (N = 15 άτομα). Οι απαντήσεις της επιλογής “Άλλο” είναι:

1. Φύλαξη σταθμών
2. Τεχνική Υποστήριξη
3. Αξιοπιστία και αντοχή αισθητήρων και μονάδας διαχείρισης δεδομένων, ευχρηστία περιβάλλοντος απομακρυσμένης αλληλεπίδρασης
4. η επιλογή είναι αποτέλεσμα συνδυασμού του λειτουργικού κόστους, του κόστους συντήρησης, των απαιτούμενων χρόνων επέμβασης για διόρθωση δεδομένων αλλά και των απαιτήσεων από κάποιο σταθμό (ανάλογα με τις μετρούμενες παραμέτρους π.χ. διαφορετική συχνότητα για βροχομετρικά δεδομένα και διαφορετική για δεδομένα υπόγειων υδροφορέων)
5. Η αξιοπιστία λειτουργία
6. Αξιοπιστία μετρήσεων

4.1.4 Ερώτηση 4 (E4)

Η ερώτηση 4 (E4) αποσκοπεί στον καθορισμό των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων που έχουν χρησιμοποιήσει στο παρελθόν οι ερωτηθέντες. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πλαισίων ελέγχου (Εικόνα 15) και απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα). Ο συνολικός αριθμός του δείγματος διαφέρει στην E4 διότι υπάρχει η δυνατότητα να επιλεγεί πάνω από μία απάντηση.

4) Ποιο από τα παρακάτω πρωτόκολλα επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων έχετε χρησιμοποιήσει; *

☐ GSM/GPRS

☐ Wi-Fi

☐ UHF/VHF

☐ LoRaWan

☐ Zigbee

☐ Άλλο: _____

Εικόνα 15. Παρουσίαση της ερώτησης E4 μέσω του google form.

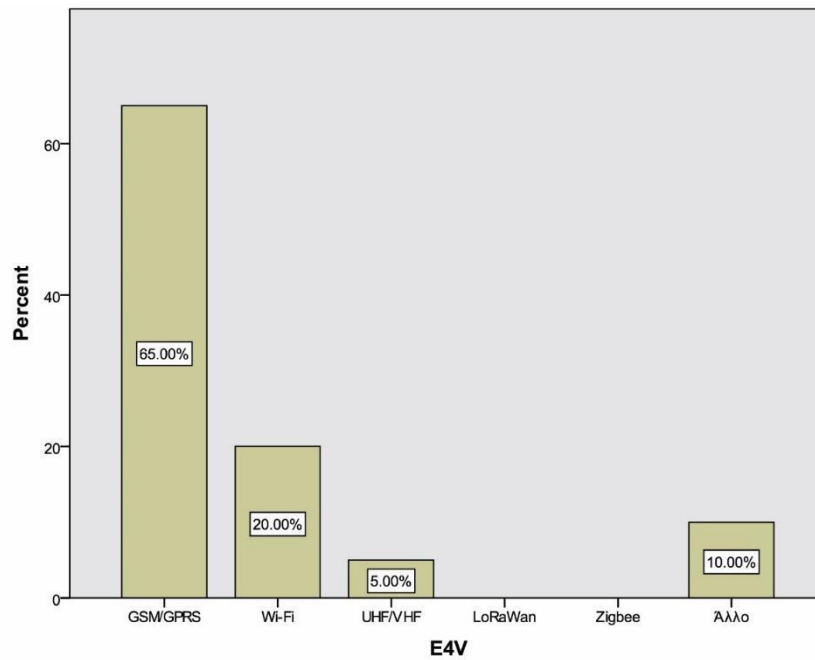
Τα δύο τρίτα του συνολικού δείγματος (65%) απάντησαν ότι έχουν χρησιμοποιήσει τα πρωτόκολλα επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων “GSM/GPRS”. Η επιλογή “GSM/GPRS” συγκέντρωσε 86,7% σε σχέση με την συχνότητα απάντησης προς τον αριθμό των συμμετεχόντων (Ποσοστό ανά απάντηση). Την δεύτερη θέση κατέχει το πρωτόκολλο επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων “Wi-Fi” με ποσοστό 20% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων (26,7% ποσοστό ανα απάντηση). Στην τρίτη θέση είναι το πρωτόκολλο επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων “Άλλο” με ποσοστό 10% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων (13,3% ποσοστό ανα απάντηση). Στην τελευταία θέση κατατάσσεται το πρωτόκολλο επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων “UHF/VHF” με ποσοστό 5% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων (6,7% ποσοστό ανα απάντηση). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα πρωτόκολλα επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων LoRaWan και Zigbee δεν έχουν χρησιμοποιηθεί από τους ερωτηθέντες (Πίνακας 12, Εικόνα 16, Εικόνα 17).

Πίνακας 12. E4-Ανάλυση των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων που έχουν χρησιμοποιηθεί.

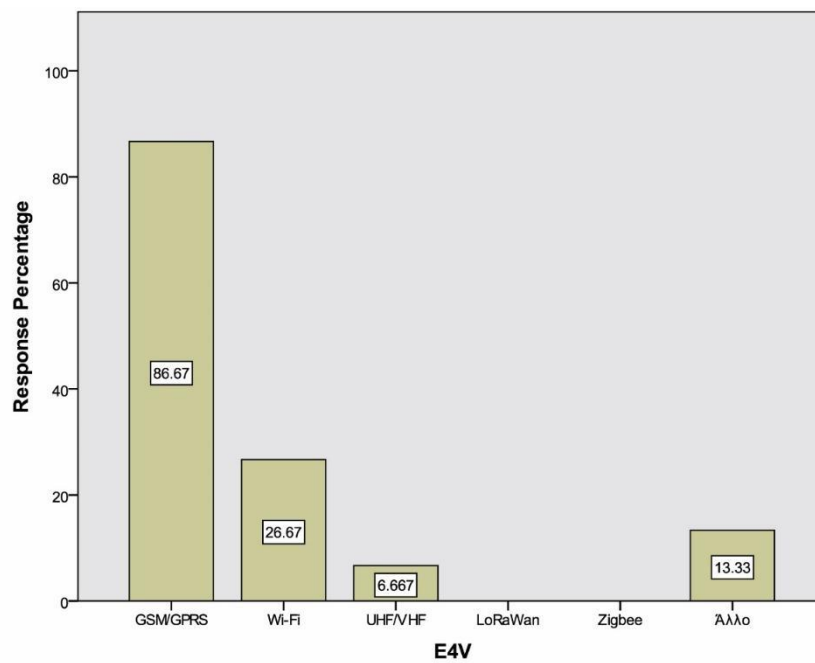
Επιλογές	Συχνότητα (N)	Ποσοστό (%)	Ποσοστό ανά απάντηση (%)
GSM/GPRS	13	65,0	86,7
Wi-Fi	4	20,0	26,7
UHF/VHF	1	5,0	6,7
LoRaWan	0	0	0
Zigbee	0	0	0
Άλλο	2	10,0	13,3
Σύνολο	20	100,0	133,3

Οι απαντήσεις της επιλογής “Άλλο” είναι:

1. Σταθερή τηλεφωνία
2. Δεν έχουμε χρησιμοποιήσει τηλεμετρικούς σταθμούς



Εικόνα 16. Ποσοστό επί τις εκατό (%) του πρωτοκόλλου επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων που έχουν χρησιμοποιηθεί.



Εικόνα 17. Ποσοστό επί τις εκατό (%) ανά απάντηση του πρωτοκόλλου επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων που έχουν χρησιμοποιηθεί.

4.1.5 Ερώτηση 5 (E5)

Η ερώτηση 5 (E5) αποσκοπεί στον καθορισμό των κύριων προβλημάτων των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων που έχουν χρησιμοποιήσει οι ερωτηθέντες. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πλαισίων ελέγχου (Εικόνα 18) και απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα). Ο συνολικός αριθμός του δείγματος διαφέρει στην Ε5 διότι υπάρχει η δυνατότητα να επιλεγθεί πάνω από μία απάντηση.

5) Ποια ήταν τα κύρια προβλήματα των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων που έχετε χρησιμοποιήσει; *

- ☐ Ακριβός εξοπλισμός τηλεμετάδοσης δεδομένων
- ☐ Ενεργοβόρος εξοπλισμός τηλεμετάδοσης δεδομένων
- ☐ Υψηλό κόστος χρήσης
- ☐ Κακή κάλυψη δικτύου
- ☐ Άλλο: _____

Εικόνα 18. Παρουσίαση της ερώτησης E5 μέσω του google form.

Το ένα τέταρτο (25%) του δείγματος επέλεξε την επιλογή “Κακή κάλυψη δικτύου”. Η επιλογή “Κακή κάλυψη δικτύου” συγκέντρωσε 40% σε σχέση με την συχνότητα απάντησης προς τον αριθμό των συμμετεχόντων (Ποσοστό ανά απάντηση). Την δεύτερη θέση κατέχουν τα προβλήματα των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων “Ακριβός εξοπλισμός τηλεμετάδοσης δεδομένων”, ο “Ενεργοβόρος εξοπλισμός τηλεμετάδοσης δεδομένων ” και το “Υψηλό κόστος χρήσης” με ποσοστό 20% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων (33,3% ποσοστό ανα απάντηση). Στην τελευταία θέση κατατάσσεται η επιλογή “Άλλο” με ποσοστό 12,5% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων (20% ποσοστό ανα απάντηση) (Πίνακας 13, Εικόνα 19, Εικόνα 20).

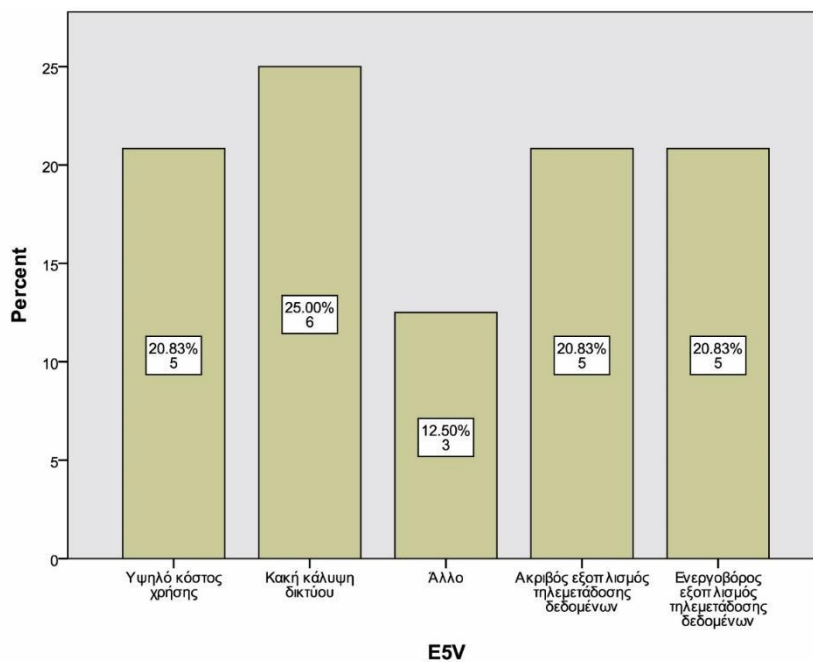
Πίνακας 13. E5-Ανάλυση των κύριων προβλημάτων των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων που έχουν χρησιμοποιηθεί.

Επιλογές	Συχνότητα (N)	Ποσοστό (%)	Ποσοστό ανά απάντηση (%)
Ακριβός εξοπλισμός τηλεμετάδοσης δεδομένων	5	20,8	33,3
Ενεργοβόρος εξοπλισμός τηλεμετάδοσης δεδομένων	5	20,8	33,3
Υψηλό κόστος χρήσης	5	20,8	33,3
Κακή κάλυψη δικτύου	6	25,0	40,0
Άλλο	3	12,5	20,0
Σύνολο	24	100,0	160,0

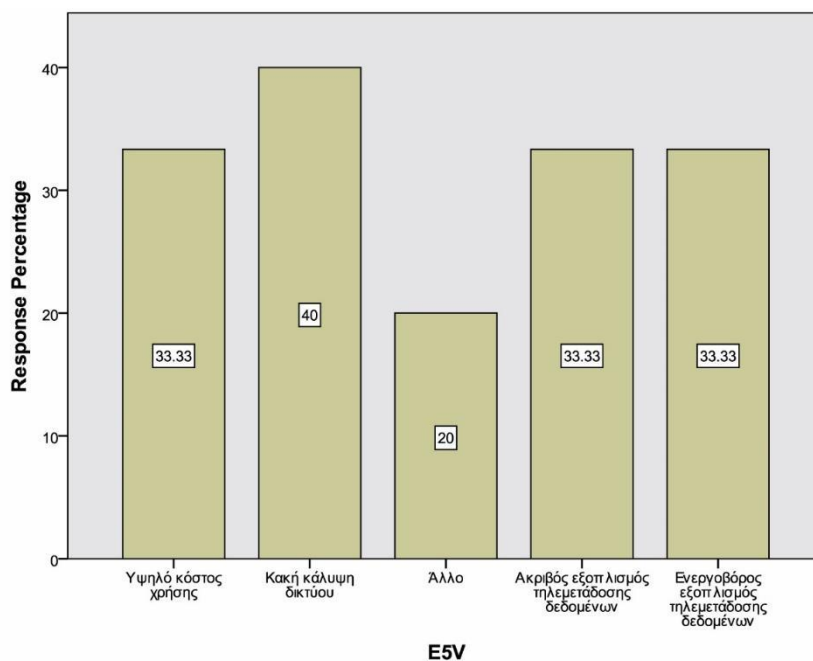
Κάθε απάντηση της επιλογής “Άλλο” είναι ξεχωριστή. Οι απαντήσεις της επιλογής “Άλλο” είναι:

1. Δεν έχουμε χρησιμοποιήσει τηλεμετρικούς σταθμούς

2. Στην περίπτωση των απομακρυσμένων σταθμών, δεν υπήρχε κάλυψη δικτύου οπότε θα έπρεπε να εγκατασταθούν ενδιάμεσοι αναμεταδότες, αυξάνοντας έτσι κατά πολύ το κόστος εγκατάστασης
3. Δεν υπήρξαν προβλήματα μετάδοσης των δεδομένων



Εικόνα 19. Ποσοστό επί τις εκατό (%) των κύριων προβλημάτων των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων που έχουν χρησιμοποιηθεί.



Εικόνα 20. Ποσοστό επί τις εκατό (%) ανά απάντηση των κύριων προβλημάτων των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων που έχουν χρησιμοποιηθεί.

4.1.6 Ερώτηση 6 (E6)

Ο στόχος της Ερώτησης 6 (Ε6) είναι να καταγραφεί ποιο είναι το επιθυμητό χρονικό βήμα για τους αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πολλαπλών επιλογών (Εικόνα 21) και απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα).

6) Στους αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης θα επιθυμούσατε : *

- ☐ σταθερό χρονικό βήμα μέτρησης - όσο το δυνατόν συχνότερη μέτρηση χρονικά (π.χ. 15 λεπτά)
- ☐ ή χρονικά μεταβαλλόμενο ανάλογα με την τάση των μετρήσεων (πιο συχνές μετρήσεις όταν υπάρχει ανοδική/ καθοδική τάση π.χ. 1 λεπτό και πιο αραιές όταν δεν υπάρχουν σημαντικές μεταβολές π.χ. 1 ώρα)
- ☐ Άλλο: _____

Εικόνα 21. Παρουσίαση της ερώτησης Ε6 μέσω του google form.

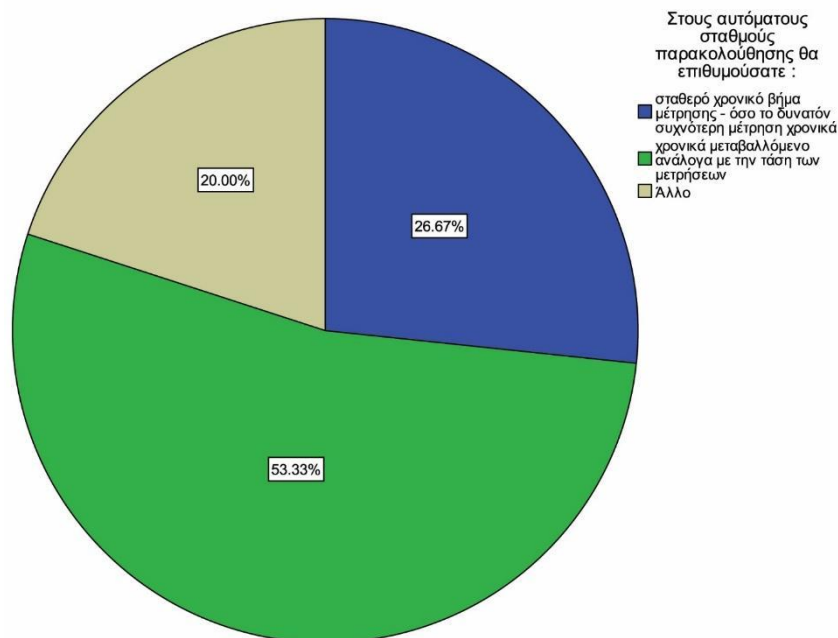
Σχεδόν το ένα δεύτερο του δείγματος (53,3%) απάντησε ότι επιθυμεί ο σταθμός μέτρησης να έχει χρονικό βήμα “ Χρονικά μεταβαλλόμενο ανάλογα με την τάση των μετρήσεων (πιο συχνές μετρήσεις όταν υπάρχει ανοδική/ καθοδική τάση π.χ. 1 λεπτό και πιο αραιές όταν δεν υπάρχουν σημαντικές μεταβολές π.χ. 1 ώρα)”. Η επιλογή “Σταθερό χρονικό βήμα μέτρησης - όσο το δυνατόν συχνότερη μέτρηση χρονικά (π.χ. 15 λεπτά)” συγκέντρωσε ποσοστό 26,7%, καθώς και η επιλογή “Άλλο” συγκέντρωσε ποσοστό 20% (Πίνακας 14, Εικόνα 22).

