

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 ΚΑΜΠΟΥ ΑΜΦΙΣΣΑΣ

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	6
1.5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ	9
1.6 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	10
1.7 ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΤΑΙ ΣΤΗΝ 1 ^Η 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	13
2.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	14
2.5 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ- ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΔΙΟ	14
3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ	15
3.1 ΡΥΠΟΙ - ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΟΥΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (CHEMICAL MARKERS).....	15
3.2 ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ – ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΓΡΟΧΗΜΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	17
3.3 ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ – ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ	17

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

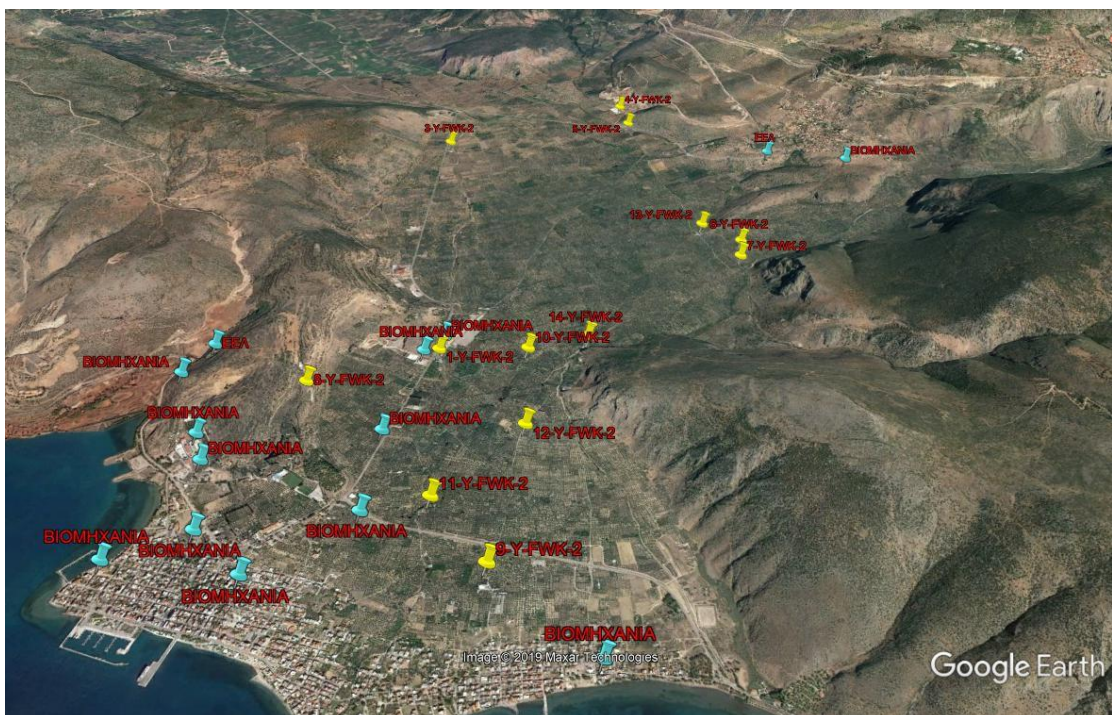
1.1 Γενική περιγραφή λεκάνης

Η ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΜΠΟΥ ΑΜΦΙΣΣΑΣ αφορά σε τμήμα των Καλλικρατικών Δήμων Δελφών και Διστόμου-Αράχοβας-Αντίκυρας.

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 Υδατα : του Κάμπου Αμφισσας.

Οι θέσεις δειγματοληψίας και τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής παρουσιάζονται στην Εικόνα 1.1.



Εικόνα 1.1 Θέσεις δειγματοληψίας και φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης του κάμπου Άμφισσας

Η λεκάνη της Άμφισσας είναι μια επιμήκης κοιλάδα που σχηματίζεται μεταξύ των ορεινών όγκων του Παρνασσού (2.455 m) και της Γκιώνας (2.507 m). Έχει διεύθυνση Β-Ν, μήκος 10 χλμ. και εύρος 2 km. περίπου. Είναι επίπεδη με κατακόρυφες σχεδόν πλευρές, τόσο προς τον Παρνασσό, όσο και προς την Γκιώνα. Από τη μορφολογία της φαίνεται ότι η κοιλάδα σχηματίσθηκε μέσα σε μια ρηξιγενή περιοχή, μεταξύ Παρνασσού και Γκιώνας. Είναι πιθανόν ότι παλαιότερα η θάλασσα εισερχόταν στο εσωτερικό της κοιλάδας σε βάθος μερικών km. Είναι πιθανόν ότι παλαιότερα η θάλασσα εισερχόταν στο εσωτερικό της κοιλάδας κατά μερικά χιλιόμετρα. Στην έξοδο της κοιλάδας, προς τον Κορινθιακό κόλπο, βρίσκεται η πόλη της Ιτέας, που αποτελεί το επίνειο της Άμφισσας, καθώς και το γειτονικό παραθαλάσσιο χωριό της Κίρρας.

