

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Μεταπτυχιακή Διατριβή

Διερεύνηση της ποιότητας του νερού στη λεκάνη απορροής του ποταμού Γαρύλλη
περιφερειακά του σκουπιδότοπου 'Βατί' της επαρχίας Λεμεσού

Ελευθερία Γ. Ελευθερίου

Λεμεσός 2013

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Διερεύνηση της ποιότητας του νερού στη λεκάνη απορροής του ποταμού Γαρύλλη
περιφερειακά του σκουπιδότοπου ‘Βατί’ της επαρχίας Λεμεσού

της
Ελευθερίας Γ. Ελευθερίου

Λεμεσός 2013

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Διερεύνηση της ποιότητας του νερού στη λεκάνη απορροής του ποταμού Γαρύλλη
περιφερειακά του σκουπιδότοπου ‘Βατί’ της επαρχίας Λεμεσού

Παρουσιάστηκε από
Ελευθερία Γ. ελευθερίου

Επιβλέπων καθηγητής: Ειδικό Εκπαιδευτικό Προσωπικό, Δρ. Πέτρος Σάββα

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Μάιος 2013

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Ελευθερία Γ. Ελευθερίου, 2013

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού προγράμματος Διαχείρισης περιβάλλοντος και Ορυκτών Πόρων του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου και πραγματοποιήθηκε την ποιοτική και ποσοτική επιβάρυνση του υδάτινου περιβάλλοντος στη λεκάνη του ποταμού Γαρούλλη λόγω της αλόγιστης εκμετάλλευσής της από τον άνθρωπο.

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής, εκφράζω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Πέτρο Σάββα, καταρχήν για την ανάθεση της εργασίας αυτής και την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με αυτό το ενδιαφέρον θέμα. Τον ευχαριστώ για την καθοδήγησή του που ήταν καθοριστική, για τις επιστημονικές γνώσεις που μου παρείχε συνεχώς, τις εργαστηριακές του επιβλέψεις, για την πολύτιμη βοήθειά του και τις υποδείξεις του καθ' όλη τη διάρκεια της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στην Αθηνά Παπαθεοδούλου για την πολύτιμη βοήθεια της, για τις πληροφορίες και τα στοιχεία που μου παρείχε κάθε στιγμή, για την ενθάρρυνσή της, τη θερμή της υποστήριξη και για τον χρόνο της.

Επίσης εκφράζω τις ευχαριστίες μου στους αναπληρωτή καθηγητή Δρ. Κώστα Κώστα και λέκτορα κ. Χαράλαμπο Θεοπέμπτου για την τιμή που μου έκαναν να είναι μέλη της εξεταστικής επιτροπής αξιολόγησης της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Χριστόδουλο Θεολογίδη, για την ανταπόκρισή του και για τις επιστημονικές γνώσεις που μου προσέφερε και τον Χαράλαμπο Ελευθερίου για τις αεροφωτογραφίες.

Θερμές ευχαριστίες στον σύζυγο μου, για τη βοήθειά του στο ύπαιθρο, για τις υποδείξεις του, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, τη συμπαράστασή του στις δύσκολες στιγμές και για την υποστήριξή του καθ' όλη τη διάρκεια της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου και τους αφανείς μου φίλους που κάθε στιγμή ανάγκης μου χαρίζουν χαμόγελα και με εξοπλίζουν με δύναμη για να επιτύχω τους στόχους μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Γαρύλλη βρίσκεται νότια του ορεινού όγκου του Τροόδου, γειτνιάζει με τον σκουπιδότοπο στην περιοχή Βατί και επιβαρύνεται από αυτόν σχεδόν για τρεις δεκαετίες από τη διάθεση στερεών και υγρών απόβλητων.

Πλέον οι αλλαγές που υπόκειται το περιβάλλον έχουν άμεση σύνδεση με τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Έχουν αναπτυχθεί ποικίλες τεχνικές για την παρακολούθηση διάφορων παραμέτρων για την καταγραφή της ρύπανσης, με σημαντικό να είναι η συλλογή και η ανάλυση δειγμάτων από αντιπροσωπευτικά σημεία.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μελετήθηκε η γεωλογία, τα υδρολογικά χαρακτηριστικά και η ρύπανση της λεκάνης απορροής του ποταμού Γαρύλλη, από την περιοχή του σκουπιδότοπου Βατί μέχρι και το φράγμα Πολεμιδιών, στο οποίο εισρέουν τα επιφανειακά νερά και οι ρυπογόνες ουσίες που μεταφέρονται.

Συλλέχθηκαν συνολικά 24 δείγματα νερού από πέντε σταθερές θέσεις δειγματοληψίας μέσα από τις κοίτες της υδρολογικής λεκάνης. Πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις πεδίου και χημικές εργαστηριακές αναλύσεις στα δείγματα νερού για δέκα φυσικοχημικές παραμέτρους. Τα αποτελέσματα συγκεντρώθηκαν σε πίνακες και αναλύθηκαν με κατάλληλα διαγράμματα, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα τόσο για την ποιότητα των επιφανειακών νερών, όσο και για την κατάσταση της ρύπανσης που επεκτείνεται περιφερειακά του σκουπιδότοπου Βατί.

Βάση των ορίων ταξινόμησης για τα επιφανειακά ύδατα που θεσπίστηκαν από την Κυπριακή Δημοκρατία η πλειοψηφία των παραμέτρων που αναλύθηκαν υπερβαίνει κατά πολύ τα αποδεκτά όρια και η γενική φυσικοχημική κατάσταση των επιφανειακών νερών της συγκεκριμένης λεκάνης θεωρείται 'κακή'. Η υποβάθμιση της ποιότητας των νερών είναι έντονη και συνδέεται άμεσα με τον σκουπιδότοπο στο Βατί και τα στραγγίσματά του, καθ' ότι καταγράφηκαν αυξημένες συγκεντρώσεις αμμωνιακών, νιτρικών, νιτρωδών και φωσφορικών ιόντων και υψηλά ποσοστά αγωγιμότητας, χημικά και βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου, στις θέσεις κατάντη του χώρου απόρριψης λυμάτων και απορριμμάτων.

Σύμφωνα με την οδηγία πλαίσιο περί υδάτων 2000/60/EK, η Κύπρος είναι υποχρεωμένη να τροχοδρομήσει σειρά προγραμμάτων παρακολούθησης και διαχείρισης για την επίτευξη τουλάχιστον της ‘καλής’ κατάστασης των επιφανειακών υδάτων μέχρι το 2015.

Μια πλήρης μελέτη και προστασία του Γεωπεριβάλλοντος περιλαμβάνει την παρακολούθηση, την αξιολόγηση και αποκατάσταση, για διατήρηση της καλής ποιότητας του εδάφους, των νερών, της χλωρίδας, της πανίδας και του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος από κάθε είδους ρύπανση και την επαναφορά της ισορροπίας μεταξύ των φυσικών αλυσίδων των κύκλων ζωής.

ABSTRACT

Garyllis river basin is located south of Troodos mountain, adjacent to the wasteland at the area of Vati and is charged for nearly three decades with the disposal of solid and liquid waste.

Thus, the changes on the environment have a direct connection with human activities. Various techniques have been developed to monitor the magnitude of the pollution, with the collection and analysis of samples from specific locations playing an important part.

In this thesis, the geology, hydrologic characteristics and the pollution of Garyllis river basin from Vati wasteland area until Polemidia dam is studied. The surface waters and the pollutants are carried to the dam and as a result the aquifers are polluted too.

In total, 24 water samples were collected from five defined sampling locations through the watershed. On-site measurements and laboratory chemical analyses were used for ten physicochemical parameters to determine the pollution level of the area of interest.

The results were collected and analyzed with the appropriate diagrams to draw conclusions as to the quality of the surface waters and for the state of the pollution that expands around the landfill of Vati.

Based on the grading limits for surface waters established by the Republic of Cyprus, the majority of the parameters analyzed exceed the acceptable limits and in general the physicochemical condition of the surface waters in this basin is considered “bad”.

The degradation of water quality is intense and it is connected directly to the wasteland in Vati and its leachate, proven by the elevated recorded concentrations of ammonia, nitrate, nitrite and phosphate ions, high conductivity, chemical and biochemical oxygen demands in the positions downstream of the disposal site of sewage and garbage.

According to the Water Framework Directive 2000/60/EC, Cyprus should implement a series of monitoring and management programs to achieve at least “good” surface water status by 2015.

A complete study and protection of the Geo-environment includes monitoring evaluation and restoration, for maintaining a good quality of soil, water, flora, fauna and man-made environment from any kind of pollution and restore the balance between the physical chain of lifecycles.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	v
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	vi
ABSTRACT.....	viii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	xiii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ.....	xiv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	xiv
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xvi
ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ.....	xvii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. Γεωγραφικός προσδιορισμός περιοχής μελέτης.....	1
1.1.1. Λεκάνη απορροής του ποταμού Γαρύλλη.....	2
1.1.2. Γεωλογικά στοιχεία.....	3
1.1.3. Υδρογεωλογία.....	7
1.1.4. Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά.....	9
1.1.5. Ποτάμιες αναβαθμίδες.....	10
1.1.6. Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.....	11
1.1.7. Φράγμα Πολεμιδιών.....	13
1.2. Σκουπιδότοπος Βατί.....	15
1.2.1. Απόβλητα.....	18
1.2.2. Στραγγίσματα σκουπιδότοπου.....	20
1.3. Ανεξέλεγκτες χωματερές στην Κύπρο – ΧΑΔΑ.....	23
1.4. Ευρωπαϊκή και Κυπριακή νομοθεσία.....	25
2. ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΑ ΠΟΤΑΜΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	32
2.1. Πηγές ρύπανσης και περιβάλλον.....	32
2.1.1. Μετακίνηση ρύπων στο υδάτινο περιβάλλον.....	34
2.2. Φυσικοί μηχανισμοί αντιμετώπισης των ρύπων.....	35
2.3. Σκοπός παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής (ΜΔ).....	36

2.4.	Φυσικοχημικοί παράμετροι - δείχτες ποιότητας του νερού	38
2.4.1.	Ενεργός Οξύτητα – pH	38
2.4.2.	Διαλυμένο οξυγόνο – DO	39
2.4.3.	Θερμοκρασία νερού	40
2.4.4.	Ειδική Αγωγιμότητα - Specific conductance ή Conductivity	41
2.4.5.	Φωσφορικά ιόντα PO_4^{3-}	42
2.4.6.	Άζωτο	42
2.4.7.	Αμμωνιακά ιόντα NH_4^+	43
2.4.8.	Νιτρικά ιόντα NO_3^-	43
2.4.9.	Νιτρώδη ιόντα NO_2^-	44
2.4.10.	Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο – COD	45
2.4.11.	Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο – BOD ₅	45
3.	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ	46
3.1.	Περιοχή έρευνας - σταθερές θέσεις δειγματοληψιών	46
3.1.1.	Θέση δειγματοληψίας 1 – S1	47
3.1.2.	Θέση δειγματοληψίας 2 – S2	48
3.1.3.	Θέση δειγματοληψίας 3 – S3	50
3.1.4.	Θέση δειγματοληψίας 4 – S4	52
3.1.5.	Θέση δειγματοληψίας 5 – S5	54
3.1.6.	Θέση δειγματοληψίας 6 – S6	56
3.2.	Συλλογή δειγμάτων	58
4.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	60
4.1.	Επί τόπου μετρήσεις πεδίου	60
4.1.1.	Ενεργός οξύτητα – pH / Θερμοκρασία νερού / Ειδική αγωγιμότητα - C	60
4.1.2.	Διαλυμένο οξυγόνο – DO	60
4.2.	Ετοιμασία δειγμάτων για χημικές αναλύσεις	61
4.2.1.	Φωσφορικά ιόντα PO_4^{3-}	61
4.2.2.	Αμμωνιακά ιόντα NH_4^+	61
4.2.3.	Νιτρικά ιόντα NO_3^-	62
4.2.4.	Νιτρώδη ιόντα NO_2^-	62
4.2.5.	Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο – COD	62
4.2.6.	Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο – BOD ₅	63

5.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	64
5.1.	Ρύπανση Επιφανειακών νερών	64
5.2.	Δείχτες ποιότητας του νερού.....	65
5.2.1.	Ενεργός οξύτητα – pH	65
5.2.2.	Θερμοκρασία	66
5.2.3.	Ειδική αγωγιμότητα – C.....	67
5.3.	Οργανική ρύπανση.....	70
5.3.1.	Διαλυμένο οξυγόνο – DO	70
5.3.2.	Αμμωνιακά ιόντα – NH_4^+	71
5.3.3.	Νιτρώδη ιόντα – NO_2^-	75
5.3.4.	Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο – COD	76
5.3.5.	Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο – BOD.....	79
5.4.	Χημική ρύπανση	81
5.4.1.	Φωσφορικά ιόντα – PO_4^{3-}	81
5.4.2.	Νιτρικά ιόντα – NO_3^-	84
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	88
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	93
I.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ : Πίνακες	97
II.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Εικόνες.....	102

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Πληθυσμός των πλησιέστερων χωριών (2011) [32].	2
Πίνακας 1.2: Υπόμνημα Γεωλογικού Χάρτη.	5
Πίνακας 1.3: Πληρότητα φράγματος Πολεμιδιών.	14
Πίνακας 1.4: Ποσοστά αποβλήτων στην Κύπρο το 2007.	19
Πίνακας 1.5: Παραγωγή απόβλητων στην επαρχία Λεμεσού το 2007 tn/yr.	19
Πίνακας 1.6: Αναμενόμενη παραγωγή απόβλητων στην επαρχία Λεμεσού το 2015 tn/yr.	20
Πίνακας 1.7: Χώροι ανεξέλεγκτης διάθεσης απόβλητων (ΧΑΔΑ) στην Κύπρο.	24
Πίνακας 2.1: Ενεργός Οξύτητα – pH.	39
Πίνακας 3.1: Απόσταση θέσεων από τον σκουπιδότοπο Βατί.	46
Πίνακας 5.1: Όρια παραμέτρων για την εκτίμηση των χημικών και φυσικοχημικών συνθηκών των επιφανειακών υδάτων στην Κύπρο [29].	64
Πίνακας I.1: Πρώτη δειγματοληψία - συγκεντρώσεις φυσικοχημικών παραμέτρων νερού για κάθε θέση.	97
Πίνακας I.2: Δεύτερη δειγματοληψία - συγκεντρώσεις φυσικοχημικών παραμέτρων νερού για κάθε θέση.	98
Πίνακας I.3: Τρίτη δειγματοληψία - συγκεντρώσεις φυσικοχημικών παραμέτρων νερού για κάθε θέση.	99
Πίνακας I.4: Τέταρτη δειγματοληψία - συγκεντρώσεις φυσικοχημικών παραμέτρων νερού για κάθε θέση.	100
Πίνακας I.5: Πέμπτη δειγματοληψία - συγκεντρώσεις φυσικοχημικών παραμέτρων νερού για κάθε θέση.	101