Πίνακας 14. Ε6-Ανάλυση των επιλογών προτίμησης επιθυμητού βήματος μέτρησης (Σταθερό / Χρονικά μεταβαλλόμενο / Άλλο) για τους αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
Σταθερό χρονικό βήμα μέτρησης - όσο το δυνατόν συχνότερη μέτρηση χρονικά (π.χ. 15 λεπτά)	4	26,7	26,7
Χρονικά μεταβαλλόμενο ανάλογα με την τάση των μετρήσεων (πιο συχνές μετρήσεις όταν υπάρχει ανοδική/ καθοδική τάση π.χ. 1 λεπτό και πιο αραιές όταν δεν υπάρχουν σημαντικές μεταβολές π.χ. 1 ώρα)	8	53,3	80,0
Άλλο	3	20,0	100,0
Σύνολο	15	100,0	

Κάθε απάντηση της επιλογής “Άλλο” είναι ξεχωριστή. Οι απαντήσεις της επιλογής “Άλλο” είναι:

1. Χρονικά μεταβαλλόμενο ως άνω επιλογή, με δυνατότητα λήψης πολλαπλών μετρήσεων και ολοκλήρωσή τους για απόδοση μιας τελικής τιμής, κύρια για "δύσκολες" ή περιορισμένης αξιοπιστίας μετρήσεις
2. Εξαρτάται από την παράμετρο, π.χ. για υπόγειους υδροφορείς δεν είναι απαραίτητη η μεγάλη συχνότητα μέτρησης σε αντίθεση με του μετεωρολογικούς που είναι χρήσιμη η ανά 10 λεπτά
3. Να είναι ρυθμιζόμενο και με τις δύο παραπάνω επιλογές από τον ίδιο τον χρήστη



Εικόνα 22. Ποσοστό επί τις εκατό (%) των επιλογών προτίμησης του επιθυμητού βήματος μέτρησης (Σταθερό / Χρονικά μεταβαλλόμενο / Άλλο) για τους αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης.

4.1.7 Ερώτηση 7 (E7)

Η Ερώτηση 7 (E7) συσχετίζει το κόστος απόκτησης με το κόστος λειτουργίας των αυτόματων σταθμών παρακολούθησης. Οι προτεινόμενες επιλογές είναι: 1.Υψηλού κόστους απόκτησης και χαμηλού κόστους λειτουργίας, 2.Χαμηλού κόστους απόκτησης και υψηλού κόστους λειτουργίας. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πολλαπλών επιλογών (Εικόνα 23) και απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα).

7) Ποια από τις παρακάτω λύσεις για την προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης θα επιλέγατε: *

- ☐ Υψηλού κόστους απόκτησης και χαμηλού κόστους λειτουργίας
- ☐ Χαμηλού κόστους απόκτησης και υψηλού κόστους λειτουργίας

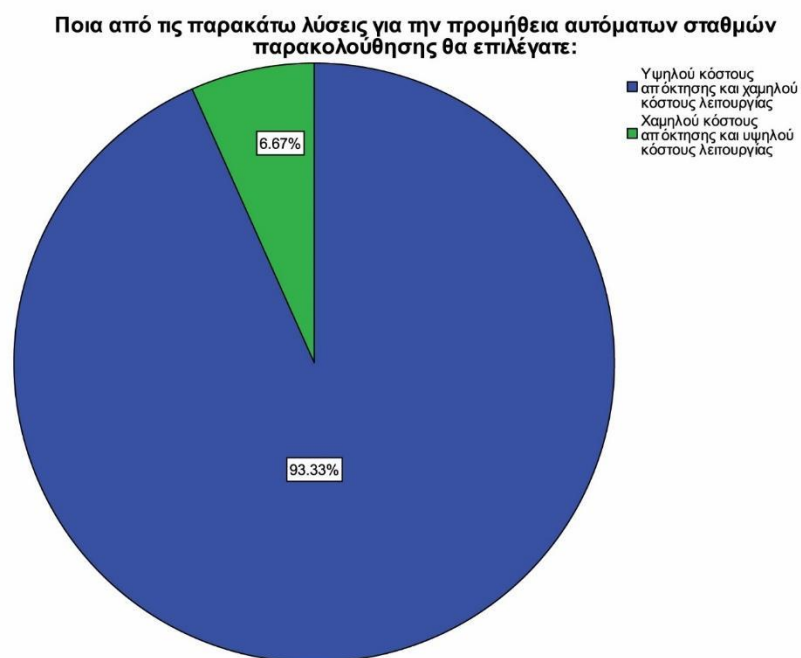
Εικόνα 23. Παρουσίαση της ερώτησης E7 μέσω του google form.

Η συντριπτική πλειοψηφία του δείγματος (ποσοστό 93,3%) απάντησε ότι επιθυμεί την λύση προμήθειας αυτόματων σταθμών παρακολούθησης “Υψηλού κόστους απόκτησης και χαμηλού κόστους λειτουργίας”. Μόνο ένας συμμετέχον (ποσοστό 6,7%) επέλεξε τους σταθμούς παρακολούθησης “Χαμηλού κόστους απόκτησης και υψηλού κόστους λειτουργίας” (Πίνακας 15, Εικόνα 24).

Πίνακας 15. E7-Ανάλυση των επιλογών κόστους απόκτησης και κόστους λειτουργίας των αυτόματων σταθμών παρακολούθησης.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
Υψηλού κόστους απόκτησης και χαμηλού κόστους λειτουργίας	14	93,3	93,3

Χαμηλού κόστους απόκτησης και υψηλού κόστους λειτουργίας	1	6,7	100,0
Σύνολο	15	100,0	



Εικόνα 24. Ποσοστό επί τις εκατό (%) των επιλογών κόστους απόκτησης και κόστους λειτουργίας των αυτόματων σταθμών παρακολούθησης.

4.1.8 Ερώτηση 8Α (E8A)

Η Ερώτηση 8Α (E8A) συσχετίζει το μέγεθος του σταθμού με την αυτονομία του σταθμού, την συχνότητα καταγραφής των μετρήσεων και την τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων. Οι προτεινόμενες επιλογές είναι: 1) Μεγάλου μεγέθους σταθμός με πάνελ που εξασφαλίζει μεγάλη ενεργειακή αυτονομία, μισάωρες μετρήσεις και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων κάθε τρίωρο, 2) Μικρού μεγέθους σταθμό χωρίς πάνελ (ή με πολύ μικρό πάνελ) ο οποίος θα έχει μεταβαλλόμενη συχνότητα καταγραφής μετρήσεων (μεγαλύτερη ή ίση με ωριαία) και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων σε τακτά χρονικά διαστήματα, με αύξηση της συχνότητας αποστολής όταν υπάρχει αξιόλογη μεταβολή στη μέτρηση. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πολλαπλών επιλογών (Εικόνα 25) και απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα).

8.A) Ποιόν από τους κάτωθι αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης θα προτιμούσατε: *

- ☐ Μεγάλου μεγέθους σταθμός με πάνελ που εξασφαλίζει μεγάλη ενεργειακή αυτονομία, μισάωρες μετρήσεις και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων κάθε τρίωρο.
- ☐ Μικρού μεγέθους σταθμό χωρίς πάνελ (ή με πολύ μικρό πάνελ) ο οποίος θα έχει μεταβαλλόμενη συχνότητα καταγραφής μετρήσεων (μεγαλύτερη ή ίση με ωριαία) και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων σε τακτά χρονικά διαστήματα, με αύξηση της συχνότητας αποστολής όταν υπάρχει αξιόλογη μεταβολή στη μέτρηση

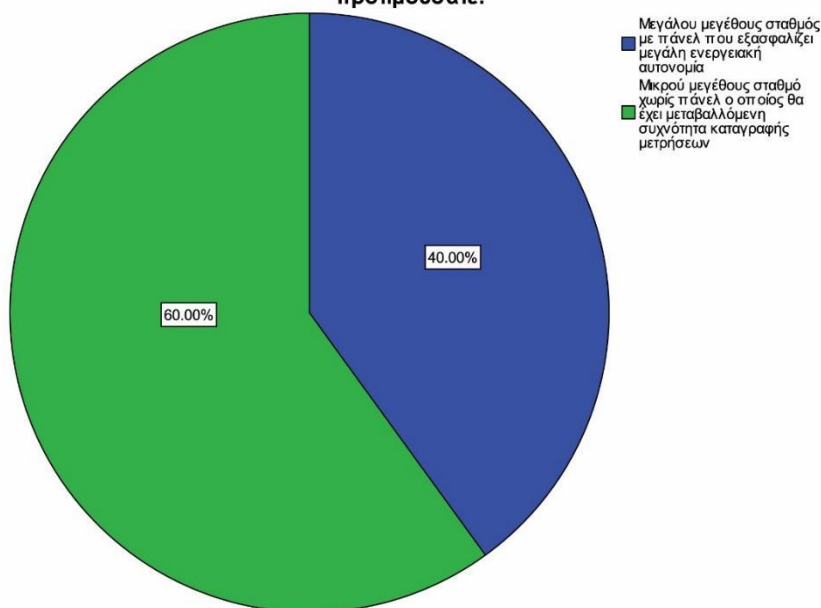
Εικόνα 25. Παρουσίαση της ερώτησης E8A μέσω του google form.

Το μεγαλύτερο ποσοστό (ποσοστό 60%) του δείγματος απάντησε ότι επιθυμεί την λύση απόκτησης αυτόματων σταθμών παρακολούθησης “Μεγάλου μεγέθους σταθμός με πάνελ που εξασφαλίζει μεγάλη ενεργειακή αυτονομία, μισάωρες μετρήσεις και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων κάθε τρίωρο”. Το υπόλοιπο δείγμα (ποσοστό 40%) επέλεξε την λύση απόκτησης αυτόματων σταθμών παρακολούθησης “Μικρού μεγέθους σταθμό χωρίς πάνελ (ή με πολύ μικρό πάνελ) ο οποίος θα έχει μεταβαλλόμενη συχνότητα καταγραφής μετρήσεων (μεγαλύτερη ή ίση με ωριαία) και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων σε τακτά χρονικά διαστήματα, με αύξηση της συχνότητας αποστολής όταν υπάρχει αξιόλογη μεταβολή στη μέτρηση” (Πίνακας 16, Εικόνα 26).

Πίνακας 16. E8A-Ανάλυση των επιλογών προτίμησης για τους αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
Μεγάλου μεγέθους σταθμός με πάνελ που εξασφαλίζει μεγάλη ενεργειακή αυτονομία, μισάωρες μετρήσεις και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων κάθε τρίωρο.	6	40,0	40,0
Μικρού μεγέθους σταθμό χωρίς πάνελ (ή με πολύ μικρό πάνελ) ο οποίος θα έχει μεταβαλλόμενη συχνότητα καταγραφής μετρήσεων (μεγαλύτερη ή ίση με ωριαία) και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων σε τακτά χρονικά διαστήματα, με αύξηση της συχνότητας αποστολής όταν υπάρχει αξιόλογη μεταβολή στη μέτρηση	9	60,0	100,0
Σύνολο	15	100,0	

8Α. Ποιόν από τους κάτωθι αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης θα προτιμούσατε:



Εικόνα 26. Ποσοστό επί τις εκατό (%) των επιλογών προτίμησης (8Α) για τους αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης.

4.1.9 Ερώτηση 8B (E8B)

Η Ερώτηση 8B (E8B) συσχετίζει το κόστος αγοράς του αυτόματου σταθμού παρακολούθησης με την συχνότητα των απαραίτητων επιτόπιων επισκέψεων. Οι προτεινόμενες επιλογές είναι: 1) Ακριβό στην αγορά σταθμό ο οποίος θα απαιτεί σχετικά αραιές επιτόπιες επισκέψεις για καθάρισμα και καλιμπράρισμα (πχ κάθε 6μηνο), 2) Φθηνό στην αγορά σταθμό ο οποίος θα απαιτεί σχετικά συχνές επιτόπιες επισκέψεις για καθάρισμα και καλιμπράρισμα (πχ κάθε 3μηνο). Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πολλαπλών επιλογών (Εικόνα 27) και απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα).

8.B) Ποιόν από τους κάτωθι αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης θα προτιμούσατε: *

- ☒ Ακριβό στην αγορά σταθμό ο οποίος θα απαιτεί σχετικά αραιές επιτόπιες επισκέψεις για καθάρισμα και καλιμπράρισμα (πχ κάθε 6μηνο)
- ☐ Φθηνό στην αγορά σταθμό ο οποίος θα απαιτεί σχετικά συχνές επιτόπιες επισκέψεις για καθάρισμα και καλιμπράρισμα (πχ κάθε 3μηνο)

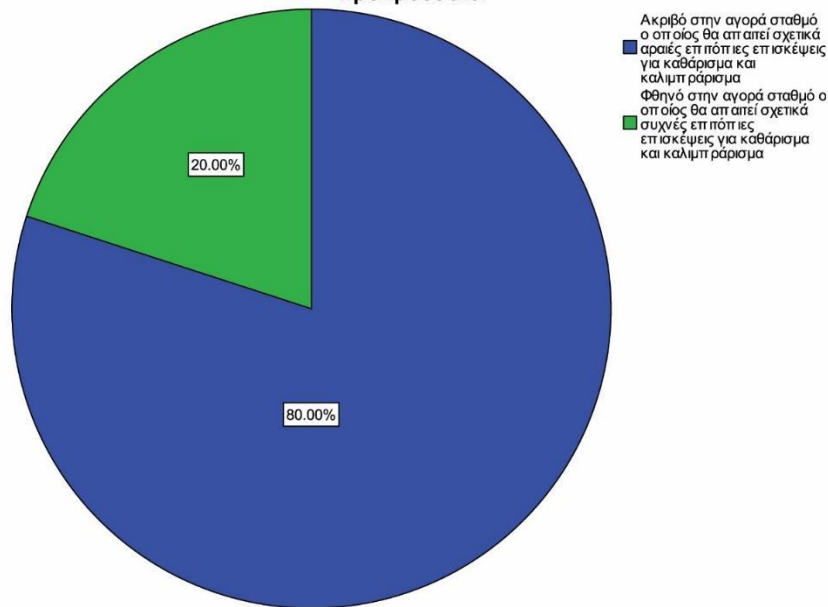
Εικόνα 27. Παρουσίαση της ερώτησης E8B μέσω του google form.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος (ποσοστό 80%) απάντησε ότι επιθυμεί “Ακριβό στην αγορά σταθμό ο οποίος θα απαιτεί σχετικά αραιές επιτόπιες επισκέψεις για καθάρισμα και καλιμπράρισμα (πχ κάθε 6μηνο), ”. Το υπόλοιπο ποσοστό (ποσοστό 20%) επέλεξε “Φθηνό στην αγορά σταθμό ο οποίος θα απαιτεί σχετικά συχνές επιτόπιες επισκέψεις για καθάρισμα και καλιμπράρισμα (πχ κάθε 3μηνο).” (Πίνακας 17, Εικόνα 28).

Πίνακας 17. E8B-Ανάλυση των επιλογών προτίμησης για τους αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
Ακριβό στην αγορά σταθμό ο οποίος θα απαιτεί σχετικά αραιές επιτόπιες επισκέψεις για καθάρισμα και καλιμπράρισμα (πχ κάθε 6μηνο)	12	80,0	80,0
Φθηνό στην αγορά σταθμό ο οποίος θα απαιτεί σχετικά συχνές επιτόπιες επισκέψεις για καθάρισμα και καλιμπράρισμα (πχ κάθε 3μηνο)	3	20,0	100,0
Σύνολο	15	100,0	

8B. Ποιόν από τους κάτωθι αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης θα προτιμούσατε:



Εικόνα 28. Ποσοστό επί τις εκατό (%) των επιλογών προτίμησης (8Α) για τους αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης.

4.1.10 Ερώτηση 9 (E9)

Η Ερώτηση 9 (E9) στοχεύει στην διερεύνηση του μέγιστου αποδεκτού κόστους για έναν αυτόματο μετρητικό σταθμό όπου μπορεί να μετρήσει Στάθμη, pH, Θερμοκρασία νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πολλαπλών επιλογών (Εικόνα 29) και απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα). Η επιλογή “Έως....” προσδιορίζεται με επιπρόσθετη καταγραφή του επιθυμητού κόστους.

9) Ποιο θεωρείτε ότι είναι το μέγιστο αποδεκτό κόστος για έναν αυτόματο μετρητικό σταθμό όπου μπορεί να μετρήσει Στάθμη, pH, Θερμοκρασία νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα? *

- ☐ 0-2000 €
- ☐ 2000-4000 €
- ☐ Έως.....

Σε περίπτωση της επιλογής έως, προτείνετε το μέγιστο αποδεκτό κόστος:

Η απάντησή σας

Εικόνα 29. Παρουσίαση της ερώτησης E9 μέσω του google form.

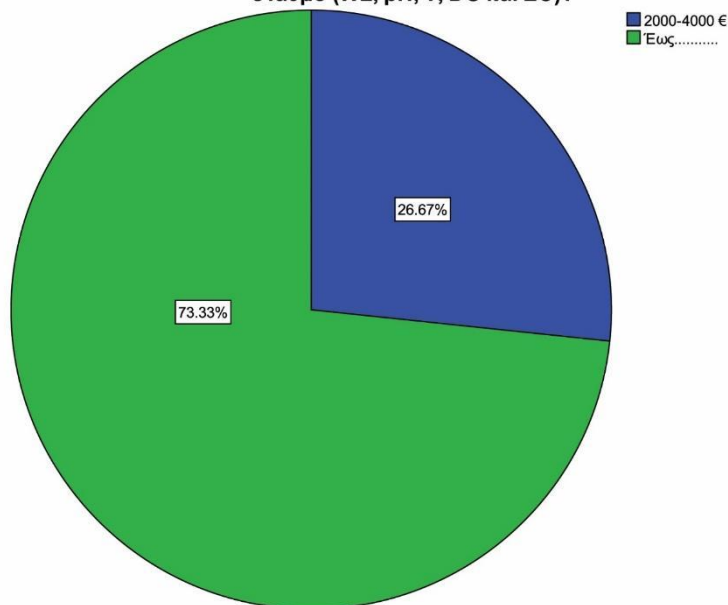
Το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος (ποσοστό 73,3%) διάλεξε την επιλογή “Έως....” ώστε να ορίσει το μέγιστο αποδεκτό κόστος για έναν αυτόματο μετρητικό σταθμό όπου μπορεί να

μετρήσει Στάθμη, pH, Θερμοκρασίας νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα. Το υπόλοιπο ποσοστό (ποσοστό 26,7%) επέλεξε “2000-4000 €” (Πίνακας 18, Εικόνα 30).

