

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ και ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ Δ/ΝΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
Δ/ΝΣΗ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ & ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ)
ΣΕ ΚΛΙΜΑΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (Ν. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ–
ΦΩΚΙΔΑΣ– ΒΟΙΩΤΙΑΣ – ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ ΚΑΙ ΕΥΒΟΙΑΣ)

ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΑΛΑ

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΕΝΩΣΗ:



Αθήνα, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2020

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ) ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ.....	3
1.1	ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΚΑΝΗΣ.....	3
1.2	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ	5
1.3	ΔΙΚΤΥΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ – ΣΤΑΘΜΗΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΝΑ ΛΕΚΑΝΗ	5
1.4	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	7
1.5	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ.....	15
1.6	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	18
1.7	ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΤΑΙ ΣΤΗΝ 1Η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΔΛΑΠ	18
2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΔΙΟ	20
2.1	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ - ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ	20
2.2	ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ- ΑΙΤΙΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	21
2.3	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	21
2.4	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	21
2.5	ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ- ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΔΙΟ.....	21
3	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ	22
3.1	ΡΥΠΟΙ - ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΟΥΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (CHEMICAL MARKERS).....	22
3.2	ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ – ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΓΡΟΧΗΜΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	23
3.3	ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ – ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ.....	24

1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ) ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ

1.1 Γενική περιγραφή λεκάνης

Η ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΑΛΑ αφορά εξ ολοκλήρου εντός του Καλλικρατικού Δήμου Ιστιαίας-Αιδηψού.

Στην λεκάνη, περιλαμβάνονται με βάση τους Πίνακες του Παρατήματος Ι του Τ.Τ.Δ τα ακόλουθα:

- ⇒ Επιφανειακά Υδατα : ποταμού Κάλα.
- ⇒ Υπόγεια Υδατα : Ιστιαίας.

Ο **π. Κάλας** έχει συνολικό μήκος 15,31 km και έκταση λεκάνης απορροής 138,52 km². Σύμφωνα με τα ΣΔΛΑΠ η μέση ετήσια φυσική απορροή έχει εκτιμηθεί σε 54,00 εκ. m³/έτος.

Οι θέσεις δειγματοληψίας και τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης φαίνονται στην Εικ. 1.1.



Εικ. 1.1 Φυσιογραφία και θέσεις δειγματοληψίας της λεκάνης π. Κάλα

Κλιματικές συνθήκες: Η λεκάνη ποταμού Κάλα χαρακτηρίζεται από κλίμα κατηγορίας Csa, δηλαδή θαλάσσιο κλίμα με διακριτό ξηρό και πολύ θερμό θέρος.

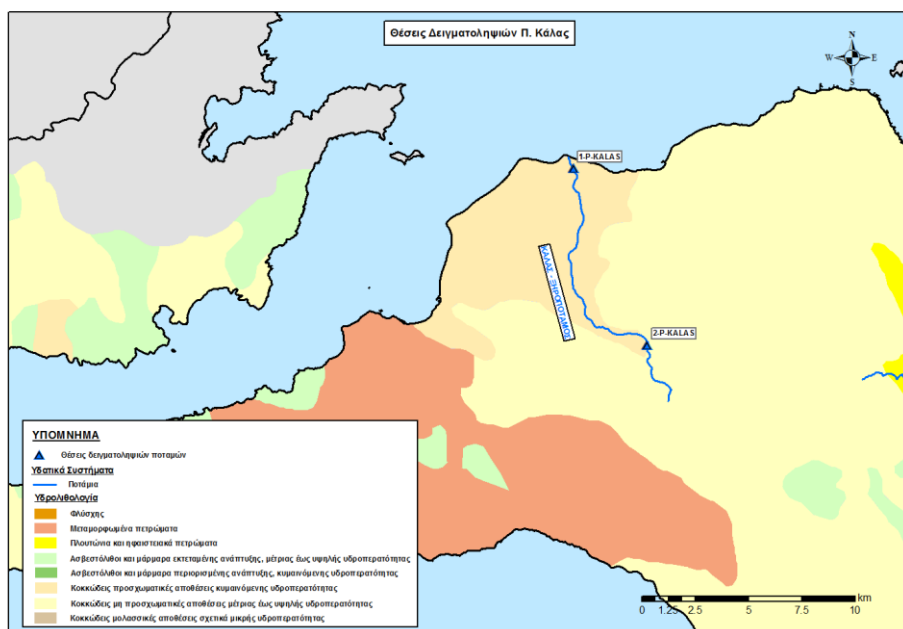
Η λεκάνη ποταμού Κάλα ανήκει στον ασθενή μεσο-μεσογειακό βιοκλιματικό όροφο.

Γεωλογία-Υδρογεωλογία: Η λεκάνη του ποταμού Κάλα, ή λεκάνη της Ιστιαίας είναι τριγωνικής διάταξης παράκτια πεδινή ζώνη, που σχηματίζεται στην έξοδο πολυσχιδούς λοφώδους ζώνης Νεογενών ιζημάτων, στο Βόρειο τμήμα της Εύβοιας. Η λεκάνη έχει τη χαρακτηριστική γεωμορφή Δελταϊκής εκβολής ποταμού, γεγονός που υποδεικνύει την ύπαρξη αυξημένων στερεοπαροχών κατά το πρόσφατο παρελθόν που δημιούργησαν την παράκτια πεδιάδα. Αυτά τα αυξημένα φερτά δικαιολογούνται εν μέρει από τη γεωλογική σύσταση της ορεινής ζώνης της λεκάνης, που

αποτελείται από εύκολα στην αποσάθρωση κλαστικά ιζήματα του Νεογενούς. Παράλληλα, υποδεικνύουν την ίδια περίοδο και αυξημένα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα που προσέφεραν το νερό με τη μηχανική και διαβρωτική δράση του στα ιζήματα.

Ο κύριος άξονας επιφανειακής απορροής της πεδινής ζώνης κινείται σήμερα έκκεντρα προς τη ζώνη του Δέλτα, αλλά υπάρχουν προφανώς και άλλες θαμμένες παλαιοκοίτες στην περιοχή, όπως υποδεικνύεται από την πιεζομετρία.

Γεωλογικά η ορεινή ζώνη σχηματίζεται όπως προαναφέρθηκε, σχεδόν αποκλειστικά από κλαστικά ιζήματα του Νεογενούς, τα οποία έχουν αποτεθεί με σημαντικό πάχος στο γεωλογικό υπόβαθρο των ζωνών Υποπελαγονικής και Πελαγονικής (ανθρακικά πετρώματα και οφιόλιθοι του Προ-ΑνωΚρητιδικού τεκτονικού καλύμματος. Στην πεδινή ζώνη εμφανίζονται Αλλουβιακές και ποταμοχειμάρριες Αποθέσεις και στην παράκτια ζώνη άμμοι ακτών, αποθέσεις τεναγών και θίνες. Οι κοκκώδεις προσχωματικές και μη προσχωματικές αποθέσεις έχουν μέτρια έως υψηλή κυμαινόμενη υδροπερατότητα (βλ. Εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.2 Υδρολιθολογικός χάρτης λεκάνης ποταμού Κάλα

Στην περιοχή της λεκάνης αναπτύσσονται δύο ειδών υδροφορίες ως εξής:

- Κοκκώδης υδροφορία στις προσχωματικές αποθέσεις των πεδινών εκτάσεων της λεκάνης και,
- Κοκκώδεις υδροφορίες στις μάζες των Νεογενών ιζημάτων, που έχουν εκτεταμένες εμφανίσεις στη λεκάνη. Οι υδροφορίες αναπτύσσονται στους αδρομερείς ορίζοντες των Νεογενών ιζημάτων, που σε μικρά βάθη χαρακτηρίζονται φρεάτιες, αλλά οι βαθύτεροι φαίνεται ότι είναι υπό-πίεση.

Υφιστάμενα Εγγειοβελτιωτικά έργα: Με βάση τον Πίνακα 4.24 του Παραδοτέου με τίτλο :*Ανάλυση ανθρωπογενών πιέσεων και των επιπτώσεων τους στα επιφανειακά και στα υπόγεια υδατικά συστήματα του ΣΔΛΑΠ Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας στην υπόψη λεκάνη αναφέρονται τα αρδευτικά έργα :ΙΣΤΙΑΙΑΣ (καταιονισμός-2.000στρ).*

1.2 Συνοπτική παρουσίαση των γεωργικών καλλιεργειών στην λεκάνη

Με βάση τα στοιχεία του ΟΠΕΚΕΠΕ (2018) έχουν ομαδοποιηθεί και πινακοποιηθεί τα στοιχεία των αντίστοιχων καλλιεργειών στην λεκάνη του προγράμματος.