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 5.1: Μεταβολή της συγκέντρωσης της ενεργού οξύτητας των επιφανειακών νερών για κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.....	65
Διάγραμμα 5.2: Διακύμανση θερμοκρασίας επιφανειακών νερών για κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.....	67
Διάγραμμα 5.3: Διακύμανση αγωγιμότητας στα επιφανειακά νερά για κάθε θέση δειγματοληψίας ανά ημερομηνία.....	68
Διάγραμμα 5.4: Μεταβολή στην ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου των επιφανειακών νερών για κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.....	70
Διάγραμμα 5.5: Μεταβολή της συγκέντρωσης αμμωνιακών ιόντων στα επιφανειακά νερά για κάθε θέση δειγματοληψίας ανά ημερομηνία.....	72
Διάγραμμα 5.6: Μέση συγκέντρωση αμμωνιακών ιόντων στα επιφανειακά νερά σε κάθε θέση δειγματοληψίας.....	73
Διάγραμμα 5.7: Μέσες συγκεντρώσεις αμμωνιακών ιόντων και διαλυμένου οξυγόνου στα επιφανειακά νερά, σε κάθε θέση δειγματοληψίας.....	74
Διάγραμμα 5.8: Διακύμανση νιτρικών ιόντων στα επιφανειακά νερά για κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.....	75
Διάγραμμα 5.9: Μέση συγκέντρωση νιτρικών ιόντων στα επιφανειακά νερά σε κάθε θέση δειγματοληψίας.....	76
Διάγραμμα 5.10: Διακύμανση της ποσότητας COD στα επιφανειακά νερά για κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.....	77
Διάγραμμα 5.11: Μέση συγκέντρωση COD στα επιφανειακά νερά σε κάθε θέση δειγματοληψίας.....	78
Διάγραμμα 5.12: Διακύμανση της ποσότητας BOD στα επιφανειακά νερά για κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.....	79
Διάγραμμα 5.13: Μέσες συγκεντρώσεις BOD των επιφανειακών νερών σε κάθε θέση δειγματοληψίας και μέσες τιμές για διάφορης σύστασης νερά.....	80
Διάγραμμα 5.14: Διακύμανση συγκέντρωσης φωσφορικών ιόντων σε κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.....	81
Διάγραμμα 5.15: Μέση συγκέντρωση φωσφορικών ιόντων PO_4^{3-} στα επιφανειακά νερά σε κάθε θέση δειγματοληψίας.....	83
Διάγραμμα 5.16: Διακύμανση συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων στα επιφανειακά νερά για κάθε θέση δειγματοληψίας ανά ημερομηνία.....	84
Διάγραμμα 5.17: Μέση συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στα επιφανειακά νερά σε κάθε θέση δειγματοληψίας.....	85
Διάγραμμα 5.18: Μέσες συγκεντρώσεις BOD, COD, DO και PO_4^{3-} στα επιφανειακά νερά στις θέσεις S2 και S3.....	86
Διάγραμμα 5.19: Μέση συγκέντρωση επιφανειακού νερού για τα αμμωνιακά, νιτρικά και νιτρικά ιόντα στις θέσεις δειγματοληψίας S2 και S3.....	87

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1.1: Γεωλογικός Χάρτης Λεκάνης απορροής του ποταμού Γαρύλλη.	4
Χάρτης 1.2: Υδρολογικός Χάρτης Λεκάνης απορροής του ποταμού Γαρύλλη.	9
Χάρτης 1.3: Ολική ετήσια βροχόπτωση της Κύπρου, 2009-2010 [31].	11
Χάρτης 1.4: Ολική ετήσια βροχόπτωση της Κύπρου, 2010-2011 [31].	12
Χάρτης 1.5: Ολική ετήσια βροχόπτωση της Κύπρου, 2011-2012 [31].	12
Χάρτης 2.1: Χημική κατάσταση επιφανειακών υδάτινων συστημάτων [33].	37

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Γεωγραφικός προσδιορισμός της περιοχής μελέτης.	1
Εικόνα 1.2: Χαρακτηριστικές ποτάμιες αναβαθμίδες.	10
Εικόνα 1.3: Φράγμα Πολεμιδιών.	13
Εικόνα 1.4 & Εικόνα 1.5: Στο φράγμα Πολεμιδιών, πραγματοποιούνται θαλάσσιο σκι και ψάρεμα.	14
Εικόνα 1.6: Φράγμα Πολεμιδιών.	15
Εικόνα 1.7: Περιοχή σκουπιδότοπου Βατί.	16
Εικόνα 1.8: Διαδοχικές λίμνες υπερχειλίσσης λυμάτων.	17
Εικόνα 3.1: Θέσεις δειγματοληψίας και σκουπιδότοπος Βατί.	47
Εικόνα 3.2: Πρώτη θέση δειγματοληψίας S1.	48
Εικόνα 3.3: Δεύτερη θέση δειγματοληψίας S2.	49
Εικόνα 3.4: Τρίτη θέση δειγματοληψίας S3.	50
Εικόνα 3.5: Λίμνη με μηχανέλαια και απορρέοντα λύματα από ανάντη.	51
Εικόνα 3.6: Νεκρή πανίδα μέσα στο ίζημα.	52
Εικόνα 3.7: Τέταρτη θέση δειγματοληψίας S4.	53
Εικόνα 3.8: Πέμπτη θέση δειγματοληψίας S5.	54
Εικόνα 3.9: Ο μεγαλύτερος κλάδος που καταλήγει στη βορειοδυτική είσοδο του φράγματος Πολεμιδιών.	55
Εικόνα 3.10: Υπέρ-ανάπτυξη μυκήτων στο νερό.	56
Εικόνα 3.11: Έκτη θέση δειγματοληψίας S6.	56
Εικόνα 3.12: Θέσεις δειγματοληψίας S2,S3, S4 σε σχέση με τον σκουπιδότοπο Βατί.	57
Εικόνα 5.1: Κλάδοι αποστράγγισης στις θέσεις S2, S3, S4.	69
Εικόνα 6.1: Δεξιά: η πρώτη λίμνη με αποξηραμένη λάσπη, αριστερά: τα λύματα ρέουν κατευθείαν στις επόμενες λίμνες.	90
Εικόνα II.1: Θέση S1, ξηρική κοίτη.	102
Εικόνα II.2: Θέση S1, κοίτη χωρίς ροή.	103
Εικόνα II.3: Θέση S1, σκουπίδια εντός της κοίτης.	103
Εικόνα II.4: Θέση S2, λιμνάζον νερό με βλάστηση.	104
Εικόνα II.5: Θέση S2, μικρά ψάρια και βατράχια σε ανανεωμένα λιμνάζοντα νερά.	104
Εικόνα II.6: Θέση S2, Οκτώβριος 2011, ελάχιστη ροή.	105
Εικόνα II.7: Θέση S2, Απρίλιος 2013.	105
Εικόνα II.8: Θέση S3, αφρίζοντα καφέ νερά, με οσμές από λύματα (Οκτ. 2011).	106

Εικόνα Π.9: Θέση S3, αφρίζοντα καφέ νερά, αυξημένη ροή (Ιαν. 2012).	106
Εικόνα Π.10: Θέση S3, αφρός και νεκρή πανίδα στην κοίτη.	107
Εικόνα Π.11: Θέση S3, έντονη δυσοσμία, λάσπη πλευρικά της κοίτης και νεκρή πανίδα.	107
Εικόνα Π.12: Θέση S3, δημιουργία αφρού και σκουπίδια (Ιαν. 2012).	108
Εικόνα Π.13: Θέση S3, δημιουργία αφρού και σκουπίδια (Απρίλιος 2013).	108
Εικόνα Π.14: Θέση S3, έντονες οσμές από λύματα και μαύρο ίζημα (Ιαν. 2012).	109
Εικόνα Π.15 & Εικόνα Π.16: Θέση S3, σκουπίδια και αφοί κατά μήκος της κοίτης.	109
Εικόνα Π.17: Θέση S3, αυξημένη ροή νερού.	110
Εικόνα Π.18: Θέση S3, αυξημένη ροή με καφέ νερά.	110
Εικόνα Π.19: Βαθμονόμηση πεχάμετρου για λήψη μετρήσεων.	110
Εικόνα Π.20: Θέση S4, λιμνάζοντα νερά με οσμές από λύματα Οκτ. 2011.	111
Εικόνα Π.21: Θέση S4, έντονη ροή μετά από βροχοπτώσεις Ιαν.2012.	111
Εικόνα Π.22: Θέση S4, καφέ λιμνάζοντα νερά.	112
Εικόνα Π.23 Θέση S4, καφέ λιμνάζοντα νερά και αφοί.	112
Εικόνα Π.24: Θέση S4, κάτω από την κύρια οδική αρτηρία.	113
Εικόνα Π.25: Θέση S5, μειωμένη ροή νερού.	113
Εικόνα Π.26 & Εικόνα Π.27: Θέση S5, ροή προς τη ΒΔ είσοδο του φράγματος των Πολεμιδιών.	114
Εικόνα Π.28: Χαρακτηριστικά πετρώματα του Σχηματισμού της Πάχνας.	114
Εικόνα Π.29: Θέση S5, υπερ-ανάπτυξη μυκήτων κατά μήκος τη κοίτης.	115
Εικόνα Π.30: Θέση S6, ΒΑ είσοδος του φράγματος των Πολεμιδιών.	115
Εικόνα Π.31: Θέση S6, μπάζα κοντά στην είσοδο του φράγματος των Πολεμιδιών.	116
Εικόνα Π.32: Θέση S6, ΒΑ είσοδος του φράγματος των Πολεμιδιών.	116
Εικόνα Π.33: Χημική ανάλυση αμμωνιακών ιόντων.	117
Εικόνα Π.34 & Εικόνα Π.35: Χημικές αναλύσεις στο εργαστήριο.	117
Εικόνα Π.36 & Εικόνα Π.37: Χημικές αναλύσεις για αμμωνιακά, νιτρικά και νιτρώδη ιόντα.	118
Εικόνα Π.38 & Εικόνα Π.39: Όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο.	118
Εικόνα Π.40 & Εικόνα Π.41: Όργανα μέτρησης συγκέντρωσης.	119
Εικόνα Π.42: Περιοχή σκουπιδότοπου Βατί	119
Εικόνα Π.43: Κανονική θέση απόρριψης βοθρολυμάτων.	120
Εικόνα Π.44: Κανονική θέση απόρριψης βοθρολυμάτων.	120
Εικόνα Π.45 & Εικόνα Π.46: Συνήθης πρακτική απόρριψης βοθρολυμάτων.	121
Εικόνα Π.47 & Εικόνα Π.48: Συνήθης πρακτική απόρριψης βοθρολυμάτων.	121
Εικόνα Π.49: Τα βοθρολύματα απορρίπτονται μέχρι και τον δρόμο.	121
Εικόνα Π.50: Επιφανειακή απόρριψη στερεών απορριμμάτων.	122
Εικόνα Π.51: Διαδοχικές λυματοδεξαμενές.	122
Εικόνα Π.52: Λίμνη με μηχανέλαια και λύματα.	123

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΕΕ:	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΚΔΠ:	Κανονιστική Διατακτική Πράξη
ΜΔ:	Μεταπτυχιακή Διατριβή
ΜΕΒΑ:	Μονάδα Επεξεργασίας Βιομηχανικών Αποβλήτων
ΜΥΚ:	Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου
ΟΠΥ:	Οδηγία Πλαίσιο περί Υδάτων
ΣΑΛΑ:	Συμβούλιο Αποχετεύσεως Λεμεσού Αμαθούντας
ΣΥΚ:	Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου
ΤΑΥ:	Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων
ΤΓΕΚ:	Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου
ΤΕΠΑΚ:	Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου
ΧΑΔΑ:	Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων
ΧΥΤΑ:	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

BOD ₅	Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο πέντε ημερών
COD	Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο
Conductivity - C	Αγωγιμότητα
Dissolved oxygen – DO	Διαλυμένο οξυγόνο
NH ₄ ⁺	Αμμωνιακά ιόντα
NO ₃ ⁻	Νιτρικά ιόντα
NO ₂ ⁼	Νιτρώδη ιόντα
pH	Ενεργός οξύτητα
PO ₄ ³⁻	Φωσφορικά ιόντα
S: Site	Θέση
Sewage fungus	Μύκητας των λυμάτων
Specific Conductance	Ειδική αγωγιμότητα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γεωγραφικός προσδιορισμός περιοχής μελέτης

Η περιοχή που μελετήθηκε γεωγραφικά βρίσκεται στο νότιο μέρος της Κύπρου, νότια του ορεινού όγκου του Τροόδους, στην επαρχία Λεμεσού. Το μέσο υψόμετρο κυμαίνεται από 400 μέτρα πάνω από τη στάθμη της θάλασσας στα βόρεια, έως 150 μέτρα στα νότια στο φράγμα Πολεμιδιών. Δυτικά της λεκάνης του ποταμού Γαρούλλη βρίσκεται η λεκάνη απορροής των ποταμών Λιμνάτη και Κούρη ενώ στα ανατολικά βρίσκεται η λεκάνη απορροής των ποταμών Μοναστηρίου και Γερμασόγειας. Σε όλη την έκταση της λεκάνης παρατηρούνται κατασκευές γεφυριών για εξυπηρέτηση του οδικού δικτύου αλλά και κάποια μικρά κανάλια άρδευσης για μεταφορά νερού που έχουν πλέον εγκαταλειφθεί.

Η έρευνα εστιάστηκε στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού Γαρούλλη, σε μία περιοχή μεταξύ του χωριού Απαισιά και του φράγματος Πολεμιδιών (βλ. Εικόνα 1.1).



Εικόνα 1.1: Γεωγραφικός προσδιορισμός της περιοχής μελέτης.

1.1.1. Λεκάνη απορροής του ποταμού Γαρύλλη

Σύμφωνα με την εναρμόνιση της Κύπρου με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων έχει προσδιορίσει το νησί ως μία περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού έκτασης 9.250 km². Περιλαμβάνει 9 υδρολογικές περιοχές που είναι υποδιαιρεμένες σε 70 λεκάνες απορροής και 387 υπολεκάνες με 16 κύρια ποτάμια, συμπεριλαμβανομένου και του ποταμού Γαρύλλη. Η εν λόγω λεκάνη απορροής έχει ονομαστεί 9-4 και η υπολεκάνη έχει τον κωδικό 9-4-3. Σύμφωνα με τον σταθμό παρακολούθησης βάση της ΟΠΥ [26], του ποταμού Γαρύλλη, έχει τον κωδικό CY_9-4-1_R3_O1.