Κλιματικές συνθήκες: Σύμφωνα με την Εικόνα 8.1 της παραγράφου 2.1.1 της παρούσας, η λεκάνη κάμπου Άμφισσας χαρακτηρίζεται στο παραθαλάσσιο τμήμα της από κλίμα κατηγορίας Csa, δηλαδή θαλάσσιο κλίμα με διακριτό ξηρό και πολύ θερμό θέρος. Μεγάλο τμήμα της λεκάνης ανήκει στην κατηγορία Csb

(θαλάσσιο κλίμα με διακριτό ξηρό και θερμό θέρος). Τα ορεινά τμήματα εμφανίζουν κλίμα κατηγορίας Dsb (Ηπειρωτικό κλίμα με διακριτό ξηρό και θερμό θέρος) και Dsc (Ηπειρωτικό κλίμα με διακριτό ξηρό και δροσερό θέρος).

Επίσης με βάση την Εικόνα 8.2 της παραγράφου 2.1.1 της παρούσας, το πεδινό τμήμα της λεκάνης κάμπου Άμφισσας ανήκει στον ασθενή θερμο-μεσογειακό και τον έντονο μεσο-μεσογειακό βιοκλιματικό όροφο. Το ορεινό τμήμα της λεκάνης ανήκει στον ασθενή μεσο-μεσογειακό και τον υπο-μεσογειακό όροφο κυρίως, ενώ μικρή ορεινή έκταση της λεκάνης ανήκει στον υπο-αξηρικό ψυχρό με περίοδο υπόξηρη.

Γεωλογία-Υδρογεωλογία: Γεωλογικά η ορεινή ζώνη της λεκάνης σχηματίζεται από μια παχιά σειρά ανθρακικών πετρωμάτων της Ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας, ενώ στις παρυφές της πεδινής ζώνης εμφανίζονται στα Δυτικά Νεογενή ιζημάτα (Κροκαλολατυποπαγή Αγίας Ευθυμίας) και στα Ανατολικά κατά θέσεις, Κώνοι Κορημάτων και Πλευρικά Κορήματα. Η πεδινή ζώνη της λεκάνης σχηματίζεται από Προσχωματικές Αποθέσεις και κατά θέσεις Αναβαθμίδες.

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 οριζόντες σε βάθος. Κάτω από την προσχωματική αναπτύσσεται σε βάθος η καρστική υδροφορία των ανθρακικών μαζών του γεωλογικού υποβάθρου της λεκάνης.

Υδρογεωλογικές συνθήκες - Υπόγειες Υδροφορίες: 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 οριζόντες σε βάθος. Κάτω από την προσχωματική αναπτύσσεται σε βάθος η καρστική υδροφορία των ανθρακικών μαζών του γεωλογικού υποβάθρου της λεκάνης.

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: ΑΜΦΙΣΣΑΣ-ΠΕΡΙΧΩΡΩΝ (επιφανειακή άρδευση-9.030στρ.).*

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 κάμπου Άμφισσας (πηγή: ΟΠΕΚΕΠΕ, 2018)

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ (ha)	%
ΣΙΤΑΡΙ	0.02	0.1
ΛΟΙΠΑ ΣΙΤΗΡΑ	0.08	0.3
ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ	0.51	1.8
ΟΣΠΡΙΟΕΙΔΗ	0.09	0.3
ΕΛΑΙΩΝΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	26.93	93.0
ΚΑΡΠΟΙ ΜΕ ΚΕΛΥΦΟΣ	0.11	0.4
ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ - ΔΕΝΔΡΩΔΕΙΣ	0.00	0.0
ΛΟΙΠΟΙ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΙΝΟΥ	0.06	0.2
ΛΟΙΠΟΙ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ ΓΙΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΧΡΗΣΗ	0.00	0.0
ΒΑΜΒΑΚΙ	0.00	0.0
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ ΠΟΤΙΣΤΙΚΟΣ	0.00	0.0
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	0.08	0.3
ΡΥΖΙ	0.00	0.0
ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ	1.01	3.5
ΣΥΝΟΛΟ	28.89	99.79

