

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

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.....	6
1.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ.....	7
1.5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ.....	10
1.6 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	10
1.7 ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΤΑΙ ΣΤΗΝ 1Η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΔΛΑΠ.....	11
2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΔΙΟ.....	12
2.1 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ.....	12
2.2 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ- ΑΙΤΙΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	13
2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	14
2.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	15
2.5 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ- ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΔΙΟ.....	15
3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ.....	16
3.1 ΡΥΠΟΙ - ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΟΥΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (CHEMICAL MARKERS).....	16
3.2 ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ – ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΓΡΟΧΗΜΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	18
3.3 ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ – ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ.....	18

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

1.1 Γενική περιγραφή λεκάνης

Η ΛΕΚΑΝΗ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ αφορά στον Καλλικρατικό Δήμο Αταλάντης.

Στην λεκάνη, με βάση τον διαχωρισμό που έγινε στην παραγρ.1.1 της παρούσας Τελικής Έκθεσης περιλαμβάνονται με βάση τους Πίνακες του Παρατήματος Ι του Τ.Τ.Δ τα ακόλουθα:

⇒ Υπόγεια Υδάτα: της λεκάνης Αταλάντης

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



Εικόνα 1.1 Θέσεις δειγματοληψίας υπογείων υδάτων της λεκάνης Αταλάντης.

Η **λεκάνη της Αταλάντης** είναι μία πεδινή έκταση σχηματιζόμενη μεταξύ των ορεινών όγκων της Κνημίδας (945 m) που αποτελεί απόληξη του Καλλίδρομου (1.372 m) στα Βόρεια και του Χλωμού (1.079 m) στα Νότια και έχει παράκτια έκθεση στα Ανατολικά, στο Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο. Η λεκάνη διαρρέεται από το ρέμα Αλαργινό, με περιοδική απορροή και πηγάζει από την ορεινή ζώνη στα Δυτικά.

Σύμφωνα με το χαρακτηρισμό της 1^{ης} Αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης ΛΑΠ Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας (ΥΠΕΝ, 2017) ο Αλαργινός χαρακτηρίζεται ως Φυσικό Υδατικό Σώμα (Αλαργινό Ρέμα) με κωδικό EL0722R000700048N. Έχει μήκος απορροής: 21,45 χλμ και μέση ετήσια απορροή 44,7 εκ. m³. Η συνολική έκταση της λεκάνης ανέρχεται σε 203,7 km².

Κλιματικές συνθήκες: Σύμφωνα με την Εικόνα 8.1 της παραγράφου 2.1.1 της παρούσας, η λεκάνη Αταλάντης χαρακτηρίζεται από κλίμα κατηγορίας Csa, δηλαδή θαλάσσιο κλίμα με διακριτό ξηρό και πολύ θερμό θέρος.

Επίσης, η λεκάνη Αταλάντης ανήκει στον έντονο μεσο-μεσογειακό βιοκλιματικό όροφο.

Γεωλογία-Υδρογεωλογία: Η λεκάνη της Αταλάντης είναι μία τριγωνικής μορφής πεδινή έκταση, που σχηματίζεται μεταξύ των ορεινών όγκων της Κνημίδας (945 m) που αποτελεί απόληξη του Καλλίδρομου (1.372 m) στα Βόρεια και του Χλωμού (1.079 m) στα Νότια και έχει παράκτια έκθεση στα Ανατολικά, στο Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο. Η λεκάνη διαρρέεται από το ρέμα Αλαργινό, που είναι περιοδικής απορροής και πηγάζει από την ορεινή ζώνη στα Δυτικά. Τα στοιχεία του ρέματος, σύμφωνα με το χαρακτηρισμό της 1^{ης} Αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης ΛΑΠ Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας (ΥΠΕΝ, 2017) έχουν ως εξής:

Φυσικό Υδατικό Σώμα Αλαργινό Ρέμα, κωδικός: EL0722R000700048N.