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Γαρύλλη, είναι μικρής έκτασης, έχει μήκος 226 km και συνολική επιφάνεια 103 km². Τα ποτάμια συστήματα της Κύπρου χαρακτηρίζονται κυρίως ως εποχιακής ροής ενώ στις ορεινές περιοχές σε κάποιο μήκος τους παρατηρείται μόνιμη ροή.

Η λεκάνη του ποταμού Γαρύλλη, από τα βόρεια προς νότια, περικλείεται από: νοτιοδυτικά του Καλού Χωριού, Λουβαρά, Γεράσα, Αψιού, Απαισιά, Σπιτάλι, Παραμύθα, Παλώδεια, Σκουπιδότοπος Βατί, Πολεμίδα και καταλήγει στον Κόλπο του Ακρωτηρίου, κοντά στο λιμάνι Λεμεσού. Ο πληθυσμός των χωριών και των υφιστάμενων οικισμών, σύμφωνα με την τελευταία απογραφή της Κύπρου, φαίνεται στον ακόλουθο Πίνακα 1.1:

Πίνακας 1.1: Πληθυσμός των πλησιέστερων χωριών (2011) [32].

A/A	Χωριό	Πληθυσμός
1	Καλό Χωριό	497
2	Λουβαράς	363
3	Γεράσα	69
4	Αψιού	208
5	Απαισιά	474
6	Σπιτάλι	316
7	Παραμύθα	569
8	Παλώδεια	1568
9	Πάνω Πολεμίδα	3470
10	Ακρωτήρι	870

Στη νότια περιοχή της λεκάνης έχει πραγματοποιηθεί περιβαλλοντική μελέτη και σχεδιασμός του γραμμικού πάρκου Γαρύλλη το οποίο μέρος του έχει ολοκληρωθεί στο 65% (Φεβρουάριος 2013). Η δημιουργία του γραμμικού πάρκου μεταξύ άλλων καλύπτει απόσταση 5,5 km από το παλαιό λιμάνι μέχρι τα βόρεια όρια του Δήμου Κάτω Πολεμιδιών. Οι εργασίες κατά μήκος του ποταμού θα περιλαμβάνουν γραμμικό πάρκο στις όχθες του, ποδηλατόδρομο, πεζόδρομο, θέατρο, κ.ά.

1.1.2. Γεωλογικά στοιχεία

Στη μεγαλύτερη έκταση της λεκάνης του ποταμού Γαρύλλη απαντώνται ιζηματογενή πετρώματα κυρίως στην κεντρική και νότια περιοχή και σε μικρότερες εμφανίσεις τμήματα του οφιολιθικού συμπλέγματος του Τροόδους στη βόρεια περιοχή.

Σύμφωνα με το Δελτίο αρ.10, [16] «Η Γεωλογία της Κύπρου», στην περιοχή μελέτης, στην κεντρική λεκάνη όπου έγιναν οι μετρήσεις και λήφθηκαν τα δείγματα νερού συγκεκριμένα απαντώνται:

Ιζήματα του Σχηματισμού Πάχνας, ηλικίας Μέσου – Ανώτερου Μειόκαινου (~15 - 5 εκατομμύρια έτη), που αποτελούνται κυρίως από υποκίτρινες έως φαιοκίτρινες μάργες και κρητίδες. Το κιτρινωπό χρώμα, η παρουσία στρώσεων ασβεστολιθικού ψαμμίτη και η κατά τόπους ανάπτυξη κροκαλοπαγών αποτελούν τα χαρακτηριστικά διάκρισης του Σχηματισμού Πάχνας από το Σχηματισμό των Λευκάρων (λευκά).

Η ιζηματογένεση του Σχηματισμού Πάχνας άρχισε και τέλειωσε σε περιβάλλον αβαθών θαλασσών με την ανάπτυξη υφαλογενών ασβεστόλιθων (Μέλος Τέρρα στη βάση και Μέλος Κορωνιάς στην κορυφή του σχηματισμού).

Τα κλαστικά ιζηματογενή πετρώματα αποτελούν τους πιο σημαντικούς υδροφορείς του νησιού. Αναπτύσσονται κυρίως στις κοιλάδες και τα δέλτα των ποταμών και σχηματίζουν υδροφορείς που αναπτύσσονται στη δυτική και ανατολική Μεσαορία, το Ακρωτήρι και την Πάφο. Υδροφορείς αναπτύσσονται επίσης μέσα σε πορώδη πετρώματα, (ασβεστολιθικοί ψαμμίτες), κρατικοποιημένους ασβεστόλιθους και γύψους καθώς επίσης σε διαρρηγμένα πετρώματα όπως είναι οι κρητίδες, οι ασβεστόλιθοι κλπ.

Η λιθολογία της λεκάνης, φαίνεται στον πιο κάτω Χάρτη 1.1 και αποτελείται από:



Χάρτης 1.1: Γεωλογικός Χάρτης Λεκάνης απορροής του ποταμού Γαρύλλη.

Πίνακας 1.2: Υπόμνημα Γεωλογικού Χάρτη.

-  Αποθέσεις αναβαθμίδων – Πλειστόκαινο: Ασβεστιτικοί ψαμμίτες, άμμοι, χαλίκια.

-  Σχηματισμός Λευκάρων – Παλαιόκαινο-Ολιγόκαινο: Κρητίδες, μάργες, μαργαϊκές κρητίδες με στρώσεις κερατολίθων.

-  Σχηματισμός Πάχνας – Μέσο Μειόκαινο: Κρητίδες, μάργες, μαργαϊκές κρητίδες, κρητιδικές μάργες και ασβεστιτικοί ψαμμίτες.

-  Ορίζοντας Βάσης: Διαβασικές φλέβες (>50%) με λεπτές ζώνες προσκεφαλοειδών λαβών, εξαλλειωμένες στην πρασινοσχιστολιθική φάση.

-  Σύστημα πολλαπλών φλεβών – Διαβάσης: Διαβασικές φλέβες (3μ. πλάτους), αφυρικές, κλινοπυροξενοφυρικές, πλαγιοκλαστοφυρικές, εξαλλειωμένες στην πρασινοσχιστολιθική φάση.

-  Λεπτόκοκκα ηφαιστειακά ιζήματα παρεμβαλλόμενα σε λάβες.

-  Γάββροι, μικρογάββροι, ολιβινικοί γάββροι.

-  Ολιβινοφυρικές ή/και πυροξενοφυρικές προσκεφαλοειδείς λάβες.

-  Ολιβινοφυρικές ή/και πυροξενοφυρικές προσκεφαλοειδείς λάβες.

-  Σερπεντινίτες, τεκτονισμένοι χαρτζβουργίτες.

-  Βερλίτης.  Σερπεντινίτης.

-  Άμμοι, ιλύες, άργιλοι και χαλίκια.

-  Ολιβινοφυρικές προσκεφαλοειδείς λάβες.

Σχηματισμός της Πάχνας

- Σχηματισμός της Πάχνας, Μέλος Κορωνιάς – Ανώτερο Μειόκαινο (βιοστρώματα και βιοέρματα υφαλογενών ασβεστόλιθων).
- Σχηματισμός της Πάχνας - Μέσο Μειόκαινο (κρητίδες, μάργες, μαργαϊκές κρητίδες, κρητιδικές μάργες, ασβεστιτικοί ψαμμίτες).
- Σχηματισμός της Πάχνας, Μέλος Τέρρας – Κατώτερο Μειόκαινο (βιοστρώματα και βιοέρματα υφαλογενών ασβεστολίθων).

Κατά το Ολιγόκαινο (εώς Κατώτερο Μειόκαινο), 22 εκατομμύρια χρόνια πριν, οι Οφιόλιθοι του Τροόδους που ήταν ακόμα κάτω από τη στάθμη της θάλασσας, περιβάλλονταν από αβαθή θάλασσα ευνοϊκή για το σχηματισμό Υφάλων με αποτέλεσμα τη δημιουργία των Υφαλογενών ασβεστόλιθων του σχηματισμού της Τέρρας.

Με την έλευση του Μειοκαίνου, παρουσιάστηκαν βαθύτερες λεκάνες στα νότια και νοτιοδυτικά της οροσειράς. Οι λεκάνες αυτές δέχονταν πελαγικά και ημιπελαγικά κλαστικά ιζήματα που αποτελούν τα πετρώματα του σχηματισμού της Πάχνας. Είναι κυρίως υποκίτρινες έως φαιοκίτρινες κρητίδες και μάργες που ξεχωρίζουν από τις υποκείμενες λευκές κρητίδες του Σχηματισμού των Λευκάρων. Μέσα στα πελαγικά περιλαμβάνονται και ενδιαστρώσεις ασβεστιτικού ψαμμίτη και κατά τόπους ανάπτυξη κροκαλοπαγών που στην οροφή περιέχουν οφιολιθικά θραύσματα αλλά και υλικά από αβαθή νερά. Η παρουσία κλαστών από το Οφιολιθικό σύμπλεγμα αυτής της περιόδου υποδηλώνει την ανύψωση του Τροόδους πάνω από το επίπεδο της θάλασσας και τη δημιουργία χέρσου, η οποία άρχισε να διαβρώνεται.

Βόρεια από τη θέση της σημερινής οροσειράς της Κερύνειας, είχαν αναδυθεί μικρά νησιά, ενώ στη θάλασσα τάφρο που τα περιέβαλλε αποτέθηκαν αμμούχα ιζήματα τύπου φλύσχη πάχους πάνω από 2 km.

Κατά μήκος των δύο πλαγιών της οροσειράς της Κερύνειας εμφανίζονται μεγάλου πάχους πτυχωμένοι ψαμμίτες, ιλυόλιθοι και μάργες το πάχος των οποίων υπολογίζεται σε 2,3 km στην περιοχή του Λευκονοίκου. Τα πετρώματα αυτά είναι γνωστά ως φλύσχη της Κυθρέας και αποτέθηκαν κατά το Μέσο Μειόκαινο μέσα στην επιμήκη τάφρο που υπήρχε βόρεια του Τροόδους.

Στα νότια όρια της τάφρου, ο φλύσχη συμπλέκεται με ιζήματα του σχηματισμού της Πάχνας. Τα βόρεια όρια της τάφρου είναι κάτω από τη θάλασσα της Κερύνειας.

Στην οροφή του σχηματισμού της Πάχνας και νότια της οροσειράς του Τροόδους υπάρχουν χονδρόκοκκα ανθεκτικά ανθρακικά πετρώματα που υπέρκεινται των μαλακών μάργων που είναι πιο ευπαθείς στη διάβρωση. Αυτά είναι γνωστά ως ασβεστόλιθοι της Κορωνιάς και περιέχουν κροκαλοπαγή, χονδρόκοκκους ασβεστιτικούς ψαμμίτες και σε μικρότερο ποσοστό ιλύες και μάργες. Τα χονδρόκοκκα πετρώματα περικλείουν θραύσματα οστράκων ελεσματοβραχίων, φυκών, εχινοειδών, και κοραλλίων που υποδηλώνουν αβαθείς νηρητικές φάσεις. Επίσης, τα πετρώματα αυτά περιέχουν κλάστες από μάργες, κρητίδες και κερατόλιθους που προέρχονται από τα υποκείμενα ιζηματογενή πετρώματα αλλά και υλικό από το Οφιολιθικό Σύμπλεγμα του Τροόδους. Στη βόρεια πλευρά του Τροόδους ο ασβεστόλιθος της Κορωνιάς τοπικά εμφανίζεται υπό μορφή τυπικού υφαλογενούς ασβεστολίθου.

Ο ασβεστόλιθος της Κορωνιάς έρχεται σε συμφωνία πάνω στα υποκείμενα πετρώματα του Σχηματισμού της Πάχνας ή συμπλέκεται με τα ανώτερα στρώματα του Σχηματισμού. Υπάρχουν επίσης εμφανίσεις που κάθονται ασύμφωνα πάνω σε παλαιότερους σχηματισμούς από εκείνο της Πάχνας ή ακόμη και απευθείας πάνω στα οφιολιθικά πετρώματα του Τροόδους.

1.1.3. Υδρογεωλογία

Υδρολογική λεκάνη καλείται μία καλά καθορισμένη τοπογραφική και υδρολογική ενότητα, η οποία αποτελεί τη στοιχειώδη χωρική μονάδα της αποστράγγισης της επιφάνειας της χέρσου. Οι πλαγιές και οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου αποτελούν τα βασικά μορφολογικά στοιχεία της. Δηλαδή είναι η περιοχή που αποστραγγίζεται από ένα δίκτυο υδατορευμάτων. Η ποτάμια διεργασία που επικρατεί είναι αυτή της διάβρωσης [43].

Η κοίτη ροής ενός ποταμού είναι μια στενή αύλακα που διοχετεύει τη ροή της υδάτινης μάζας του ποταμού προς τα κατάντη. Διαμορφώνεται από τις δυνάμεις του τρεχούμενου νερού με τέτοιο τρόπο ώστε να μεταφέρει όσο το δυνατόν καλύτερα προς τα κατάντη, εκτός από τη μάζα του νερού και τις φερτές ύλες που αποτελούν προϊόντα της ποτάμιας διάβρωσης. Το μέγεθος της κοίτης ενός ποταμού ποικίλει από λίγα μέτρα έως χιλιόμετρα. Η διαδικασία που επικρατεί είναι αυτή της μεταφοράς [43].