Πίνακας 18. Ε9-Ανάλυση των επιλογών για το ποιο θεωρείται ότι είναι το μέγιστο αποδεκτός κόστος για έναν αυτόματο μετρητικό σταθμό όπου μπορεί να μετρήσει Στάθμη, pH, Θερμοκρασίας νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
0-2000 €	0	0	0
2000-4000 €	4	26,7	26,7
Έως.....	11	73,3	100,0
Σύνολο	15	100,0	

Ποιο θεωρείτε ότι είναι το μέγιστο αποδεκτό κόστος για έναν αυτόματο μετρητικό σταθμό (WL, pH, T, DO και EC)?

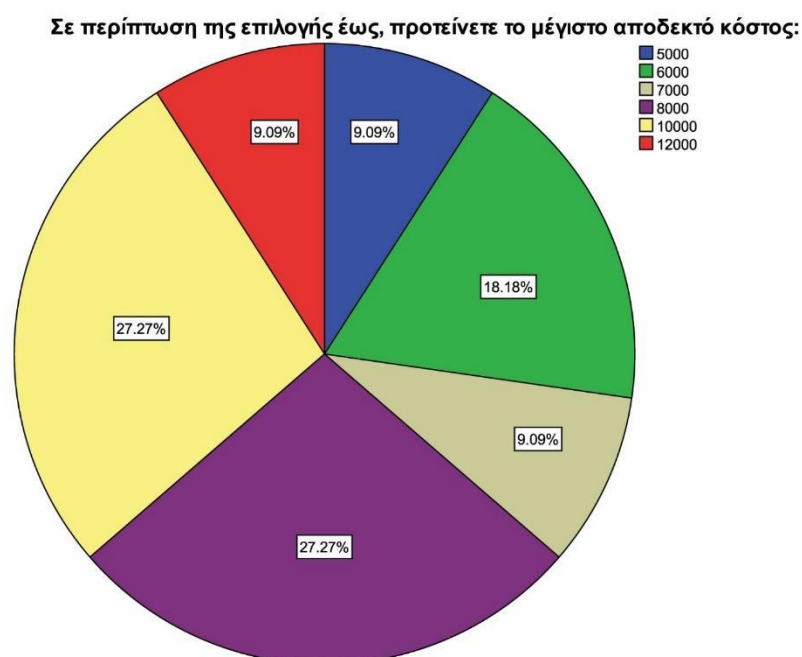


Εικόνα 30. Ποσοστό επί τις εκατό (%) των επιλογών προτίμησης για το ποιο θεωρείται ότι είναι το μέγιστο αποδεκτός κόστος για έναν αυτόματο μετρητικό σταθμό όπου μπορεί να μετρήσει Στάθμη, pH, Θερμοκρασίας νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα.

Η επιλογή “Έως....” συγκέντρωσε 11 απαντήσεις από το συνολικό δείγμα των 15 ατόμων. Το μεγαλύτερο ποσοστό στο σύνολο των απαντήσεων (N= 15) συγκέντρωσαν οι τιμές “8000€” και “10000€” με ποσοστό 20% (ποσοστό 27,3% ανά επιλογή απάντησης). Η τιμή “6000€” συγκέντρωσε ποσοστό 13,3% (ποσοστό 18,2% ανά επιλογή απάντησης) και οι τιμές “5000€”, “7000€” και “12000€” συγκέντρωσαν ποσοστό 6,7% (ποσοστό 9,1% ανά επιλογή απάντησης) (Πίνακας 19, Εικόνα 31).

Πίνακας 19. Ε9-Ανάλυση της επιλογής “Έως...” για το ποιο θεωρείται ότι είναι το μέγιστο αποδεκτός κόστος για έναν αυτόματο μετρητικό σταθμό όπου μπορεί να μετρήσει Στάθμη, pH, Θερμοκρασίας νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Έγκυρο Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
5000	1	6,7	9,1	9,1
6000	2	13,3	18,2	27,3
7000	1	6,7	9,1	36,4
8000	3	20,0	27,3	63,6
10000	3	20,0	27,3	90,9
12000	1	6,7	9,1	100,0
Σύνολο	11	73,3	100,0	
Υπόλοιπο απαντήσεων	4	26,7		
Σύνολο	15	100,0		



Εικόνα 31. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της επιλογής “Έως...” για το ποιο θεωρείται ότι είναι το μέγιστο αποδεκτός κόστος για έναν αυτόματο μετρητικό σταθμό όπου μπορεί να μετρήσει Στάθμη, pH, Θερμοκρασίας νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα.

4.1.11 Ερώτηση 10 (E10)

Η Ερώτηση 10 (E10) στοχεύει στην διερεύνηση της επάρκειας ή όχι των παραμέτρων που προτείνεται να μετράει ο αυτόματος μετρητικός σταθμός (Στάθμη, pH, Θερμοκρασίας νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα). Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή πολλαπλών επιλογών (Εικόνα 32) και απάντησαν όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα (15 άτομα). Η επιλογή “Όχι” προσδιορίζεται με επιπρόσθετη καταγραφή των προτεινόμενων παραμέτρων.

10) Συμφωνείτε με τις κάτωθι παραμέτρους που προτείνεται να μετράει ο αυτόματος μετρητικός σταθμός? – Στάθμη, pH, Θερμοκρασία νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα *

☐ ΝΑΙ

☐ ΟΧΙ

Αν όχι, προτείνετε επιπρόσθετες παραμέτρους που επιθυμείτε να μετράει ο σταθμός.Επιπρόσθετες παράμετροι:

Η απάντησή σας

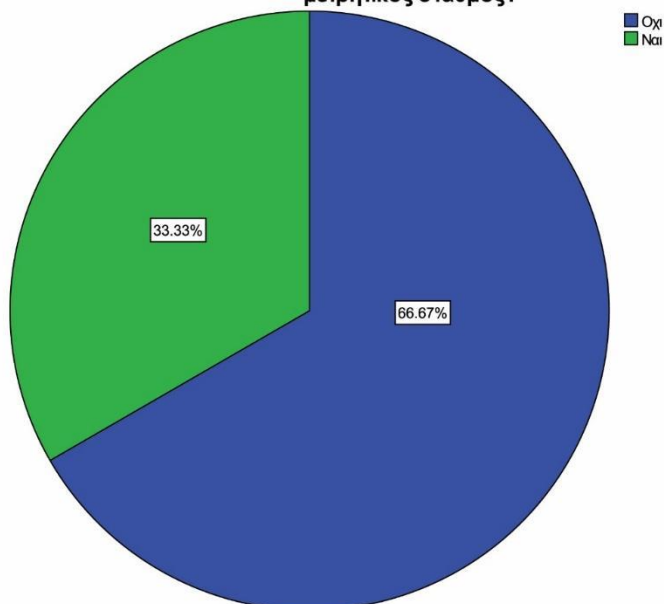
Εικόνα 32. Παρουσίαση της ερώτησης E10 μέσω του google form.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος (ποσοστό 66,7%) διάλεξε την επιλογή “ΟΧΙ” ώστε να ορίσει τις επιπρόσθετες παραμέτρους που επιθυμεί να μετράει αυτόματος μετρητικός σταθμός. Το υπόλοιπο ποσοστό (ποσοστό 33,3%) επέλεξε “ΝΑΙ” (Πίνακας 20, Εικόνα 30).

Πίνακας 20. E10-Συμφωνείτε με τις κάτωθι παραμέτρους που προτείνεται να μετράει ο αυτόματος μετρητικός σταθμός? – Στάθμη, pH, Θερμοκρασία νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα.

Επιλογές	Συχνότητα (n)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
Όχι	10	66,7	66,7
Ναι	5	33,3	100,0
Σύνολο	15	100,0	

Συμφωνείτε με τις κάτωθι παραμέτρους που προτείνεται να μετράει ο αυτόματος μετρητικός σταθμός?



Εικόνα 33. Ποσοστό επί τις εκατό (%) της συμφωνίας των ερωτηθέντων για τις προτεινόμενες παραμέτρους για αυτόματο μετρητικό σταθμό.

Οι επιπρόσθετες απαντήσεις της επιλογής “ΟΧΙ” είναι:

1. Ίσως και Chla
2. Ολικά Αιωρούμενα στερεά, Νιτρικά
3. Αλατότητα, αιωρούμενα σωματίδια, συγκέντρωση χλωροφύλλης
4. Θερμοκρασία σε διαφορετικά βάθη, ταχύτητα νερού, θολερότητα
5. Δυναμικό οξειδοαναγωγής, Θολερότητα
6. Νιτρικά, Θολότητα, Χλωροφύλλη, κυανοβακτήρια
7. Θολερότητα, νιτρικά σε επιλεγμένες τουλάχιστον θέσεις με οπτικό τρόπο (όπως και το οξυγόνο). Ενδεχομένως μετρήσεις σε περισσότερα του ενός βάθη σε περίπτωση λιμνών με στρωματώσεις
8. Εξαρτάται από το υδάτινο σύστημα. Άλλες παραμέτρους χρειάζεται να μετρούνται σε υπόγειο υδροφορέα, άλλο σε ποτάμι και άλλο σε λίμνη. Π.χ. η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου δεν συνεισφέρει στην παρακολούθηση των υπογείων υδάτων
9. Θολερότητα, νιτρικά, θα ήταν χρήσιμες.
10. Θολότητα, οργανική ύλη (πχ SAC254, TOC)

Οι επιπρόσθετες απαντήσεις της επιλογής “ΟΧΙ” έχουν συχνότητα επανεμφάνισης:

- η θολερότητα (n= 6 / ποσοστό 40% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων).
- η χλωροφύλλη (n= 3 / ποσοστό 20% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων).
- τα αιωρούμενα σωματίδια (n= 2 / ποσοστό 13,3% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων).
- η αλατότητα (n= 1 / ποσοστό 6,7% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων).
- η θερμοκρασία σε διαφορετικά βάθη (n= 1 / ποσοστό 6,7% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων).
- η ταχύτητα νερού (n= 1 / ποσοστό 6,7% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων).
- το δυναμικό οξειδοαναγωγής (n= 1 / ποσοστό 6,7% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων).
- τα κυανοβακτήρια (n= 1 / ποσοστό 6,7% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων).
- η οργανική ύλη (πχ SAC254, TOC) (n= 1 / ποσοστό 6,7% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων).

4.1.12 Ερώτηση 11 (E11)

Η Ερώτηση 11 (E11) στοχεύει στο να εντοπιστούν ποιες άλλες ελλείψεις-προβλήματα έχουν εντοπίσει-βιώσει οι ερωτηθέντες στον τομέα της παρακολούθησης περιβαλλοντικών παραμέτρων? Συγκεκριμένα οι ερωτηθέντες έπρεπε να απαντήσουν στα εξής: 1) Αναφέρετε έλλειψη-πρόβλημα, 2) Πιθανή αιτία, 3) Ενέργειες αντιμετώπισης. Η ερώτηση σχεδιάστηκε σε μορφή απάντησης με παράγραφο (Εικόνα 34) και ο μέγιστος αριθμός του δείγματος ανήλθε στο 10 (σύνολο 15 άτομα). Συγκεκριμένα, στην καταγραφή “Αναφέρετε έλλειψη-πρόβλημα” απάντησαν 10 άτομα (66,7% ως προς το συνολικό δείγμα), στην καταγραφή “Πιθανή αιτία”

απάντησαν 7 άτομα (46,7% ως προς το συνολικό δείγμα), στην καταγραφή “Ενέργειες αντιμετώπισης” απάντησαν 8 άτομα (53,3% ως προς το συνολικό δείγμα).

11) Ποιες άλλες ελλείψεις-προβλήματα έχετε εντοπίσει-βιώσει στον τομέα της παρακολούθησης περιβαλλοντικών παραμέτρων? Πού πιστεύετε ότι οφείλονται, και ποιες ενέργειες προτείνετε για την αντιμετώπισή τους?

Αναφέρετε έλλειψη-πρόβλημα

Η απάντησή σας

Πιθανή αιτία

Η απάντησή σας

Ενέργειες αντιμετώπισης

Η απάντησή σας

Εικόνα 34. Παρουσίαση της ερώτησης E11 μέσω του google form.

Οι απαντήσεις της καταγραφής “Αναφέρετε έλλειψη-πρόβλημα” είναι:

1. Να υπάρχει η δυνατότητα αυτόματου reset του τηλεμετρικού σταθμού ώστε να μη χρειάζεται η επιτόπου επίσκεψη
2. Διαφορετικές μέθοδοι μέτρησης και ανάλυσης δειγμάτων από διαφορετικούς φορείς που οδηγούν σε αδυναμία ενοποίησης των αποτελεσμάτων σε περιφερειακό επίπεδο π.χ. λεκάνης απορροής
3. Ανάγκη για συχνή αντικατάσταση των αισθητήρων
4. 1)Υπαρξη μεμονωμένων σταθμών μικρής κάλυψης ενός υδατικού συστήματος, 2) Μη σύνδεση των σταθμών μέτρησης φυσικοχημικών παραμέτρων με άλλες παραμέτρους από άλλους σταθμούς εγκατεστημένους στην ίδια περιοχή σε μια ενιαία πλατφόρμα 3)Μη πρόσβαση σε μετρήσεις άλλων σταθμών 4)Εγκατάλειψη της συντήρησης και λειτουργίας ενός σταθμού με το πέρας του προγράμματος χρηματοδότησης της εγκατάστασής του
5. Πολύ συχνές επιτόπιες επισκέψεις για καθάρισμα και καλιμπράρισμα (κάθε 15 ημέρες κατά περιόδους).
6. 1)Μη αξιόπιστα αποτελέσματα δεδομένων 2) Έλλειψη δικτύωσης και ανταλλαγής δεδομένων
7. Έλλειψη συνεχών χρονοσειρών, αξιόπιστων μετρήσεων, χωρικής κάλυψης της χώρας, κάλυψης θέσεων σε σχέση με υφιστάμενες πιέσεις, διαθεσιμότητα δεδομένων, τεκμηρίωση θέσεων/δεδομένων
8. Βανδαλισμός 2. Οικονομική αδυναμία συντήρησης/αποκατάστασης 3. Αδιαφορία από τους αρμόδιους κρατικούς φορείς
9. Κυρίως τα προβλήματα εντοπίζονται στον συντονισμό των φορέων που σχετίζονται με την παρακολούθηση και στην καταχώρηση των δεδομένων
10. Το σύστημα παρακολούθησης, γενικά, δεν είναι αποδοτικό, παρά την περιορισμένη έστω ύπαρξη σταθμών

Οι απαντήσεις της καταγραφής “ Πιθανή αιτία ” είναι:

1. Δυσμενείς συνθήκες στο θαλάσσιο περιβάλλον
2. 1)Μη αντιμετώπιση του προβλήματος με σοβαρή και υπεύθυνη στάση από εμπλεκόμενους φορείς, 2) Μη χρήση συμπληρωματικών δεδομένων (π.χ. δωρεάν τηλεπισκοπικές εικόνες Sentinel, Landsat)
3. Υψηλή παραγωγικότητα (algal bloom), κατάληψη εσωτερικά του θαλάμου προστασίας των ηλεκτροδίων κατά την αναπαραγωγική περίοδο από δίθυρα και αυγά ψαριών.
4. 1)Ευαισθησία - ακρίβεια οργάνων, καιρικές συνθήκες, αποστάσεις κλπ 2)Απουσία συνεργασίας ύπαρξης δικτύου.
5. Έλλειψη προϋπολογισμού για συντήρηση/λειτουργία σταθμών, έλλειψη οργάνων και προσωπικού εκτέλεσης μετρήσεων (συμβατική παρακολούθηση), τυχαία επιλογή θέσεων, πλημμελής γνώση μεθοδολογιών εκτέλεσης μετρήσεων, έλλειψη θεσμικού πλαισίου διάχυσης δεδομένων, έλλειψη "κουλτούρας" διάχυσης δεδομένων
6. Η μη ύπαρξη ενός συντονιστικού οργάνου - υπηρεσίας
7. Η ανάπτυξη του δικτύου συχνά δεν γίνεται βάσει μελέτης τόσο των απαιτήσεων, όσο και των δυνατοτήτων για υποστήριξη της λειτουργίας του δικτύου και για αξιοποίηση των συλλεγομένων πληροφοριών.

Οι απαντήσεις της καταγραφής “Ενέργειες αντιμετώπισης” είναι:

1. Προμήθεια ανθεκτικότερων οργάνων ή προσαρμοσμένων καλύτερα στις συγκεκριμένες συνθήκες
2. Δημιουργία μητρώου σταθμών και οργάνων, ένταξη σε δίκτυο παλαιών σταθμών (όπου αυτό δύναται), αξιοποίηση όλων των ιστορικών δεδομένων, ψηφιοποίηση καταλόγων με μετρήσεις, χρήση δωρεάν δορυφορικών δεδομένων και βαθμονόμηση με τις μετρήσεις σταθμών, χρήση δημόσιων υπηρεσιών και φορέων για τη συντήρηση των σταθμών, αξιοποίηση των ερευνητικών ιδρυμάτων για δημιουργία εφαρμογών διάχυσης των μετρήσεων των σταθμών σε όλους τους εμπλεκόμενους εταίρους και την τοπική κοινωνία
3. Ίσως ενός μεταλλικού τύπου πλέγματος με πολύ μικρό άνοιγμα ματιού.
4. 1) Αξιόπιστα μηχανήματα μέτρησης, μείωση κόστους συντήρησης, Ανάπτυξη τεχνογνωσίας στην Ελλάδα κλπ 2) Δημιουργία δικτύου και συνεργασία φορέων που παίρνουν μετρήσεις
5. Ορθή και τεκμηριωμένη σχεδίαση, εξασφάλιση κονδυλίων λειτουργίας και συντήρησης ΠΡΙΝ την προμήθεια και εγκατάσταση, εκπαίδευση προσωπικού, κατάρτιση πρωτοκόλλων διαχείρισης σταθμών και δεδομένων
6. Πρόβλεψη οικονομικών πόρων για την αποκατάσταση της λειτουργίας. Δημιουργία κρατικού φορέα με κύρια αρμοδιότητα τη λειτουργία του δικτύου και τη συγκέντρωση/επεξεργασία/διάθεση των δεδομένων
7. Να συσταθεί σε επίπεδο τμήματος ή διεύθυνσης στο Υπουργείο Περιβάλλοντος αρμόδια υπηρεσία για τον συντονισμό των φορέων (πανεπιστημίων, δημοσίων υπηρεσιών, ερευνητικών κέντρων) που σχετίζονται με την παρακολούθηση των υδάτων και με ευθύνη της νέας υπηρεσίας να συγκεντρώνονται και να παρέχονται σε συγκεκριμένο ιστοχώρο όλα τα δεδομένα σε "ανοιχτή" μορφή.
8. Μεγαλύτερη έμφαση στον ανθρώπινο παράγοντα, ποσοτικά και ποιοτικά, παρά στην αγορά οργάνων. Ίδρυση και οικονομική στήριξη κατάλληλα οργανωμένων υπηρεσιών υποστήριξης των δικτύων και αξιοποίησης των πληροφοριών τους.