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 κάμπου Άμφισσας

ΚΩΔΙΚΟΣ	X	Y	Z	ΕΙΔΟΣ	ΧΡΗΣΗ	Π_Ε
1-Y-FWK-2	363355	4256476	22	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
5-Y-FWK-2	364731	4259618	44	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
9-Y-FWK-2	363714	4254827	7	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
10-Y-FWK-2	363895	4256474	24	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
11-Y-FWK-2	363408	4255261	11	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας

Πίνακας 1.3 Σημεία σταθμημετρήσεων στη λεκάνη κάμπου Άμφισσας

ΚΩΔΙΚΟΣ	X	Y	Z	ΕΙΔΟΣ	ΧΡΗΣΗ	Π_Ε
1-Y-FWK-2	363355	4256476	22	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
2-Y-FWK-2	360866	4264649	148	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
3-Y-FWK-2	363225	4259276	52	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟ	Φωκίδας
4-Y-FWK-2	364683	4259965	45	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
5-Y-FWK-2	364731	4259618	44	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
6-Y-FWK-2	365384	4257653	54	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
7-Y-FWK-2	365349	4257456	54	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
8-Y-FWK-2	362613	4256160	39	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
9-Y-FWK-2	363714	4254827	7	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
10-Y-FWK-2	363895	4256474	24	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
12-Y-FWK-2	363885	4255792	17	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΑΡΔΕΥΣΗ	Φωκίδας
13-Y-FWK-2	365141	4257891	55	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ	Φωκίδας
14-Y-FWK-2	364263	4256584	30	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ	Φωκίδας

1.4 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων Υδάτων

1.4.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες που μετρήθηκαν επί τόπου στο πεδίο

Οι ιδιότητες της κατηγορίας αυτής παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.4, από τα δεδομένα του οποίου φαίνεται ότι μόνο η ηλεκτρική αγωγιμότητα υπερέβη τις επιθυμητές τιμές. Σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας και όλες τις δειγματοληψίες είχε τιμές μεγαλύτερες των 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, τιμή πέραν της οποίας δημιουργούνται περιορισμοί στην άρδευση των γεωργικών καλλιεργειών. Μέσο βαθμό περιορισμού παρουσίασαν τα ύδατα της θέσης 11-Y-FWK-2, ενώ όλες οι άλλες θέσεις είχαν τιμές μεγαλύτερες των 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ που δημιουργούν σοβαρούς περιορισμούς στην άρδευση των γεωργικών καλλιεργειών.

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

Παράμετρος	Αριθμός Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπική απόκλιση
pH	29	6,66	7,64	7,08	7,05	0,20
Θερμ., °C	29	13,30	20,70	17,78	18,10	1,90
Διαλυτό οξυγόνο, mg/l	29	2,10	9,41	5,50	5,20	1,53
Κορεσμός με οξυγόνο, %	30	-	101	57	57	19,51
Δυναμ. Οξειδοαναγωγής, mV	29	-16,00	305	75	56	72
Ολικά διαλυτά στερεά, mg/l	29	205	3.066	2.021	2.176	701
Ηλ. Αγωγιμότητα, $\mu\text{S}/\text{cm}$	29	320	4.790	3.158	3.400	1.095
Θολότητα, (Nephelometric Turbidity Units, NTU)	29	-	45,40	7,64	1,80	13,23
Χλωροφύλλη, $\mu\text{g}/\text{l}$	29	-	56	6,94	-	15,85
Αιωρούμενα στερεά, mg/l	29	0,94	18,42	3,88	1,64	5,09
Βιοχημικά Απαιτούμενο οξυγόνο, BOD, mgO_2/l	29	0,24	3,76	2,03	2,32	1,06
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο, COD, mgO_2/l	25	1,76	64,18	10,10	4,68	16,03

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

Εκτός από τη συγκέντρωση Cl⁻, καμία άλλη από τις ιδιότητες της κατηγορίας αυτής δεν παρουσίασε υπερβάσεις από τις επιθυμητές τιμές, όπως προκύπτει από τα δεδομένα του Πίνακα 1.5 και απεικονίζεται στο **Error! Reference source not found.** Η συγκέντρωση Cl⁻ συσχετίστηκε πολύ ισχυρά με τις τιμές της EC.