Μήκος απορροής: 21,45 χλμ.

Λεκάνη απορροής: 203,7 χλμ².

Μέση ετήσια απορροή: 44,7 εκατομμύρια κυβικά μέτρα.

Γεωλογικά η ορεινή ζώνη της λεκάνης σχηματίζεται από σχηματισμούς της Υποπελαγονικής Ζώνης (Τριαδικο-Ιουρασικά ανθρακικά πετρώματα) και ηφαιστειο-ιζηματογενείς σχηματισμούς (περιδοτίτες, διαβάσεις κ.α.). Στις Βόρειες και Δυτικές παρυφές της πεδινής ζώνης υπάρχουν εκτεταμένες εμφανίσεις Νεογενών Ιζημάτων, ενώ από το ύψος της πόλεως της Αταλάντης και χαμηλότερα εμφανίζονται Σύγχρονες προσχωματικές αποθέσεις.

Η περιοχή έχει υποστεί έντονη τεκτονική δραστηριότητα που συνεχίζεται μέχρι και σήμερα με τη δράση του ομώνυμου σεισμικού ρήγματος. Η λεκάνη της Αταλάντης και η ευρύτερη περιοχή του Βορείου Ευβοϊκού αποτελεί μία τεκτονική τάφρο που διαμορφώθηκε στη διάρκεια του Τεταρτογενούς από τη δράση κανονικών ρηγμάτων (Θερμοπυλών, Καμένων Βούρλων, Αγίου Κωνσταντίνου, Αρκίσσας, Αταλάντης και Καλλίδρομου) διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ ως ΔΒΔ-ΑΝΑ.

Από πλευράς υδρογεωλογίας, στην πεδινή ζώνη της λεκάνης αναπτύσσεται κοκκώδης υδροφορία στη μάζα των κλαστικών ιζημάτων, της μορφής φρέατιας υδροφορίας σε μικρό βάθος και επάλληλων υδροφορέων σε αδρομερείς ορίζοντες σε βάθος.

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 αναφέρεται το αρδευτικό έργο: ΕΞΑΡΧΟΥ (καταιονισμός-5.000στρ).*

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 Αταλάντης (πηγή: ΟΠΕΚΕΠΕ, 2018)

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ (ha)	%
ΣΙΤΑΡΙ	3.64	4.2
ΛΟΙΠΑ ΣΙΤΗΡΑ	12.45	14.4
ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ	8.54	9.9
ΟΣΠΡΙΟΕΙΔΗ	0.35	0.4
ΕΛΑΙΩΝΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	44.38	51.5
ΚΑΡΠΟΙ ΜΕ ΚΕΛΥΦΟΣ	1.88	2.2
ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ - ΔΕΝΔΡΩΔΕΙΣ	0.18	0.2
ΛΟΙΠΟΙ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΙΝΟΥ	2.53	2.9
ΛΟΙΠΟΙ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ ΓΙΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΧΡΗΣΗ	0.01	0.0
ΒΑΜΒΑΚΙ	3.46	4.0
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ ΠΟΤΙΣΤΙΚΟΣ	0.16	0.2
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	1.37	1.6
ΡΥΖΙ	0.00	0.0
ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ	6.04	7.0
ΣΥΝΟΛΟ	84.97	98.60

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

Στην παρούσα λεκάνη δεν περιλαμβάνεται ο έλεγχος επιφανειακών υδάτων.