4.2. Συμπεράσματα Ερωτηματολογίου

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από κάθε ερώτηση ξεχωριστά είναι:

1. Το “Κόστος Αγοράς” και το “Κόστος Συντήρησης” (40% - 1^η επιλογή) παίζουν τον σημαντικότερο ρόλο ως ανασταλτικοί παράγοντες για την αύξηση του αριθμού αυτόματων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης ποιότητας/ή και ποσότητας υδάτων στην χώρα μας. Στην δεύτερη επιλογή (2^η επιλογή) κατατάσσονται το “Κόστος Συντήρησης” και το “Κόστος Λειτουργίας” με ποσοστό 46,7%. Στην τρίτη και την τέταρτη επιλογή (3^η επιλογή & 4^η επιλογή) δεν υπάρχει ξεκάθαρο αποτέλεσμα μιας και οι απαντήσεις έχουν το ίδιο ή περίπου το ίδιο ποσοστό για αρκετούς παράγοντες όπως το “Κόστος Αγοράς”, το “Κόστος Λειτουργίας” και ο “Κίνδυνος Βανδαλισμού”. Τέλος, η επιλογή “Άλλο” ήταν η 5^η επιλογή με ποσοστό 73,3%. Λόγω του ελεύθερου προσδιορισμού της επιλογής “Άλλο” και της ανομοιομορφίας των απαντήσεων δεν ήταν εφικτή η ομαδοποίηση τους. Το γενικό συμπέρασμα από τις απαντήσεις της επιλογής “Άλλο” είναι ότι λειτουργεί ως ανασταλτικός παράγοντας το μη εκπαιδευμένο προσωπικό (απαίτηση για εκπαιδευμένο προσωπικό) και η μη παροχή τεχνικής υποστήριξης (απαίτηση για παροχή κατάλληλης τεχνικής υποστήριξης).
2. Αν και το μεγαλύτερο ποσοστό (53,3%) των ερωτηθέντων επέλεξε τους “Αναγνωρισμένους διεθνώς κατασκευαστές ανεξαρτήτως κόστους” και το υπόλοιπο ποσοστό (46,7%) επέλεξε τους “Σχετικά οικονομικούς σταθμούς από λιγότερο γνωστούς κατασκευαστές” δεν υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στα ποσοστά των απαντήσεων (διαφορά 6,6%). Συνεπώς, δεν μπορεί να βγει ξεκάθαρο συμπέρασμα για την συγκεκριμένη ερώτηση.
3. Το “Μέγεθος σταθμού (έκθεση σε κίνδυνο βανδαλισμού/κλοπής)” (53,3% - 1^η επιλογή) παίζει τον σημαντικότερο ρόλο στην επιλογή για προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης. Στην δεύτερη επιλογή (2^η επιλογή) κατατάσσεται η “Ανάγκη για εξωτερική τροφοδοσία (ηλιακό πάνελ)” με ποσοστό 60%. Στην τρίτη επιλογή (3^η επιλογή) υπερέχει ο παράγοντας “Ευκολία τοποθέτησης” με ποσοστό 26,7% και ακολουθούν οι παράγοντες “Μέγεθος σταθμού (έκθεση σε κίνδυνο βανδαλισμού/κλοπής)”, “Συχνότητα μεταφοράς δεδομένων” και “Ανάγκη για εξωτερική τροφοδοσία (ηλιακό πάνελ)” με ποσοστό 20%. Στην τέταρτη επιλογή (4^η επιλογή) υπάρχει ισοψηφία με ποσοστό 40% του παράγοντας “Συχνότητα μεταφοράς δεδομένων” με την “Ευκολία τοποθέτησης”. Τέλος, η επιλογή “Άλλο” ήταν η 5^η επιλογή με ποσοστό 66,7%. Λόγω του ελεύθερου προσδιορισμού της επιλογής “Άλλο” και της ανομοιομορφίας των απαντήσεων δεν ήταν εφικτή η ομαδοποίηση τους. Το γενικό συμπέρασμα από τις απαντήσεις της επιλογής “Άλλο” είναι ότι παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή για προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης η αξιοπιστία των μετρήσεων, η αξιόπιστη λειτουργία του σταθμού-τεχνική υποστήριξη καθώς και η φύλαξη του.
4. Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων που έχουν χρησιμοποιήσει οι ερωτηθέντες είναι κυρίως το “GSM/GPRS” (65%). Η επιλογή “GSM/GPRS” συγκέντρωσε 86,7% σε σχέση με την συχνότητα απάντησης προς τον αριθμό των συμμετεχόντων (Ποσοστό ανά απάντηση). Στην δεύτερη θέση κατατάσσεται το πρωτόκολλο επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων “Wi-Fi” με ποσοστό 20% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων (26,7% ποσοστό ανα απάντηση). Στην Τρίτη θέση υπάρχει ισοβαθμία της επιλογής “UHF/VHF” και των επιμέρους επιλογών “Άλλο” με ποσοστό 5% (Επιλογή “Άλλο”: 1.Σταθερή τηλεφωνία, 2.Δεν έχουμε χρησιμοποιήσει

τηλεμετρικούς σταθμούς). Συνεπώς, το επικρατέστερο πρωτόκολλο επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων είναι το “GSM/GPRS” και ακολουθεί το “Wi-Fi” με αρκετά μικρότερο ποσοστό.

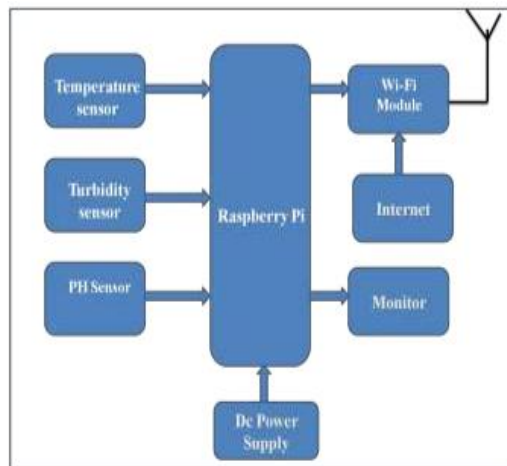
5. Παρά το γεγονός ότι η επικρατέστερη επιλογή (25% στο σύνολο απαντήσεων / 40% ποσοστό ανα απάντηση) στα κύρια προβλήματα των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων είναι η επιλογή “Κακή κάλυψη δικτύου” δεν υπάρχει ουσιαστικά μεγάλη διαφορά από τις επόμενες επιλογές του δείγματος όπου είναι ο “Ακριβός εξοπλισμός τηλεμετάδοσης δεδομένων”, ο “Ενεργοβόρος εξοπλισμός τηλεμετάδοσης δεδομένων” και το “Υψηλό κόστος χρήσης” (20,8% στο σύνολο απαντήσεων / 33,3% ποσοστό ανα απάντηση). Συνεπώς, δεν υπάρχει εμφανή διαφορά ανάμεσα στα κύρια προβλήματα των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων εκτός από την επιλογή “Άλλο” όπου είχε μικρό ποσοστό και 3 μοναδικές απαντήσεις.
6. Το μεγαλύτερο ποσοστό (53,3%) των ερωτηθέντων επιθυμεί οι αυτόματοι σταθμοί παρακολούθησης να έχουν χρονικό βήμα “Χρονικά μεταβαλλόμενο ανάλογα με την τάση των μετρήσεων (πιο συχνές μετρήσεις όταν υπάρχει ανοδική/ καθοδική τάση π.χ. 1 λεπτό και πιο αραιές όταν δεν υπάρχουν σημαντικές μεταβολές π.χ. 1 ώρα)”. Η επιλογή “Σταθερό χρονικό βήμα μέτρησης - όσο το δυνατόν συχνότερη μέτρηση χρονικά (π.χ. 15 λεπτά)” συγκέντρωσε ποσοστό 26,7% με την επιλογή “Άλλο” να ακολουθεί με ποσοστό 20%. Συνεπώς, προτείνετε το χρονικό βήμα να είναι “Χρονικά μεταβαλλόμενο ανάλογα με την τάση των μετρήσεων (πιο συχνές μετρήσεις όταν υπάρχει ανοδική/ καθοδική τάση π.χ. 1 λεπτό και πιο αραιές όταν δεν υπάρχουν σημαντικές μεταβολές π.χ. 1 ώρα)”.
7. Για την προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης σχεδόν το σύνολο του δείγματος (93,3%) απάντησε ότι επιθυμεί σταθμούς “Υψηλού κόστους απόκτησης και χαμηλού κόστους λειτουργίας”. Συνεπώς, προτείνετε η χρήση σταθμών παρακολούθησης “Υψηλού κόστους απόκτησης και χαμηλού κόστους λειτουργίας”.
8. Α. Για την προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος (60%) επιθυμεί αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης “Μεγάλου μεγέθους σταθμός με πάνελ που εξασφαλίζει μεγάλη ενεργειακή αυτονομία, μισάωρες μετρήσεις και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων κάθε τρίωρο”. Το υπόλοιπο δείγμα (ποσοστό 40%) επέλεξε την λύση απόκτησης αυτόματων σταθμών παρακολούθησης “Μικρού μεγέθους σταθμό χωρίς πάνελ (ή με πολύ μικρό πάνελ) ο οποίος θα έχει μεταβαλλόμενη συχνότητα καταγραφής μετρήσεων (μεγαλύτερη ή ίση με ωριαία) και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων σε τακτά χρονικά διαστήματα, με αύξηση της συχνότητας αποστολής όταν υπάρχει αξιόλογη μεταβολή στη μέτρηση”. Συνεπώς, συστήνεται η χρήση σταθμού παρακολούθησης μεγάλου μεγέθους με πάνελ που εξασφαλίζει μεγάλη ενεργειακή αυτονομία, μισάωρες μετρήσεις και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων κάθε τρίωρο.
8. Β. Για την προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης σχεδόν το σύνολο του δείγματος (80%) απάντησε ότι επιθυμεί “Ακριβό στην αγορά σταθμό ο οποίος θα απαιτεί σχετικά αραιές επιτόπιες επισκέψεις για καθάρισμα και καλιμπράρισμα (πχ κάθε 6μηνο)”. Συνεπώς, προτείνετε η χρήση σταθμού παρακολούθησης όπου είναι ακριβός στην αγορά και απαιτεί σχετικά αραιές επιτόπιες επισκέψεις για καθάρισμα και καλιμπράρισμα (πχ κάθε 6μηνο).
9. Σύμφωνα με την ανάλυση όλων των διακριτών απαντήσεων καθώς και των επιμέρους πρόσθετων τιμών στην επιλογής “Έως...”, το 26,7% του συνολικού δείγματος επέλεξε το εύρος τιμών “2000-4000 €”, οι τιμές “8000€” και “10000€” επιλέχθηκαν με ποσοστό 20% η κάθε μία, η τιμή “6000€” επιλέχθηκε με ποσοστό 13,3%, οι τιμές “5000€”, “7000€” και

“12000€”επιλέχθηκαν με ποσοστό 6,7% η κάθε μία. Όλοι οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι το μέγιστο αποδεκτό κόστος είναι πάνω από 2000€ και σε περίπτωση μιας τυπικής ομαδοποίησης με εύρος 2000€ θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι κλάσεις “6000€ – 8000€” και “8000€ - 10000€” είναι η επικρατέστερες με ποσοστό 40% η κάθε μία. Συνεπώς, θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε ότι το μέγιστο αποδεκτό κόστος κυμαίνεται από 6000€ - 10000€.

10. Σύμφωνα με την ανάλυση όλων των διακριτών απαντήσεων καθώς και των επιμέρους επιπρόσθετων απαντήσεων της επιλογής “ΟΧΙ”, το 33,3% του συνολικού δείγματος επέλεξε ότι συμφωνεί με τις προτεινόμενες παραμέτρους (“ΝΑΙ”), το 40% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων επιθυμεί να εισαχθεί η παράμετρος “Θολερότητα”, το 20% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων επιθυμεί να εισαχθεί η παράμετρος “χλωροφύλλη”, καθώς και το 13,3% ως προς τον συνολικό αριθμό των απαντήσεων επιθυμεί να εισαχθεί η παράμετρος “αιωρούμενα σωματίδια”. Συνεπώς, προτείνεται η διερεύνηση αναβάθμισης του προτεινόμενου αυτόματου σταθμού παρακολούθησης με προσθήκη της παραμέτρου “Θολερότητα” και ίσως σε δεύτερο φάση των παραμέτρων “χλωροφύλλη” και “αιωρούμενα σωματίδια”.
11. Η τάση που επικρατεί στις απαντήσεις της καταγραφής “Αναφέρετε έλλειψη-πρόβλημα” είναι η έλλειψη δικτύωσης-συντονισμού και ανταλλαγής δεδομένων, η οικονομική αδυναμία για την συντήρηση του σταθμού, και η συχνή επιτόπια επίσκεψη για διάφορους λόγους όπως της επανεκκίνησης του σταθμού, αντικατάσταση ή καθαρίσμα των αισθητήρων. Η τάση που επικρατεί στις απαντήσεις της καταγραφής “Πιθανή αιτία” είναι οι δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες, τοποθέτηση δικτύου παρακολούθησης χωρίς εμπεριστατωμένη μελέτη χωροθέτησης δικτύου αυτόματων σταθμών παρακολούθησης, απουσία συνεργασίας και συντονιστικού οργάνου. Η τάση που επικρατεί στις απαντήσεις της καταγραφής “Ενέργειες αντιμετώπισης” είναι η δημιουργία αρμόδιου φορέα ή κατάλληλος συντονισμός φορέων για την ορθότερη και εξολοκλήρου διαχείριση των δεδομένων που συλλέγονται από τους σταθμούς. Επιπλέον, αρκετά σημαντικός είναι ο παράγοντας της οικονομικής εξασφάλισης της λειτουργίας των σταθμών εις το διηνεκές.

4.3. Συμπεράσματα από διεθνή βιβλιογραφία

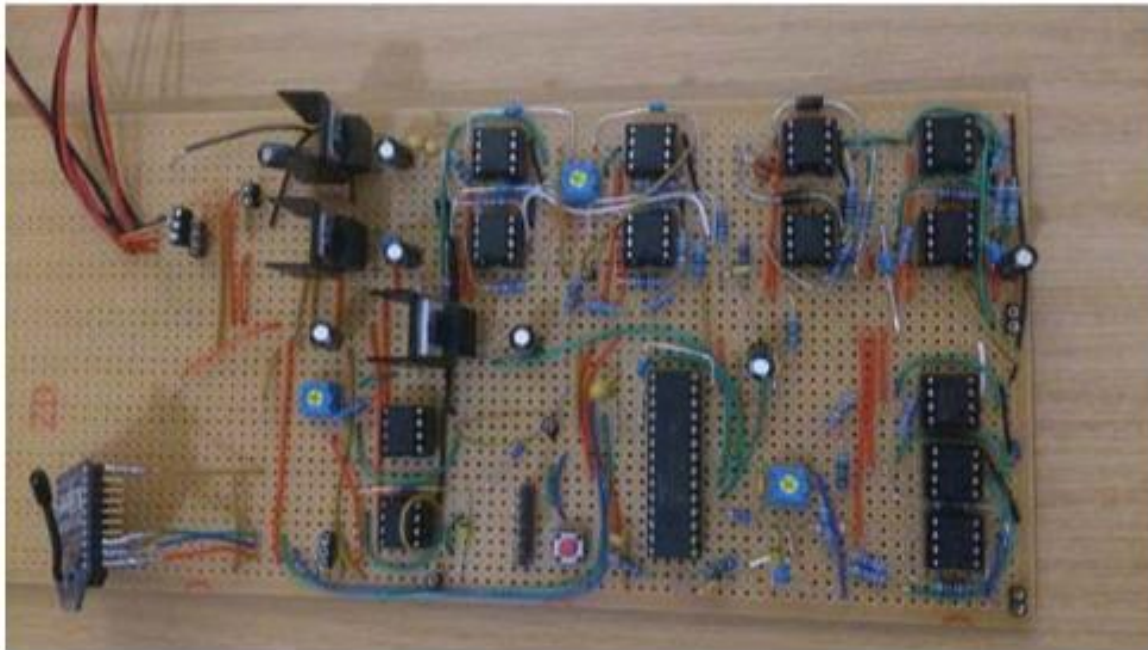
Οι (Katole and Bhute 2017) προτείνουν την ακόλουθη προσέγγιση για υλοποίηση ενός συστήματος παρακολούθησης ποιότητας νερού σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας ως βασικό ελεγκτή (core controller) ένα Arduino.



Εικόνα 34. Διάταξη συστήματος κατά Katole and Bhute, 2017.

Το προτεινόμενο σύστημα καταγράφει σε πραγματικό χρόνο τις τιμές του *pH*, δυναμικού οξειδοαναγωγής (*ORP*) και θερμοκρασίας, τις οποίες χρησιμοποιεί για να προσεγγίσει το απολυμαντικό υπόλειμμα σε δίκτυα διανομής πόσιμου νερού. Οι παράμετροι αυτές έχουν αξία και σε άλλες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα για υδατοκαλλιέργειες, πισίνες, και σε συσκευές ασφαλείας συστημάτων διανομής νερού. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας που χρησιμοποιούν λειτουργεί με την προσέγγιση *solid-state*, δηλαδή μετράει τη θερμοκρασία σε αναλογία με την πτώση τάσης που παρατηρείται σε ένα ηλεκτρόδιο. Οι αισθητήρες αυτοί δεν έχουν κινούμενα μέρη, έχουν μεγάλη ακρίβεια, δε φθείρονται, δε χρειάζονται συντήρηση και δουλεύουν αξιόπιστα υπό πολλές, διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο μικρο-υπολογιστής που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Raspberry Pi 3, το οποίο, παρά το χαμηλό κόστος του, ωστόσο απαιτούσε διαρκή σύνδεση σε παροχή ενέργειας.