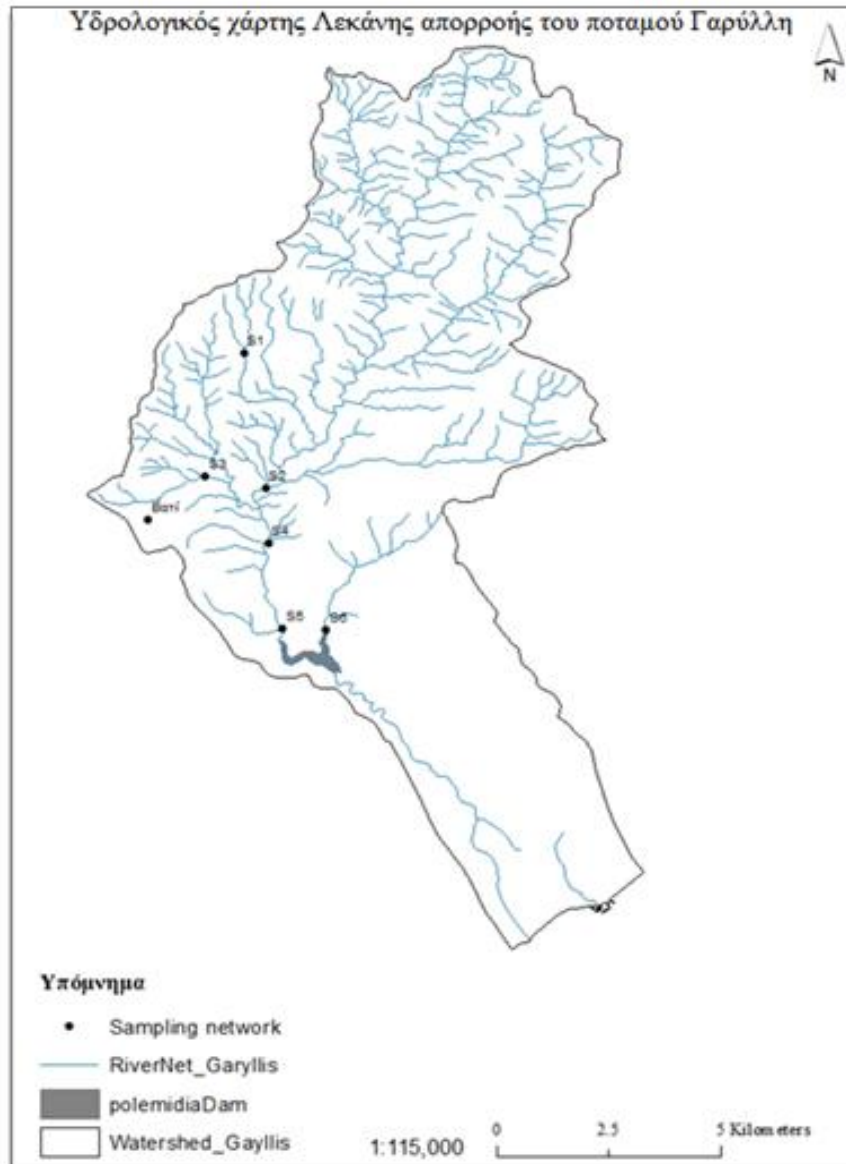
Στον υδρολογικό κύκλο της λεκάνης εισέρχεται το βρόχινο νερό που αποστραγγίζεται από την περιοχή του σκουπιδότοπου και καταλήγει στον ποταμό Γαρύλλη όπου τελικά φτάνει στο φράγμα Πολεμιδιών ή ακόμα μέχρι και τη θάλασσα, όπου εκφορτίζεται η λεκάνη. Το νερό του

ποταμού και των επιμέρους κλάδων του περιέχει διαλυμένες ουσίες και στερεά αιωρούμενα σωματίδια.

Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης αποτελείται από πολλούς κλάδους (υδατορεύματα, παραπόταμοι) μικρότερης τάξης και προχωρώντας προς νότια οι κλάδοι ενώνονται σχηματίζοντας δύο κύριους που καταλήγουν στη βορειοδυτική και βορειοανατολική είσοδο του φράγματος Πολεμιδιών. Οι περισσότεροι μικροί κλάδοι χαρακτηρίζονται από περιοδική εποχιακή ροή ενώ στους πιο βασικούς κλάδους η ροή είναι σχεδόν για δέκα μήνες τον χρόνο αλλά περιορισμένης παροχής (βλ. Χάρτη 1.2).

Τα αργιλικά ορυκτά και γενικά το αργιλικό κλάσμα, παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων, γιατί έχουν την ικανότητα να απορροφούν στο πλέγμα τους ή στην επιφάνειά τους τα βαρέα μέταλλα. Οι προσχώσεις της λεκάνης γενικά είναι καλοί αποταμιευτήρες νερού και επιτρέπουν διείσδυση και την κυκλοφορία του νερού μέσω του πορώδους τους. Αποτελούνται από χαλίκια, λατύπες, κροκάλες, άμμο, ιλύ και άργιλο. Το πορώδες τους κυμαίνεται μεταξύ 20 – 60 %.

Το έδαφος της περιοχής είναι πλούσιο σε οργανικά υλικά, άμμο, ιλύ και άργιλο. Υπάρχουν όλων των μεγεθών λατύπες και κροκάλες, ακόμα και ογκόλιθοι, ενώ στην πλειοψηφία τους είναι από αποσάθρωση των μητρικών πετρωμάτων της περιοχής που αποτελούνται από μάργες και κρητίδες. Η κίνηση του νερού στην κοιλάδα καθορίζεται και από τον τεκτονισμό της περιοχής και την κλίση των ιζηματογενών πετρωμάτων που κυριαρχούν. Στην Κύπρο έχουν αναγνωριστεί 216 ποτάμια υδάτινα σώματα, εκ των οποίων τα 49 έχουν χαρακτηριστεί ως ιδιαίτερα τροποποιημένα [29].



Χάρτης 1.2: Υδρολογικός Χάρτης Λεκάνης απορροής του ποταμού Γαρύλλη.

1.1.4. Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά

Στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης του ποταμού υψώνονται λόφοι με απότομες πλαγιές λόγω διαφορετικής αντίστασης στη διάβρωση των εναλλασσόμενων κρητίδων, μαργών και ασβεστιτικών ψαμμιτών. Οι μάργες διαβρώνονται σε αντίθεση με τις κρητίδες και τους ασβεστιτικούς ψαμμίτες που παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντίσταση στη διάβρωση.

Κατά μήκος της λεκάνης, από βορρά προς νότο, το ανάγλυφο γίνεται ομαλότερο και οι απότομες κλίσεις των πρανών μειώνονται. Το υδρογραφικό δίκτυο στο βόρειο μέρος της λεκάνης είναι σχήματος V που υποδηλώνει πρόσφατη δημιουργία σε γεωλογικό χρόνο.

Στα βόρεια όρια της λεκάνης, το ανάγλυφο της περιοχής είναι πιο απότομο με ημιορεινά χαρακτηριστικά, μικρά βουνά και λόφους, ενώ οι κλίσεις των πρανών ομαλοποιούνται προχωρώντας νοτιότερα. Εκεί όπου οι κλίσεις είναι απότομες έχουν δημιουργηθεί μικροί καταρράκτες μέχρι και τρία μέτρα ύψος. Στα σημεία αυτά η διάβρωση και η αποσάθρωση είναι πιο έντονη ενώ κατά τη ροή του το νερό μέσα από μικρότερους κλάδους του ποταμού έχει δημιουργήσει ψηλές αναβαθμίδες και απότομους κρημνούς που σε κάποια σημεία φτάνουν τα έξι μέτρα. Στα νοτιότερα σημεία της λεκάνης παρατηρούνται κροκάλες οφιολιθικής σύστασης μεταφερμένες από πιο βόρειες περιοχές.

1.1.5. Ποτάμιες αναβαθμίδες

Οι αναβαθμίδες του κύριου ποταμού αλλά και των μικρότερων κλάδων του, αποτελούνται κυρίως από κροκάλες και λατύπες, κατά τόπους συνδεδεμένες μεταξύ τους λόγω δευτερογενούς συγκόλλησης με ανθρακικό υλικό. Σε κάποια σημεία (βόρεια) οι αναβαθμίδες είναι βραχώδεις με απότομο μέτωπο. Τα σκουρόχρωμα υλικά που μεταφέρθηκαν από ανάντη του ποταμού είναι βασικά και υπερβασικά πετρώματα από τμήματα του οφιολιθικού συμπλέγματος του Τροόδους, ενώ τα ανοιχτόχρωμα λευκά και υποκίτρινα υλικά είναι μάργες, κρητιδικές μάργες, ασβεστιτικοί ψαμμίτες, κρητίδες κ.ά., από τα πετρώματα της περιοχής (βλ. Εικόνα 1.2).

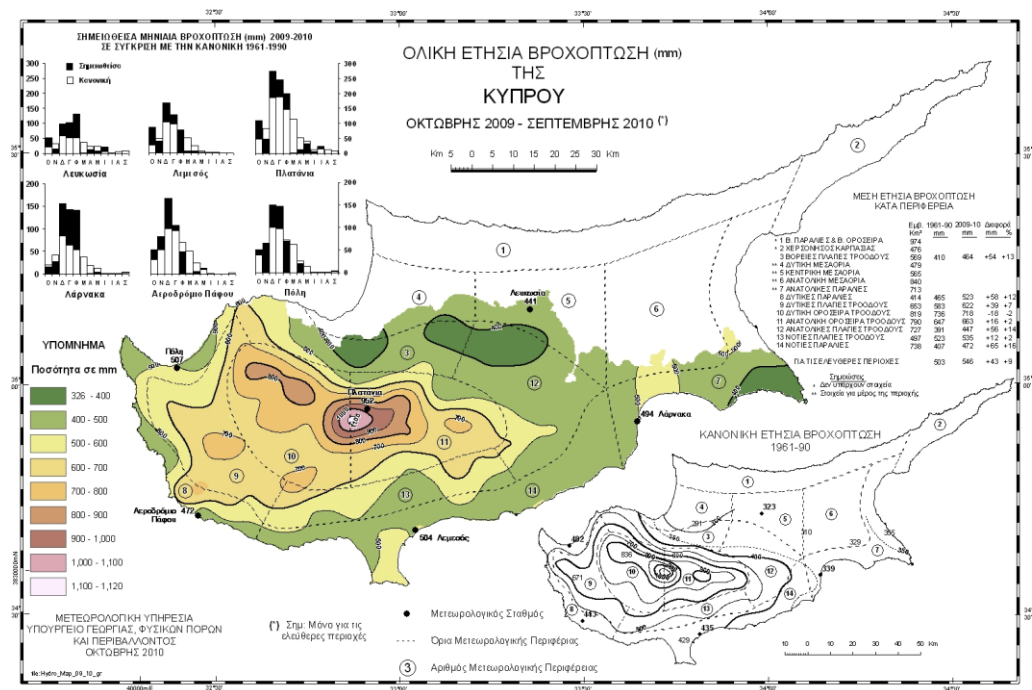


Εικόνα 1.2: Χαρακτηριστικές ποτάμιες αναβαθμίδες.

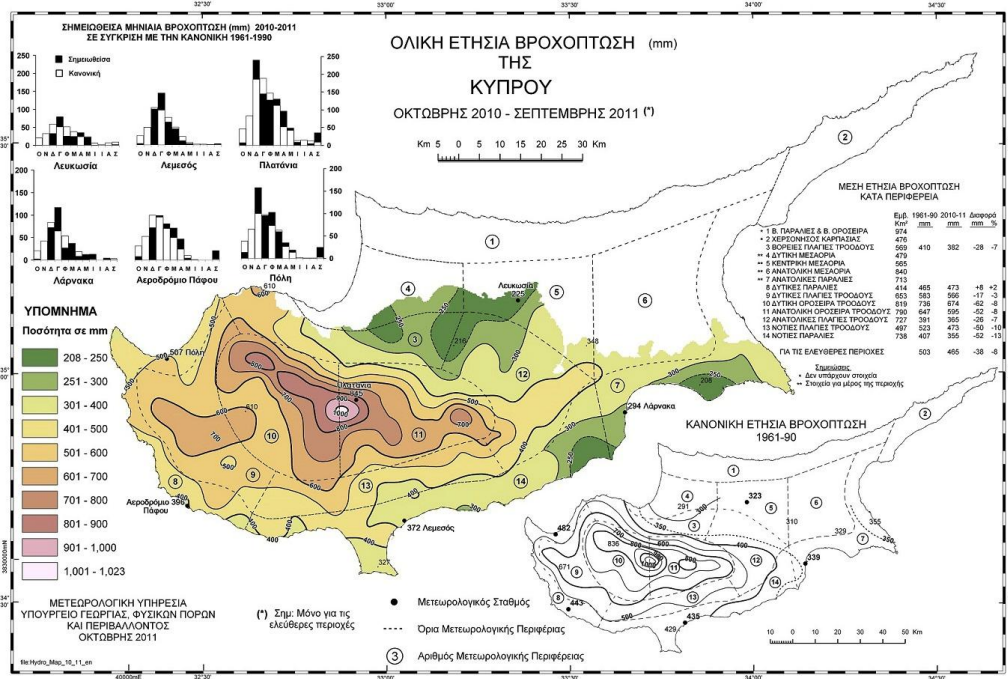
1.1.6. Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

Το νερό της βροχής, πέφτοντας στο έδαφος, κατεισδύει προς τα υπόγεια στρώματα, απορρέει επιφανειακά, μέρος του εξατμίζεται ή απορροφάται από τη βλάστηση. Ταυτόχρονα, αλληλεπιδρά αμοιβαία με τα πετρώματα και τα εδάφη.

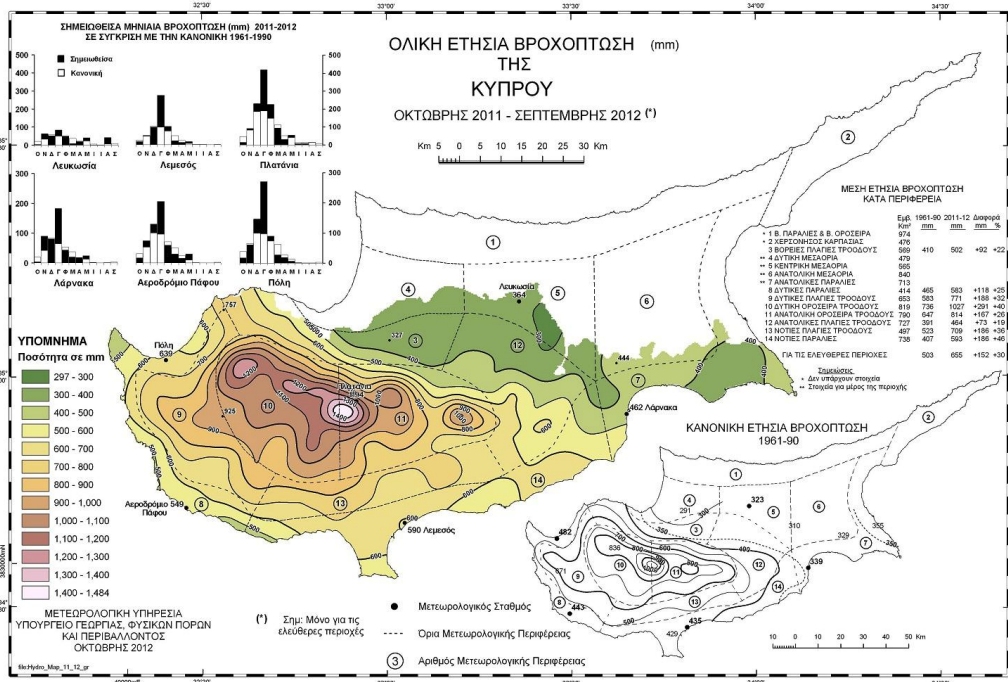
Σύμφωνα με το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, καθορίζεται και ροή των επιφανειακών νερών στις λεκάνες απορροής της Κύπρου. Κατά τους θερινούς μήνες, όταν οι βροχοπτώσεις περιορίζονται οι περισσότεροι ποταμοί δεν έχουν ροή, παρά μόνο οι μικρότεροι κλάδοι τους κοντά στις ορεινές περιοχές. Κατά τους χειμερινούς μήνες όταν οι βροχοπτώσεις είναι πιο έντονες παρατηρείται ικανοποιητική ροή σε όλο το μήκος των λεκανών απορροής των ποταμών, από τις οποίες το νερό αποστραγγίζεται μέχρι και τη θάλασσα (βλ. Χάρτες 1.3 – 1.5).