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

Ιδιότητα	Αρ. Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπ. Απόκλιση
Ολική Σκληρ., mg/l CaCO ₃	29	16	90	68	70	14
Παροδική Σκληρ., mg/l CaCO ₃	29	14	51	35	37	9
Μόνιμη Σκληρ., mg/l CaCO ₃	29	3	44	33	34	9
Αλκαλικότητα, mg/l CaCO ₃	29	135	505	351	370	91
CO ₃ ⁻² , mg/l	29	0	0	0	0	0
HCO ₃ ⁻ , mg/l	29	165	616	428	451	111
BO ₃ ⁻ , mg/l	29	0	2,90	1,00	0,91	0,59
F ⁻ , mg/l	29	0,15	2,12	0,66	0,54	0,39
Cl ⁻ , mg/l	29	11	1310	790	883	345
Br ⁻ , mg/l	29	0	0	0	0	0
NO ₂ ⁻ , mg/l	29	0	0	0	0	0
NO ₃ ⁻ , mg/l	29	0,06	17	7,58	6,14	4,15
PO ₄ ⁻³ , mg/l	29	0,00	6,36	0,34	0,00	1,32
SO ₄ ⁻² , mg/l	29	13	167	100	100	37
Ca ⁺² , mg/l	29	53	261	181	182	42
Mg ⁺² , mg/l	29	7	84	55	56	15
Li ⁺ , mg/l	29	0,00	0,16	0,02	0,00	0,04
Na ⁺ , mg/l	29	6	744	437	514	221
K ⁺ , mg/l	29	0,50	20,74	6,63	2,61	6,77
NH ₄ ⁺ , mg/l	29	0,00	0,75	0,18	0,15	0,15
Δείκτης SAR	29	0,20	13,18	7,38	8,86	3,80

1.4.3 Βαρέα Μέταλλα (BM)

Και στην περίπτωση των βαρέων μετάλλων, οι συγκεντρώσεις σε όλες τις περιπτώσεις ήταν χαμηλότερες των κρίσιμων τιμών, όπως προκύπτει από τα δεδομένα του Πίνακα 1.6.

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

Στοιχείο	Αρ. Παρατ., N	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή	Τυπ. Απόκλιση
Χαλκός (Cu), µg/l	29	0,13	23,53	5,80	3,25	6,15
Μαγγάνιο (Mn), µg/l	29	1,24	68	13	8,87	13,78
Ψευδάργυρος (Zn), µg/l	29	0,00	326	27,15	6,17	65,79
Κασσίτερος (Sn), µg/l	29	0,10	0,30	0,16	0,20	0,06
Αρσενικό (As), µg/l	29	0,00	7,17	1,76	1,41	1,80
Κάδμιο (Cd), µg/l	29	0,00	0,15	0,04	0,02	0,04
Μόλυβδος (Pb), µg/l	29	0,00	1,44	0,46	0,30	0,42
Νικέλιο (Ni), µg/l	29	0,00	3,17	1,81	1,66	0,93
Χρώμιο ολικό (Cr), µg/l	29	0,00	38,51	8,10	3,27	10,46
Χρώμιο τρισθενές (Cr ³⁺), µg/l	29	0,00	36,91	5,72	1,42	9,17
Χρώμιο εξαθενές (Cr ⁶⁺), µg/l	29	0,00	13,70	1,85	0,00	4,26
Κοβάλτιο (Co), µg/l	29	0,00	0,44	0,09	0,04	0,12
Αργίλιο (Al), µg/l	29	0,00	243	37,18	21,86	50,45
Σελήνιο (Se), µg/l	29	0,20	7,80	3,48	3,10	2,25
Σίδηρος (Fe), µg/l	29	1,16	328	43,32	9,29	70,51
Φωσφόρος ολικός (P), mg/l	29	0,00	0,05	0,01	0,01	0,01

1.4.4 Υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων

Στα υπόγεια ύδατα του κάμπου της Άμφισσας οι δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν (πλην της καφεΐνης) ήταν 12, τα ονόματα των οποίων και η συχνότητα εμφάνισης τους στο σύνολο των δειγμάτων που εξετάστηκαν αναγράφονται στον Πίνακα 1.7 που ακολουθεί.