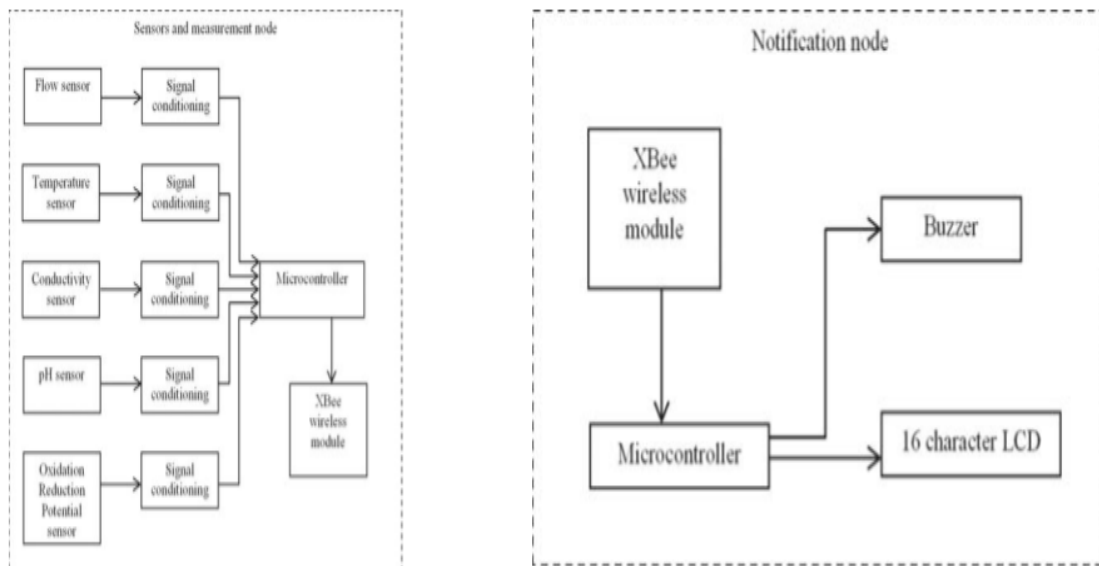
Τις ίδιες φυσικοχημικές παραμέτρους επιλέγουν να παρακολουθήσουν και να καταγράψουν σε πραγματικό χρόνο οι (Cloete, Malekian, and Nair 2016) για τον εντοπισμό μολυσματικών παραγόντων στο νερό, χρησιμοποιώντας κυκλώματα ρύθμισης σήματος, συνδεδεμένα σε ένα κόμβο μετρήσεων με μικρο-επεξεργαστή.



Εικόνα 35. Η διάταξη αισθητήρων μετρήσεων (Cloete, Malekian and Nair, 2016)

Σε αυτή την περίπτωση επιλέγουν να μετρήσουν

- τη θερμοκρασία, μέσω αισθητήρα σχεδιασμένου με βάση το θερμίστορ, ακρίβεια: 2.5°C
- την αγωγιμότητα, με αισθητήρα με βάση τη μέθοδο διπλού ηλεκτροδίου, με αποδεκτά αποτελέσματα και ακρίβεια: 14,71% (μη επιβεβαιωμένη)
- το pH, με αισθητήρα από γυάλινο ηλεκτρόδιο, με ικανοποιητικά αποτελέσματα και ακρίβεια: ± 0.51
- τη ροή, με χρήση αισθητήρα μέτρησης ροής στροβίλου, με καλά αποτελέσματα και ακρίβεια: 6.28%
- το ORP, μέσω (μη βαθμονομημένου) ηλεκτροδίου, με αποδεκτή ακρίβεια: $\pm 24.14\text{mV}$



Εικόνα 36. (α) Κόμβος αισθητήρων και μετρήσεων, (β) Κόμβος ενημερώσεων (Cloete, Malekian and Nair, 2016).

Ο κόμβος μετρήσεων επικοινωνεί μέσω Zigbee με τον κόμβο ενημερώσεων, στον οποίο γίνεται η απεικόνιση των μετρήσεων. Η επικοινωνία υλοποιείται μέσω δύο XBee modules ρυθμισμένα για peer-to-peer σύνδεση, με μέγιστη εμβέλεια 13m. Ο κόμβος ενημερώσεων περιλαμβάνει ένα μικρο-επεξεργαστή, ένα πάνελ απεικόνισης (LCD) και ένα δονητή (buzzer), τον οποίο χρησιμοποιούν για να εισάγουν τη λογική του *ηχητικού σήματος ειδοποίησης*, σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων. Αυτό επιβεβαιώνεται μέσω διαφόρων δοκιμών πιστοποίησης (qualification tests) για κάθε μετρούμενη παράμετρο. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το σύστημά τους μπορεί να μετρήσει τις επιθυμητές φυσικοχημικές παραμέτρους σε πραγματικό χρόνο και να επεξεργαστεί, να μεταδώσει και να απεικονίσει τα καταγεγραμμένα δεδομένα.

Οι (Raich et al. 2013), σε μια έρευνα χρηματοδοτούμενη από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, διαβλέπουν σημαντικές προοπτικές στην ανάπτυξη συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης για περιστατικά εκούσιας ή ακούσιας μόλυνσης πόσιμων υδάτων και προστασίας των πολιτών. Οι 10 πιο σημαντικές μετρήσεις που γίνονται από εταιρίες σε όλο τον κόσμο σε πόσιμα ύδατα συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 20. Οι 10 σημαντικότερες παράμετροι που παρακολουθούνται online από εταιρίες διανομής πόσιμου νερού σε ΗΠΑ, Βέλγιο και Ολλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο και Αυστραλία (Raich et al., 2013).

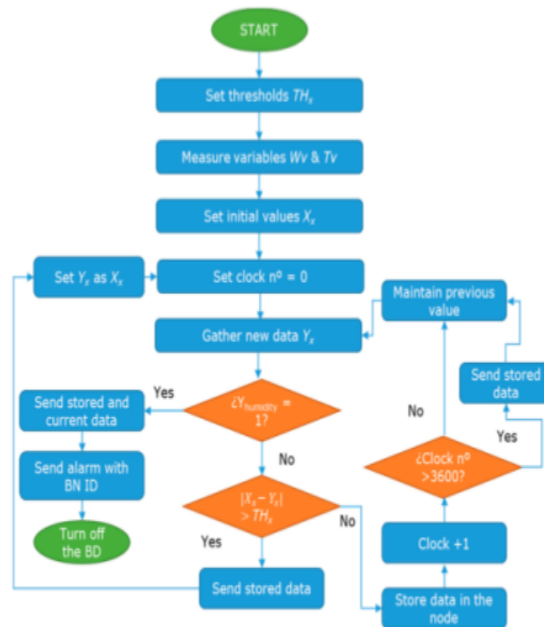
Rate	Parameter	USA (%) n=52	Parameter	BandN (%) n=10	Parameter	UK (%) n=7	Parameter	Australia (%) n=6
1	Flow rate	100	Flow rate	100	Flow rate	100	Flow rate	100
2	Turbidity	89	Turbidity	100	Turbidity	100	Turbidity	100
3	pH	79	pH	90	pH	100	pH	100
4	Water temperature	77	Oxygen	90	Chlorine	100	Water temperature	100
5	Conductivity	39	Water temperature	80	Water temperature	86	Free chlorine	100
6	Particle count	37	Conductivity	60	Conductivity	72	Pressure	83
7	Fluoride	21	Ca/Mg/Hardness	50	Pressure	72	Conductivity	83
8	Oxygen	17	Biomonitors	50	Iron	72	Fluoride	83
9	Chlorine	14	Particle count	30	Oil in water	57	Particle count	83
10	TOC	14	Spectral absorption	30	Nitrate	57	Total chlorine	50

n: number of water utilities interviewed

Με βάση τη συγκεκριμένη έρευνα, τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά σε ένα σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης περιλαμβάνουν:

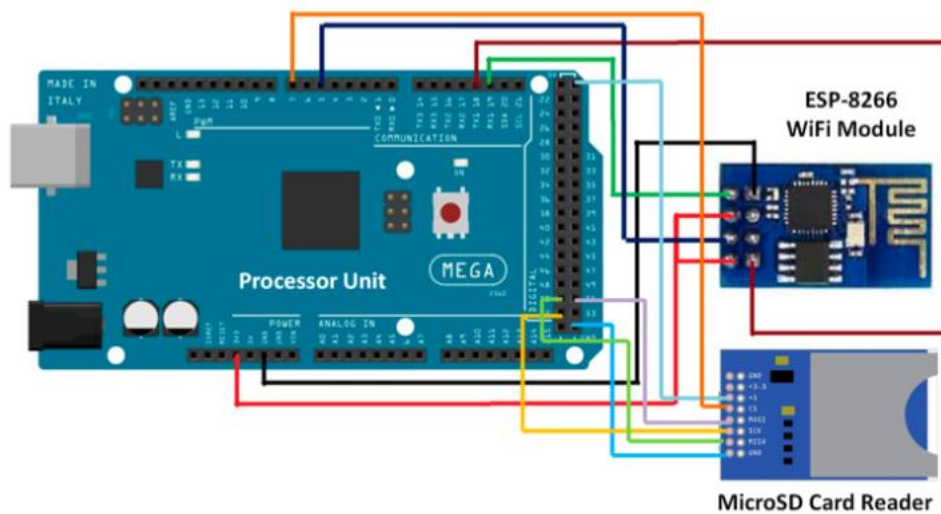
- συνεχή παρακολούθηση μετρούμενων μεγεθών και συχνή δειγματοληψία
- χαμηλό κόστος αγοράς, συντήρησης και αναβάθμισης
- ευκολία στη χρήση χωρίς ιδιαίτερες δεξιότητες και με απλή εκπαίδευση
- ελαχιστοποίηση των false positive / false negative τιμών
- αντοχή για συνεχή λειτουργία στο υδάτινο περιβάλλον
- απομακρυσμένη λειτουργία και ρύθμιση

Οι Parra et al. (2018) κατασκευάζουν ένα σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης υδατοκαλλιέργειας, στο οποίο υλοποιούν ένα αλγόριθμο “έξυπνης” διαχείρισης μέτρησης παραμέτρων προκειμένου να επιτύχουν τη βέλτιστη ενεργειακή αποδοτικότητα του συστήματος.



Εικόνα 35. Λειτουργικός αλγόριθμος για τις μεταβλητές νερού και δεξαμενής (Parra et al., 2018).

Με βάση τον παραπάνω αλγόριθμο καταφέρνουν να ελαχιστοποιήσουν τις αποστολές δεδομένων, επιλέγοντας να αποστείλουν δεδομένα είτε όταν υπάρχει υπέρβαση κάποιων ορίων, είτε όταν παρέλθει ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Παράλληλα εφαρμόζουν τεχνικές υπολογιστικής στα άκρα του συστήματος (edge computing) για να λαμβάνουν αποφάσεις αναφορικά με το ποια δεδομένα έχουν αξία, τα οποία αποστέλλουν, και ποια δεδομένα δεν προσθέτουν στη γνώση, τα οποία τα απορρίπτουν.

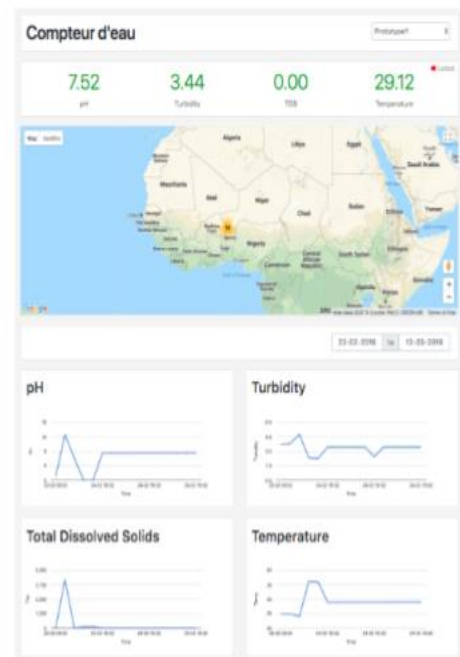
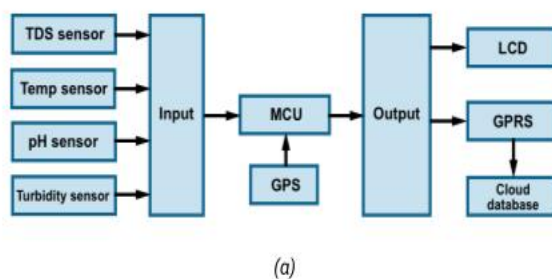


Εικόνα 36. Μικροεπεξεργαστής και επικοινωνίες του κόμβου (Parra et al., 2018).

Η λύση που επιλέγουν για την κεντρική μονάδα του συστήματός τους είναι ο μικροεπεξεργαστής Arduino Mega 2560, τον οποίο συνδυάζουν με ένα ESP-8266 WiFi module για τις επικοινωνίες.

Οι Oelen et al., (2018) διερευνώντας την κατασκευή ενός συστήματος παρακολούθησης ποιότητας υδάτων στην Αφρική εισάγουν κάποιους προβληματισμούς αναφορικά με το σχεδιασμό του συστήματος σε συνάρτηση με τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και αναφέρουν τρεις κρίσιμες παραμέτρους που χρειάζεται να λαμβάνονται υπόψη: το γενικό πλαίσιο (*context*), η συμμετοχή της κοινότητας και η βιωσιμότητα. Αναφορικά με τη βιωσιμότητα προτείνουν τη λογική της χρήσης ανοικτού κώδικα (*open source*) για την ανάπτυξη του συστήματος, ως βασική προϋπόθεση για ενεργό συμμετοχή της τοπικής κοινότητας.

Για την υλοποίηση του συστήματός τους λαμβάνουν υπόψη δύο σενάρια χρήσης: (α) μέτρηση κατά παραγγελία (*on demand*) και (β) συνεχείς μετρήσεις. Στο πρώτο σενάριο μπορούν να χρησιμοποιηθούν πιο ακριβοί αισθητήρες, ενώ υπερβαίνονται τα προβλήματα συνδεσιμότητας και ενέργειας. Στο δεύτερο σενάριο λαμβάνονται συνεχείς μετρήσεις από διαφορετικές τοποθεσίες, καταγράφοντας την εξέλιξη των ποιοτικών παραμέτρων στο χώρο και στο χρόνο.



Εικόνα 37. (α) Σχηματικό διάγραμμα συσκευής και (β) διεπαφή χρήστη της online πλατφόρμας (Oelen et al., 2018).

Οι παράμετροι που επιλέγουν για να κάνουν ποιοτική εκτίμηση του πόσιμου νερού είναι οι: ηλεκτρική αγωγιμότητα, διαλυμένο οξυγόνο, νιτρικά, pH, θερμοκρασία και θολερότητα, λαμβάνοντας ως όρια τις τιμές που ορίζουν οι EPA και WHO.

Τέλος, στην εργασία των Pule et al., (2017) γίνεται μια συγκριτική αξιολόγηση των πιο διαδεδομένων διαθέσιμων πρωτοκόλλων ασύρματης επικοινωνίας για μεταφορά δεδομένων αισθητήρων. Η τεχνική σύγκρισή τους συνοψίζεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 21. Συγκριτική αξιολόγηση WSN Standards (Pule et al., 2017)

Wireless standards	Frequency band (MHz)	Data rates (kbps)	Range capability (LoS)	Network topology	Comparative power consumption
IEEE 802.15.4	2400, 915, 868	250, 40, 20	100m+	Star	Low
ZigBee	2400, 915, 868	250, 40, 20	100m+	Star, tree and mesh	Low
Bluetooth	2400	720	10–100 m	P2P and star	High
LoRaWAN	915, 868	50	10 km+	Star	Very low
SigFox	902, 868	1	40 km	Star	Very low

Τα απαραίτητα χαρακτηριστικά ενός συστήματος παρακολούθησης περιβαλλοντικών παραμέτρων, με βάση τους ερευνητές, είναι η ασφάλεια, η ευρωστία και η αξιοπιστία των επικοινωνιών. Περαιτέρω συγκρίνουν διάφορες προσεγγίσεις αρχιτεκτονικής για συστήματα παρακολούθησης ποιότητας υδάτων. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 22. Συγκριτική αξιολόγηση αρχιτεκτονικής συστημάτων παρακολούθησης ποιότητας υδάτων (από Pule et al., 2017)

Authors	Parameters	MCU and wireless module	Localization	Data security	Power supply	Autonomy	Potential application scenarios
Shao et al. (2012)	Temperature, pH	LPC2138 ARM-7 core, CC2530 ZigBee module (1.5 km range)	Not specified	None	Not specified	Unknown	Sewerage treatment plants. Range is limited to 1.5 km
Khetre and Hafe (2013)	Temperature, turbidity, water level, salinity	ARM-7 MCU, ZigBee module (30 m range)	Not specified	None	Not specified	Unknown	Surface water sources such rivers, lakes and dams
Vijayakumar and Ramya (2015)	Temperature, turbidity, pH, conductivity, dissolved oxygen	Raspberry Pi model B+, USB WiFi 232 module	Not specified	None	Not specified	Unknown	Water sources
Chung and Yoo (2015)	Temperature, dissolved oxygen, pH, conductivity, turbidity, depth of water	ATmega 128, IEEE 802.15.4 (100 m range)	Not specified	None	12 V battery + solar panel	Unknown	Streams, rivers and coastal areas

Table 4
A comparison of proposed node architectures for water quality monitoring systems with data security concerns.

Authors	Parameters	MCU and wireless module	Localization	Data security	Power supply	Autonomy	Potential application scenarios
Yue and Ying (2012)	Turbidity, Redox, pH	SunSPOT nodes, IEEE 802.15.4	Not specified	None	13.5 V 1.5 W solar panel and 12 V accumulator	Unknown	Not specified
He and Zhang (2012)	Temperature, pH, turbidity	CC2430 MCU, ZigBee	Not specified	None	Batteries	6 months	Industrial plants and aquaculture
Nasser et al. (2013)	pH	SquidBee mote, ZigBee	Not specified	None	Not specified	Unknown	Water distribution network, pond and lake water
Lambrou, Anastasiou, Panayiotou, and Polycarpou (2014)	Temperature, Turbidity, ORP, pH, electrical conductivity	PIC32 MCU, ZigBee	Not specified	None	Not specified	Unknown	In-pipe water quality monitoring

Η ασφάλεια στη μετάδοση των δεδομένων χαρακτηρίζεται ως κρίσιμη παράμετρος, καθότι τυχόν τρωτότητα ενδέχεται να επηρεάσει την αυθεντικότητα των μετρήσεων.