Χάρτης 1.3: Ολική ετήσια βροχόπτωση της Κύπρου, 2009-2010 [31].



Χάρτης 1.4: Ολική ετήσια βροχόπτωση της Κύπρου, 2010-2011 [31].



Χάρτης 1.5: Ολική ετήσια βροχόπτωση της Κύπρου, 2011-2012 [31].

1.1.7. Φράγμα Πολεμιδιών

Το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων και το Τμήμα Αλιείας και Θαλάσσιων Ερευνών έχουν υπό την εποπτεία τους το φράγμα των Πολεμιδιών καθώς και την ορθή διαχείριση, παρακολούθηση και προστασία του. Τα νερά του υδατοφράκτη Πολεμιδιών και τα εδάφη στα οποία ρέουν επιφανειακά νερά που καταλήγουν στον υδατοφράκτη έχουν χαρακτηριστεί ως περιοχές ευαίσθητες στην απόρριψη αστικών λυμάτων [15].

Μέρος των τριτοβάθμια επεξεργασμένων λυμάτων του ΣΑΛΑ (10 – 15%) διοχετεύεται στο φράγμα από το 2008, ενώ το νερό του φράγματος χρησιμοποιείται για αρδευτικούς σκοπούς.

Χαρακτηριστικά φράγματος Πολεμιδιών:

Το φράγμα χαρακτηρίζεται χωμάτινο, με 45 μέτρα ύψος και κατασκευάστηκε το 1965 (βλ. Εικόνα 1.3). Σε αυτό αποστραγγίζονται τα νερά της λεκάνης απορροής του ποταμού Γαρύλλη και έχει χωρητικότητα 3,4 εκατομμύρια m³ νερού (βλ. Πίνακα 1.3).



Εικόνα 1.3: Φράγμα Πολεμιδιών.

Πίνακας 1.3: Πληρότητα φράγματος Πολεμιδιών.

Περίοδος	Ιανουάριος 2012	Απρίλιος 2012	Απρίλιος 2013
Αποθηκευμένο/ Εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού	1,329	3,400	2,403
Πληρότητα %	39,1	100	70,7

Τον Ιανουάριο 2009 ξεκίνησε τη λειτουργία της η Κινητή Μονάδα Επεξεργασίας νερού του υδροφορέα του ποταμού Γαρύλλη δυναμικότητας 10.000 m³/ημέρα για τις υδρευτικές ανάγκες της Λεμεσού. Οι αντλήσεις εξακολουθούν να είναι μεγάλες και ξεπερνούν τον ετήσιο φυσικό εμπλουτισμό του και η ποσοτική και ποιοτική του κατάσταση του παραμένει ‘κακή’.

Γενικά η λεκάνη απορροής του ποταμού Γαρύλλη και το φράγμα Πολεμιδιών είναι υποβαθμισμένα όσον αφορά τα ποιοτικά, βιοχημικά, βιολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά, σύμφωνα με μελέτες του ΤΑΥ. Ταξινομείται ως ‘κακής υδατικής κατάστασης’ βάση της πενταβάθμιας κλίμακας της ΟΠΥ 2000/60/ΕΚ. Τα αστικά λύματα έχουν επιβαρύνει εδώ και τουλάχιστον τρεις δεκαετίες την ποιότητα του νερού (Αναλυτικό Σχέδιο Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού, ΤΑΥ, 2011).

Παρ’ όλες τις απαγορεύσεις (βλ. Εικόνα 1.4 – 1.6) στο φράγμα των Πολεμιδιών δραστηριοποιείται η Κυπριακή Ομοσπονδία θαλάσσιου σκι, με εγκαταστάσεις γύρω και μέσα στο φράγμα, όπου πραγματοποιούνται αγώνες και προπονούνται αθλητές. Το 2011 πραγματοποιήθηκαν Διεθνείς αγώνες θαλάσσιου σκι. Το φράγμα δεν είναι περιφραγμένο και η πρόσβαση σε αυτό είναι εύκολη από τη βόρεια πλευρά του, στην οποία έχουν παρατηρηθεί πολίτες να ψαρεύουν.



Εικόνα 1.4 & Εικόνα 1.5: Στο φράγμα Πολεμιδιών, πραγματοποιούνται θαλάσσιο σκι και ψάρεμα.



Εικόνα 1.6: Φράγμα Πολεμιδιών.

1.2. Σκουπιδότοπος Βατί

Ο σκουπιδότοπος στην περιοχή Βατί λειτουργεί από τις αρχές του 1980, είναι υπό τη διαχείριση του Δήμου Λεμεσού και αποτελεί τη μεγαλύτερη χωματερή της επαρχίας, που εξυπηρετεί όλους τους δήμους της και πολλές από τις κοινότητες της Λεμεσού (βλ. Εικόνα 1.7).

Τα στερεά απορρίμματα και οι λυματοδεξαμενές δεν είναι ορατά από το κύριο οδικό δίκτυο Λεμεσού – Τροόδους, έχουν όμως κατασκευαστεί ασφάλτινοι δρόμοι που καταλήγουν στο χώρο αυτό και εξυπηρετούν τα οχήματα μεταφοράς απορριμμάτων.

Στην περιοχή λειτουργούν σήμερα ανοιχτός χώρος ανεξέλεγκτης απόρριψης σκουπιδιών και χώρος για βοθρολύματα, λίμνη μεγάλη με μηχανέλαια και λίμνη για βιομηχανικά απόβλητα. Τα απόβλητα που μεταφέρονται εκεί με βυτιοφόρα, δεν τυγχάνουν οποιασδήποτε επεξεργασίας, ενώ ο χώρος χρησιμοποιείται για τη διάθεση όλων των ειδών στερεών απορριμμάτων της επαρχίας Λεμεσού. Τα λύματα από τις υπερχειλίσεις απορρέουν είτε επιφανειακά είτε υπόγεια, φτάνουν μέχρι τη λίμνη με τα μηχανέλαια και εισέρχονται στο υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης του ποταμού Γαρύλλη.



Εικόνα 1.7: Περιοχή σκουπιδότοπου Βατί.

Σύμφωνα με στοιχεία του ΣΑΛΑ μέχρι το 1995 έφθαναν καθημερινά στο Βατί μέχρι και 75 βυτιοφόρα τα οποία διέθεταν περί τα 1.500 m^3 υγρών αποβλήτων (βοθρολύματα και βιομηχανικά απόβλητα). Λόγω της επέκτασης του αποχετευτικού δικτύου τα μεγέθη αυτά έχουν μειωθεί σημαντικά. Το 2007 οι ποσότητες αυτές μειώθηκαν στα 35 βυτιοφόρα την ημέρα με όγκο υγρών αποβλήτων στα 700m^3 [22].

Προγραμματίζεται η λειτουργία περιφερειακής μονάδας ολοκληρωμένης διαχείρισης οικιακών αποβλήτων στο Πεντάκωμο, μέχρι τότε ο Δήμος Λεμεσού εξασφάλισε επιπλέον γη στην περιοχή Βατί για επέκταση του υφιστάμενου σκουπιδότοπου. Στα μελλοντικά σχέδια του Δήμου είναι η κατάργηση του σκυβαλότοπου και αποκατάσταση του επιβαρυμένου περιβάλλοντος.

Άγνωστη παραμένει η εφαρμογή της Οδηγίας στην εγκατάσταση επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων στο Βατί, στην οποία οδηγείται και η ιλύς της μονάδας επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων του Ύψωνα ΜΕΒΑ [22].

Τα στερεά απόβλητα μεταφέρονται στον ανοιχτό χώρο απόρριψης και τυγχάνουν επιφανειακής επιχωμάτωσης. Λόγω ανάμειξης των σκουπιδιών με χώματα και πέτρες (χαβάρια), αλλά και με υλικά μπαζών, έχει δημιουργηθεί ένα στρώμα με πολύ μεγάλο πάχος που χαρακτηρίζεται από μεγάλο δίκτυο κενών (εκτεταμένο πορώδες) το οποίο επιτρέπει την κατείσδυση και κυκλοφορία του νερού, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλων ποσοτήτων στραγγισμάτων.

Λόγω αποσύνθεσης των στερεών αποβλήτων της χωματερής, ευνοούνται οι πυρκαγιές είτε αυτανάφλεξης, είτε από πολίτες που διαθέτουν τα απόβλητά τους.



Εικόνα 1.8: Διαδοχικές λίμνες υπερχείλισης λυμάτων.

Η μέθοδος μερικής επεξεργασίας υγρών λυμάτων, που ακολουθείται στον λυματοτόπο Βατί, βασίζεται στο φυσικό διαχωρισμό. Συγκεκριμένα, υπάρχουν 4 συνεχόμενες δεξαμενές και η υπερχείλιση της μίας δεξαμενής μεταφέρεται στην επόμενη. Με αυτό τον τρόπο σε κάθε δεξαμενή λαμβάνει χώρα μερική καθίζηση και εξάτμιση. Τέλος, οι υπερχείλισεις από την τέταρτη δεξαμενή, διατίθενται στον ταμιευτήρα του φράγματος των Πολεμιδιών.

Η λάσπη που παράγεται κατά την καθίζηση συλλέγεται από κάθε δεξαμενή και χρησιμοποιείται ως λίπασμα για το έδαφος της ευρύτερης περιοχής [28].

Έχει προκηρυχθεί προσφορά για «Παροχή Υπηρεσιών για την Εκπόνηση Τεχνικοοικονομικής και Περιβαλλοντικής Μελέτης για την Κατασκευή Σταθμού Επεξεργασίας Οικιακών Βοθρολυμάτων, Βιομηχανικών Απόβλητων, Περίσσειας Υγρής Λάσπης και Στραγγισμάτων στην Περιοχή Βατί», με ημερομηνία δημοσίευσης στις 28/08/2012.

Ο χώρος του σκουπιδότοπου δεν καθορίζεται με πινακίδες και δεν οριοθετείται με περίφραξη, ενώ από τα απόβλητα έχουν παρατηρηθεί να τρέφονται διάφορα πουλιά και σκύλοι, οι οποίοι στην αναζήτησή τους για νερό χρησιμοποιούν αυτό των λυματοδεξαμενών. Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι η λάσπη που καθιζάνει στις δεξαμενές, δεν έχει αφαιρεθεί πρόσφατα με αποτέλεσμα την υπολειτουργία των υπερχειλίσεων.

Από αδημοσίευτες πηγές του αρμόδιου τμήματος που διαχειρίζεται το σκουπιδότοπο, εκεί απορρίπτονται οικιακά βοθρολύματα, βιομηχανικά απόβλητα ελαφριάς μορφής από πλύσιμο σε βιομηχανίες τροφίμων, από γαλακτοβιομηχανίες, από λιποπαγίδες κ.ά.

1.2.1. Απόβλητα

Τα απόβλητα διαχωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισής τους και την πηγή προέλευσής τους. Κύριες κατηγορίες είναι:

- Βιομηχανικά απόβλητα (υγρά και στερεά) που παράγονται κατά τα στάδια των βιομηχανιών δραστηριοτήτων. Είναι διάφορα παραπροϊόντα από τη χρήση νερού ή ακαθαρσίες των πρώτων υλών, λάσπες, κατάλοιπα από τις βιομηχανικές μονάδες, από ελαιοτριβεία, κτλ, βιολογικά και μη βιολογικά.
- Αστικά απόβλητα (περιλαμβάνουν και τα οικιακά απόβλητα) που αποτελούνται από ετερογενές μίγμα από τρόφιμα, χαρτί, γυαλί, πλαστικά, φυτικές ύλες, υφάσματα, ξύλο, ελαστικά κ.ά. Πιθανόν να περιέχουν και μικρές ποσότητες επικίνδυνων απόβλητων, όπως χρώματα, ορυκτέλαια, απορρυπαντικά κ.λπ.
- Οικιακά στερεά απόβλητα: Προέρχονται από την οικιακή δραστηριότητα και περιλαμβάνουν τρόφιμα και υπολείμματα τους, υλικά συσκευασίας, μικροαντικείμενα και υλικά που αποβάλλονται από τα νοικοκυριά.
- Τοξικά απόβλητα που περιλαμβάνουν ουσίες που προκαλούν σοβαρές βλάβες ή και θάνατο σε ανθρώπους ή ζώα. Κατατάσσονται σε ανόργανα απόβλητα σε διάλυση ή αιώρηση που

περιέχουν Βαρέα μέταλλα (μόλυβδο, υδράργυρο, αρσενικό, κάδμιο και κυανίδια), σε Οργανικά υδατοδιαλυτά (φαρμακευτικής βιομηχανίας, της βιομηχανίας γεωργικών φαρμάκων, διαλύτες, χρώματα), σε Οργανικά μη υδατοδιαλυτά (λιπαντικά, ελαιοχρώματα, ελαιώδεις διαλύτες, προάγοντα πετρελαίου και σε Απόβλητα με μορφή παχύρρευστων υγρών, ιλύος και στερεών (Καββαδάς, 1996).

- Απόβλητα μεταλλευτικής δραστηριότητας που παράγονται κατά την εξόρυξη ορυκτών πόρων σε ανθρακωρυχεία, μεταλλεία και αποτελούνται από ένα ετερογενές μίγμα νερού, κονιορτοποιημένου ορυκτού, ενώ πιθανά περιέχουν και βαρέα μέταλλα, ως παραπροϊόντα.

Η επικρατέστερη πρακτική των απορριμμάτων της Κύπρου περιλαμβάνει κυρίως μη ή ημιελεγχόμενες αποθέσεις των δημοτικών απορριμμάτων σε Χώρους Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων - ΧΑΔΑ σε όλη την Κύπρο συμπεριλαμβανομένων των μεγαλύτερων που εξυπηρετούν τις πέντε κύριες επαρχίες.

Πίνακας 1.4: Ποσοστά αποβλήτων στην Κύπρο το 2007.

Είδος Αποβλήτων έτος 2007	Συνολικό ποσοστό %
Οργανικά	33,5
Χαρτί	27
Πλαστικό	14
Γυαλί/ Μέταλλα/ Αδρανή υλικά	25,5

Πίνακας 1.5: Παραγωγή απόβλητων στην επαρχία Λεμεσού το 2007 tn/yr.