1.3.2 Υπόγεια Υδατα

Πίνακας 1.2 Σημεία δειγματοληψιών υπογείων υδάτων στη λεκάνη Αταλάντης

ΚΩΔΙΚΟΣ	X	Y	Z	ΕΙΔΟΣ	ΧΡΗΣΗ	Π_Ε
3-Y-FTH-4	412806	4279905	75	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
4-Y-FTH-4	419442	4277546	5	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
8-Y-FTH-4	418865	4280132	3	ΠΗΓΑΔΙ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
11-Y-FTH-4	417794	4282201	13	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
12-Y-FTH-4	415369	4280773	40	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας

Πίνακας 1.3 Σημεία σταθμημετρήσεων στη λεκάνη Αταλάντης

ΚΩΔΙΚΟΣ	X	Y	Z	ΕΙΔΟΣ	ΧΡΗΣΗ	Π_Ε
1-Y-FTH-4	414178	4281839	84	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
2-Y-FTH-4	416063	4277058	72	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
3-Y-FTH-4	412806	4279905	75	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
4B-Y-FTH-4	419306	4277524	8	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
6-Y-FTH-4	415359	4278898	36	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
8-Y-FTH-4	418865	4280132	3	ΠΗΓΑΔΙ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
9-Y-FTH-4	417418	4280598	13	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
10-Y-FTH-4	416049	4282349	44	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
11-Y-FTH-4	417794	4282201	13	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
12A-Y-FTH-4	415374	4280691	39	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας
13-Y-FTH-4	417297	4278709	19	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φθιώτιδας

1.4 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων Υδάτων

1.4.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες που μετρήθηκαν επί τόπου στο πεδίο

Υπόγεια ύδατα

Οι τιμές των παραμέτρων της κατηγορίας αυτής στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης Αταλάντης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.4. Από τα δεδομένα αυτού προκύπτει ότι οι ιδιότητες που εμφανίζονται με σχετικά μεγάλες τιμές είναι η περιεκτικότητα σε άλατα, δηλαδή η ηλεκτρική αγωγιμότητα (και τα ολικά διαλυτά στερεά) και η συγκέντρωση χλωροφύλλης. Η διακύμανση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και οι θέσεις με αυξημένη συγκέντρωση χλωροφύλλης της.

Πίνακας 1.4 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση των τιμών ορισμένων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των υπογείων υδάτων λεκάνης Αταλάντης

Ιδιότητα	Αριθμός Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπική απόκλιση
pH	23	7,42	8,03	7,66	7,62	0,17
Θερμ., °C	23	11,40	22,80	18,21	18,60	2,40
Διαλυτό οξυγόνο, mg/l	23	2,90	7,26	5,48	5,86	1,25
Κορεσμός με οξυγόνο, %	24	-	78,00	57,69	63,95	18,55
Δυναμ. Οξειδοαναγωγής, mV	23	141	348	206	194	53,1
Ολικά διαλυτά στερεά, mg/l	23	403	1.020	594	546	169
Ηλ. Αγωγιμότητα, μS/cm	23	629	1.594	928	853	264
Θολότητα, (Nephelometric Turbidity Units, NTU)	23	-	373	25,19	-	77,75
Χλωροφύλλη, μg/l	23	-	24	3,34	-	6,27
Αιωρούμενα στερεά, mg/l	23	0,94	145	11	0,94	29,93
Βιοχημικά Απαιτούμενο οξυγόνο, BOD, mgO ₂ /l	23	0,22	4,73	1,37	1,17	1,06
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο, COD, mgO ₂ /l	20	2,08	10,61	5,01	4,50	2,27

1.4.2 Φυσικοχημικές Ιδιότητες (ιόντα) που μετρήθηκαν στο εργαστήριο (πλην Βαρέων Μετάλλων)

Υπόγεια Ύδατα.

Οι τιμές της συγκέντρωσης των κυριότερων ιόντων στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης Αταλάντης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.5. Από τα δεδομένα αυτού φαίνεται ότι υπερβάσεις από τις ανώτερες επιτρεπόμενες τιμές παρατηρήθηκαν στη συγκέντρωση των νιτρικών και αμμωνιακών ιόντων. Επίσης σε μία μόνο δειγματοληψία βρέθηκε και υπέρβαση και στην επιθυμητή τιμή των φθοριόντων (3,29 μg/l).