4.4. Έρευνα Αγοράς

Στα πλαίσια του συγκεκριμένου παραδοτέου έγινε έρευνα αγοράς για την προμήθεια ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, αισθητήρων και συσκευών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του hardware που θα χρησιμοποιηθεί στο έργο. Τα διακριτά υπο-συστήματα hardware είναι τα ακόλουθα:

4.4.1. Μετεωρολογικός σταθμός

4.4.2. Σταθμοί μέτρησης (αισθητήρες) περιβαλλοντικών παραμέτρων

4.4.3. Σταθμοί μέτρησης (αισθητήρες) σταθμης

4.4.4. Σταθμοί μετρησης υγρασιας εδαφους

4.4.1. Μετεωρολογικός σταθμός

Τα χαρακτηριστικά του μετεωρολογικού σταθμού που θεωρείται κατάλληλος με βάση τις απαιτήσεις του έργου και την ανατροφοδότηση των τελικών χρηστών είναι τα ακόλουθα:

1. χαμηλό κόστος (<€700)
2. αξιόπιστη λειτουργία
3. μετράει τουλάχιστον: θερμοκρασία, υγρασία, βαρομετρική πίεση, ταχύτητα / διεύθυνση ανέμου, βροχόπτωση
4. ενεργειακά αυτόνομος (επαναφορτιζόμενες μπαταρίες με ηλιακό πάνελ)
5. χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης
6. ασυρματες επικοινωνίες WiFi/ GSM / κτλ
7. να μπορεί να συνδεθεί με τον καταγραφέα δεδομένων στον οποίο θα συνδεθούν και οι υπόλοιποι αισθητήρες για ελαχιστοποίηση των εξαρτημάτων

Από την έρευνα αγοράς που κάναμε διαπιστώσαμε ότι το δυσκολότερο κριτήριο από τα παραπάνω για να ικανοποιηθεί είναι η δυνατότητα σύνδεσης με τον data logger. Αυτό οφείλεται βασικά στο ότι τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούν οι περισσότεροι μετεωρολογικοί σταθμοί της αγοράς είναι κλειστού κώδικα, με αποτέλεσμα να “κλειδώνουν” το χρήστη στο δικό τους data logger. Αυτό είναι απαγορευτικό για το έργο, καθώς σημαίνει ότι τα δεδομένα του σταθμού θα πρέπει απαραίτητα να σταλούν στην πλατφόρμα του κατασκευαστή του σταθμού (ή συνεργαζόμενου 3ου φορέα με εκείνον). Και ενώ τεχνικά σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχει τρόπος να πάρει κάποιος τα δεδομένα από εκείνη την πλατφόρμα και να τα μεταφέρει στη δική του, ωστόσο κληρονομούν απαραίτητα την άδεια χρήσης δεδομένων του συγκεκριμένου φορέα, καθιστώντας απαγορευτική την ανοιχτή αδειοδότηση των πρωτογενών δεδομένων.

Με βάση τους περιορισμούς αυτούς, οι σταθμοί στους οποίους καταλήξαμε παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 23. Πίνακας επικρατέστερων μετεωρολογικών σταθμών χαμηλού κόστους

Weather Station model	price range	temp/ pres/ hum	wind	rain	RF	WiFi	Solar	int Unit	Αξιολόγηση χρηστών
-----------------------	-------------	-----------------	------	------	----	------	-------	----------	--------------------

Ambient Weather WS-2902A	€150	x	x	x	x	x	x	x	4.4* (595)
MeteoHelix IoT PRO	€500	x		x			x		
bloomsky	€300	x		x	x	x	x	x	
AcuRite 01036M	€150	x	x	x	x	x	x	x	3.9 (693)
Netatmo weather (main)	€170	x			x	x		x	4* (795)
Weatherflow Sky + Air	€300	x	x	x		x		x	
Netatmo ALL (rain+wind)	€340	x	x	x	x	x		x	4.1 (200)
MeteoHelix IoT Home	€360	x					x		
bloomsky2 + storm (wind)	€440	x	x	x	x	x	x	x	Δυσκολία στην εγκατάσταση
Vantage Vue	€600	x	x	x	x		x	x	4.5* (680)
Metergroup Atmos 41	€1800	x	x	x					SDI-12 datalogger απαιτείται

4.4.2. Σταθμοί μέτρησης ποιότητας υδάτων

Οι ποιοτικές παράμετροι υδάτων που ενδιαφέρουν στα πλαίσια του έργου είναι οι ακόλουθες:

- pH
- θερμοκρασία νερού
- ηλεκτρική αγωγιμότητα
- διαλυμένο οξυγόνο
- θολερότητα

Υπάρχουν εξειδικευμένοι αισθητήρες οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι και βαθμονομημένοι κατάλληλα για την κάθε παράμετρο ξεχωριστά και προσφέρουν τη δυνατότητα πλήρους παραμετροποίησης ενός συστήματος μέτρησης ποιότητας υδάτων στην απαιτούμενη εφαρμογή. Εναλλακτικά υπάρχουν ολοκληρωμένοι πολυαισθητήρες σε μια ενιαία μονάδα υλικού, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να μετρούν πολλές παραμέτρους ταυτόχρονα, γεγονός που απλοποιεί πολύ την ενσωμάτωση στο σύστημα καταγραφής και την εγκατάσταση στο πεδίο ενώ μειώνει το συνολικό κόστος. Η απλότητα χρήσης και το κόστος των τελευταίων, τους καθιστά κατάλληλους για το χαρακτήρα του έργου. Από έρευνα αγοράς για αισθητήρες που τηρούν τις προαναφερθείσες προδιαγραφές, προέκυψαν οι παρακάτω συσκευές:

Πίνακας 24. Πολυαισθητήρες μέτρησης παραμέτρων ποιότητας υδάτων.

Μοντέλο	Παράμετροι	Κόστος
Aquaread AP-7000	Optical DO, Specific EC, Absolute EC, pH, ORP, Depth, TDS, Resistivity, Salinity, SSG, Temperature	€6.500

AquaTROLL 400	Actual/specific conductivity, salinity, total dissolved solids, resistivity, density, dissolved oxygen, ORP, pH, temperature, water level and water pressure (absolute)	€3.000
Hydrolab MS5	Temperature, Conductivity, Depth, pH , ORP, Dissolved Oxygen (LDO, Clark cell), Turbidity, Chlorophyll a, Blue-Green Algae, Rhodamine WT, Ammonium, Nitrate, Chloride , TDG	€4.000

Λαμβάνοντας υπόψη τις μεγάλες διακυμάνσεις στο κόστος μεταξύ των διαφορετικών μοντέλων, η τιμή του αισθητήρα θα είναι το βασικό κριτήριο επιλογής αφού αποτελεί με διαφορά το πιο κοστοβόρο εξάρτημα της κατασκευής ενώ όλοι οι πολυαισθητήρες τηρούν τα προαπαιτούμενα του έργου (δείκτες μέτρησης, ανοιχτό πρωτόκολλο επικοινωνίας, χαμηλή κατανάλωση ενέργειας) και συνεπώς κρίνονται κατάλληλοι.

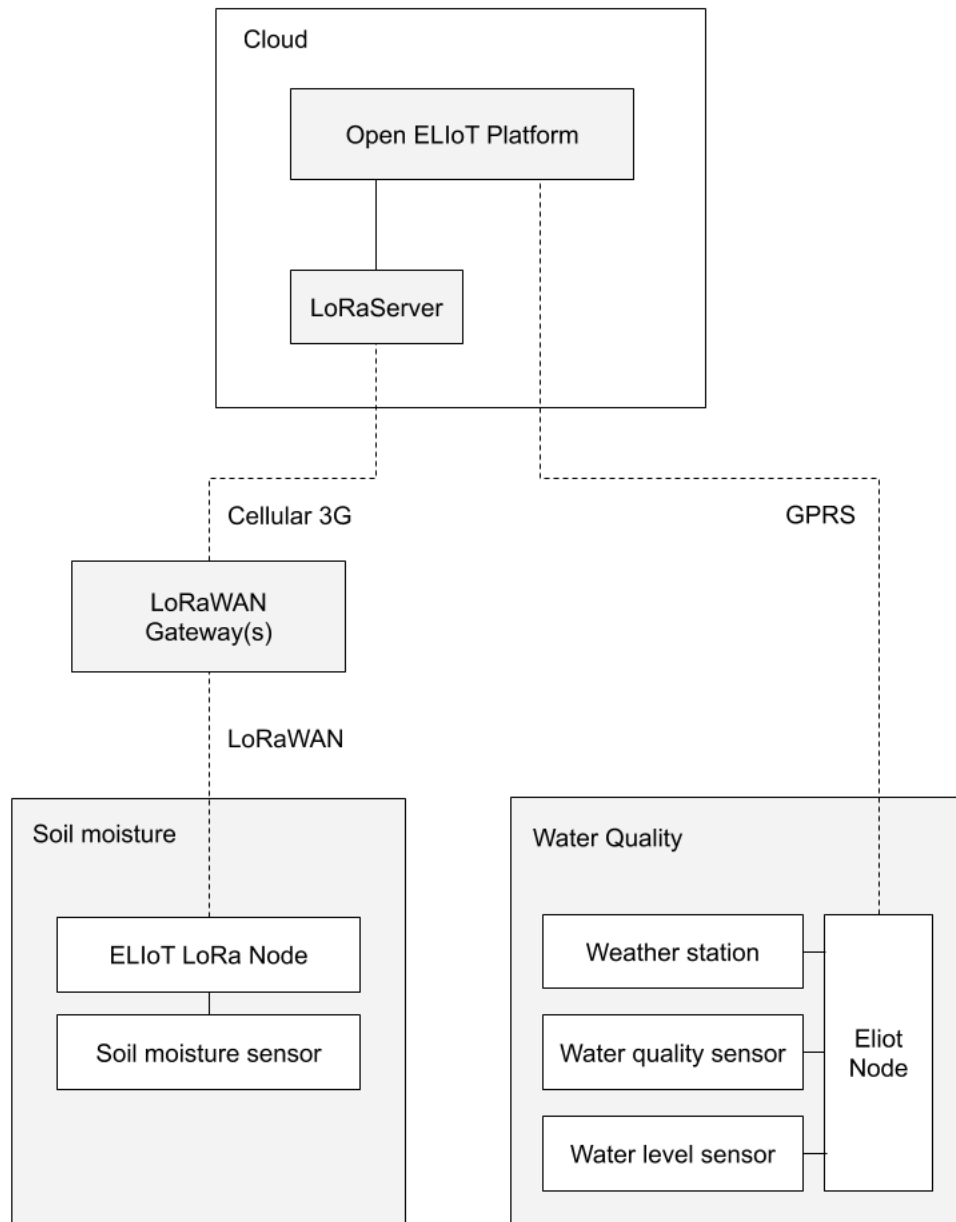
4.4.3. Σταθμοί μέτρησης στάθμης νερού

Οι αισθητήρες μέτρησης στάθμης χωρίζονται σε 2 γενικές κατηγορίες βάσει του τρόπου με τον οποίον γίνεται η μέτρηση:

- Πίεσης (υποβρύχιοι) - Το επίπεδο της στάθμης προκύπτει κατά προσέγγιση από την πίεση στο σημείο που βρίσκεται ο αισθητήρας και συνεπώς αυτός τοποθετείται στον πυθμένα σε σημείο που κρίνεται κατάλληλο. Αυτό καθιστά σχετικά εύκολη την εγκατάστασή του σε σημεία όπου δεν υπάρχει κατάλληλη επιφάνεια στήριξης.
- Υπερήχων - Η μονάδα παράγει υπέρηχους οι οποίοι ανακλώνται στην επιφάνεια του νερού και επιστρέφουν στον αισθητήρα, υπολογίζοντας τον χρόνο της επιστροφής και λαμβάνοντας υπόψη την ταχύτητα του ήχου προκύπτει η απόσταση της στάθμης από τον αισθητήρα. Βασικό πλεονέκτημα αυτού του τύπου είναι το χαμηλότερο κόστος και η ακρίβεια που μπορεί να φτάσει ακόμα και τη κλίμακα των χιλιοστών και έτσι επιτρέπουν την ανίχνευση της παραμικρής διακύμανσης στη στάθμη.

5. Προτεινόμενη λύση

High level architecture

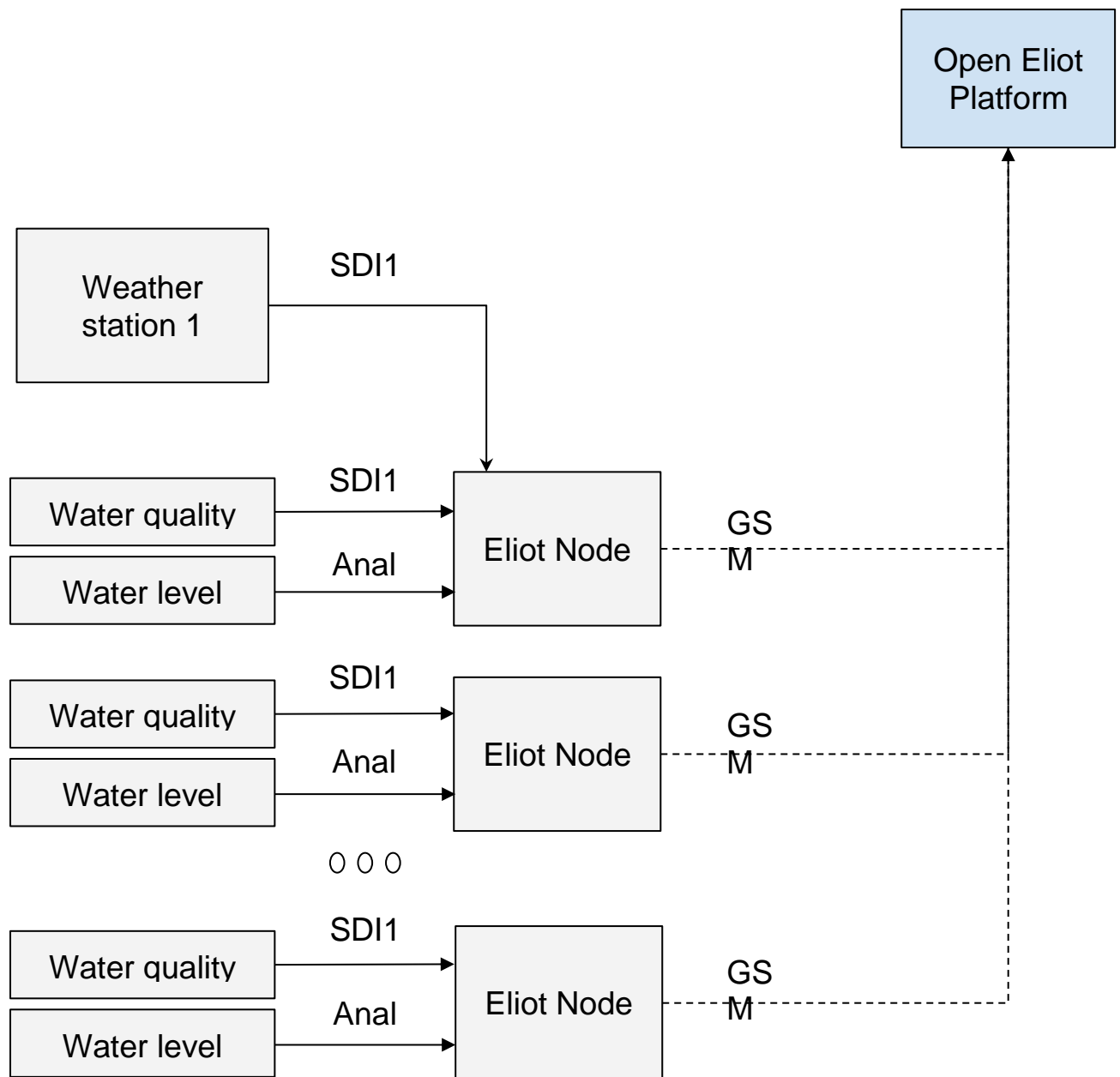


Εικόνα 38. Αρχιτεκτονική συστήματος high level.

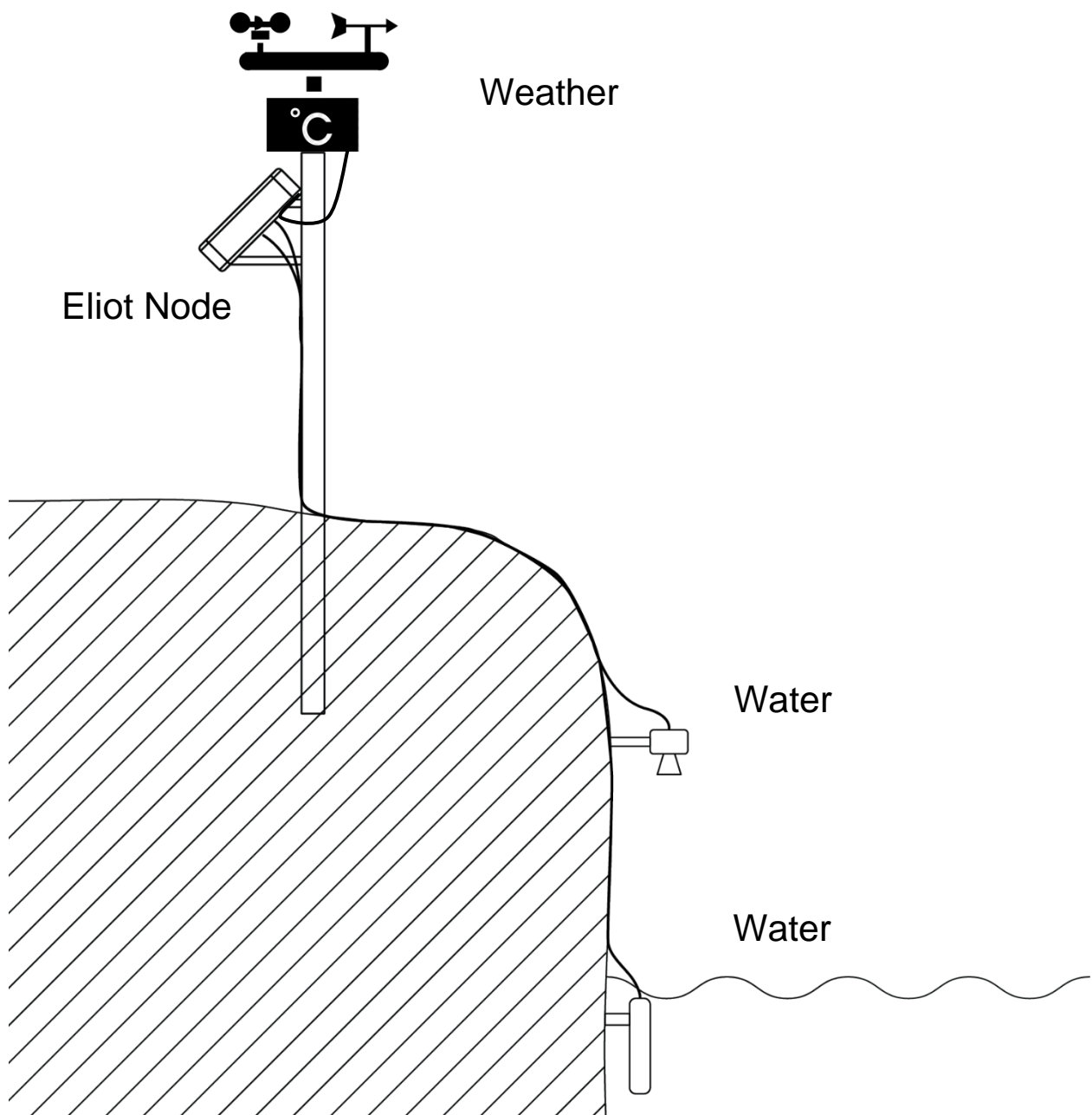
Αρχιτεκτονική σταθμού μέτρησης ποιότητας υδάτων

Το σύστημα αποτελείται από 4 βασικά μέρη:

- Eliot node
- Μετεωρολογικός σταθμός
- Αισθητήρας στάθμης υδάτων
- Πολυαισθητήρας ποιότητας υδάτων



Εικόνα 39. Αρχιτεκτονική συστήματος σταθμού μέτρησης ποιότητας υδάτων.