	Αστικές περιοχές	Τουριστικές περιοχές	Άλλες περιοχές	Σύνολο
Λεμεσός tn/yr	94,300	14,200	26,300	134,800

Πίνακας 1.6: Αναμενόμενη παραγωγή απόβλητων στην επαρχία Λεμεσού το 2015 tn/yr.

	Αστικές περιοχές	Τουριστικές περιοχές	Άλλες περιοχές	Σύνολο
Λεμεσός tn/yr	101,406	20,408	36,847	158,661

1.2.2. Στραγγίσματα σκουπιδότοπου

Τα στραγγίσματα από τους σκουπιδότοπους ποικίλουν ανάλογα με την ηλικία λειτουργίας του χώρου και το είδος των σκουπιδιών που δέχεται. Γενικά, περιέχουν διαλυμένα συστατικά, αιωρούμενα υλικά και βαρέα μέταλλα.

Ανάλογα με την ηλικία των απορριμμάτων, καταγράφονται υψηλές συγκεντρώσεις για ολικό οργανικό άνθρακα, αγωγιμότητα, COD και BOD.

Τα στραγγίσματα δημιουργούνται από την κατείδυση της υγρασίας των ίδιων των απορριμμάτων και του βρόχινου νερού μέσα από τους σωρούς και τη διήθησή του προς τα κατώτερα στρώματα. Το νερό αυτό έρχεται σε επαφή με τα αποσυντιθέμενα στερεά απόβλητα, εμπλουτίζεται με όλους τους παραγόμενους ρύπους και στη συνέχεια ρέει στα κατώτερα στρώματα ή πλευρικά του χώρου, ανάλογα με τη λιθολογία του υποστρώματος. Το αποτέλεσμα της κυκλοφορίας του νερού αυτού είναι η δημιουργία στραγγισμάτων. Επιπρόσθετα στραγγίσματα δημιουργούνται κατά την αποσύνθεση των ανθρακούχων υλικών τα οποία παράγουν μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα και ένα πολυσύνθετο μίγμα οργανικών οξέων, αλδευδών, αλκοολών και σάκχαρα.

Η διαφυγή των στραγγισμάτων και η επέκταση της ρύπανσης μπορούν να περιοριστούν με σωστό σχεδιασμό και κατασκευή Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Οι χώροι των ΧΥΤΑ συνίστανται σε περιοχές με αδιαπέρατα γεωλογικά στρώματα ή σε χώρους όπου θα χρησιμοποιηθούν αδιαπέρατες γεωμεμβράνες ή βιομηχανικός άργιλος. Σύμφωνα με τις οδηγίες της ΕΕ άλλα και στις ΗΠΑ, η χρήση τέτοιων επενδύσεων σε χώρους ταφής είναι πλέον υποχρεωτική.

Σύνθεση των στραγγισμάτων:

Όταν το νερό διεισδύει μέσα από τα απορρίμματα, υποβοηθά την αποσύνθεσή τους από τα βακτήρια και τους μύκητες. Από την αποσύνθεση απελευθερώνονται υποπροϊόντα τα οποία πολύ γρήγορα καταναλώνουν όλο το διαθέσιμο οξυγόνο δημιουργώντας έτσι ανοξικές συνθήκες. Σε ενεργά απόβλητα που αποσυντίθενται, η θερμοκρασία αυξάνεται και το pH πέφτει ταχέως. Πολλά μεταλλικά ιόντα που είναι σχετικά αδιάλυτα σε ουδέτερο pH γίνονται πλέον διαλυτά στα δημιουργούμενα στραγγίσματα. Από την διαδικασία της αποσύνθεσης απελευθερώνεται επιπλέον νερό το οποίο προστίθεται στον όγκο των στραγγισμάτων.

Τα στραγγίσματα αντιδρούν επίσης με υλικά τα οποία δεν είναι τα ίδια επιρρεπή σε αποσύνθεση, όπως η τέφρα, δομικά υλικά με βάση το τσιμέντο και το γύψο, αλλάζοντας τη χημική τους σύσταση. Σε χώρους με μεγάλες ποσότητες οικοδομικών αποβλήτων, ειδικά εκείνων που περιέχουν γύψο, τα στραγγίσματα αντιδρούν με τον γύψο και μπορούν να παράξουν μεγάλες ποσότητες υδρόθειου.

Σε χωματερές όπου απορρίπτονται αστικά και βιομηχανικά απόβλητα αλλά εξαιρούνται σημαντικές ποσότητες χημικών αποβλήτων, τα στραγγίσματα χώρου χαρακτηρίζονται σαν διαλύματα με βάση το νερό σε τέσσερις ομάδες προσμείξεων: σε διαλυμένη οργανική ύλη (αλκοόλες, οξέα, αλδεΐδες, σάκχαρα κλπ.), σε ανόργανα συστατικά (κοινά κατιόντα και ανιόντα όπωςθειικά, χλωριούχα, σίδηρο, αργίλιο, ψευδάργυρο, αμμωνία, φωσφορικά, νιτρικά), σε βαρέα μέταλλα (Pb, Ni, Cu, Hg) και σε οργανικές ενώσεις όπως τα αλογονωμένα οργανικά, (PCB, διοξίνες, κλπ).

Τα στραγγίσματα όταν εξέρχονται από τους χώρους απορριμμάτων είναι σε υγρή μορφή και έχουν έντονο μαύρο, κίτρινο ή πορτοκαλί χρώμα. Έχουν έντονη όξινη δυσάρεστη οσμή και μπορεί να είναι πολύ διαχυτική εξαιτίας των οργανικών ενώσεων που περιέχουν υδρογόνο, άζωτο ή θείο (μερκαπτάνες).

Τα στραγγίσματα από τους σκουπιδότοπους περιέχουν υψηλά ποσοστά οργανικών ρύπων και υψηλή συγκέντρωση αμμωνίας. Στα πρόσφατα δημιουργημένα στραγγίσματα υπάρχουν παθογόνοι μικροοργανισμοί οι οποίοι μειώνονται με το πέρασμα του χρόνου. Οι τοξικές ουσίες που περιέχονται εξαρτώνται από το είδος των απορριμμάτων. Οι περισσότερες χωματερές που περιέχουν οργανικά υλικά παράγουν μεθάνιο μέρος του οποίου διαλύεται στα στραγγίσματα.

Τα στραγγίσματα εισέρχονται στο υδάτινο σύστημα και προκαλούν άμεσες αλλά και μακροπρόθεσμες σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Προκαλούν σημαντική μείωση της βιοποικιλότητας και τους πληθυσμούς των ευαίσθητων ειδών. Όταν υπάρχουν τοξικά μέταλλα και οργανικές ουσίες προκαλείται συσσώρευση τοξινών ακόμα και σε μακρινές αποστάσεις από τη πηγή.

Τα ποτάμια συστήματα που επηρεάζονται από στραγγίσματα σκουπιδότοπων είναι συνήθως κίτρινα και σε αυτά παρατηρείται υπερβολική ανάπτυξη του μύκητα των λυμάτων.

Ενδεικτικά αναφέρονται οι σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τους ΧΑΔΑ οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως σημειακές πηγές ρύπανσης:

- Διαφυγή στραγγισμάτων από τον πυθμένα των ΧΑΔΑ προς τα υπόγεια εδαφικά στρώματα και τα υπόγεια ύδατα με αποτέλεσμα να εγκυμονούν σημαντικότεροι κίνδυνοι.
- Υπόγεια μετανάστευση βιοαερίου: Η έλλειψη συστήματος στεγάνωσης του πυθμένα και των πρανών, σε συνδυασμό με τα κατά τόπους γεωλογικά χαρακτηριστικά, καθιστούν πολύ πιθανή την υπόγεια μετανάστευση του βιοαερίου, κάτι το οποίο μπορεί να έχει αρνητικές επιδράσεις στα υπόγεια ύδατα, αλλά επίσης μπορεί να βρει δίοδο και να εμφανιστεί σε αρκετή απόσταση από το χώρο, με πιθανές σημαντικές συνέπειες.
- Οσμές: Η ανυπαρξία επεξεργασίας του διαφεύγοντος βιοαερίου, έχει αρνητικές συνέπειες που συνοδεύονται από την έκλυση οσμών.
- Καθιζήσεις - εκρήξεις - αναφλέξεις: Η μη απαγωγή του βιοαερίου προκαλεί συχνά συσσώρευσή του και βίαιη εκτόνωσή του, με αποτέλεσμα την εμφάνιση των ανωτέρω φαινομένων.
- Πυρκαγιές: Είναι συχνό φαινόμενο ο απορριμματικός όγκος να καίγεται ιδιαίτερα κατά την περίοδο του χειμώνα κατά το πλείστο των περιπτώσεων προκαλείτε από ανθρώπινη ενέργεια που έχει σκοπό τη μείωση του όγκου. Σε ορισμένες περιπτώσεις και ιδιαίτερα κατά το καλοκαίρι η αυτανάφλεξη είναι η αιτία πρόκλησης πυρκαγιάς.
- Ύπαρξη ζώων στο ΧΑΔΑ: Λόγω της έλλειψης περίφραξης, παρατηρείται συχνά το φαινόμενο κοπάδια ζώων (π.χ. κατσίκια) ή σκυλιά να βρίσκονται εντός των χώρων και μάλιστα να τρέφονται από τα απορρίμματα, εγκυμονώντας έτσι κινδύνους για τη δημόσια υγιεινή.

Μέχρι το 2005 λειτουργούσαν επισήμως 7 χώροι, ένας σε κάθε επαρχία, όπου γίνεται η τελική διάθεση των αποβλήτων. Οι χώροι αυτοί δεν πληρούν τις προδιαγραφές χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 99/31/ΕΚ και συγκεκριμένα οι χώροι ταφής στην επαρχία Λευκωσίας (Κοτσιάτης) και Λεμεσού (Βατί) λειτουργούν με ελεγχόμενη απόθεση ενώ οι άλλοι χώροι λειτουργούν υπό συνθήκες ημιελεγχόμενης απόθεσης.

1.3. Ανεξέλεγκτες χωματερές στην Κύπρο – ΧΑΔΑ

Με μελέτη που ολοκληρώθηκε το 2005, για την ετοιμασία Στρατηγικού Σχεδίου για την πλήρη αποκατάσταση και τη μετέπειτα φροντίδα των ΧΑΔΑ στην Κύπρο, καταγράφηκαν συνολικά 113 ΧΑΔΑ εγκαταλελειμμένοι ή σε λειτουργία. Συγκεκριμένα στην επαρχία Πάφου έχουν καταγραφεί 37, στη Λάρνακα 12, στην Αμμόχωστο 3, στη Λεμεσό 42 και στη Λευκωσία 19. Οι ΧΑΔΑ της επαρχίας Πάφου έχουν τεθεί εκτός λειτουργίας από τον Ιούλιο του 2005 με την έναρξη λειτουργίας της πρώτης φάσης του ΧΥΤΑ Πάφου και αναμένεται μέχρι το τέλος του πρώτου εξαμήνου του 2012 να έχουν αποκατασταθεί πλήρως, συμπεριλαμβανομένου και του ΧΑΔΑ της Αγίας Μαρινούδας. Ορισμένοι από τους ΧΑΔΑ των επαρχιών Λάρνακας και Αμμοχώστου, με τη λειτουργία της Μονάδας Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Στερεών Οικιακών Απορριμμάτων στις 01/04/2010, έχουν κλείσει οριστικά και οι υπόλοιποι αναμένεται να τεθούν εκτός λειτουργίας σύντομα. Παράλληλα προχωρούν και οι μελέτες για την αποκατάσταση τους και αναμένεται ότι μέχρι το τέλος του πρώτου εξαμήνου το 2013 θα αποκατασταθούν όλοι πλήρως. Για τις υπόλοιπες επαρχίες αναμένεται να τεθούν εκτός λειτουργίας όταν οι Μονάδες Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Στερεών Οικιακών Απορριμμάτων αρχίσουν να δέχονται οικιακά απόβλητα που όπως εκτιμάται θα είναι περί το 2014.

Οι χώροι των ΧΑΔΑ στην Κύπρο χαρακτηρίζονται από [22]:

- 1) Παντελή έλλειψη συστήματος μόνωσης του πυθμένα και των πρανών.
- 2) Μη ύπαρξη συστήματος συλλογής και απομάκρυνσης των στραγγισμάτων.
- 3) Απουσία μέτρων απαγωγής, επεξεργασίας και διάθεσης βιοαερίου.
- 4) Απουσία αντιπλημμυρικών έργων.

- 5) Μη πρόβλεψη αντιπυρικής προστασίας.
- 6) Ανυπαρξία περίφραξης του χώρου.
- 7) Ανυπαρξία έργων προκάλυψης και αισθητικής αναβάθμισης.
- 8) Παντελής απουσία έργων και ενεργειών περιβαλλοντικής παρακολούθησης.

Οι ΧΑΔΑ αποτελούν πηγές ρύπανση για τα υπόγεια και επιφανειακά νερά. Η ρύπανση διαχέεται άμεσα από τη διαρροή των στραγγισμάτων από τα ίδια τα υγρά των απορριμμάτων ή από τη διέλευση του νερού της βροχής από τη μάζα των απορριμμάτων το οποίο εμπλουτίζεται σε ρύπους και εισέρχεται στον υδρολογικό κύκλο και κατά συνέπεια στα ποτάμια συστήματα.

Οι κτηνοτροφικές δραστηριότητες συμβάλλουν στη ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων νερών αφού τα απόβλητά τους περιέχουν υψηλά ποσοστά φωσφόρου P, αζώτου N, αλατότητας, βορίου και υψηλούς δείχτες βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) και χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (COD). Τα λύματα από αυτές τις δραστηριότητες ακόμα και σήμερα απορρίπτονται ακατέργαστα σε δεξαμενές σε λυματοτόπους σε όλη την επικράτεια του νησιού και στον λυματοτόπο στο Βατί.

Πίνακας 1.7: Χώροι ανεξέλεγκτης διάθεσης απόβλητων (ΧΑΔΑ) στην Κύπρο.

ΕΠΑΡΧΙΑ	Ενεργοί ΧΑΔΑ	Μερικώς ενεργοί ΧΑΔΑ	Ανενεργοί ΧΑΔΑ	ΣΥΝΟΛΟ
Λευκωσία	6	4	9	19
Λεμεσός	10	7	25	42
Λάρνακα	5	1	6	12
Αμμόχωστος	3	0	0	3
Πάφος	15	0	22	37
Σύνολο	39	12	62	113

1.4. Ευρωπαϊκή και Κυπριακή νομοθεσία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) καθιερώνει κοινοτικές οδηγίες πλαίσια για την προστασία και τη διαχείριση των επιφανειακών υδάτων με σκοπό τα κράτη μέλη, μεταξύ των οποίων και η Κύπρος, οφείλουν να εναρμονιστούν. Πιο κάτω παρατίθενται οι σημαντικότερες κοινοτικές και εθνικές νομοθεσίες για την προστασία των υδάτων από τη ρύπανση.