Πίνακας 1.1 Ομάδες καλλιεργειών στη λεκάνη ποταμού Κάλα (πηγή: ΟΠΕΚΕΠΕ, 2018)

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ (ha)	%
ΣΙΤΑΡΙ	1.04	1.9
ΛΟΙΠΑ ΣΙΤΗΡΑ	4.52	8.4
ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ	4.63	8.6
ΟΣΠΡΙΟΕΙΔΗ	1.24	2.3
ΕΛΑΙΩΝΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	18.47	34.4
ΚΑΡΠΟΙ ΜΕ ΚΕΛΥΦΟΣ	2.02	3.8
ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ - ΔΕΝΔΡΩΔΕΙΣ	10.68	19.9
ΛΟΙΠΟΙ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΙΝΟΥ	0.48	0.9
ΛΟΙΠΟΙ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ ΓΙΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΧΡΗΣΗ	0.04	0.1
ΒΑΜΒΑΚΙ	0.00	0.0
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ ΠΟΤΙΣΤΙΚΟΣ	0.93	1.7
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	1.09	2.0
ΡΥΖΙ	0.00	0.0
ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ	6.36	11.8
ΣΥΝΟΛΟ	51.49	95.84

1.3 Δίκτυο Δειγματοληψιών – Σταθμημετρήσεων ανά λεκάνη

Στους συνημμένους Πίνακες δίνονται ανά λεκάνη το δίκτυο δειγματοληψιών και Σταθμημετρήσεων κατά περίπτωση για επιφανειακά και υπόγεια ύδατα και ιζήματα:

1.3.1 Επιφανειακά Υδατα

Πίνακας 1.2 Σημεία δειγματοληψιών επιφανειακών υδάτων στη λεκάνη ποταμού Κάλα

ΚΩΔΙΚΟΣ	X	Y	Z	Π_Ε
1-P-KALAS	426992	4317307	1	Εύβοιας
2-P-KALAS	430464	4309053	82	Εύβοιας

1.3.2 Υπόγεια Υδατα

Πίνακας 1.3 Σημεία δειγματοληψιών υπογείων υδάτων στη λεκάνη ποταμού Κάλα

ΚΩΔΙΚΟΣ	X	Y	Z	ΕΙΔΟΣ	ΧΡΗΣΗ	Π_Ε
3-Y-EYB-4	422102	4313381	5	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ Ή ΑΡΔΕΥΣΗ	Εύβοιας
4-Y-EYB-4	422068	4311992	11	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ Ή ΑΡΔΕΥΣΗ	Εύβοιας
6-Y-EYB-4	424785	4312145	26	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ Ή ΑΡΔΕΥΣΗ	Εύβοιας
9-Y-EYB-4	427160	4311123	48	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Εύβοιας
11-Y-EYB-4	427560	4314275	23	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ	Εύβοιας

Πίνακας 1.4 Σημεία σταθμημετρήσεων στη λεκάνη ποταμού Κάλα

ΚΩΔΙΚΟΣ	X	Y	Z	ΕΙΔΟΣ	ΧΡΗΣΗ	Π_Ε
1-Y-EYB-4	424223	4314646	11	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Εύβοιας
2-Y-EYB-4	428903	4314883	38	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ Ή ΑΡΔΕΥΣΗ	Εύβοιας
3-Y-EYB-4	422102	4313381	5	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ Ή ΑΡΔΕΥΣΗ	Εύβοιας
4-Y-EYB-4	422068	4311992	11	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ Ή ΑΡΔΕΥΣΗ	Εύβοιας
5-Y-EYB-4	421329	4310095	13	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ Ή ΑΡΔΕΥΣΗ	Εύβοιας
6B-Y-EYB-4	424563	4311558	26	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Εύβοιας
7-Y-EYB-4	422785	4306872	143	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ Ή ΑΡΔΕΥΣΗ	Εύβοιας
8-Y-EYB-4	426948	4305546	298	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ (εφεδρική)	Εύβοιας
9B-Y-EYB-4	427255	4311142	48	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ	Εύβοιας
10-Y-EYB-4	425792	4315907	9	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Εύβοιας
11-Y-EYB-4	427560	4314275	23	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ	Εύβοιας

1.4 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων Υδάτων

1.4.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες που μετρήθηκαν επί τόπου στο πεδίο

π. Κάλας

Οι τιμές των ιδιοτήτων της κατηγορίας αυτής παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίν. 1.5. Από τα δεδομένα του πίνακα αυτού και τα συνολικά αναλυτικά δεδομένα φαίνεται ότι στη μόνη ιδιότητα που βρέθηκαν τιμές μεγαλύτερες των επιθυμητών ήταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα, ενώ σε ορισμένα σημεία παρουσιάσθηκε ευτροφισμός. Οι τιμές αυτές της EC δημιουργούν ελαφρύ έως μέτριο βαθμό περιορισμού για την άρδευση των καλλιεργειών (βλ. Πίνακας 1.5).

Πίνακας 1.5 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση και τυπική απόκλιση των μελετηθέντων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των υδάτων του ποταμού Κάλα

Παράμετρος	Αριθμός Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπική απόκλιση
pH	18	7,51	8,73	8,24	8,21	0,32
Θερμ., οC	18	12	29	19	19	5
Διαλυτό οξυγόνο, mg/l	16	4,02	10,01	6,61	6,41	1,89
Κορεσμός με οξυγόνο, %	16	49	102	72	72	18
Δυναμ. Οξειδοαναγωγής, mV	18	96	254	163	163	47
Ολικά διαλυτά στερεά, mg/l	18	396	597	514	548	69
Βάθος, m	18	0,05	0,40	0,20	0,20	0,10
Βάθος διαύγειας (Sescchi), m	18	0,05	0,40	0,20	0,20	0,09
Ηλ. Αγωγιμότητα, μS/cm	18	619	933	803	856	108
Θολότητα, (Nephelometric Turbidity Units, NTU)	18	-	68,90	5,22	-	16,15
Χλωροφύλλη, μg/l	18	-	26,00	4,74	2,00	6,71
Αιωρούμενα στερεά, mg/l	18	0,94	27,47	2,95	0,94	6,22
Βιοχημικά Απαιτούμενο οξυγόνο, BOD, mgO ₂ /l	17	0,16	4,18	1,20	0,98	1,07
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο, COD, mgO ₂ /l	12	4	27	12	10	8

Υπόγεια ύδατα π. Κάλα (Λεκάνης Ιστιαίας)

Από τα δεδομένα του πίν. 1.6, στον οποίο παρουσιάζονται οι ιδιότητες της κατηγορίας αυτής, φαίνεται ότι όλες οι ιδιότητες έχουν τιμές εντός των επιθυμητών ορίων εκτός από την ηλεκτρική αγωγιμότητα που στο σύνολο σχεδόν των θέσεων και δειγματοληψιών είχε τιμές μεγαλύτερες ή πολύ κοντά στην κρίσιμη τιμή, δημιουργώντας ελαφρύ έως μέτριο βαθμό περιορισμού στην άρδευση των καλλιεργειών (βλ. Πίνακας 1.6).

Πίνακας 1.6 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση των τιμών ορισμένων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των υπογείων υδάτων λεκάνης Ιστιαίας

Παράμετρος	Αριθμός Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπική απόκλιση
pH	26	7,15	7,67	7,38	7,36	0,15
Θερμ., οC	26	14,20	22,10	17,93	18,05	2,04
Διαλυτό οξυγόνο, mg/l	26	3,76	8,02	5,73	5,64	1,01
Κορεσμός με οξυγόνο, %	30	-	89,90	55,31	60,10	24,90
Δυναμ. Οξειδοαναγωγής, mV	25	125	255	192	197	30,24
Ολικά διαλυτά στερεά, mg/l	26	390	715	537	517	84,61
Ηλ. Αγωγιμότητα, μS/cm	26	610	1.117	838	808	132
Θολότητα, (Nephelometric Turbidity Units, NTU)	26	-	45,80	4,48	-	11,61
Χλωροφύλλη, μg/l	26	-	35	6,46	-	11,00
Αιωρούμενα στερεά, mg/l	26	0,94	18,58	2,67	0,94	4,47
Βιοχημικά Απαιτούμενο οξυγόνο, BOD, mgO ₂ /l	26	0,34	2,61	1,61	1,59	0,69
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο, COD, mgO ₂ /l	26	1,98	15,87	5,95	5,79	3,05

1.4.2 Φυσικοχημικές Ιδιότητες που μετρήθηκαν στο εργαστήριο (πλην βαρέων μετάλλων)

π. Κάλας

Σε καμία από τις ιδιότητες της κατηγορίας αυτής δεν παρουσίασε τιμές πέραν των επιθυμητών, με αποτέλεσμα τα ύδατα αυτά να χαρακτηρίζονται ως προς τις ιδιότητες αυτές χωρίς κανένα περιορισμό για οποιαδήποτε χρήση (βλ.Πίνακας 1.7).