Πίνακας 1.5 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των ιόντων στα υπόγεια νερά της λεκάνης Αταλάντης

Ιδιότητα	Αρ. Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπ. Απόκλιση
Ολική Σκληρ., mg/l CaCO ₃	23	32,5	65,0	44,1	40,3	11,2
Παροδική Σκληρ., mg/l CaCO ₃	23	25,5	37,0	31,2	31,0	3,1
Μόνιμη Σκληρ., mg/l CaCO ₃	23	4,7	36,0	12,9	8,7	9,5
Αλκαλικότητα, mg/l CaCO ₃	23	255	370	312	310	31,4
CO ₃ ⁻² , mg/l	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO ₃ ⁻ , mg/l	23	311	451	381	378	38
BO ₃ ⁻ , mg/l	23	0,00	1,23	0,51	0,43	0,33
F ⁻ , mg/l	23	0,07	3,29	0,52	0,35	0,64
Cl ⁻ , mg/l	23	22	128	55	36	36
Br ⁻ , mg/l	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NO ₂ ⁻ , mg/l	23	0,00	0,21	0,07	0,00	0,09
NO ₃ ⁻ , mg/l	23	6	201	52	48	45
PO ₄ ⁻³ , mg/l	23	0,00	29,46	1,28	0,00	6,14
SO ₄ ⁻² , mg/l	23	11	181	34	18	42
Ca ⁺² , mg/l	23	48	106	72	71	17
Mg ⁺² , mg/l	23	41	98	64	65	19
Li ⁺ , mg/l	23	0,00	0,04	0,01	0,00	0,02
Na ⁺ , mg/l	23	16	67	30	26	13
K ⁺ , mg/l	23	0,76	1,30	1,03	1,00	0,18
NH ₄ ⁺ , mg/l	23	0,00	2,25	0,28	0,12	0,52
Δείκτης SAR	23	0,39	1,22	0,61	0,57	0,20

1.4.3 Βαρέα Μέταλλα (ΒΜ)

Υπόγεια Υδάτα.

Η συγκέντρωση των ΒΜ στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης Αταλάντης παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.6, από τα δεδομένα του οποίου φαίνεται ότι τα ΒΜ στα οποία παρατηρήθηκε υπέρβαση των ανώτερων επιτρεπόμενων τιμών ήταν το As, το Ni, το ολικό Cr, το εξασθενές Cr και το Al. Οι τιμές αυτές δεν είναι απαγορευτικές όταν το ύδωρ χρησιμοποιείται για άρδευση, αλλά είναι μη αποδεκτές για τα πόσιμα ύδατα. Σε ό,τι αφορά το As, βρέθηκε σε δύο μόνο δειγματοληψίες με τιμές 15,8-32,8 µgAs/l.

Πίνακας 1.6 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων, του ολικού φωσφόρου και βορίου στα υπόγεια νερά της λεκάνης Αταλάντης

Στοιχείο	Αρ. Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπ. Απόκλιση
Χαλκός (Cu), µg/l	23	0,00	45,16	6,88	2,30	10,57
Μαγγάνιο (Mn), µg/l	23	0,03	20,04	4,06	2,48	5,21
Ψευδάργυρος (Zn), µg/l	23	0,64	165,13	13,54	6,71	33,46
Κασσίτερος (Sn), µg/l	23	0,08	0,20	0,13	0,10	0,05
Αρσενικό (As), µg/l	23	0,42	32,79	2,91	1,81	7,04
Κάδμιο (Cd), µg/l	23	0,00	0,12	0,02	0,00	0,04
Μόλυβδος (Pb), µg/l	23	0,00	1,08	0,41	0,30	0,36
Νικέλιο (Ni), µg/l	23	0,00	86,28	11,75	0,90	27,10
Χρώμιο ολικό (Cr), µg/l	23	5,54	95,55	36,24	25,54	29,86
Χρώμιο τρισθενές (Cr ³⁺), µg/l	23	2,36	65,46	16,19	10,32	16,36
Χρώμιο εξασθενές (Cr ⁶⁺), µg/l	23	0,00	57,70	20,04	21,90	17,81
Κοβάλτιο (Co), µg/l	23	0,00	9,97	1,82	0,03	3,24
Αργίλιο (Al), µg/l	23	0,00	636	72	23	138
Σελήνιο (Se), µg/l	23	0,00	5,10	0,54	0,20	1,05
Σίδηρος (Fe), µg/l	23	0,00	95	57	64	27
Φωσφόρος ολικός (P), mg/l	23	0,01	0,05	0,03	0,03	0,01

1.4.4 Υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων

Υπόγεια Ύδατα.

Στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης της Αταλάντης οι δραστικές ουσίες που έχουν εντοπιστεί χωρίς σε αυτές να συμπεριλαμβάνουμε την καφεΐνη είναι 6, τα ονόματα των οποίων και η συχνότητα εμφάνισης τους παρουσιάζονται στον Πίνακας 1.7.

Πίνακας 1.7 Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης Αταλάντης

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 -1162	3	13,04
2	DEET	ND - < LOQ	0	0,00
3	Ethofumesate	ND - < LOQ	0	0,00
4	Fluconazole	ND - < LOQ	0	0,00
5	Propham	ND - < LOQ	0	0,00
6	Terbacil	ND -173,43	1	4,35
7	N-2,4-Dimethylphenyl formamide	ND -31,6	1	4,35

*ND: Not Detectable, Μη ανιχνεύσιμο, ** LOQ: Limit of Quantification, Όριο ποσοτικοποίησης

Η δραστική ουσία **terbacil** είναι η μοναδική περίπτωση που προσδιορίζεται σε συγκέντρωση ανώτερη των 100 ng/l (173,43 ng/l).

Σε κανένα δείγμα δεν παρατηρήθηκε υπέρβαση του ανώτατου αθροιστικού ορίου (500ng/l ή 0,5μg/l για το άθροισμα των δραστικών ουσιών ανά δείγμα).

Οι υπόλοιπες 5 ουσίες είτε ποσοτικοποιούνται σε πολύ χαμηλά επίπεδα κάτω από το όριο των 100 ng/l είτε δεν ποσοτικοποιούνται.

Συμπερασματικά, η κατάσταση στα συγκεκριμένα υπόγεια ύδατα κρίνεται **καλή**, αφού και ο αριθμός των ουσιών που εντοπίζονται είναι πολύ μικρός και τα επίπεδα των συγκεντρώσεων χαμηλά, πλην της μεμονωμένης περίπτωσης που αναφέρθηκε παραπάνω.

1.5 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων Ιζημάτων

Στην υπόψη λεκάνη δεν περιλαμβάνεται έλεγχος ιζημάτων.

1.6 Συνοπτική περιγραφή της υδραυλικής επικοινωνίας των υδατοσυστημάτων

Στην παρούσα μελέτη εντοπίζονται :

- ⇒ **περιοχές με αμφιβολίες για την υδραυλική επικοινωνία επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και συγκεκριμένα:**

Λεκάνη Αταλάντης.

Λόγω του βάθους της υπόγειας στάθμης, της απουσίας επιφανειακής απορροής, αλλά και των βιβλιογραφικών χημικών δεδομένων περί επιβάρυνσης του ύδατος της υπόγειας υδροφορίας με νιτρικά.

Επισημαίνεται ότι το ύδωρ της καρστικής υδροφορίας στις νότιες προσβάσεις της λεκάνης εκφορτίζεται υπόγεια στη θάλασσα και ενδεχόμενα στην προσχωματική υδροφορία της περιοχής, αλλά δεν προστίθεται στο επιφανειακό ύδωρ της λεκάνης.

⇒ **περιοχές με υφαλμύριση**

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, δεν προκύπτουν συνθήκες ανάπτυξης υφαλμύρισης των υπόγειων υδάτων της λεκάνης.