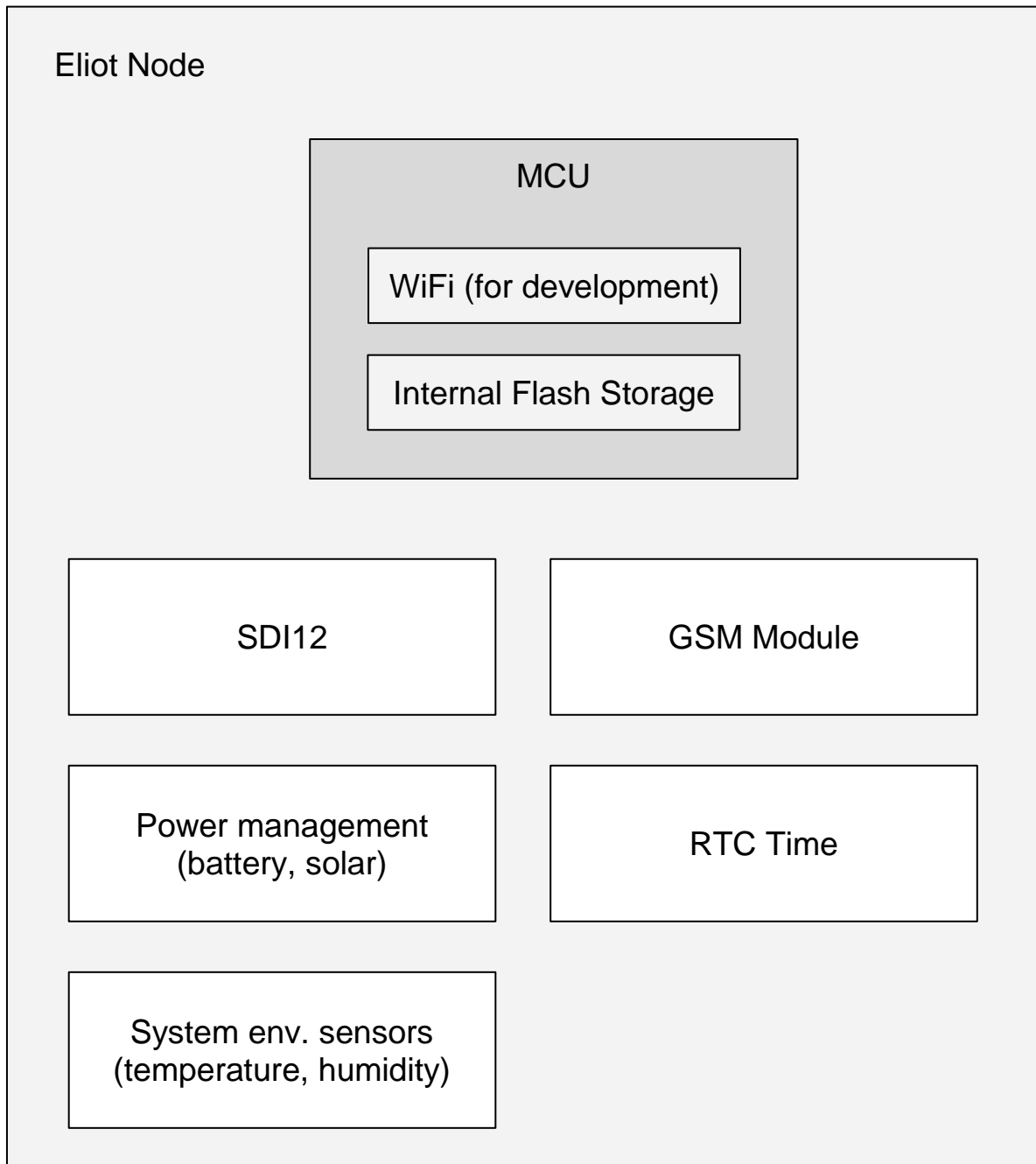


Εικόνα 39. Αρχιτεκτονική εγκατάστασης.

Τα επιμέρους εξαρτήματα τοποθετούνται στο ίδιο σημείο ή σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους, κοντά στο σημείο ενδιαφέροντος. Ο αισθητήρας ποιότητας υδάτων τοποθετείται μέσα στο νερό ενώ ο αισθητήρας στάθμης στερεώνεται σε δοκό πακτωμένη σε κάθετη επιφάνεια ή σε οριζόντια επιφάνεια, όπως κάτω από μια γέφυρα. Αντίστοιχα σε διπλανό σημείο τοποθετείται δοκός στον οποίο στερεώνεται ο μετεωρολογικός σταθμός και το Eliot node με τη σωστή κατεύθυνση ώστε να λαμβάνει τη μέγιστη δυνατή ηλιοφάνεια κατά τη διάρκεια της ημέρας για την καλύτερη φόρτιση των μπαταριών.

Eliot node

Η σύνδεση όλων των επιμέρους τμημάτων γίνεται στο Eliot node, το οποίο είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο όλων των αισθητήρων και την καταγραφή δεδομένων αυτών στην εσωτερική του μνήμη. Ταυτόχρονα ενσωματώνει ηλεκτρονικά κυκλώματα που του επιτρέπουν να επικοινωνεί ασύρματα με τη βοήθεια της τεχνολογίας GSM με την πλατφόρμα για την αποστολή των καταγεγραμμένων δεδομένων και την απομακρυσμένη ρύθμιση της συσκευής. Με την κατάλληλη αυτόματη διαχείριση ενέργειας μπορεί να λειτουργεί αυτόνομα για μεγάλα χρονικά διαστήματα λαμβάνοντας ηλιακή ενέργεια για φόρτιση των μπαταριών.

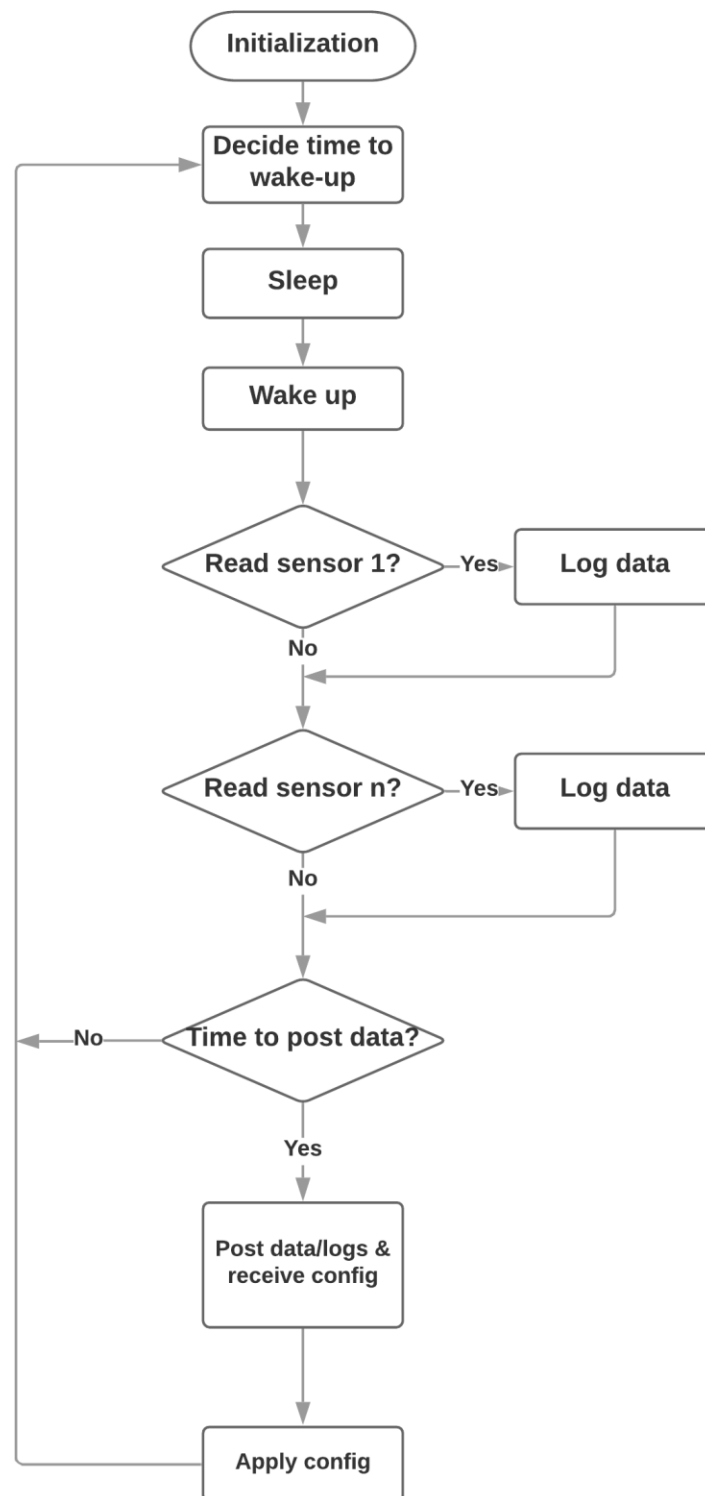


Εικόνα 40. Σχηματικό διάγραμμα του Eliot Node.

Κεντρικός μικροελεγκτής

Εσωτερικά το Eliot Node αποτελείται από σειρά ηλεκτρονικών κυκλωμάτων που ελέγχονται από τον κεντρικό μικροελεγκτή ESP32 της Espressif Systems. Ο ESP32 είναι ένας SoC (System on a Chip) χαμηλού κόστους, χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, με πληθώρα περιφερειακών και εσωτερική μνήμη flash. Με υποστήριξη της πλατφόρμας Arduino και μεγάλο αριθμό ελεύθερα διαθέσιμων βιβλιοθηκών αποτελεί μια από τις πιο δημοφιλείς πλατφόρμες Internet of Things στην κοινότητα του ανοικτού υλικού και λογισμικού καθιστώντας τον, τον πλέον κατάλληλο για το έργο του Open Eliot.

Αξιοποιώντας τις λειτουργίες χαμηλής κατανάλωσης του ESP32, ο μικροελεγκτής βρίσκεται το περισσότερο χρονικό διάστημα της λειτουργίας του σε κατάσταση “ύπνου” και επανέρχεται μόνο σε προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα για να εκτελέσει μετρήσεις στους αισθητήρες, να αποστείλει δεδομένα ή να εκτελέσει λειτουργίες συντήρησης. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η ελάχιστη δυνατή κατανάλωση και συνεπώς η αυτονομία της συσκευής για μεγάλα χρονικά διαστήματα.



Εικόνα 41. Κύκλος λειτουργίας.

Μετεωρολογικός σταθμός

Ο μετεωρολογικός σταθμός που ικανοποιεί σε μέγιστο βαθμό τα κριτήρια κόστους είναι ο Ambient Weather WS-2902A τον οποίο και επιλέξαμε για το έργο ως την οικονομική επιλογή. Στόχος είναι να καταργήσουμε την εσωτερική μονάδα (RF to WiFi console) και να συδεθούμε απευθείας στους εξωτερικούς αισθητήρες, με τροποποίηση στο hardware, παρόλο που το πρωτόκολλο επικοινωνίας είναι κλειστό.



Εικόνα 42. Ο Ambient Weather WS-2902A

Επιπλέον, επιλέξαμε τον MeterGroup Atmos41 ως σταθμό αναφοράς ο οποίος προσφέρει υψηλή ακρίβεια και ανοιχτό πρωτόκολλο επικοινωνίας (SD-12).



Εικόνα 43. Ο MeterGroup Atmos41

Αισθητήρας μέτρησης μεταβλητών ποιότητας υδάτων

Για την μέτρησης της ποιότητας των υδάτων χρησιμοποιείται ο πολυαισθητήρας AquaTROLL 400, ο οποίος μετράει πλήθος παραμέτρων και ταυτόχρονα είναι αρκετά χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης ώστε να τροφοδοτείται από τις μπαταρίες του Eliot Node χωρίς να επηρεάζει αρνητικά την αυτονομία του συνολικού συστήματος. Ο αισθητήρας τοποθετείται στο νερό και ελέγχεται από το Eliot Node μέσω ενσύρματης σύνδεσης.



Εικόνα 2. Ο AquaTROLL 400

Αισθητήρας μετρησης στάθμης



Εικόνα 44. Maxbotix Ultrasonic

Καταλήξαμε σε maxbotix ultrasonic water level sensors υψηλης ακρίβειας και αντοχης στις εξωτερικες συνθηκες.

Πρωτόκολλα επικοινωνιας με αισθητήρες

Η επικοινωνία με τους αισθητήρες επιτυγχάνεται μέσω ανοικτών τυποποιημένων πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται ευρέως στην βιομηχανία και η υλοποίηση τους στον εκάστοτε αισθητήρα περιγράφεται αναλυτικά στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή.

Ο αισθητήρας ποιότητας υδάτων καθώς και ο μετεωρολογικός σταθμός επικοινωνούν ενσύρματα με το Eliot node με το πρωτόκολλο SDI-12, ενώ ο αισθητήρας στάθμης εξάγει τις μετρήσεις του με ψηφιακή διαμόρφωση (PWM).

Ασυρματα πρωτοκόλλα επικοινωνίας με την πλατφόρμα

Για την επικοινωνία με την πλατφόρμα είναι απαραίτητη η σύνδεση στο διαδίκτυο, η οποία σε απομακρυσμένες υπαίθριες περιοχές καθίσταται δυνατή μόνο μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας το οποίο παρέχει επαρκή κάλυψη στο μεγαλύτερο μέρος της χώρας. Συνεπώς, η επικοινωνία γίνεται μέσω του δικτύου GSM ενώ ταυτόχρονα υπάρχει και η δυνατότητα χρήσης της τεχνολογίας NB-IoT όπου αυτή είναι διαθέσιμη.

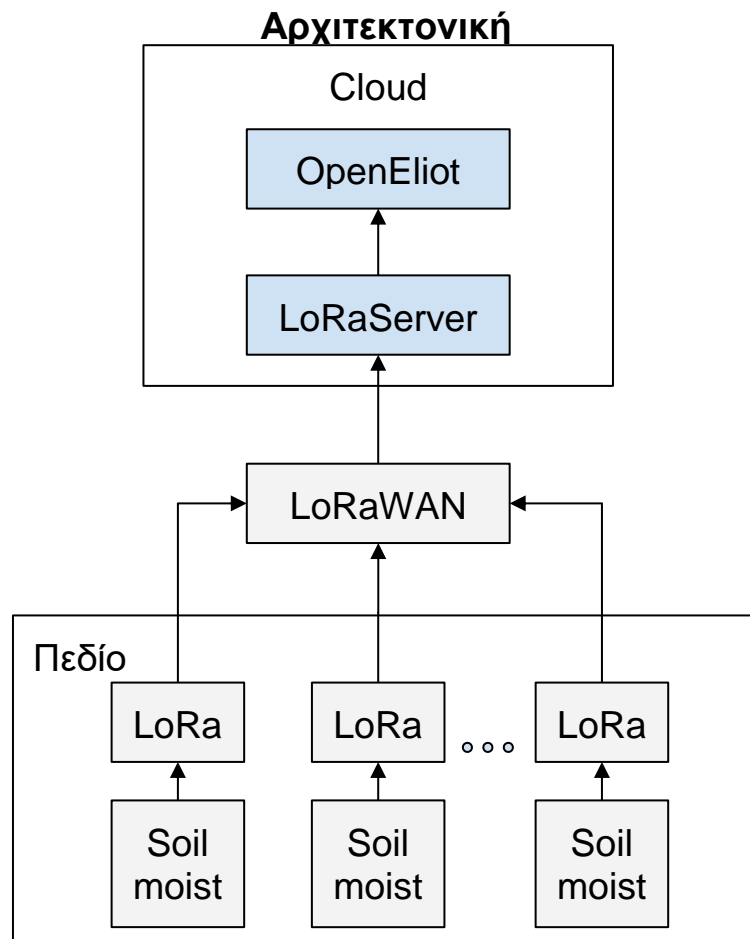
Διαχείριση ενέργειας

Προδιαγραφές περιβάλλοντος

Αρχιτεκτονική σταθμού μέτρησης υγρασίας εδάφους

Το σύστημα αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- Eliot LoRa Node
- Αισθητήρας υγρασίας εδάφους
- LoRaWAN gateway

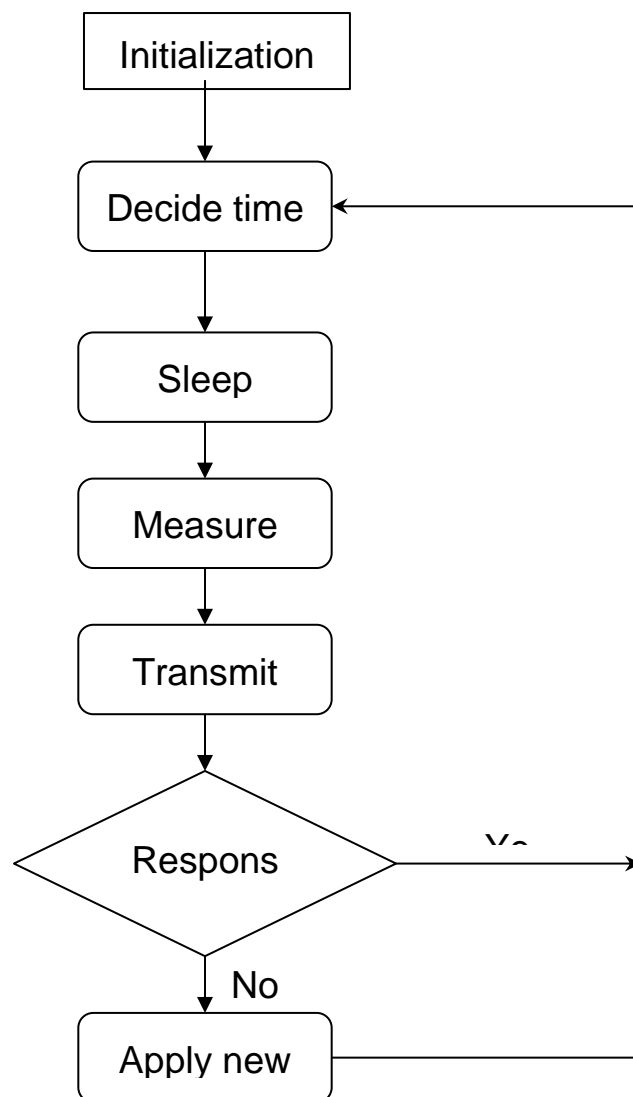


Εικόνα 45. Αρχιτεκτονική συστήματος σταθμού μέτρησης υγρασίας εδάφους.