Πίνακας 1.7 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση τιμή, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των ιόντων στα ύδατα του ποταμού Κάλα

Ιδιότητα	Αρ. Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπ. Απόκλιση
Ολική Σκληρ., mg/l CaCO ₃	18	29,33	48,77	40,11	40,96	6,44
Παροδική Σκληρ., mg/l CaCO ₃	18	26,00	40,00	34,17	35,37	4,92
Μόνιμη Σκληρ., mg/l CaCO ₃	18	1,58	9,82	5,94	6,27	2,67
Αλκαλικότητα, mg/l CaCO ₃	18	260,00	400,00	341,67	353,75	49,25
CO ₃ -2, mg/l	18	0,00	36,00	5,33	0,00	10,87
HCO ₃ -, mg/l	18	317,20	488	417	432	60,09
BO ₃ -, mg/l	18	0,05	0,75	0,34	0,32	0,17
F-, mg/l	18	0,14	1,99	0,43	0,32	0,41
Cl-, mg/l	18	15,20	46	29	31,11	10,18
Br-, mg/l	18	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
NO ₂ -, mg/l	18	0,00	0,16	0,04	0,00	0,06
NO ₃ -, mg/l	18	0,04	2,31	0,74	0,40	0,68
PO ₄ -3, ως mgP/l	18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SO ₄ -2, mg/l	18	12,29	45,33	29,52	34,93	12,98
Ca+2, mg/l	18	41,11	85,60	62,96	57,48	14,51
Mg+2, mg/l	18	37,28	81,23	59,29	57,92	10,75
Li+, mg/l	18	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01
Na+, mg/l	18	11,35	28,09	20,04	19,65	5,32
K+, mg/l	18	0,79	2,26	1,32	1,16	0,43
NH ₄ +, mg/l	18	0,00	0,52	0,13	0,05	0,15
Δείκτης SAR	18	0,27	0,56	0,43	0,43	0,09

Υπόγεια ύδατα π. Κάλα (Λεκάνης Ιστιαίας)

Σε καμία από τις ιδιότητες της κατηγορίας αυτής δεν παρατηρήθηκαν τιμές εκτός των επιθυμητών ορίων, με αποτέλεσμα τα υπόγεια ύδατα της λεκάνης Ιστιαίας να μη εμφανίζουν κανένα περιορισμό για άρδευση των καλλιεργειών (βλ. Πίνακας 1.8).

Πίνακας 1.8 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των ιόντων στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης Ιστιαίας

	Αρ. Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπ. Απόκλιση
Ολική Σκληρ., mg/l CaCO ₃	26	30	53	39	38	6
Παροδική Σκληρ., mg/l CaCO ₃	26	27	47	36	35	5
Μόνιμη Σκληρ., mg/l CaCO ₃	26	0,49	6,77	3,20	2,79	1,89
Αλκαλικότητα, mg/l CaCO ₃	26	272	470	361	354	50
CO ₃ ²⁻ , mg/l	26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻ , mg/l	26	332	573	440	432	60
BO ₃ ⁻ , mg/l	26	0,00	0,97	0,42	0,38	0,30
F ⁻ , mg/l	26	0,20	0,66	0,36	0,32	0,12
Cl ⁻ , mg/l	26	16	48	29	26	10
Br ⁻ , mg/l	26	0	0	0	0	0
NO ₂ ⁻ , mg/l	26	0,00	0,26	0,05	0,00	0,08
NO ₃ ⁻ , mg/l	26	1,89	36	14	10	11
PO ₄ ³⁻ , mg/l	26	0	3,51	0,14	0	0,69
SO ₄ ²⁻ , mg/l	26	12	59	25	22	12
Ca ²⁺ , mg/l	26	47	99	71	70	15
Mg ²⁺ , mg/l	26	39	70	52	51	9
Li ⁺ , mg/l	26	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02
Na ⁺ , mg/l	26	12	47	27	27	9
K ⁺ , mg/l	26	0,84	3,08	1,64	1,49	0,56
NH ₄ ⁺ , mg/l	26	0,00	0,64	0,15	0,06	0,21
Δείκτης SAR	26	0,31	1,05	0,59	0,57	0,20

1.4.3 Βαρέα Μέταλλα

π. Κάλας

Οι τιμές των συγκεντρώσεων των ΒΜ στα ύδατα του π. Κάλα παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.9. Εκτός από 2 θέσεις, στην οποία βρέθηκαν τιμές για το Ni και Cr μεγαλύτερες των επιτρεπόμενων (26 µgNi/l και 111 µgCr/l αντίστοιχα), σε κανένα άλλο ΒΜ δεν βρέθηκαν υψηλές τιμές.

Πίνακας 1.9 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων και του ολικού φωσφόρου στα ύδατα του ποταμού Κάλα

Στοιχείο	Αρ. Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπ. Απόκλιση
Χαλκός (Cu), µg/l	18	0,17	42,00	7,27	2,61	11,62
Μαγγάνιο (Mn), µg/l	18	0,86	44	9,20	2,34	14,35
Ψευδάργυρος (Zn), µg/l	18	0,00	18,40	4,88	2,68	5,29
Κασσίτερος (Sn), µg/l	18	0,00	0,30	0,13	0,10	0,08
Αρσενικό (As), µg/l	18	0,00	22	8,30	6,70	7,08
Κάδμιο (Cd), µg/l	18	0,00	0,08	0,02	0,00	0,03
Μόλυβδος (Pb), µg/l	18	0,00	4,76	0,79	0,17	1,44
Νικέλιο (Ni), µg/l	18	2,39	26,04	4,96	2,83	6,03
Υδράργυρος (Hg), µg/l	18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Χρώμιο ολικό (Cr), µg/l	18	0,00	110,97	8,67	1,25	25,99
Χρώμιο τριθενές (Cr3+), µg/l	18	0,00	110,97	8,67	1,25	25,99
Χρώμιο εξαθενές (Cr6+), µg/l	18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Κοβάλτιο (Co), µg/l	18	0,00	0,46	0,16	0,11	0,16
Αργίλιο (Al), µg/l	18	0,00	115,19	35,49	23,73	38,96
Σελήνιο (Se), µg/l	18	0,10	0,60	0,29	0,30	0,13
Σίδηρος (Fe), µg/l	18	0,00	98,59	28,95	19,40	27,79
Φωσφόρος (P), mg/l	17	0,00	0,58	0,04	0,01	0,14

Υπόγεια ύδατα π. Κάλα (Λεκάνης Ιστιαίας)

Οι συγκεντρώσεις των ΒΜ στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης Ιστιαίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.10, από τα δεδομένα του οποίου και τα συνολικά αναλυτικά δεδομένα προκύπτει ότι κανένα από τα ΒΜ που μελετήθηκαν δεν παρουσίασε υψηλότερες των επιθυμητών συγκεντρώσεις. Εξαιρέση από το στοιχείο Ni, το οποίο σε μία μόνο δειγματοληψία και θέση είχε υψηλότερη της επιτρεπόμενης τιμής (τιμή 30 $\mu\text{gNi/l}$).

Πίνακας 1.10 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων, του ολικού φωσφόρου και βορίου στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης της Ιστιαίας

Στοιχείο	Αρ. Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπ. Απόκλιση
Χαλκός (Cu), $\mu\text{g/l}$	26	0,00	70,93	10,95	5,57	16,91
Μαγγάνιο (Mn), $\mu\text{g/l}$	26	0,00	33,93	3,52	1,27	7,19
Ψευδάργυρος (Zn), $\mu\text{g/l}$	26	2,17	97,10	13,06	9,03	18,19
Κασσίτερος (Sn), $\mu\text{g/l}$	26	0,00	0,20	0,13	0,10	0,06
Αρσενικό (As), $\mu\text{g/l}$	26	0,00	4,33	2,17	2,16	1,04
Κάδμιο (Cd), $\mu\text{g/l}$	26	0,00	0,27	0,05	0,03	0,06
Μόλυβδος (Pb), $\mu\text{g/l}$	26	0,00	1,37	0,41	0,30	0,40
Νικέλιο (Ni), $\mu\text{g/l}$	26	0,00	30,05	4,02	2,48	5,79
Χρώμιο ολικό (Cr), $\mu\text{g/l}$	26	1,18	30,16	7,68	5,93	7,08
Χρώμιο τρισθενές (Cr3+), $\mu\text{g/l}$	26	0,00	30,16	6,30	3,61	7,39
Χρώμιο εξασθενές (Cr6+), $\mu\text{g/l}$	26	0,00	8,40	1,38	0,00	2,92
Κοβάλτιο (Co), $\mu\text{g/l}$	26	0,00	0,27	0,06	0,01	0,09
Αργίλιο (Al), $\mu\text{g/l}$	26	0,00	32,14	11,41	11,22	8,37
Σελήνιο (Se), $\mu\text{g/l}$	26	0,20	1,30	0,57	0,50	0,26
Σίδηρος (Fe), $\mu\text{g/l}$	26	0,00	79,42	12,08	4,96	17,04
Φωσφόρος ολικός (P), mg/l	26	0,00	0,48	0,03	0,01	0,09

1.4.4 Υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων

Επιφανειακά ύδατα Ποταμού Κάλα

Στα ύδατα του ποταμού Κάλα οι δραστικές ουσίες που έχουν εντοπιστεί είναι 18 (μαζί με την καφεΐνη) (Πίνακας 1.11).