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

Υπόγεια Υδατα

Σύμφωνα με την 1^η Αναθεώρηση ΣΔΛΑΠ του ΥΔ Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας (ΕΛ07), εντός της Λεκάνης Αταλάντης υπάρχει 1 Υπόγειο Υδατικό Σύστημα (ΥΥΣ), η κατάσταση του οποίου παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 1.8 Κατάσταση ΥΥΣ σύμφωνα με την 1η αναθεώρηση ΣΔΛΑΠ ΥΔ ΕΛ07.

ΥΔ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΥΥΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΥΥΣ	ΛΕΚΑΝΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΕΛ07	ΕΛ0700080	ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ	ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ	ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ

Σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης της ΛΑΠ Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας η λεκάνη της Αταλάντης συμπίπτει περίπου με τα όρια του Υπόγειου Υδατικού Συστήματος ΥΥΣ Αταλάντης (ΕΛ0700080), που αναπτύσσεται στις προσχωματικές αποθέσεις του πεδινού τμήματος της ομώνυμης παράκτιας λεκάνης, η οποία σχηματίζεται μεταξύ των ορεινών όγκων Κνημίδας (βόρεια), Χλωμού (νότια) και των απολήξεων του Καλλίδρομου (δυτικά). Σύμφωνα με την 1η Αναθεώρηση του ΣΔ το ΥΥΣ Αταλάντης, έχει χαρακτηριστεί σε ΚΑΛΗ ποιοτική κατάσταση. Στα υποστηρικτικά κείμενα του ΣΔ επισημαίνονται επιμέρους υδροσημεία του Συστήματος με αυξημένες συγκεντρώσεις Νιτρικών ιόντων στο υπόγειο ύδωρ, τα οποία βρίσκονται στο ΝΑ/κό ακραίο τμήμα του συστήματος, σε θέση που συναρτάται με τη ζώνη φυσικής υφαλμύρισης που αναπτύσσεται στο παράκτιο τμήμα του, όπου και η ανάβλυση καρστικής υφάλμυρης πηγής.

Με βάση τα παραπάνω αναφερθέντα εκτιμούμε ότι τα αποτελέσματα της μελέτης μας είναι 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 της Λεκάνης

Συνοψίζοντας τα όσα αναφέρθηκαν αναλυτικότερα παραπάνω καταλήγουμε στα ακόλουθα συμπεράσματα για την ποιοτική κατάσταση των υπογείων υδάτων της λεκάνης Αταλάντης:

2.1.1 Ποιοτική κατάσταση υδάτων

Αξιολογώντας τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υπογείων υδάτων ως προς την καταλληλότητά τους για άρδευση μπορούμε να πούμε ότι γενικά είναι **κατάλληλα** με ορισμένους περιορισμούς λόγω της EC. Εξετάζοντάς τα όμως ως πόσιμα ύδατα οι περιορισμοί αυξάνονται καθιστώντας τα ακατάλληλα λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων των NO_3^- , NH_4^+ και As. Ως προς την περιεκτικότητα σε **φυτοφάρμακα**, η κατάσταση των υπογείων υδάτων της περιοχής κρίνεται **καλή**.

2.1.2 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

Η EC και η συγκέντρωση NO_3^- βρέθηκαν με υψηλές τιμές σε κάποιες γεωτρήσεις. Η ρύπανση των υδάτων της «γεώτρησης» 8-Y-FTH-4 η οποία φαίνεται ότι είναι γεωργικής προέλευσης, ερμηνεύεται από το γεγονός ότι η «γεώτρηση» αυτή είναι ένα πηγάδι, στο οποίο η στάθμη του ύδατος βρίσκεται πολύ κοντά στην επιφάνεια του εδάφους (0,6 m στις 5-10-18) και επομένως εύκολα η έκπλυση των NO_3^- μπορεί να καταλήξει στο υπόγειο ύδωρ. Στους ίδιους λόγους οφείλεται και ο ευτροφισμός των υδάτων που έχει βρεθεί. Η γεώτρηση 11-Y-FTH-4 έχει υπόγεια στάθμη σε σχετικά μικρό βάθος (10 m) μέχρι του οποίου σχετικά εύκολα μπορούν να φθάσουν τα ευκίνητα άλατα, όπως τα NO_3^- ιόντα. Επομένως και επειδή δεν υπάρχει άλλη πίεση σε κοντινή απόσταση εικάζεται ότι η ρύπανση είναι γεωργικής προέλευσης.