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

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 -227,09	8	26,67
2	Carbaryl	ND -12,84	1	3,33
3	Chlorpyrifos-methyl	ND -42,32	4	13,33
4	DEET	ND - < LOQ	0	0,00
5	Dimethoate	ND -12,28	1	3,33
6	Fenpyroximate	ND - < LOQ	0	0,00
7	Fenuron	ND - < LOQ	0	0,00
8	Fenproprathin	ND - < LOQ	0	0,00
9	Fluconazole	ND - < LOQ	0	0,00
10	Flucythrinate	ND -24,97	1	3,33
11	Metalaxyl	ND - < LOQ	0	0,00
12	Metolachlor	ND - < LOQ	0	0,00
13	Vinclozolin	ND - < LOQ	0	0,00

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

Οι περισσότερες δραστικές δεν ποσοτικοποιούνται (8 από τις 12) ενώ μόνο το chlorpyrifos-methyl προσδιορίζεται ποσοτικά πάνω από μία φορά (4 φορές) σε χαμηλές όμως συγκεντρώσεις, όπως και οι υπόλοιπες ουσίες.

Καμία ουσία δεν προσδιορίζεται σε επίπεδα ανώτερα του ορίου των 100 ng/l.

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

Συμπερασματικά η κατάσταση στα συγκεκριμένα υπόγεια ύδατα κρίνεται **καλή** αφού ανιχνεύονται αρκετές δραστικές ουσίες, αλλά όλες σε αρκετά χαμηλά επίπεδα, ενώ οι περισσότερες απλά ανιχνεύονται.

1.5 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων Ιζημάτων

Στην υπόψη λεκάνη δεν προβλέπεται έλεγχος για ιζήματα.

1.6 Συνοπτική περιγραφή της υδραυλικής επικοινωνίας των υδατοσυστημάτων

Στην παρούσα λεκάνη εντοπίζονται :

- ⇒ **περιοχές χωρίς ενδείξεις υδραυλικής επικοινωνίας επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και συγκεκριμένα:**

Λεκάνη κάμπου Άμφισσας

Κατά συνεκτίμηση της θέσης της περιοχής στο Δέλτα του Μόρνου και της απουσίας επιφανειακής απορροής στην έκταση ανάπτυξης της προσχωματικής λεκάνης.

Επισημαίνεται ότι το ύδωρ της καρστικής υδροφορίας, κύρια στις ανατολικές 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**

Στη λεκάνη του κάμπου Άμφισσας αναπτύσσονται με βεβαιότητα συνθήκες υφαλμύρισης των υπόγειων υδάτων, οι οποίες φαίνεται ότι εκτείνονται στο εσωτερικό της λεκάνης, σε μεγάλη απόσταση από την παράκτια ζώνη. Η υφαλμύριση προκύπτει με σαφήνεια από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης και είναι σε συμφωνία με τα αναφερόμενα στο εγκεκριμένο Σχέδιο Διαχείρισης και στα αναλυτικά κείμενα τεκμηρίωσης που το συνοδεύουν.

Η υφαλμύριση αποδίδεται αρχικά σε φυσικές συνθήκες (φυσική υφαλμύριση), λόγω των εκτεταμένων παράκτιων εμφανίσεων ανθρακικών πετρωμάτων που περιβάλλουν τη λεκάνη και υπόκεινται των προσχωματικών της ιζημάτων και αφετέρου, στις αυξημένες αντλήσεις που συντελούνται από το παρελθόν στην περιοχή και οφείλονται στη γεωργική δραστηριότητα.

Η ανάμειξη δηλαδή θαλασσινού και φρέσκου ύδατος που συντελείται λόγω γεωλογικής δομής στα περιβάλλοντα και υποκείμενα πετρώματα της λεκάνης, έχει προσβάλλει και τους κλαστικούς σχηματισμούς της λόγω των αντλήσεων.