Πίνακας 1.11 Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν στα ύδατα των ποταμών της λεκάνης Κάλα

α/α	Δραστικές ουσίες που ανιχνεύτηκαν έστω και σε ένα δείγμα	Συγκέντρωση , ng/kg	αρ. δειγμάτων με συγκέντρωση > LOQ	% στο σύνολο των δειγμάτων
1	Abamectin_B1A	ND - < LOQ	0	0,00
2	Acetochlor	ND - < LOQ	0	0,00
3	Boscalid	ND -45,9	1	5,56
4	Caffeine	ND -49,5	5	27,78
5	Chlorantraniliprole	ND - < LOQ	0	0,00
6	Chlorpyrifos-methyl	ND -26,48	1	5,56
7	DEET	ND - < LOQ	0	0,00
8	Fenobucarb	ND -107,3	1	5,56
9	Fenoxycarb	ND - < LOQ	0	0,00
10	Fluconazole	ND - < LOQ	0	0,00
11	Fluometuron	ND - < LOQ	0	0,00
12	Hexythiazox	ND - < LOQ	0	0,00
13	Mesotrione	ND - < LOQ	0	0,00
14	Mevinphos	ND - < LOQ	0	0,00
15	Profenofos	ND - < LOQ	0	0,00
16	Terbacil	ND - < LOQ	0	0,00
17	Toclofos methyl	ND - < LOQ	0	0,00
18	Triticonazole	ND - < LOQ	0	0,00
*ND: Not Detectable, Μη ανιχνεύσιμο, ** LOQ: Limit of Quantification, Όριο ποσοτικοποίησης				

Οι ποσότητες που προσδιορίστηκαν είναι κατά το μεγαλύτερο ποσοστό κάτω του ορίου των 100ng/l. Μόνο η δραστική ουσία **fenobucarb** υπερέβη το εν λόγω όριο σε ένα σημείο και μόνο μία φορά χωρίς επανεμφάνιση (107,3 ng/l). Το γεγονός κρίνεται μεμονωμένο χωρίς να προκαλεί ιδιαίτερη ανησυχία.

Επιπλέον σε κανένα δείγμα δεν παρατηρήθηκε υπέρβαση του ανώτατου αθροιστικού ορίου (500ng/l).

Οι υπόλοιπες ουσίες που ποσοτικοποιούνται σε επίπεδα κατώτερα του ορίου των 100 ng/l εμφανίσθηκαν ελάχιστες φορές και αυτές μεμονωμένα.

Αναφορικά με τις δραστικές ουσίες που αναφέρονται στα Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος και έχουν χαμηλότερα επιτρεπτά όρια από των πόσιμων υδάτων, στα συγκεκριμένα δείγματα δεν βρέθηκε καμία σε ποσοτικοποιήσιμα επίπεδα.

Συμπερασματικά, η κατάσταση κρίνεται **καλή** καθώς και τα επίπεδα των ουσιών και η συχνότητα εμφάνισής τους, αλλά και το πλήθος των ουσιών είναι πολύ χαμηλά.

Υπόγεια ύδατα Ιστιαίας

Στα υπόγεια ύδατα της Ιστιαίας οι δραστικές ουσίες που έχουν εντοπιστεί χωρίς σε αυτές να συμπεριλαμβάνεται η καφεΐνη είναι 8, τα ονόματα και η συχνότητα εμφάνισής των οποίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.12 που ακολουθεί.

Πίνακας 1.12 Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν στα υπόγεια ύδατα της Ιστιαίας

α/α	Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν έστω και σε ένα δείγμα	Συγκέντρωση , ng/kg	αρ. δειγμάτων με συγκέντρωση > LOQ	% στο σύνολο των δειγμάτων
1	2-Phenylphenol	ND - < LOQ	0	0,00
2	Caffeine	ND - 58,83	7	25,93
3	DEET	ND - < LOQ	0	0,00
4	fenpropimorph	ND - < LOQ	0	0,00
5	Fenuron	ND - < LOQ	0	0,00
6	Fluconazole	ND - 168,96	1	3,70
7	Metalaxyl	ND - < LOQ	0	0,00
8	Metolachlor	ND - < LOQ	0	0,00
9	Thiacloprid	ND - < LOQ	0	0,00
*ND: Not Detectable, Μη ανιχνεύσιμο, ** LOQ: Limit of Quantification, Όριο ποσοτικοποίησης				

Σε ένα δείγμα παρατηρήθηκε υπέρβαση του ορίου των 100 ng/l στην ουσία **fluconazole** (168,96 ng/l), χωρίς όμως να έχει προσδιορισθεί η ίδια δραστική ουσία και σε κάποιο άλλο σημείο.

Δεν σημειώθηκε υπέρβαση του ανώτατου αθροιστικού ορίου (500ng/l για το άθροισμα των δραστικών ουσιών ανά δείγμα).

Από τις ουσίες που δεν ποσοτικοποιούνται, συχνότερα εμφανίσθηκαν οι DEET και fluconazole.

Συμπερασματικά, η κατάσταση στη λεκάνη κρίνεται **καλή** καθώς και τα επίπεδα των ουσιών και η συχνότητα εμφάνισής τους και το πλήθος των ουσιών είναι πολύ χαμηλά.

1.5 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων Ιζημάτων

1.5.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες (πλην βαρέων μετάλλων)

π. Κάλας

Οι συγκεντρώσεις των ιόντων της υδατικής φάσης των ιζημάτων του π. Κάλα ήταν γενικά χαμηλές, όπως φαίνεται από τα δεδομένα του Πίνακα 1.13. Υπερβάσεις από τις επιθυμητές τιμές βρέθηκαν μόνο στα νιτρώδη και αμμωνιακά ιόντα.

Πίνακας 1.13 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των ιόντων στα ιζήματα του ποταμού Κάλα

Ιδιότητα	Αρ. Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπ. Απόκλιση
pH	15	7,30	8,49	8,22	8,29	0,29
Ηλεκτρική αγωγιμότητα, $\mu\text{S}/\text{cm}$	15	456	949	695	675	143
Ολική Σκληρ., mg/l CaCO_3	15	20,61	42,18	29,95	29,57	6,18
Παροδική Σκληρ., mg/l CaCO_3	15	15,50	38,00	26,62	25,5	6,44
Μόνιμη Σκληρ., mg/l CaCO_3	15	1,24	5,90	3,33	3,34	1,51
Αλκαλικότητα, mg/l CaCO_3	15	155	380	266	255	64
CO_3^{2-} , mg/l	15	-	24,00	9,60	6	10,59
HCO_3^- , mg/l	15	189	464	325	311	79
F^- , mg/l	15	0,08	0,55	0,31	0,34	0,12
Cl^- , mg/l	15	22,00	49,00	32,87	33	6,70
Br^- , mg/l	15	-	-	-	0	-
NO_2^- , mg/l	15	-	0,91	0,12	0	0,26
NO_3^- , mg/l	15	-	4,20	0,91	0,15	1,27
PO_4^{3-} , mg/l	15	-	-	-	0	-
SO_4^{2-} , mg/l	15	39,00	54,00	46,27	47	4,22
Ca^{+2} , mg/l	15	19,00	85,00	48,67	43	21,02
Mg^{+2} , mg/l	15	29,00	53,00	43,13	44	6,95
Li^+ , mg/l	15	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
Na^+ , mg/l	15	17,00	33,00	23,80	24	4,09
K^+ , mg/l	15	0,84	1,70	1,09	1,1	0,24
NH_4^+ , mg/l	15	1,10	2,10	1,50	1,4	0,26
Δείκτης SAR	15	0,52	0,70	0,60	0,6	0,05

1.5.2 Βαρέα Μέταλλα (ΒΜ)

π. Κάλας

Οι συγκεντρώσεις των ΒΜ στα ιζήματα του π. Κάλα παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.14. Από τα δεδομένα του πίν. αυτού φαίνεται ότι υπερβάσεις από τις επιθυμητές τιμές βρέθηκαν στα ΒΜ As, Ni και Cr.