1. Οδηγία 75/439/ΕΟΚ για τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια.
2. Οδηγία 75/442/ΕΟΚ περί των στερεών αποβλήτων.
3. Οδηγία 76/160/ΕΟΚ για την ποιότητα των υδάτων κολύμβησης.
4. Οδηγία 76/464/ΕΟΚ περί ρυπάνσεως που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της ‘Κοινότητας’ που τροποποιήθηκε με την Οδηγία 200/60/ΕΚ για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων.
5. Οδηγία 78/659/ΕΟΚ για την ποιότητα γλυκών υδάτων για τη διαβίωση ιχθύων.
6. Οδηγία 79/923/ΕΟΚ για ύδατα κατάλληλα για οστρακοειδή.
7. Οδηγία 80/68/ΕΟΚ για την προστασία υπόγειων νερών από τη ρύπανση.
8. Οδηγία 80/778/ΕΟΚ για το πόσιμο νερό.
9. Οδηγία 86/278/ΕΟΚ για την ιλύ καθαρισμού λυμάτων.
10. Οδηγία 91/271/ΕΟΚ περί επεξεργασίας των αστικών λυμάτων που απαιτεί την συλλογή, επεξεργασία και διάθεση αστικών λυμάτων και την απαγόρευση της διάθεσης της παραγόμενης λάσπης από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων στα νερά, καθώς και τον έλεγχο απορρίψεως από βιομηχανίες τροφίμων. Η Οδηγία αυτή ενσωματώνεται στην Οδηγία Πλαίσιο περί Υδάτων.

Η Κύπρος εφάρμοσε:

- Περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών (Απόρριψη Αστικών Λυμάτων), Κανονισμούς του 2003, Κ.Δ.Π. 772/2003.
- Περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών (Ευαίσθητες Περιοχές για Απορρίψεις Αστικών Λυμάτων) Διάταγμα του 2004, Κ.Δ.Π. 111/2004.

- Περί Αποχετευτικών Συστημάτων Νόμο του 1971 για την εφαρμογή του οποίου ευθύνη έχει το Υπουργείο Εσωτερικών.

11. Οδηγία 91/676/ΕΟΚ για προστασία των νερών από τη νιτροποίηση → οι περί έλεγχου της ρύπανσης των νερών νόμοι του 2002 μέχρι 2008 Ν(106(Ι)/2002, 60(Ι)/2005, 76(Ι)/2006, 22(Ι)/2007 και 11(Ι)/2008).

Με βάση το νόμο και τη σχετική Οδηγία 91/676/ΕΟΚ για τη Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης, έχουν εκδοθεί Κανονισμοί (Κ.Δ.Π. 534/2002), οι οποίοι καθορίζουν ποιοτικούς στόχους για τα νερά, μέτρα για προστασία των νερών και έλεγχο της ποιότητας των αποβλήτων των οποίων απαγορεύεται η απόρριψη, μέτρα για τον τρόπο διάθεσης τους και υιοθέτηση του Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής. Στόχος του Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής είναι η μείωση της νιτρορύπανσης από τη χρήση λιπασμάτων και κτηνοτροφικών αποβλήτων και η εισαγωγή αποδεκτών πρακτικών για τη χρήση επεξεργασμένου νερού και λάσπης στη γεωργία, για προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος.

12. Οδηγία 91/689/ΕΟΚ για τα επικίνδυνα απόβλητα.

13. Διάταγμα του περί έλεγχου της ρύπανσης των νερών Νόμου αρ.106(Ι)/2002, λόγω Νιτρορύπανση που προέρχεται από την εναπόθεση, διασπορά ή απόρριψη ζωικών λυμάτων ή από την υπέρμετρη χρήση λιπασμάτων.

14. Οδηγία 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας.

15. Οδηγία 96/61/ΕΕ για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης, γνωστή ως οδηγία IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) και η εναρμόνιση της με την Οδηγία μέσω του νόμου Ν.56(Ι)/2003, προβλέπουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα χορήγησης αδειών για απόρριψη αποβλήτων και εκπομπής αέριων αποβλήτων βασισμένο στην εφαρμογή των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών.

16. Οδηγία 1999/31/ΕΚ περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων.

17. Οδηγία 2000/60/ΕΚ, Ποταμοί, φράγματα και υπόγεια νερά.

18. Οδηγία 2000/76/ΕΚ σχετικά με την αποτέφρωση των αποβλήτων.

Η Οδηγία αυτή τέθηκε σε ισχύ στις 22 Δεκεμβρίου 2000 και ενσωματώθηκε στο δίκαιο της Κυπριακής Δημοκρατίας με τον «Περί Προστασίας και Διαχείρισης των Υδάτων Νόμο του 2004» (Ν.13(Ι)/2004).

19. Απόφαση αριθ. 2455/2001/EK για τη θέσπιση του καταλόγου ουσιών Προτεραιότητας στον τομέα της πολιτικής των υδάτων (1) και τροποποίησης της οδηγίας 2000/60/EK.

Τα κράτη μέλη θα πρέπει να βελτιώσουν τις διαθέσιμες γνώσεις και στοιχεία για τις πηγές των ουσιών προτεραιότητας και τους τρόπους με τους οποίους προκαλείται η ρύπανση για να μπορούν να προκρίνονται αποτελεσματικές και εύστοχες επιλογές ελέγχου. Τα κράτη μέλη θα πρέπει, μεταξύ άλλων, να παρακολουθούν τα ιζήματα και τους έμβιους οργανισμούς, κατά περίπτωση, με τη δέουσα συχνότητα με σκοπό να παρέχουν επαρκή δεδομένα για την αξιόπιστη ανάλυση των μακροπρόθεσμων τάσεων εκείνων των ουσιών προτεραιότητας που τείνουν να συγκεντρώνονται σε ιζήματα ή/και ζώντες οργανισμούς.

20. Οδηγία 2002/96/EK για τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

21. Οδηγία 2004/35/EK σχετικά με την περιβαλλοντική ευθύνη όσον αφορά την πρόληψη και την αποκατάσταση περιβαλλοντικής ζημιάς.

22. Πρόταση οδηγίας COM(2006) 231 με θεματική στρατηγική για την προστασία του εδάφους η οποία τροποποιεί την οδηγία 2004/35/EK.

23. Οδηγία 2006/7/EK για τη Διαχείριση της Ποιότητας των Νερών Κολύμβησης και την κατάρτιση 'ταυτοτήτων' νερών κολύμβησης.

24. Η Οδηγία 2006/11/EC αποτελεί κωδικοποιημένη έκδοση της Οδηγίας 76/464/EEC που αφορά τη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που απορρίπτονται στο υδάτινο περιβάλλον της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η Κύπρος έχει εναρμονιστεί με την Οδηγία 76/464/EEC και τις τροποποιήσεις της μέχρι το 2002 με τους περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών (Ρύπανση από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες) Κανονισμούς του 2002 (Κ.Δ.Π. 513/2002) και τους περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών (Απόρριψη Επικινδύνων Ουσιών) Κανονισμούς του 2002 (Κ.Δ.Π.504/2002).

Η Οδηγία 2006/11/EC ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με τα ακόλουθα νομοθετήματα:

- Κ.Δ.Π. 118/2007 - περί Ελέγχου της Ρύπανσης των νερών (Ρύπανση από Ορισμένες Επικίνδυνες Ουσίες) (Τροποποιητικοί Κανονισμοί) του 2007.

- Ν.22(Ι)/2007, - περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών (Τροποποιητικό Νόμο) του 2007

- Κ.Δ.Π. 117/2006 - περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών (Απόρριψη Επικινδύνων Ουσιών) (Τροποποιητικοί Κανονισμοί) του 2007.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/EK περί ποιότητας των υδάτων, κάθε κράτος-μέλος οφείλει να παρακολουθεί όλα τα Υδάτινα σώματα που βρίσκονται εντός της επικράτειάς του και να λαμβάνει διαχειριστικά μέτρα με απώτερο στόχο την επίτευξη τουλάχιστον ‘καλής’ οικολογικής κατάστασης μέχρι το έτος 2015. Στα πλαίσια της εφαρμογής του άρθρου 8 της Οδηγίας, το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων έχει αναπτύξει ένα εθνικό δίκτυο παρακολούθησης των Βιολογικών ποιοτικών στοιχείων βενθικά, Μακροασπόνδυλα και Διάτομα, στα ποτάμια της Κύπρου, το οποίο αποτελείται από 60 σταθμούς δειγματοληψίας και σε 29 ποτάμια μόνιμης και διαλείπουσας ροής.

25. Οδηγία 2006/12/EK για τα στερεά απόβλητα.

26. Οδηγία 2006/118/EK σχετικά με την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και την υποβάθμιση. Η οδηγία αυτή του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 2006 έχει σαν στόχο την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και κυρίως αυτή που προέρχεται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες οι οποίες μπορεί να είναι τοξικές, ανθεκτικές ή βιοσυσσωρεύσιμες.

27. Η Οδηγία 2008/105/EK – Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος στον τομέα της πολιτικής των υδάτων έχει ως στόχο την επίτευξη καλής χημικής κατάστασης των επιφανειακών νερών και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών του Συμβουλίου 82/176/ΕΟΚ, 83/513/ΕΟΚ, 84/156/ΕΟΚ, 84/491/ΕΟΚ και 86/280/ΕΟΚ και την τροποποίηση της οδηγίας 2000/60/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου καθώς και για τις συγκεντρώσεις ειδικών ρύπων στα εσωτερικά επιφανειακά ύδατα και άλλες διατάξεις» (Β΄ 1909). Η Οδηγία καθορίζει τη θέσπιση καταλόγου ουσιών προτεραιότητας στον τομέα της πολιτικής των υδάτων με 33 ουσίες ή ομάδων ουσιών στις οποίες έχει δοθεί προτεραιότητα για δράση σε κοινοτική κλίμακα. Ορισμένες από τις εν λόγω ουσίες προτεραιότητας έχουν οριστεί ως επικίνδυνες ουσίες προτεραιότητας, για τις οποίες τα κράτη μέλη οφείλουν να εφαρμόσουν τα απαιτούμενα μέτρα με σκοπό την παύση ή τη σταδιακή εξάλειψη των εκπομπών, των απορρίψεων και των διαρροών. Η Οδηγία μεταφέρθηκε στο Εθνικό Δίκαιο με τα ακόλουθα νομοθετήματα: Ν.112(Ι)/2010, Κ.Δ.Π. 484/2010, Κ.Δ.Π. 500/2010.

28. Οδηγία 2008/1/EK σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης τροποποιείται από την Οδηγία 2009/31/EK.

29. Οδηγία 2008/98/EK για επεξεργασία των αποβλήτων εντός της Κοινότητας και την κατάργηση των οδηγιών 75/439/ΕΟΚ, 91/689/ΕΟΚ και 2006/12/EK.
30. Οδηγία 2009/31/EK σχετικά με την αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς και για την τροποποίηση της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ του Συμβουλίου, των οδηγιών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου 2000/60/EK, 2001/80/EK, 2004/35/EK, 2006/12/EK και 2008/1/EK, και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1013/2006 (1).
31. Οδηγία 2009/90/EK για τη θέσπιση τεχνικών προδιαγραφών για τη χημική ανάλυση και παρακολούθηση της κατάστασης των υδάτων, σύμφωνα με την οδηγία 2000/60/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (B' 1977).
32. Οδηγία 2010/75/ΕΕ περί βιομηχανικών εκπομπών (ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης). Η οδηγία 2010/75/ΕΕ αντικαθιστά οριστικά από την 7η Ιανουαρίου 2014: την οδηγία 78/176/ΕΟΚ περί των αποβλήτων που προέρχονται από τη βιομηχανία διοξειδίου του τιτανίου, την οδηγία 82/883/ΕΟΚ για την επιτήρηση και τον έλεγχο των αποβλήτων του διοξειδίου του τιτανίου, την οδηγία 92/112/ΕΟΚ για τη μείωση των αποβλήτων που προέρχονται από τη βιομηχανία διοξειδίου του τιτανίου, την οδηγία 1999/13/EK για τον περιορισμό των εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων (COV), την οδηγία 2000/76/EK για την αποτέφρωση των αποβλήτων, την οδηγία 2008/1/EK σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης. Από την 1^η Ιανουαρίου 2016 αντικαθιστά: την οδηγία 2001/80/EK για τον περιορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα ρύπων που προέρχονται από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης.
33. Ρύπανση λόγω νιτρικών από γεωργικές πηγές: Η ρύπανση με νιτρικά από τη γεωργία είναι ένα σοβαρό πρόβλημα στην Κύπρο, αν και οι εκτάσεις που χρησιμοποιούνται για τη γεωργία είναι σχετικά μικρές. Έχουν καθοριστεί ευπρόσβλητες ζώνες (Κ.Δ.Π. 42/2004) και ετοιμάστηκε Πρόγραμμα Δράσης για Προστασία των Ευπρόσβλητων Περιοχών Νερών από τη Νιτρορύπανση - (Κ.Δ.Π. 41/2004).
34. Ετοιμάστηκε και εφαρμόζεται Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (Κ.Δ.Π. 407/2004). Τα μέτρα που προωθούνται από το Τμήμα Γεωργίας περιλαμβάνουν τον έλεγχο της χρήσης λιπασμάτων, τη χρήση βελτιωμένων συστημάτων άρδευσης, την ετοιμασία προγραμμάτων άρδευσης, τη μετακίνηση κτηνοτροφικών μονάδων, τη συλλογή λάσπης, την επεξεργασία

αποβλήτων και την κατάλληλη επιλογή εδάφους για εναπόθεσή τους, την κατάρτιση των αγροτών κτλ.

Σύμφωνα με το Πρόγραμμα συνεργασίας μεταξύ του Ελβετικού Κράτους και της Κυπριακής Δημοκρατίας με δικαιούχο φορέα το Τμήμα αναπτύξεως Υδάτων, πραγματοποιήθηκαν χημικές αναλύσεις σε διάφορες θέσεις κατά μήκος της λεκάνης του ποταμού Γαρύλλη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα νερά βρίσκονται σε κακή φυσικό-χημική και οικολογική κατάσταση, οι δείκτες ταξινόμησης υπερβαίνουν τα ανώτερα όρια, ενώ οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων είναι ψηλότερες των επιτρεπτών.