Τα Eliot LoRaWAN nodes τοποθετούνται μαζικά στο πεδίο στην κατάλληλη απόσταση μεταξύ τους ώστε να λαμβάνεται ολοκληρωμένη εικόνα για την κατάσταση υγρασίας του εδάφους στην περιοχή. Τα δεδομένα υγρασίας αποστέλλονται με την ασύρματη τεχνολογία LoRaWAN και λαμβάνονται από LoRaWAN gateway το οποίο εγκαθίσταται στην περιοχή και μπορεί να εξυπηρετεί εκατοντάδες Eliot LoRaWAN nodes αρκεί να βρίσκονται εντός εμβέλειας. Με τη σειρά του το LoRaWAN gateway προωθεί τα δεδομένα στο cloud όπου γίνεται η επεξεργασία και η οπτικοποίησή τους, και συνεπώς για τη λειτουργία του gateway απαιτείται συνδεσιμότητα στο διαδίκτυο.

Eliot LoRa node

Βασική μονάδα στην οποία συνδέεται ο αισθητήρας υγρασίας και είναι υπεύθυνη για την καταγραφή των μετρήσεων και την αποστολή τους μέσω LoRaWAN. Αποτελεί μια απλοποιημένη έκδοση του Eliot Node για ελαχιστοποίηση κόστους, αφού η εφαρμογή αυτή δεν απαιτεί την καταγραφή και αποστολή όγκου δεδομένων από πολλαπλούς αισθητήρες, αλλά αντίθετα την εγκατάσταση πολλών κόμβων σε διαφορετικά σημεία στο πεδίο και καταγραφή από ένα μόνο αισθητήρα.

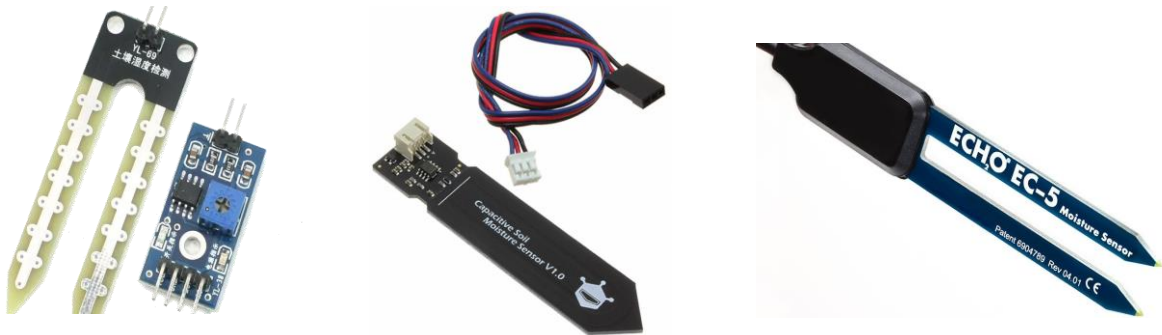


Εικόνα 46. Ροή λειτουργίας Eliot LoRa node.

Κεντρικός μικροελεγκτής

Δεδομένου ότι το Eliot Lora Node βασίζεται στο Eliot Node, γίνεται χρήση της ίδια πλατφόρμας για λόγους απλοποίησης και συμβατότητας..

Αισθητήρας μέτρησης υγρασίας



Εικόνα 47. Αισθητήρες μέτρησης υγρασίας εδάφους.

Οι αισθητήρες μέτρησης υγρασίας εδάφους χωρίζονται σε 2 γενικές κατηγορίες βάσει του τρόπου με τον οποίον γίνεται η μέτρηση, σε **μέτρηση ωμικής αντίστασης** μεταξύ δυο ακροδεκτών που βρίσκονται μέσα στο χώμα ή **μέτρηση χωρητικότητας** του “πυκνωτή” που σχηματίζουν αυτοί οι ακροδεκτές. Το πρόβλημα με αυτή την προσέγγιση μετρησης “αντίστασης” είναι ότι τα ηλεκτρόδια οξειδώνονται λογο ηλεκτρόλυσης και με την πάροδο του χρόνου οι μετρήσεις δεν έχουν αξιοπιστία. Επίσης ο όγκος χώματος που μετριέται η υγρασία είναι πολύ μικρός. Αρα η μετρηση μεσω χωρητικότητας είναι πιο αξιοπιστη και αυτη θα ακολουθησουμε για τις ανάγκες του έργου. Παράλληλα θα χρησιμοποιηθούν SDI-12 αισθητήρες για αναφορά.

LoRaWAN Gateway

Για να ικανοποιήσουμε τις απαιτήσεις των χρηστών για πολλούς αισθητήρες υγρασίας χωρίς να αυξηθεί δραματικά το κόστος, οι αισθητήρες δεν χρησιμοποιούν GSM / SIM κάρτα αλλά LoRaWAN επικοινωνίες που καταλήγουν σε LoRaWAN gateway, το οποίο προωθεί τα δεδομένα στην cloud υποδομή.



Εικόνα 48. Επικοινωνίες LoRaWAN.

Βιβλιογραφία

- [1] Cloete, Niel Andre, Reza Malekian, and Lakshmi Nair. 2016. “Design of Smart Sensors for Real-Time Water Quality Monitoring.” *IEEE Access* 4: 3975–90. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2592958>.
- [2] Hsu, Leo Huan-Hsuan, Aditya Aryasomayajula, and Ponnambalam R. Selvaganapathy. 2016. “A Review of Sensing Systems and Their Need for Environmental Water Monitoring.” *Critical Reviews & Trade in Biomedical Engineering* 44 (5). <https://doi.org/10.1615/CritRevBiomedEng.2017019704>.
- [3] Jiang, Peng, Hongbo Xia, Zhiye He, and Zheming Wang. 2009. “Design of a Water Environment Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks.” *Sensors* 9 (12): 6411–34. <https://doi.org/10.3390/s90806411>.
- [4] Katole, Mr Swapnil, and Yogesh Bhute. n.d. “A Review : The Real Time Water Quality Monitoring System Based on IoT Platform.” *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication* 5 (2): 4.
- [5] Murphy, Kevin, Brendan Heery, Timothy Sullivan, Dian Zhang, Lizandra Paludetti, King Tong Lau, Dermot Diamond, Ernane Costa, Noel O’Connor, and Fiona Regan. 2015. “A Low-Cost Autonomous Optical Sensor for Water Quality Monitoring.” *Talanta* 132 (January): 520–27. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.09.045>.
- [6] A. Oelen, C. V. Aart, and V. D. Boer, “Measuring surface water quality using a low-cost sensor kit within the context of rural Africa,” in *Perspectives on ICT4D: Proceedings of the 5th International Symposium “Perspectives on ICT4D” co-located with 10th ACM Web Science Conference (WebSci’18)*. Amsterdam, the Netherlands, May 27, 2018., 2018.
- [7] Parra, Lorena, Sandra Sendra, Laura García, and Jaime Lloret. 2018. “Design and Deployment of Low-Cost Sensors for Monitoring the Water Quality and Fish Behavior in Aquaculture Tanks during the Feeding Process.” *Sensors (Basel, Switzerland)* 18 (3). <https://doi.org/10.3390/s18030750>.
- [8] Pule, Mompoloki, Abid Yahya, and Joseph Chuma. 2017. “Wireless Sensor Networks: A Survey on Monitoring Water Quality.” *Journal of Applied Research and Technology* 15 (6): 562–70. <https://doi.org/10.1016/j.jart.2017.07.004>.
- [9] Raich, Jordi, European Commission, Joint Research Centre, and Institute for the Protection and the Security of the Citizen. 2013. *Review of Sensors to Monitor Water Quality: ERNCIP Thematic Area “Chemical & Biological Risks in the Water Sector”, Deliverable D1 - Task 1*. Luxembourg: Publications Office. <http://dx.publications.europa.eu/10.2788/35499>.

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 ΛΕΩΦ. ΑΘΗΝΩΝ ΣΟΥΝΙΟΥ
Τ.Θ. 712, Τ.Κ. 19013 ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ

Ανάβυσσος: 20/11/2018
Αρ. Πρωτ.: ΙΘΑΒΙΠΕΥ/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



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

A/A	ΛΙΣΤΑ ΑΠΟΛΕΚΤΩΝ
1	Διεύθυνση Υδάτων Κρήτης, Γενική Διεύθυνση Χωροταξικής και Περιβαλλοντικής Πολιτικής, Διεύθυνση Υδάτων, Τμήμα Παρακολούθησης & Προστασίας των Υδατικών Πόρων
2	ΔΕΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (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 Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.) – Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων (ΙΘΑΒΙΠΕΥ)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Παρουσίαση των ερωτήσεων και αντιστοιχία τους με συγκεκριμένη συντομογραφία.

Κύριες Ενότητες	Ερωτήσεις	Διαχωρισμός απαντήσεων σε υποενότητες	Κωδικός Ερώτησης
ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΎΞΥΠΙΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	Ποιους από τους παρακάτω παράγοντες θεωρείτε περισσότερο ανασταλτικούς για την αύξηση του αριθμού αυτόματων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης ποιότητας ή/και ποσότητας υδάτων στην χώρα μας; (βάλτε τους με σειρά προτεραιότητας)	A) Κόστος αγοράς B) Κόστος συντήρησης Γ) Κόστος λειτουργίας Δ) Κίνδυνος βανδαλισμού Ε) Άλλο (Στην περίπτωση Άλλο αναγράφεται και η προτεινόμενη απάντηση)	E1
	Προτιμάτε την αγορά και εγκατάσταση εξοπλισμού αυτόματων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης από		E2
	Ποιοι από τους παρακάτω παράγοντες παίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στην επιλογή για προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης. (βάλτε τους με σειρά προτεραιότητας)	A) Μέγεθος σταθμού (έκθεση σε κίνδυνο βανδαλισμού/κλοπής) B) Συχνότητα μεταφοράς δεδομένων Γ) Ανάγκη για εξωτερική τροφοδοσία (ηλιακό πάνελ) Δ) Ευκολία τοποθέτησης Ε) Άλλο – (Στην περίπτωση Άλλο αναγράφεται και η προτεινόμενη απάντηση)	E3
	Ποιο από τα παρακάτω πρωτόκολλα επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων έχετε χρησιμοποιήσει;	GSM/GPRS Wi-Fi UHF/VHF LoRaWan Zigbee Άλλο (Στην περίπτωση Άλλο αναγράφεται και η προτεινόμενη απάντηση)	E4
	Ποια ήταν τα κύρια προβλήματα των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και μεταφοράς δεδομένων που έχετε χρησιμοποιήσει;	A) Ακριβός εξοπλισμός τηλεμετάδοσης δεδομένων B) Ενεργοβόρος εξοπλισμός τηλεμετάδοσης δεδομένων Γ) Υψηλό κόστος χρήσης Δ) Κακή κάλυψη δικτύου Ε) Άλλο (Στην περίπτωση Άλλο αναγράφεται και η προτεινόμενη απάντηση)	E5
	Στους αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης θα επιθυμούσατε		E6

	Ποια από τις παρακάτω λύσεις για την προμήθεια αυτόματων σταθμών παρακολούθησης θα επιλέγατε	E7
	Ποιόν από τους κάτωθι αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης θα προτιμούσατε	E8A
	Ποιόν από τους κάτωθι αυτόματους σταθμούς παρακολούθησης θα προτιμούσατε	E8B
	Ποιο θεωρείτε ότι είναι το μέγιστο αποδεκτό κόστος για έναν αυτόματο μετρητικό σταθμό όπου μπορεί να μετρήσει Στάθμη, pH, Θερμοκρασία νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα?	E9
	Συμφωνείτε με τις κάτωθι παραμέτρους που προτείνεται να μετράει ο αυτόματος μετρητικός σταθμός? – Στάθμη, pH, Θερμοκρασία νερού, Διαλυμένο Οξυγόνο και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	E10
	Ποιες άλλες ελλείψεις-προβλήματα έχετε εντοπίσει-βιώσει στον τομέα της παρακολούθησης περιβαλλοντικών παραμέτρων? Πού πιστεύετε ότι οφείλονται, και ποιες ενέργειες προτείνετε για την αντιμετώπισή τους?	A) Αναφέρετε έλλειψη-πρόβλημα B) Πιθανή αιτία Γ) Ενέργειες αντιμετώπισης E11
ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ	Συμφωνείτε με τη χρήση open source/freeware λογισμικών για την παροχή και τη διάχυση των δεδομένων μέσω διαδικτυακής cloud πλατφόρμας?	E12
ΑΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ, ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	Τι θέλετε να εμφανίζεται στην πλατφόρμα επεξεργασίας και παρουσίασης δεδομένων και σε ποια μορφή?	A) Διαγράμματα B) Δεδομένα σε μορφή πίνακα Γ) Χαρακτηρισμός ποσότητας / ποιότητας νερού 1) Σταθμη 2) pH 3) Θερμοκρασία Νερού 4) Διαλυμένο Οξυγόνο 5) Ηλεκτρική Αγωγιμότητα E13
	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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Αντιστοιχία των ποιοτικών χαρακτηριστικών των απαντήσεων με αριθμητική κλίμακα

Κωδικός Ερώτησης	Κλίμακα με ποιοτικά χαρακτηριστικά	Κλίμακα Αριθμητική
E1	1 ^η Επιλογή	1
	2 ^η Επιλογή	2
	3 ^η Επιλογή	3
	4 ^η Επιλογή	4
	5 ^η Επιλογή	5
E2	Αναγνωρισμένους διεθνώς κατασκευαστές ανεξαρτήτως κόστους	1
	Σχετικά οικονομικούς σταθμούς από λιγότερο γνωστούς κατασκευαστές	2
E3	1 ^η Επιλογή	1
	2 ^η Επιλογή	2
	3 ^η Επιλογή	3
	4 ^η Επιλογή	4
	5 ^η Επιλογή	5
E4	NAI	1
	OXI	0
E5	NAI	1
	OXI	0
E6	Σταθερό χρονικό βήμα μέτρησης - όσο το δυνατόν συχνότερη μέτρηση χρονικά (π.χ. 15 λεπτά)	1
	Χρονικά μεταβαλλόμενο ανάλογα με την τάση των μετρήσεων (πιο συχνές μετρήσεις όταν υπάρχει ανοδική/ καθοδική τάση π.χ. 1 λεπτό και πιο αραιές όταν δεν υπάρχουν σημαντικές μεταβολές π.χ. 1 ώρα)	2

	Άλλο (Στην περίπτωση Άλλο αναγράφεται και η προτεινόμενη απάντηση)	3
E7	Υψηλού κόστους απόκτησης και χαμηλού κόστους λειτουργίας	1
	Χαμηλού κόστους απόκτησης και υψηλού κόστους λειτουργίας	2
E8A	Μεγάλου μεγέθους σταθμός με πάνελ που εξασφαλίζει μεγάλη ενεργειακή αυτονομία, μισάωρες μετρήσεις και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων κάθε τρίωρο. μετρήσεις και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων κάθε τρίωρο.	1
	Μικρού μεγέθους σταθμό χωρίς πάνελ (ή με πολύ μικρό πάνελ) ο οποίος θα έχει μεταβαλλόμενη συχνότητα καταγραφής μετρήσεων (μεγαλύτερη ή ίση με ωριαία) και τηλεμετρική μεταφορά δεδομένων σε τακτά χρονικά διαστήματα, με αύξηση της συχνότητας αποστολής όταν υπάρχει αξιολογή μεταβολή στη μέτρηση	2
E8B	Ακριβό στην αγορά σταθμό ο οποίος θα απαιτεί σχετικά αραιές επιτόπιες επισκέψεις για καθαρίσμα και καλιμπράρισμα (πχ κάθε 6μηνο)	1
	Φθηνό στην αγορά σταθμό ο οποίος θα απαιτεί σχετικά συχνές επιτόπιες επισκέψεις για καθαρίσμα και καλιμπράρισμα (πχ κάθε 3μηνο)	2
E9	0-2000 €	1
	2000-4000 €	2
	Έως..... (Στην περίπτωση Έως αναγράφεται και η προτεινόμενη τιμή)	3
E10	NAI	1
	OXI (Στην περίπτωση OXI αναγράφονται οι επιπρόσθετες προτεινόμενες παράμετροι που επιθυμείτε να μετράει ο σταθμός)	0
E11	Οι απαντήσεις δίνονται περιγραφικά με κείμενο	
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