Πίνακας 1.14 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων και του ολικού φωσφόρου και βορίου των ιζημάτων του ποταμού Κάλα

Μέταλλο	Αρ. Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπ. Απόκλιση
Σίδηρος (Fe), mg/kg	24	8.200	26.435	13.415	12.838	3.885
Χαλκός (Cu), mg/kg	24	6,20	20	12,19	12,00	3,51
Μαγγάνιο (Mn), mg/kg	24	210	633	333	297	103
Ψευδάργυρος (Zn), mg/kg	24	22,00	49	33,13	32,00	7,95
Κασσίτερος (Sn), mg/kg	24	0,60	2,40	1,43	1,25	0,50
Αρσενικό (As), mg/kg	24	1,40	9,20	5,59	6,00	1,99
Κάδμιο (Cd), mg/kg	24	-	0,10	0,02	-	0,04
Μόλυβδος (Pb), mg/kg	24	0,50	22	6,35	6,40	4,16
Νικέλιο (Ni), mg/kg	24	106	617	232	217	104
Υδράργυρος (Hg), mg/kg	24	-	-	-	-	-
Χρώμιο ολικό (Cr), mg/kg	24	23,00	173	79,08	63,50	40,36
Κοβάλτιο (Co), mg/kg	24	8,40	25,00	13,95	14,00	4,17
Αργίλιο (Al), mg/kg	24	4.050	9.940	6.795	6.940	1.708
Σελήνιο (Se), mg/kg	24	0,10	0,20	0,13	0,10	0,05
Ολικός φωσφόρος, mg/kg	24	232	465	361	371	63
Ολικό Βόριο, mg/kg	24	2,90	7,20	4,86	4,85	1,22

1.5.3 Υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων

Ιζήματα π. Κάλα

Στα ιζήματα του π. Κάλα ανιχνεύθηκαν μόνο 11 δραστικές ουσίες (συμπεριλαμβανομένης της καφεΐνης) οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 1.15 που ακολουθεί.

Πίνακας 1.15 Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν στα ιζήματα των ποταμών της λεκάνης Κάλα

α/α	Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν έστω και σε ένα δείγμα	Συγκέντρωση , ng/kg	αρ. δειγμάτων με συγκέντρωση > LOQ	% στο σύνολο των δειγμάτων
1	Caffeine	ND - < LOQ	0	0,00
2	Abamectin_B1A	ND - < LOQ	0	0,00
3	Acequinocyl	ND - 70,1	1	4,17
4	Bifenthrine	ND - 89,2	1	4,17
5	Flufenacet	ND - < LOQ	0	0,00
6	Fenchlorfenuron	ND - 6,98	1	4,17
7	lambda-Cyhalothrin	ND - < LOQ	0	0,00
8	Lenacil	ND - < LOQ	0	0,00
9	Metaxyl	ND - < LOQ	0	0,00
10	Prochloraz	ND - < LOQ	0	0,00
11	Propham	ND - 8,74	6	25,00
*ND: Not Detectable, Μη ανιχνεύσιμο, ** LOQ: Limit of Quantification, Όριο ποσοτικοποίησης				

Υπάρχουν ελάχιστες περιπτώσεις ποσοτικοποιήσιμων ουσιών οι οποίες είναι:

α) το ακαρεοκτόνο **acequinocyl** (70,1 ng/g dw),

β) το ακαρεοκτόνο **bifenthrin** (89,2 ng/g dw),

γ) το ρυθμιστικό ανάπτυξης φυτών fenchlorfenuron (7 ng/g dw).

Όλες οι παραπάνω δραστικές ουσίες προσδιορίζονται ποσοτικά από μία φορά και μόνο, σε διάφορα δείγματα χωρίς επανάληψη στο ίδιο σημείο δειγματοληψίας.

Συμπερασματικά, η κατάσταση στα ιζήματα των ποταμών κρίνεται **καλή**, διότι και ο αριθμός των ανιχνεύσιμων δραστικών ουσιών είναι πολύ μικρός και οι συγκεντρώσεις των δραστικών ουσιών βρίσκονται σε αρκετά χαμηλά επίπεδα.

Και στις αυτές ουσίες οι ποσότητες είναι σχετικά αυξημένες, αλλά τα ευρήματα είναι σποραδικά και μη επαναλαμβανόμενα.

Από τις υπόλοιπες δραστικές ουσίες καμία δεν ανιχνεύθηκε περισσότερες από μία φορά.

Συμπερασματικά η κατάσταση στη συγκεκριμένη λεκάνη αναφορικά με τα δείγματα ιζημάτων του ποταμού κρίνεται **καλή**.

1.6 Συνοπτική περιγραφή της υδραυλικής επικοινωνίας των υδατοσυστημάτων

Στην παρούσα λεκάνη εντοπίζονται:

⇒ **περιοχές χωρίς ενδείξεις υδραυλικής επικοινωνίας επιφανειακών και υπόγειων υδάτων**

Λεκάνη ποταμού Κάλα

Λόγω του βάθους της υπόγειας στάθμης και της απουσίας επιφανειακής απορροής στην έκταση ανάπτυξης της λεκάνης.

⇒ **περιοχές με υφαλμύριση**

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, δεν προκύπτουν συνθήκες ανάπτυξης υφαλμύρισης των υπόγειων υδάτων της λεκάνης. Στα πιεζομετρικά δεδομένα δεν μετρήθηκαν αρνητικά υδραυλικά φορτία, ενώ και όλοι οι χημικοί προσδιορισμοί απέδωσαν Χλωριόντα και ιόντα Νατρίου σε χαμηλές συγκεντρώσεις και εντός των ορίων των ΑΑΤ.

Το ίδιο άλλωστε συμπέρασμα περιλαμβάνεται και στο Σχέδιο Διαχείρισης για το ΥΥΣ Ιστιαίας - Λίμνης (ΕΛ0700260) που αναπτύσσεται στην περιοχή της λεκάνης.

1.7 Συσχετισμός με την κατάσταση των υδατοσυστημάτων που περιγράφεται στην 1η Αναθεώρηση των ΣΔΛΑΠ

Σύμφωνα με την 1^η Αναθεώρηση ΣΔΛΑΠ του ΥΔ Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας (ΕΛ07), εντός της Λεκάνης ποταμού Κάλα υπάρχει 1 επιφανειακό και 1 υπόγειο ΥΣ, η κατάσταση των οποίων παρουσιάζεται στους ακόλουθους πίνακες.

Επιφανειακά Υδατα

Πίνακας 1.16 Κατάσταση επιφανειακών ΥΣ σύμφωνα με την 1^η αναθεώρηση ΣΔΛΑΠ ΥΔ ΕΛ07.

ΥΔ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΥΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΥΣ	ΛΕΚΑΝΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΕΛ07	ΕΛ0719R002700024N	ΞΗΡΟΠΟΤΑΜΟΣ	ΚΑΛΑ	ΜΕΤΡΙΑ	ΑΓΝΩΣΤΗ	ΑΓΝΩΣΤΗ	R

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης η ποιότητα των υδάτων του ποταμού Κάλα κρίνεται «κατάλληλα για άρδευση με κάποιο ελαφρύ έως μέτριο βαθμό περιορισμού λόγω της ΕC», συμπληρώνοντας τα ευρήματα της 1^{ης} αναθεώρησης ΣΔΛΑΠ ΥΔ ΕΛ07 για την «συνολική κατάσταση» των ποταμών που παρουσιάζεται «Άγνωστη».

Υπόγεια Υδατα

Πίνακας 1.17 Κατάσταση επιφανειακών ΥΣ σύμφωνα με την 1^η αναθεώρηση ΣΔΛΑΠ ΥΔ ΕΛ07.

ΥΔ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΥΥΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΥΥΣ	ΛΕΚΑΝΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΕΛ07	ΕΛ0700260	ΙΣΤΙΑΙΑΣ - ΛΙΜΝΗΣ	ΚΑΛΑ	ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ

Σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης της ΛΑΠ Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας η λεκάνη του ποταμού Κάλα συμπίπτει περίπου με τα όρια της πεδινής ζώνης του Υπόγειου Υδατικού Συστήματος ΥΥΣ Ιστιαίας - Λίμνης (ΕΛ0700260), που αναπτύσσεται στις μάζες των Νεογενών και Τεταρτογενών ιζημάτων που σχηματίζουν την περιοχή της Βόρειας Εύβοιας μεταξύ Ιστιαίας, Λίμνης και δυτικά των Κεχριών της Αγίας Άννας και των Βασιλικών μέχρι το Ακρωτήριο Αρτεμίσιο. Στα υποστηρικτικά κείμενα του Σχεδίου Διαχείρισης επισημαίνεται για το ΥΥΣ ότι δεν καταγράφονται υπερβάσεις σε Χλωριόντα και ως εκ τούτου δεν επιβεβαιώνονται συνθήκες υφαλμύρισης.