Εικόνα 2.1 Θέση «γεώτρησης» 8-Y-FTH-4



Εικόνα 2.2 Θέση γεώτρησης 11-Y-FTH-4

Η γεώτρηση 12-Y-FTH-4 βρίσκεται σε κοντινή απόσταση βιομηχανικής μονάδας εντός γεωργικής καλλιέργειας και η στάθμη του ύδατος βρίσκεται σε βάθος 30 m. Η υψηλή συγκέντρωση NO_3^- εικάζεται ότι είναι γεωργικής προέλευσης, αφού δεν υπάρχουν άλλες διαφορετικές πιέσεις παρά μόνο η γεωργική.

Γενικά από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, δεν προκύπτουν συνθήκες ανάπτυξης υφαλμύρινσης των υπόγειων υδάτων της λεκάνης. Όπως αναφέρεται στα πιεζομετρικά δεδομένα δεν μετρήθηκαν αρνητικά υδραυλικά φορτία ούτε στην παράκτια ζώνη και ως εκ τούτου δεν καταγράφονται συνθήκες υφάλμυρου μετώπου. Επίσης οι χημικοί προσδιορισμοί δεν έδειξαν υψηλές συγκεντρώσεις Cl^- και Na^+ . Παρά ταύτα, δεδομένου ότι στο ΝΑ/κό άκρο της λεκάνης υπάρχει ανάπτυξη παράκτιας υφάλμυρης καρστικής πηγής η οποία, σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης ΛΑΠ, εντάσσεται στο παράκτιο τμήμα του γειτονικού ΥΓΣ EL0700110 (Μαλεσίνας), εικάζεται ότι και στα κοκκώδη υδροφόρα της παράκτιας ζώνης της λεκάνης υφίσταται κάποια ανάμειξη φρέσκου με θαλασσινό ύδωρ. Η ζώνη

υφαλμύρισης που εντοπίζεται σε μικρό μέρος στο ΝΑ ακραίο τμήμα της λεκάνης, είναι φυσική χωρίς να επεκτείνεται περαιτέρω προς το εσωτερικό του, όπως αναφέρεται και στο εγκεκριμένο Σχέδιο Διαχείρισης και δεν επηρεάζει τη συνολική ποιοτική κατάσταση του ΥΥΣ και της λεκάνης της Αταλάντης.

Ενδιαφέρον όμως παρουσιάζει το γεγονός της εύρεσης υψηλών συγκεντρώσεων As στις θέσεις 12-Υ-FTH, 4-Υ-18_2-D 12-Υ-FTH, 4-18_3-D στα ύδατα αυτών των γεωτρήσεων που μπορεί να μη είναι απαγορευτικές για άρδευση καλλιεργειών, αλλά είναι επικίνδυνες για τον άνθρωπο, εάν χρησιμοποιηθούν ως πόσιμα, κάτι που αποτελεί συνήθη πρακτική. Από τα διατιθέμενα στοιχεία δεν είναι δυνατός ο καθορισμός της προέλευσης αυτού του στοιχείου, αφού και σε γεωργικές εισροές μπορεί να υπάρχει (φυτοφάρμακα) και σε γεωλογικές αιτίες.

Οι υψηλές όμως συγκεντρώσεις των ΒΜ Cr (ολικού και εξασθενούς) και Ni στα ύδατα της ίδιας γεώτρησης ενισχύει την άποψη ότι η προέλευση αυτών είναι γεωλογική δεδομένου ότι σε γεωργικές εισροές ή σε βιομηχανική δραστηριότητα δεν μπορούν να αποδοθούν.