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 κάμπου Άμφισσας υπάρχουν 3 ΥΥΣ, η κατάσταση των οποίων 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	ΕΛ0700120	ΓΚΙΩΝΑΣ	ΑΜΦΙΣΣΑΣ	ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ
ΕΛ07	ΕΛ0700130	ΑΜΦΙΣΣΑΣ	ΑΜΦΙΣΣΑΣ	ΚΑΚΗ	ΚΑΚΗ
ΕΛ07	ΕΛ0700150	ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ	ΑΜΦΙΣΣΑΣ	ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ

Αξιολόγηση με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης: Σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης της ΛΑΠ Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας η λεκάνη του κάμπου Άμφισσας συμπίπτει περίπου με τα όρια του Υπόγειου Υδατικού Συστήματος ΥΥΣ Άμφισσας (ΕΛ0700130), που αναπτύσσεται στις προσχωματικές αποθέσεις της προσχωματικής λεκάνης Άμφισσας – Ιτέας. Σύμφωνα με την 1η Αναθεώρηση του ΣΔ το ΥΥΣ Άμφισσας, έχει χαρακτηριστεί σε ΚΑΚΗ ποιοτική κατάσταση λόγω της υφαλμύρινσης (παράκτια ζώνη) και των ανθρωπογενών επιδράσεων.

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

Παρακάτω δίνεται συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων που εκτελέστηκαν ανά λεκάνη και τα οποία αφορούν στην ποιοτική κατάσταση των αρδευτικών υδάτων:

2.1.1 Ποιοτική κατάσταση υδάτων

Εκτός από την EC και τη συγκέντρωση Cl⁻, όλες οι άλλες παράμετροι είχαν τιμές εντός του επιθυμητού εύρους. Μέσο βαθμό περιορισμού παρουσίασαν τα ύδατα της θέσης 11-Y-FWK-2, ενώ όλες οι άλλες θέσεις είχαν τιμές μεγαλύτερες των 3000 μS/cm που δημιουργούν σοβαρούς περιορισμούς στην άρδευση των γεωργικών καλλιεργειών. Λόγω των χαμηλών συγκεντρώσεων των υπολειμμάτων των φυτοφαρμάκων, η κατάσταση των υπογείων υδάτων χαρακτηρίζεται καλή.

2.1.2 Αξιολόγηση σταθμημετρήσεων – Πιεζομετρικό καθεστώς

Υπόγειες Υδροφορίες:

Με βάση τις διαθέσιμες μετρήσεις συντάχθηκαν πιεζομετρικοί χάρτες για το κατάντη ήμισυ της λεκάνης, στους οποίους αποτυπώνονται οι συνθήκες υπόγειας ροής της προσχωματικής υδροφορίας. Στα Ανατολικά οι καμπύλες αποτυπώνουν και τη συμπεριφορά της υποκείμενης καρστικής υδροφορίας των ανθρακικών μαζών του Παρνασσού. Οι ισοπιεζομετρικές καμπύλες έχουν ισοδιάσταση 1 μέτρο.

Πιεζομετρία:

Από την αρχική πιεζομετρική εικόνα της περιοχής (περίοδος Υψηλής στάθμης 2017), παρατηρείται άξονας υπόγειας αποστράγγισης της προσχωματικής υδροφορίας κατά μήκος της ζώνης απορροής του ρέματος της λεκάνης (Ρέμα Σκίτσας) και δύο ακόμα αντίστοιχοι άξονες στα Ανατολικά, που ουσιαστικά τροφοδοτούν υπόγεια την κοκκώδη υδροφορία: Ο ένας από αυτούς είναι κατά μήκος της ζώνης μισγάγγειας του δρόμου προς Δελφούς και ο δεύτερος στην παράκτια ζώνη στα Ανατολικά, προερχόμενος από τη βαθιά (καρστική) υδροφορία των ανθρακικών μαζών του Παρνασσού. Κατά μήκος του πρώτου από τους άξονες αυτούς μετρήθηκε η υδραυλική κλίση σε 3‰. Η κατανομή του πιεζομετρικού δικτύου στη λεκάνη είναι σε γενικές γραμμές η αναμενόμενη με βάση τις υδραυλικές συνθήκες των κοκκωδών παράκτιων προσχωματικών υδροφορέων, με την επισημάνση της μεγάλης αραίωσης (απόστασης) των ισοπιεζομετρικών καμπύλων των +4μ. και +5μ., στην κεντρική ζώνη της λεκάνης.