Η λεκάνη που μελετήθηκε εντάσσεται στις υδροφορίες πεδινής ζώνης του ΥΥΣ Ιστιαίας - Λίμνης (ΕΛ0700260).

Σύμφωνα με την 1^η Αναθεώρηση του ΣΔ το ΥΥΣ Ιστιαίας - Λίμνης (EL0700260), έχει χαρακτηριστεί σε ΚΑΛΗ ποιοτική κατάσταση.

Με βάση τα παραπάνω αναφερθέντα εκτιμούμε ότι τα αποτελέσματα της μελέτης μας είναι απολύτως συμβατά με το εγκεκριμένο Σχέδιο Διαχείρισης.

2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΔΙΟ

2.1 Συνοπτική παρουσίαση της ποιοτικής κατάστασης των αρδευτικών υδάτων - ιζημάτων της λεκάνης

Συνοψίζοντας τα όσα προαναφέρθηκαν αναλυτικότερα στα προηγούμενα μπορούμε να πούμε τα ακόλουθα ως προς την ποιοτική κατάσταση των επιφανειακών και υπογείων υδάτων και ιζημάτων της λεκάνης του π. Κάλα:

2.1.1 Ποιοτική κατάσταση Υδάτων

Τόσο στα **επιφανειακά** όσο και στα **υπόγεια ύδατα** η ποιότητα είναι πολύ καλή με μια μόνο μικρή παρέκκλιση στην EC αγωγιμότητα, της οποίας οι τιμές δημιουργούν ελαφρό έως μέτριο βαθμό περιορισμού στις ευαίσθητες καλλιέργειες και ένα μικρό ευτροφισμό στα επιφανειακά ύδατα.

2.1.2 Ποιοτική κατάσταση Ιζημάτων

Στην υδατική φάση των ιζημάτων, η εικόνα ήταν παρόμοια με εκείνη των υδάτων. Οι μόνες ιδιότητες που είχαν αυξημένες τιμές ελαφρώς ανώτερες (για ύδατα άρδευσης) των κρίσιμων ήταν η EC και η συγκέντρωση NO_2^- και NH_4^+ που είναι αναμενόμενες στις συνθήκες των ιζημάτων.

Στη στερεά φάση των ιζημάτων ανώτερες των τιμών TEL βρέθηκαν στα BM As (ελαφρώς μεγαλύτερη), σε μία θέση θέση, και Ni και Cr σε όλες τις θέσεις. Αναφορικά με τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων στα συγκεκριμένα ιζήματα η κατάσταση είναι καλή.

2.1.3 Αξιολόγηση σταθμημετρήσεων – Πιεζομετρικό καθεστώς

Υπόγειες Υδροφορίες:

Στους πιεζομετρικούς χάρτες αποτυπώνονται οι συνθήκες υπόγειας ροής της προσχωματικής υδροφορίας της λεκάνης και οι πιεζομετρικές καμπύλες έχουν ισοδιάσταση 1 μέτρο.

Πιεζομετρία:

Από την αρχική πιεζομετρική εικόνα της περιοχής (περίοδος Υψηλής στάθμης 2017), παρατηρούνται δύο επιμέρους άξονες υπόγειας αποστράγγισης της προσχωματικής υδροφορίας της λεκάνης, εκατέρωθεν και σε μικρή απόσταση της ζώνης απορροής του Αλαργινού Ρέματος, που υποδηλώνουν πιθανόν ζώνες παλαιοκοίτης. Οι ισοπιεζομετρικές καμπύλες δείχνουν ομαλή κατανομή που συναρμόζει με τις υδραυλικές συνθηκών των κοκκωδών προσχωματικών υδροφορέων, ενώ είναι χαρακτηριστικό ότι δεν καταγράφονται αρνητικά υδραυλικά φορτία ούτε στην παράκτια ζώνη και ως εκ τούτου από άποψη πιεζομετρίας δεν καταγράφονται συνθήκες υφάλμυρου μετώπου.

Κατά τη 2η σταθμημέτρηση (περίοδος Χαμηλής στάθμης 2017), προκύπτει διαφοροποίηση του καθεστώτος υπόγειας ροής με γενική ταπείνωση της στάθμης και μετατόπιση των ισοπιεζομετρικών καμπύλων προς την ενδοχώρα. Μάλιστα στην παράκτια ζώνη και την αμέσως ανάντη αυτής περιοχή, η ταπείνωση της στάθμης της τάξης των 2 μέτρων.

Η πιεζομετρική εικόνα μεταξύ των δύο περιόδων μετρήσεων του 2018 (3^η και 4^η σταθμημέτρηση), είναι περίπου αντίστοιχη με αυτή του 2017 (1^η και 2^η σταθμημέτρηση), σε ότι αφορά τη γενική μορφή του δικτύου και το καθεστώς υπόγειας κίνησης του νερού. Αξιοσημείωτη καταγραφή είναι για το 2018 η απεικόνιση κώνου πτώσης στάθμης στη θέση της γεώτρησης 13-Y-FTH-4, που υποδεικνύει την εκτέλεση εντατικών αντλήσεων στην περιοχή.

Αξιολόγηση:

Η κατανομή των ισοπιεζομετρικών καμπύλων στη λεκάνη όπως προέκυψε από τις μετρήσεις στάθμης, υποδεικνύει τις αδιατάρακτες συνθήκες υπόγειας ροής των νερών της. Η γενική μορφή της πιεζομετρικής

εικόνας της λεκάνης ουσιαστικά δεν μεταβλήθηκε στη διάρκεια των δύο υδρολογικών ετών των μετρήσεων, ενώ οι όποιες συνθήκες εντατικών αντλήσεων αποτυπώνονται άμεσα στο πιεζομετρικό καθεστώς της.

2.2 Ερμηνεία των αποτελεσμάτων των αναλύσεων- Αιτίες Ρύπανσης

2.2.1 Ρύπανση υδάτων ποταμών

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω δεν υπάρχει σημαντική ρύπανση στα ύδατα τόσο στα επιφανειακά όσο και στα υπόγεια.

2.2.2 Ρύπανση Ιζημάτων

Οι σχετικά αυξημένες τιμές BM Ni και Cr στα ιζήματα φαίνεται να είναι γεωγενούς προέλευσης.

2.3 Περιγραφή συνεπειών της ρύπανσης

Από τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω η ρύπανση των υδάτων και ιζημάτων της λεκάνης του π. Κάλα δεν υπάρχουν σοβαρές συνέπειες για τις καλλιέργειες των φυτών. Οι κάπως αυξημένες τιμές της EC θα πρέπει να συγκριθούν με τα δεδομένα του Πίνακα 2.1 για να επιτιμηθεί ο βαθμός περιορισμού για τις καλλιέργειες της περιοχής.

Πίνακας 2.1 Ανθεκτικότητα καλλιεργειών λεκάνης π. Κάλα στην αλατότητα				
ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	Ανθεκτικότητα στην αλατότητα*			Τιμή EC μείωσης απόδοσης κατά 50%**
	Υψηλή	Μεσαία	Χαμηλή	
ΣΙΤΗΡΑ		x		10
ΟΣΠΡΙΟΕΙΔΗ			x	4
ΕΛΑΙΩΝΕΣ		x		
ΚΑΡΠΟΙ ΜΕ ΚΕΛΥΦΟΣ			x	
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ		x		
ΠΥΡΗΝΟΚΑΡΠΑ			x	
ΜΗΛΟΕΙΔΗ			x	
*Richard, L.A. (Ed.) 1954. ** η τιμή (mmhos/cm) αναφέρεται σε πάστα κορεσμού				

2.4 Προτάσεις αντιμετώπισης της ρύπανσης

Δεν κρίνεται απαραίτητη η λήψη ιδιαίτερων μέτρων αντιμετώπισης ρύπανσης τόσο των υδάτων όσο και των ιζημάτων, παρά μόνο η εφαρμογή των ΚΟΓΠ.

2.5 Ενέργειες- Δράσεις για το επόμενο στάδιο

Οι ενέργειες που προτείνεται να ακολουθήσουν μετά την ολοκλήρωση της μελέτης, είναι:

- ⇒ Ενημέρωση για τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας των αρμοδίων υπηρεσιών της περιοχής που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με δραστηριότητες που επιδρούν στην ποιότητα των υδάτων και των γεωργών ως προς τα θέματα εφαρμογής των ΚΟΓΠ.