2.3 Περιγραφή συνεπειών της ρύπανσης

Το είδος της ρύπανσης των υπογείων υδάτων της λεκάνης Αταλάντης μπορεί να προκαλέσει συνέπειες τόσο στις γεωργικές καλλιέργειες όσο και στον άνθρωπο εάν χρησιμοποιηθεί ως πόσιμο.

Στις γεωργικές καλλιέργειες της περιοχής η αυξημένη EC, μπορεί να επηρεάσει την απόδοση των καλλιεργειών με βάση τα δεδομένα του Πίνακα 2.1, ο οποίος δείχνει την ευαισθησία των καλλιεργειών της λεκάνης Αταλάντης στα άλατα.

Πίνακας 2.1 Ανθεκτικότητα καλλιεργειών λεκάνης Αταλάντης στην αλατότητα

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	Ανθεκτικότητα στην αλατότητα*			Τιμή EC μείωσης απόδοσης κατά 50%**
	Υψηλή	Μεσαία	Χαμηλή	
ΣΙΤΗΡΑ		x		10
ΒΑΜΒΑΚΙ	x			16
ΕΛΑΙΩΝΕΣ		x		
ΝΤΟΜΑΤΕΣ		x		10
ΚΑΡΠΟΙ ΜΕ ΚΕΛΥΦΟΣ			x	
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ		x		10
ΑΜΠΕΛΙ		x		
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ		x		
ΠΥΡΗΝΟΚΑΡΠΑ			x	
ΜΗΛΟΕΙΔΗ			x	

*Richard, L.A. (Ed.) 1954. ** η τιμή (mmhos/cm) αναφέρεται σε πάστα κορεσμού

Επίσης πέραν όμως των ζημιών στα φυτά, η αλατότητα των αρδευτικών υδάτων μπορεί να προκαλέσει αλάτωση των εδαφών και σταδιακά την υποβάθμιση της γονιμότητάς τους, όπως ήδη έχει αναφερθεί και παραπάνω. Επί πλέον αναφέρεται η πιθανή τοξική επίδραση του F⁻, το οποίο εντοπίστηκε σε ορισμένες γεωτρήσεις (12-Υ-FTH-4).

Ιδιαίτερου όμως ενδιαφέροντος είναι οι πιθανές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία από την χρησιμοποίηση των υπογείων υδάτων με αυξημένες συγκεντρώσεις των ΒΜ As, Cr (και ιδιαίτερα του Cr⁺⁶) και Ni ως πόσιμα από τις γεωτρήσεις στις οποίες έχουν εντοπισθεί (4,8,12-Υ-FTH-4).

2.4 Προτάσεις αντιμετώπισης της ρύπανσης

2.4.1 Αντιμετώπιση ρύπανσης υδάτων

Μερικώς η αντιμετώπιση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων της λεκάνης Αταλάντης μπορεί να γίνει σε ό,τι αφορά τη ρύπανση γεωργικής προέλευσης με εφαρμογή των κωδίκων ορθής γεωργικής πρακτικής (ΚΟΓΠ), κάτι που πραγματοποιείται από τις αρμόδιες υπηρεσίες, την ενημέρωση των παραγωγών και το σταδιακό έλεγχο της ποιότητας των υδάτων και εδαφών, τα οποία αρδεύονται με τα υπόγεια ύδατα.

2.5 Ενέργειες- Δράσεις για το επόμενο στάδιο

Θεωρείται χρήσιμο να ελεγχθεί η πιθανή επίδραση της ποιότητας των εδαφών (EC,συγκέντρωση F⁻, κ.ά) και των φυτών στις θέσεις που αρδεύονται με τα επιβαρυμένα ύδατα.

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; Ćelić 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, καρβαμαζεπίνη (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 στην **Λεκάνη Αταλλάντης**:

- 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 για την **Λεκάνη Αταλάντης: As**.