Επισημαίνεται τέλος το γεγονός ότι δεν καταγράφονται ισοπιεζομετρικές καμπύλες με αρνητικά υδραυλικά φορτία ούτε στην παράκτια ζώνη και ως εκ τούτου από την άποψη αυτή δεν καταγράφονται συνθήκες υφάλμυρου μετώπου. Υπάρχει όμως μεμονωμένη καταγραφή αρνητικού φορτίου αργότερα, στην περίοδο Υψηλής στάθμης του 2018. Είναι της γεώτρησης 14-Y-FWK-2, που βρίσκεται σε απόσταση από την παράκτια ζώνη και καταγράφηκε τότε υδραυλικό φορτίο -3,95μ. Η θέση της γεώτρησης υποδεικνύει ότι αποτυπώνει πιθανότατα τη βαθιά (καρστική) υδροφορία και η τιμή του φορτίου της υποδεικνύει συνθήκες θαλάσσιας διείσδυσης. Δεδομένου δε ότι θαλάσσια διείσδυση και επομένως υφαλμύριση διαπιστώνεται στην παράκτια ζώνη της λεκάνης από τα χημικά δεδομένα των νερών (βλ. στη συνέχεια), η μη εκτεταμένη καταγραφή της από τις τιμές των φορτίων υποδεικνύει πιθανόν ότι η διαδικασία έχει προσλάβει συνθήκες μονιμότητας.

Κατά τη 2^η σταθμημέτρηση (περίοδος Χαμηλής στάθμης 2017), προέκυψε διαφοροποίηση του καθεστώτος υπόγειας ροής με σημαντική μετατόπιση των καμπύλων προς την ενδοχώρα, που

αποτυπώνει γενική ταπείνωση της στάθμης της τάξης των 2 μέτρων στο εσωτερικό της λεκάνης και ενός περίπου μέτρου στην παράκτια ζώνη. Η μικρή αυτή ταπείνωση του υδραυλικού φορτίου της παράκτιας ζώνης συγκριτικά με το εσωτερικό της λεκάνης, είναι δηλωτική των συνθηκών υφαλμύρισης της περιοχής (θαλάσσιας διείσδυσης). Επισημαίνεται επίσης το γεγονός ότι διατηρείται και στη Χαμηλή στάθμη η υπόγεια τροφοδοσία στην παράκτια ζώνη από τις καρστικές μάζες του Παρνασσού από Ανατολικά.

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. Διαπιστώνονται αυξομειώσεις της στάθμης χωρίς ιδιαίτερη σημασία, με επικρατούσα πτώση τα 2 ως 3 μέτρα και μία εντυπωσιακή άνοδος της στάθμης της γεώτρησης 14-Y-FWK-2 κατά 10,77μ. στην περίοδο Χαμηλής στάθμης 2018.

Αξιολόγηση:

Η πιεζομετρική εικόνα της λεκάνης απεικονίζει τις συνθήκες υπόγειας ροής τόσο της προσχωματικής υδροφορίας της πεδινής ζώνης, όσο και της βαθιάς (καρστικής) υδροφορίας των ανθρακικών μαζών του Παρνασσού στα Ανατολικά. Επίσης καταγράφει τον άμεσο επηρεασμό της από το καθεστώς των αντλήσεων που, αν και δεν σχηματίζει συγκεκριμένους κώνους πτώσης στάθμης, φαίνεται ότι επηρεάζει συνολικά όλη την έκταση της λεκάνης. Από το γεγονός αυτό προκύπτει και η περιορισμένη γενικά υδατοχωρητικότητα της προσχωματικής υδροφορίας. Οι συντελούμενες αντλήσεις φαίνεται ότι οδηγούν τοπικά σε αρνητικά πιεζομετρικά φορτία, συνθήκες που ευνοούν τη θαλάσσια διείσδυση στην ενδοχώρα, γεγονός που διευκολύνεται και από την ύπαρξη του καρστικού υδροφόρου μέσου στα Ανατολικά κυρίως της λεκάνης. Περισσότερα στοιχεία για τις συνθήκες υφαλμύρισης συζητούνται στα επόμενα με το σχολιασμό των χημικών αναλύσεων των υπόγειων νερών.