3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ

Η εκτίμηση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, η οποία είναι το μεγάλο ζητούμενο στην εποχή μας, είναι μια από τις πιο πολύπλοκες δραστηριότητες δεδομένου ότι από τη φύση της είναι διεπιστημονική και βασίζεται σε πολιτισμικές και άλλες αξίες. Το σημαντικό είναι βρίσκεται ισορροπία μεταξύ της επιστημονικής και πολιτικής βάσης των δεικτών που επιλέγονται, ώστε να καθίσταται δυνατή η εφαρμογή τους ως οδηγοί στους αρμόδιους στη λήψη αποφάσεων που απαιτούνται για τη βιωσιμότητα των κοινωνιών. Τα γενικά χαρακτηριστικά που πρέπει να πληρούν οι περιβαλλοντικοί δείκτες είναι:

Να είναι αντιπροσωπευτικοί, επιστημονικά έγκυροι, ειδικοί, μετρήσιμοι και ποσοτικοποιήσιμοι, αξιόπιστοι, να βασίζονται σε προσπελάσιμα δεδομένα, να είναι σχετικοί, ακριβείς και κατά το δυνατόν απλοί, ευκολόχρηστοι, να δείχνουν τάσεις και να είναι ευαίσθητοι στις αλλαγές των καταστάσεων (Kwar et al. 2020).

3.1 Ρύποι - δείκτες ανθρωπογενούς ρύπανσης (Chemical markers)

Τα τελευταία χρόνια για την ανίχνευση της αστικής ρύπανσης επιφανειακών και υπόγειων υδάτων από ανθρωπογενείς πηγές (π.χ. διοχέτευση λυμάτων και απόρριψη κτηνοτροφικών αποβλήτων στο περιβάλλον) έχει χρησιμοποιηθεί ένα ευρύ φάσμα χημικών ενώσεων (Cabral et al., 2018; Čelić et al., 2019). Μεταξύ αυτών, οι φαρμακευτικές ενώσεις και τα προϊόντα προσωπικής φροντίδας (pharmaceuticals and personal care products – PPCPs), καθώς και τα πρόσθετα τροφίμων (γλυκαντικές ουσίες -Artificial sweeteners) παρέχουν τις μεγαλύτερες δυνατότητες στο θέμα αυτό.

Οι δείκτες χημικής ρύπανσης διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

- α) σε εκείνους που παράγονται από τον άνθρωπο, π.χ. στερόλη κοπράνων.
- β) σε εκείνους που μπορούν να διέρχονται στο περιβάλλον μέσω του μεταβολισμού τους στο ανθρώπινο σώμα π.χ. PPCPs και
- γ) σε εκείνους που συνδέονται με τα λύματα των βιολογικών καθαρισμών π.χ. απορρυπαντικά.

Η χρήση δεικτών χημικής ρύπανσης πλεονεκτεί έναντι των δεικτών μικροβιακής ρύπανσης διότι είναι πιο σταθεροί στο περιβάλλον, μπορούν να συσχετιστούν με ειδικές πηγές ρύπανσης και ανιχνεύονται ταχύτερα και πιο αξιόπιστα. Επίσης οι περισσότερες από αυτές τις χημικές ενώσεις είναι γενικά σχετικά υδατοδιαλυτές και μη πτητικές, ενώ τα φυσικά επίπεδα υποβάθρου τους είναι χαμηλά. Επιπλέον, είναι συνήθως ρύποι ανθεκτικοί στη βιοαποικοδόμηση και, ως εκ τούτου, εμφανίζονται συχνά στο περιβάλλον (Fenech et al. 2012; Sun et al., 2016; Tran et al., 2019). Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα στη χρησιμοποίηση μιας λίστας χημικών δεικτών είναι ότι διάφορες συνυπάρχουσες πηγές μπορούν να προσδιοριστούν, σε αντίθεση με άλλους γεωχημικούς δείκτες, όπου συνήθως επιτρέπουν την αναγνώριση της πηγής που συνεισφέρει σε μεγαλύτερο βαθμό.

Ωστόσο, παρά τα πλεονεκτήματά τους, εμφανίζουν και μειονεκτήματα, όπως ότι :

- Η παρουσία χημικών δεικτών σε επιφανειακά και υπόγεια ύδατα δεν συσχετίζεται απόλυτα με τη ρύπανση από υγρά αστικά ή κτηνοτροφικά απόβλητα,
- Η αξιολόγησή τους εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η διάσπαση ή η ρόφηση

Ένα από τα βασικότερα κριτήρια για την επιλογή ενός κατάλληλου δείκτη είναι η συχνή ανίχνευσή του, τόσο σε ακατέργαστα υγρά απόβλητα, όσο και σε επιφανειακά και υπόγεια ύδατα που δέχονται ρίψεις αποβλήτων. Επίσης η πολύ συχνή ανίχνευση ενός χημικού ρύπου και σε υψηλές συγκεντρώσεις στα ακατέργαστα υγρά λύματα ή στα κτηνοτροφικά απόβλητα μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως ένα πολύ κατάλληλο κριτήριο για την επιλογή του ως δείκτη στην περιοχή που μελετήθηκε. Οι προτεινόμενοι χημικοί δείκτες θα πρέπει να εμφανίζουν ειδικά χαρακτηριστικά ως προς το είδος και την έκταση της ρύπανσης από αστικά ή κτηνοτροφικά λύματα (Fenech et al. 2012). Για παράδειγμα, οι δείκτες θα πρέπει να απουσιάζουν ή να ανιχνεύονται σε σημαντικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε συστήματα υποβάθρου χωρίς πηγές ρύπανσης από λύματα ή κτηνοτροφικά απόβλητα. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η χρήση

δεικτών εξειδικεύεται σε συγκεκριμένη τοποθεσία και ενδέχεται να μην ισχύει από τη μία θέση στην άλλη. Επομένως, μέχρι σήμερα, δεν υπάρχει κάποια χημική ουσία που θα μπορούσε ιδανικά να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης με μεγάλη ακρίβεια για όλες τις τοποθεσίες. Για την επιλογή ενός κατάλληλου δείκτη είναι απαραίτητη η κατανόηση του μοτίβου των χρήσεων γης σε κάθε τοποθεσία, τα είδη και τα επίπεδα ρύπανσης των χημικών ενώσεων, καθώς και η τύχη και η μεταφορά των ενώσεων αυτών στο περιβάλλον (Tran et al., 2019).

Με βάση τα παραπάνω, **η καφεΐνη προτείνεται ως δείκτης αστικής ρύπανσης (Paíga et al., 2017)**, καθώς έχει ανιχνευθεί στην παρούσα μελέτη συχνά τόσο στα επιφανειακά, όσο και στα υπόγεια ύδατα και κανάλια.

Επιπλέον, **τα αναλγητικά-αντιφλεγμονώδη, παρακεταμόλη (acetaminophen) και δικλοφενάκη (diclofenac) και το αντικαταθλιπτικό, καρμπαμαζεπίνη (carbamazepine)**, παρά το γεγονός ότι δεν συμπεριλαμβάνονταν στις μελετώμενες ενώσεις στην παρούσα μελέτη, προτείνονται ως πρόσθετοι δείκτες αστικής ρύπανσης που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν σε μελλοντικές έρευνες στην μελετώμενη περιοχή (Fenech et al. 2012; Sun et al., 2016; Tran et al., 2019). Όλες οι παραπάνω φαρμακευτικές ενώσεις χρησιμοποιούνται ευρύτατα στον Ελλαδικό χώρο, ενώ αυξημένες συγκεντρώσεις τους έχουν ανιχνευθεί σε υγρά λύματα Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων τόσο στην Ελλάδα, όσο και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες (Sui et al., 2015, Evgenidou et al., 2015; Verlicchi et al. 2012, 2015; Parageorgiou et al. 2016, 2019). Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι παρά το γεγονός ότι δεν έχουν καθιερωθεί μέχρι σήμερα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια υπολειμμάτων φαρμακευτικών ουσιών στα επιφανειακά νερά, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναγνωρίζοντας τους κινδύνους που μπορεί να ενέχει η ύπαρξη των φαρμακευτικών ουσιών στο περιβάλλον συμπεριέλαβε στον κατάλογο επιτήρησης (Watch List) για την παρακολούθηση χημικών ουσιών (Εκτελεστική Απόφαση (ΕΕ) 2015/495 της Επιτροπής – δημιουργία καταλόγου επιτήρησης των ουσιών για την παρακολούθηση σε επίπεδο Ένωσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων) τις φαρμακευτικές ουσίες: 17-α-αιθινυλοιστραδιόλη (17-alpha-ethinylestradiol, (EE2)), 17-β-οιστραδιόλη (17-beta-estradiol, (E2)), την ουσία οιστρόνη (estrone, (E1)), εξαιτίας της στενής της χημικής σχέσης με την ουσία 17-betaestradiol, της οποίας αποτελεί προϊόν διάσπασης, την ουσία δικλοφενάκη (diclofenac), που ανήκει στα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη καθώς και τρία μακρολιδικά αντιβιοτικά: ερυθρομυκίνη (erythromycin), κλαριθρομυκίνη (clarithromycin) και αζιθρομυκίνη (azithromycin)

Επίσης για τη ρύπανση από κτηνοτροφικά απόβλητα (π.χ κοπριές ζώων κλπ) τα κτηνιατρικά φάρμακα, ενροφλοξασίνη (Enrofloxacin), λινκομυκίνη (Lincomycin), σουλφαδιμεθοξίνη (Sulfadimethoxine) και τυλοσίνη (Tylosin), παρά το γεγονός ότι δεν συμπεριλαμβάνονταν στις μελετώμενες ενώσεις στην παρούσα μελέτη, προτείνονται ως πρόσθετοι δείκτες αστικής ρύπανσης που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν σε μελλοντικές έρευνες στην μελετώμενη περιοχή για τους ίδιους λόγους που προαναφέρθηκαν για τις άλλες φαρμακευτικές ενώσεις (Fenech et al. 2012; Wohde et al., 2016; Kaczala and Blum, 2016).

Εκτός από τις φαρμακευτικές ουσίες, **οι τεχνητές γλυκαντικές ουσίες, ακεσουλφάμη (Acesulfame-K) και η σουκραλόζη (Sucralose)** μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ιδανικοί δείκτες ανθρωπογενούς ρύπανσης από αστικά λύματα, λόγω της σταθερότητά τους, της διαλυτότητά τους στο νερό και τη μικρή προσρόφησή τους στα στερεά (Fenech et al. 2012; Tran et al., 2019).

3.2 Φυτοφάρμακα – Δείκτες αγροχημικής ρύπανσης

Από τις δραστικές ουσίες των φυτοπροστατευτικών προϊόντων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως περιβαλλοντικοί δείκτες:

Σε επιφανειακά ύδατα – Υπόγεια ύδατα - Κανάλια

- ✓ Οι δραστικές ουσίες που υπερβαίνουν τις μέγιστες τιμές που ορίζονται από τα πρότυπα ποιότητας περιβάλλοντος (ΠΠΠ) σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων (EMT: ετήσια μέση τιμή, ΜΕΣ: μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση)
- ✓ Οι δραστικές ουσίες που συμπεριλαμβάνονται στον κατάλογο ουσιών προτεραιότητας σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων

- ✓ Οι δραστικές ουσίες που περιλαμβάνονται στον κατάλογο επιτήρησης ουσιών για παρακολούθηση (Watch List) σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων, (ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ (ΕΕ) 2015/495 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ; ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ (ΕΕ) 2018/840). Μεταξύ αυτών ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στα Νεονικοτινοειδή (Ιμιδακλοπρίδη (αριθμός CAS 105827-78-9/138261-41-3, αριθμός ΕΕ 428-040-8), θειακλοπρίδη (αριθμός CAS 111988-49-9), θειαμεθοξάμη (αριθμός CAS 153719-23-4, αριθμός ΕΕ 428-650-4), κλοθειανιδίνη (αριθμός CAS 210880-92-5, αριθμός ΕΕ 433-460-1), ακεταμιπρίδη (αριθμός CAS 135410-20-7/160430-64-8)) τα οποία έχει βρεθεί ότι έχουν βλαβερές επιπτώσεις στις μέλισσες. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα νεονικοτινοειδή, ιμιδακλοπρίδη θειακλοπρίδη και θειαμεθοξάμη έχουν απαγορευτεί από τον Απρίλιο του 2018 στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης προκειμένου να αυξηθούν τα μέτρα προστασίας των μελισσών. Η απαγόρευση αφορά πλέον όλες τις εξωτερικές καλλιέργειες, με μόνη εξαίρεση τη χρήση των εντομοκτόνων αυτών σε κλειστά θερμοκήπια, υπό τον όρο ότι τα φυτά που καλλιεργούνται σε αυτά δεν βγαίνουν από τον κλειστό χώρο του θερμοκηπίου.
- ✓ Οι δραστικές ουσίες που εμφανίζουν μεμονωμένα ή συνδυαστικά τα εξής χαρακτηριστικά: α) εμφανίζουν υψηλά ποσοστά ανίχνευσης, β) ανιχνεύονται σε υψηλές συγκεντρώσεις, γ) χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες στον Ελλαδικό Χώρο και δ) είναι ιδιαίτερα τοξικές.

Με βάση τα παραπάνω, και σύμφωνα με τα αποτελέσματα του συστηματικού ελέγχου των επιπέδων ρύπανσης των φυτοφαρμάκων καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου των δειγματοληψιών προτείνονται ως περιβαλλοντικοί δείκτες οι παρακάτω φυτοπροστατευτικές ενώσεις:

1. Λεκάνη Κάλα

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη

3.3 Λιπάσματα – Εδαφοβελτιωτικά

Από την κατηγορία αυτή των εισροών στη γεωργία οι ουσίες που μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες περιβαλλοντικής επιβάρυνσης είναι:

- οι ουσίες προτεραιότητας στον τομέα πολιτικής των υδάτων του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου (Απόφαση 170766/22-1-2016-ΦΕΚ 69 ΤΒ Παράρτημα Ι, σελ. 880-881), στην οποία περιλαμβάνονται το κάδμιο και οι ενώσεις του, ο μόλυβδος και οι ενώσεις του, ο υδράργυρος και οι ενώσεις του και το νικέλιο και οι ενώσεις του και
- τα νιτρικά ιόντα και η χλωροφύλλη που συναντώνται σε ορισμένες λεκάνες σε υψηλές συγκεντρώσεις. Ο λόγος που αυτά προτείνονται είναι ότι προκαλούν περιβαλλοντική ρύπανση όταν υπάρχουν στο έδαφος σε περίσσεια, δηλαδή σε ποσότητες μεγαλύτερες από εκείνες που μπορούν να απορροφήσουν τα φυτά, δηλαδή ευτροφισμό των υδάτων.
- Το χλώριο, το οποίο χρησιμοποιείται σε όλα τα δίκτυα πόλεων τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς, για προληπτική απολύμανση από όλα τα μικρόβια, με βάση νομοθεσία που επιβάλλει στις ΔΕΥΑ να το χρησιμοποιούν στα νερά ύδρευσης. Παράλληλά συναντάται σε ύδατα άρδευσης σε περιοχές, που γειτνιάζουν με τη θάλασσα και δέχονται εισροές θαλάσσιου ύδατος, όπως συμβαίνει και σε απομακρυσμένες από τη θάλασσα περιοχές στις οποίες η άντληση του ύδατος γίνεται από πολύ βαθιά στρώματα.
- Το εξασθενές χρώμιο (Cr^{+6}), το οποίο όπως προαναφέρθηκε προέρχεται κυρίως από γεωγενείς αιτίες.
- Το αρσενικό (As), με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Το στοιχείο αυτό μπορεί να προέρχεται τόσο από ανθρωπογενείς (βιομηχανικές και γεωργικές δραστηριότητες), όσο και από γεωγενείς αιτίες.

Υπάρχουν επιπλέον κάποιες φυσικοχημικές παράμετροι που είναι ενδεικτικοί της ρύπανσης που μπορεί να προκληθεί στο υδάτινο περιβάλλον είτε μέσω της χρήσης λιπασμάτων, είτε από παραβίαση των κανόνων λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών ή άλλων ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Τέτοιες παράμετροι είναι: το COD, το BOD, το καρκινοειδές *Daphnia Magna*.

Στην επιλογή των περιβαλλοντικών δεικτών τα κριτήρια που πρέπει να εφαρμοστούν, είναι (παρόμοια με τα φυτοφάρμακα που αναφέρονται παρακάτω): α) η συχνότητα εμφάνισης όπως αυτή προέκυψε από τον διετή έλεγχο, β) Οι συγκεντρώσεις στις οποίες προσδιορίζονται, και γ) η τοξικότητά τους.

Με βάση τα ευρήματα αυτής της μελέτης ως περιβαλλοντικοί δείκτες της κατηγορίας αυτής προτείνονται οι ακόλουθοι στην λεκάνη ποταμού Κάλα: χλωροφύλλη, Ni, Cr.