2.2 Ερμηνεία των αποτελεσμάτων των αναλύσεων - Αιτίες Ρύπανσης

Στη λεκάνη του κάμπου Άμφισσας αναπτύσσονται συνθήκες υφαλμύρισης των υπόγειων υδάτων, οι οποίες φαίνεται ότι εκτείνονται στο εσωτερικό της λεκάνης, σε μεγάλη απόσταση από την παράκτια ζώνη. Η υφαλμύριση αποδίδεται αρχικά σε φυσικές συνθήκες (φυσική υφαλμύριση), λόγω των εκτεταμένων παράκτιων εμφανίσεων ανθρακικών πετρωμάτων που περιβάλλουν τη λεκάνη και υπόκεινται των προσχωματικών της ιζημάτων και αφετέρου, στην υπεράντληση που συντελείται στην περιοχή για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών. Η ανάμειξη θαλάσσιου και φρέσκου ύδατος που συντελείται λόγω γεωλογικής δομής στα περιβάλλοντα και υποκείμενα πετρώματα της λεκάνης, έχει προσβάλλει και τους κλαστικούς σχηματισμούς της λόγω των αντλήσεων. Η άποψη αυτή ενισχύεται και από το γεγονός ότι εκτός από τις αυξημένες τιμές της EC, αυξημένη βρέθηκε και η συγκέντρωση των Cl⁻, τα οποία συσχετίστηκαν πολύ ισχυρά με τις τιμές της EC.

2.3 Περιγραφή συνεπειών της ρύπανσης

Η ανθεκτικότητα των καλλιεργειών της λεκάνης Άμφισσας φαίνεται στον Πίνακας 2.1, από τα δεδομένα του οποίου προκύπτει ότι η άρδευση με τα υπόγεια ύδατα παρουσιάζει σημαντικούς περιορισμούς επηρεάζοντας την απόδοση των καλλιεργειών.

Πίνακας 2.1 Ανθεκτικότητα καλλιεργειών λεκάνης κάμπου Άμφισσας στην αλατότητα

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	Ανθεκτικότητα στην αλατότητα*			Τιμή EC μείωσης απόδοσης κατά 50%**
	Υψηλή	Μεσαία	Χαμηλή	
ΣΙΤΗΡΑ		x		10
ΕΛΑΙΩΝΕΣ		x		

ΟΣΠΡΙΟΕΙΔΗ			x	4
ΚΑΡΠΟΙ ΜΕ ΚΕΛΥΦΟΣ			x	-
ΑΜΠΕΛΙ		x		-
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ		x		-
*Richard, L.A. (Ed.) 1954.**η τιμή (mmhos/cm) αναφέρεται σε πάστα κορεσμού				

Επίσης σημαντικές επιπτώσεις αναμένεται να υπάρξουν στην απόδοση των καλλιεργειών λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων του Cl⁻ και ιδιαίτερα στο αμπέλι, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο.

2.4 Προτάσεις αντιμετώπισης της ρύπανσης

Η βελτίωση της ποιότητας των υπογείων υδάτων είναι δύσκολη δεδομένου ότι δεν υπάρχουν μέθοδοι που να μπορούν να εφαρμοσθούν πρακτικά και με σχετικά μικρό οικονομικό κόστος. Η πλέον αποτελεσματική μέθοδος είναι ο εμπλουτισμός του υπόγειου υδροφόρα με ύδατα καλής ποιότητας γεγονός που δεν φαίνεται πρακτικά εύκολο για τη λεκάνη του κάμπου της Άμφισσας. Πρακτικά η μόνη δυνατότητα περιορισμού των συνεπειών της ρύπανσης των υπογείων υδάτων είναι η αποφυγή υπεραρδεύσεων στη βασική καλλιέργεια της περιοχής που είναι η ευρέως γνωστή καλλιέργεια της ελιάς ποικιλίας «Αμφίσσης» καθώς και όπου δεν καλλιεργείται ελιά, η επιλογή φυτών και ποικιλιών κατά το δυνατόν ανθεκτικών στην αλατότητα.

2.5 Ενέργειες- Δράσεις για το επόμενο στάδιο

Απαραίτητες δράσεις για το επόμενο στάδιο κρίνονται οι ακόλουθες:

- ⇒ ενημέρωση των αρμοδίων φορέων και των παραγωγών για τα προβλήματα που σχετίζονται με τη ρύπανση των υδάτων και τους τρόπους αντιμετώπισης της.
- ⇒ έλεγχος της επίδρασης της αλατότητας στην ποιότητα των εδαφών και των καλλιεργειών λόγω της άρδευσης με τα επιβαρυμένα από άλατα φυτά. Η συνεχής αύξηση της αλατότητας των εδαφών μπορεί εάν δεν αντιμετωπισθεί να οδηγήσει σε ουσιαστική υποβάθμιση της γονιμότητάς τους σε βαθμό που να είναι τελείως ακατάλληλα για γεωργικές καλλιέργειες

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 στη **Λεκάνη Άμφισσας**:

- 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 **Λεκάνη Άμφισσας**: Cl , NO_3^- .