Ο στόχος του έργου είναι η συνεισφορά στην εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο Περί Υδάτων 2000/60/ΕΚ μέσω της επίτευξης καλής κατάστασης των υδάτων ή τη βελτίωση της κατάστασης των υδάτων του Φράγματος Πολεμιδιών, μέχρι το 2015. Τα ύδατα στο εν λόγω φράγμα έχουν χαρακτηριστεί ότι βρίσκονται σε κακή κατάσταση.

Ο στόχος αυτός θα επιτευχθεί με τον τερματισμό της λειτουργίας των υφιστάμενων χωμάτινων σηπτικών δεξαμενών στην περιοχή Βατί. Συνίσταται η κατασκευή κατάλληλου σταθμού επεξεργασίας οικιακών βοθρολυμάτων, βιομηχανικών αποβλήτων, περίσσειας υγρής λάσπης από μικρούς βιολογικούς σταθμούς κοινοτήτων και στραγγισμάτων από το σκυβαλότοπο στην παρούσα του κατάσταση αλλά και μετά από την αποκατάστασή του, ενώ αναμένεται να καλύψει το υφιστάμενο κενό στον τομέα της συλλογής και διαχείρισης των βοθρολυμάτων της Επαρχίας Λεμεσού.

Υλοποίηση του έργου με:

- Κατασκευή της Μονάδας Επεξεργασίας των πιο πάνω Οικιακών Βοθρολυμάτων και τη λειτουργία του σταθμού για ένα χρόνο ως περίοδος ευθύνης για διόρθωση ελαττωμάτων.
- Λειτουργία και συντήρηση των εγκαταστάσεων από τον ανάδοχο για περίοδο δέκα (10) ετών.

Κυριότερος σκοπός είναι η βελτίωση της κατάσταση των υδάτων αλλά και η χάραξη πολιτικής αποκατάστασης στο ήδη βεβαρημένο περιβάλλον κατά μήκος της λεκάνης και πρωτίστως στην περιοχή Βατί. Αποτέλεσμα των έργων που πρέπει να υλοποιηθούν άμεσα είναι καθαρά και ποιοτικά νερά, καλή οικολογική κατάσταση, απαλλαγμένα νερά από οργανικούς και ανόργανους

ρύπους, διασφάλιση των οικοτόπων κατά μήκος της λεκάνης και αποφυγή έκθεσης σε κίνδυνο της χλωρίδας και της πανίδας.

Για την επιπλέον προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας έχουν εκδοθεί:

- Ο περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών (Γενικοί Όροι Απόρριψης Αποβλήτων από Σταθμούς Επεξεργασίας Λυμάτων) Διάταγμα του 2005, Κ.Δ.Π. 269/2005.
- Το Διάταγμα με το οποίο εγκρίνει τον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, Κ.Δ.Π. 263/2007.

2. ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΑ ΠΟΤΑΜΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2.1. Πηγές ρύπανσης και περιβάλλον

Η ρύπανση στα ποτάμια συστήματα μπορεί να προκληθεί είτε από το φυσικό περιβάλλον όπου βρίσκεται η λεκάνη του ποταμού, είτε από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Από φυσικής πλευράς, το νερό κατά τη ροή του αντιδρά με τα πετρώματα προκαλώντας χημική και μηχανική αποσάθρωση και απόθεση υλικών κατά μήκος της λεκάνης του. Οι φυσικοί ρυπαντές εισέρχονται στο νερό από τη φυσική διάβρωση των πετρωμάτων, τη διάλυση των ορυκτών, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και την αποδόμηση της οργανικής ύλης. Οι μηχανισμοί της φύσης μπορούν να ενεργοποιηθούν και να αντιμετωπίσουν τη φυσική ρύπανση η οποία είναι ελεγχόμενη, μέσα στα πλαίσια του υδρολογικού κύκλου. Αντίθετα όμως, η ρύπανση από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες και τα αποτελέσματά τους, είναι εκτεταμένη και έντονη στους ποταμούς και πολλές φορές είναι μη αναστρέψιμη. Οι πηγές ρύπανσης προς τη φύση μπορεί να είναι σημειακές ή μη σημειακές, ενώ οι ρύποι χωρίζονται σε οργανικούς, χημικούς και θερμικούς.

Οι κυριότερες πηγές ρύπανσης των ποταμών προέρχονται από αστικά, οικιακά και βιομηχανικά λύματα, βιομηχανικά υγρά απόβλητα, γεωργικά υγρά απόβλητα, κτηνοτροφικά υγρά απόβλητα, γεινιάζουσες χωματερές, όξινη βροχή, οργανικά και ανόργανα λιπάσματα, φυτοφάρμακα, εντομοκτόνα που περιέχουν πολλές οργανικές και ανόργανες ενώσεις, μικροοργανισμοί (ιοί, βακτήρια), καύσιμα αυτοκινήτων, φυσίγγια κυνηγιού, κ.ά.

Ευτροφισμός παρατηρείται όταν το νερό υπερφορτώνεται με θρεπτικά συστατικά με αποτέλεσμα την πρόκληση υπερβολικής βιολογικής δραστηριότητας, ελάττωση του διαλυμένου οξυγόνου και αύξηση των φυκών και άλγης του νερού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της διαφάνειας των νερών, την ταχεία κατανάλωση του διαθέσιμου οξυγόνου και δημιουργία ανοξικών συνθηκών, την καταστροφή της βιοποικιλότητας, την ανάπτυξη βακτηριδίων και δημιουργία οσμών στα νερά. Τα συστατικά αυτά προέρχονται από αστικά απόβλητα ενώ τα ανόργανα από τη γεωργική δραστηριότητα και τα λιπάσματα. Τα θρεπτικά συστατικά είναι κυρίως ενώσεις του φωσφόρου και αζώτου. Η ανάπτυξη άλγης μπορεί να γίνει ραγδαία με

αποτέλεσμα την πλήρη καταστροφή του υδάτινου οικοσυστήματος. Σε ένα υδάτινο σώμα ο ευτροφισμός γίνεται εμφανής όταν τα νερά είναι θολά, πράσινα και βρώμικα (βλ. Εικόνα 2.1). Όταν το φαινόμενο είναι έντονο και παρατεταμένο, μπορεί να μετατρέψει το υδάτινο οικοσύστημα σε έλος και στη συνέχεια σε στεριά.



Εικόνα 2.1: Φαινόμενου του Ευτροφισμού στο Φράγμα Πολεμιδιών.

Τα απλά απορρυπαντικά δεν προκαλούν ιδιαίτερα προβλήματα ρύπανσης στα νερά, σε αντίθεση με τα σκληρά απορρυπαντικά που έχουν σύνθετα μόρια ανθεκτικά στην αποδόμηση. Όταν τα απορρυπαντικά εισέλθουν στο νερό σχηματίζουν ανθεκτικές μάζες αφρού και ελαττώνουν την ικανότητα του νερού να απορροφά οξυγόνο, με αποτέλεσμα τη μείωση της πανίδας. Επίσης, τα βακτήρια των αποβλήτων ευδοκούν σε περιβάλλοντα με αφρούς και η ρύπανση είναι έντονη στο υδατικό περιβάλλον.

Ειδικότερα, οι ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης διακρίνονται σε σημειακές και μη-σημειακές. Σημειακές πηγές ρύπανσης καθορίζονται τα διακριτά σημεία απόρριψης κάθε ρυπαντικής ουσίας όπως οι αγωγοί αποβλήτων και εκφόρτισης λυμάτων που μπορούν να προσδιοριστούν ακριβώς. Η ρύπανση από αυτές τις πηγές μπορεί να καθοριστεί ποσοτικά και οι επιπτώσεις μπορούν να αξιολογηθούν. Άλλες σημειακές πηγές είναι οι ανεξέλεγκτες χωματερές, τα εργοστάσια και οι μονάδες επεξεργασίας λυμάτων, εγκαταλειμμένα μεταλλεία, υπόγειες και υπέργειες δεξαμενές αποθήκευσης καυσίμων, βιομηχανικά απόβλητα, κ.ά.

Οι μη-σημειακές πηγές ή διάχυτες πηγές ρύπανσης προκαλούν εκτεταμένη ρύπανση στα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα και προέρχονται από διάχυτες πηγές που δύσκολα εντοπίζονται. Οι ρύποι από τις μη-σημειακές πηγές εισέρχονται στα νερά των ποταμών από την επιφάνεια και το υπέδαφος ή ακόμη και από την ατμόσφαιρα. Τέτοιες πηγές είναι οι χλοοτάπητες, τα γήπεδα γκολφ, οι γεωργικές καλλιέργειες και χρήση φυτοφαρμάκων, απορρίμματα δρόμων, κατασκευαστικές δραστηριότητες, απορροές όμβριων υδάτων, εντατική κτηνοτροφία, οι δρόμοι κ.ά.

Άλλοι παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν ρύπανση είναι:

- Υδροληψία: άντληση υπόγειων υδροφορέων.
- Ρύθμιση νερού: υδραυλικά έργα μεταφοράς νερού από μία λεκάνη σε άλλη.
- Μορφολογικές αλλοιώσεις: διευθετήσεις, εκτεταμένα υδραυλικά έργα, λιμενικά έργα.

2.1.1. Μετακίνηση ρύπων στο υδάτινο περιβάλλον

Η συμπεριφορά των ρύπων σε ένα υδάτινο σώμα καθορίζεται και εξαρτάται πρωτίστως από το γεωλογικό μέσο που το περιβάλλει, αφού τελικά θα καταλήξουν σε αυτό, από τις ιδιότητες του υπόγειου νερού και από τα χαρακτηριστικά του κάθε ρύπου. Η τρωτότητα των ποτάμιων συστημάτων είναι ανάλογη με τις συνθήκες που επικρατούν σε αυτά και είναι απαραίτητη η κατανόηση της μετακίνησης των ρύπων και των μηχανισμών αδρανοποίησής τους.

Οι κύριοι μηχανισμοί μεταφοράς των ρύπων υπογείως μέσω του νερού είναι τα ρεύματα μεταφοράς και η υδροδυναμική διασπορά τους με μηχανική ανάμιξη και μοριακή διάχυση. Οι μηχανισμοί αδρανοποίηση των ρύπων στα υδροφόρα συστήματα είναι η αραίωση, η διήθηση, η προσρόφηση και η χημική αλλοίωση ή εξουδετέρωση. Η επιμήκης υδροδυναμική διασπορά των ρύπων είναι μεγαλύτερη της εγκάρσιας διασποράς τους κατά τη διεύθυνση ροής του νερού. Σε ένα υδρογεωλογικό περιβάλλον ο κάθε ρύπος το επιβαρύνει διαφορετικά και αντιμετωπίζεται ανάλογα με τις φυσικές δυνατότητες αναστροφής της κάθε διατάραξης των φυσικών κύκλων. Οι ρύποι που εισέρχονται στο νερό είναι τα βαρέα μέταλλα, θρεπτικές ενώσεις, οργανικές ή ανόργανες χημικές ενώσεις, λιπάσματα, φυτοφάρμακα, τοξικά στοιχεία, βακτηρίδια, ιοί και άλατα [10].

2.2. Φυσικοί μηχανισμοί αντιμετώπισης των ρύπων

Οι ρύποι αδρανοποιούνται μέσα από χημικές, φυσικές και βιολογικές αντιδράσεις, μετά από ενεργοποίηση των φυσικών διαδικασιών ή έπειτα από ανθρώπινη παρέμβαση. Οι μηχανισμοί αντιμετώπισης για τα υπόγεια ύδατα διακρίνονται σε γεωχημικές, φυσικές, βιοχημικές, βιοφυσικές διεργασίες [10].

α) Οι γεωχημικές διεργασίες προσρόφησης είναι: διάλυση - κατακρήση, οξείδωση-αναγωγή, αντιδράσεις οξέων-βάσεων, προσρόφηση-απελευθέρωση, συσσωμάτωση.

β) Οι φυσικές διαδικασίες είναι: ροές ρύπων και βραδείς μετακινήσεις, διασπορά, εξάτμιση, διάχυση, επιβράδυνση, διήθηση, διακίνηση αερίων, ραδιενεργή φθορά.

γ) Οι βιοχημικές διαδικασίες είναι: οργανική αποδόμηση, κυτταρική σύνθεση, διαπνοή.

δ) Οι βιοφυσικές διαδικασίες είναι: διήθηση και μεταφορά παθογόνων μικροοργανισμών.

Κατά τη διαδρομή του το νερό, δέχεται την επίδραση μεγάλου αριθμού χημικών, φυσικών και βιολογικών διεργασιών μέσα στα πλαίσια του υδρολογικού κύκλου και αντιδρά με τα πετρώματα, το έδαφος και τις οργανικές ενώσεις. Οι ρυπαντές που κατεισδύουν από την επιφάνεια του εδάφους στα κατώτερα στρώματα, δεν εξουδετερώνονται επαρκώς από τους φυσικούς μηχανισμούς και έτσι εισέρχονται στον κύκλο του νερού και τελικά καταλήγουν στον ποταμό.

Μηχανισμοί αδρανοποίησης των ρύπων:

- Αραιώση: αποτελεί τον σημαντικότερο μηχανισμό εξασθένησης των ρύπων.
- Διήθηση: η κίνηση των ρύπων μέσα στους πόρους των πετρωμάτων έχει σαν αποτέλεσμα τη διήθηση προς την κατεύθυνση αποκαθαρισμού των υπόγειων νερών. Ο βαθμός της διήθησης εξαρτάται από την κοκκομετρική και ορυκτολογική σύσταση του μέσου, από τη φύση του ρύπου, την πίεση, τη θερμοκρασία και από τον βαθμό κορεσμού του μέσου ως προς το φαινόμενο της διήθησης.
- Προσρόφηση: συνδέεται με την ικανότητα των ορυκτών να προσροφούν ιόντα από το νερό, το οποίο έρχονται σε επαφή (ανταλλαγή στα αργιλικά ορυκτά). Για τους ανόργανους ρύπους η ικανότητα προσρόφησης του μέσου έχει όρια, ενώ για τους οργανικούς ρύπους σε συνδυασμό με άλλα φαινόμενα είναι πρακτικά απεριόριστη.

- Κατακράτηση: κάποιες ποσότητες νερού κατακρατούνται από τους εδαφικούς σχηματισμούς και των τριχοειδών φαινομένων δημιουργώντας την εδαφική υγρασία κατακρατώντας έτσι αρκετούς ρύπους.
- Χημικές Αντιδράσεις: εξαρτώνται από τη φύση του ρύπου και εμφανίζονται υπό μορφή ιζήματος από συστατικά του ρύπου, βελτιώνοντας την ποιότητα του νερού. Στα επιφανειακά νερά εμφανίζονται φαινόμενα οξείδωσης με αποτέλεσμα την εξουδετέρωση των ρύπων.

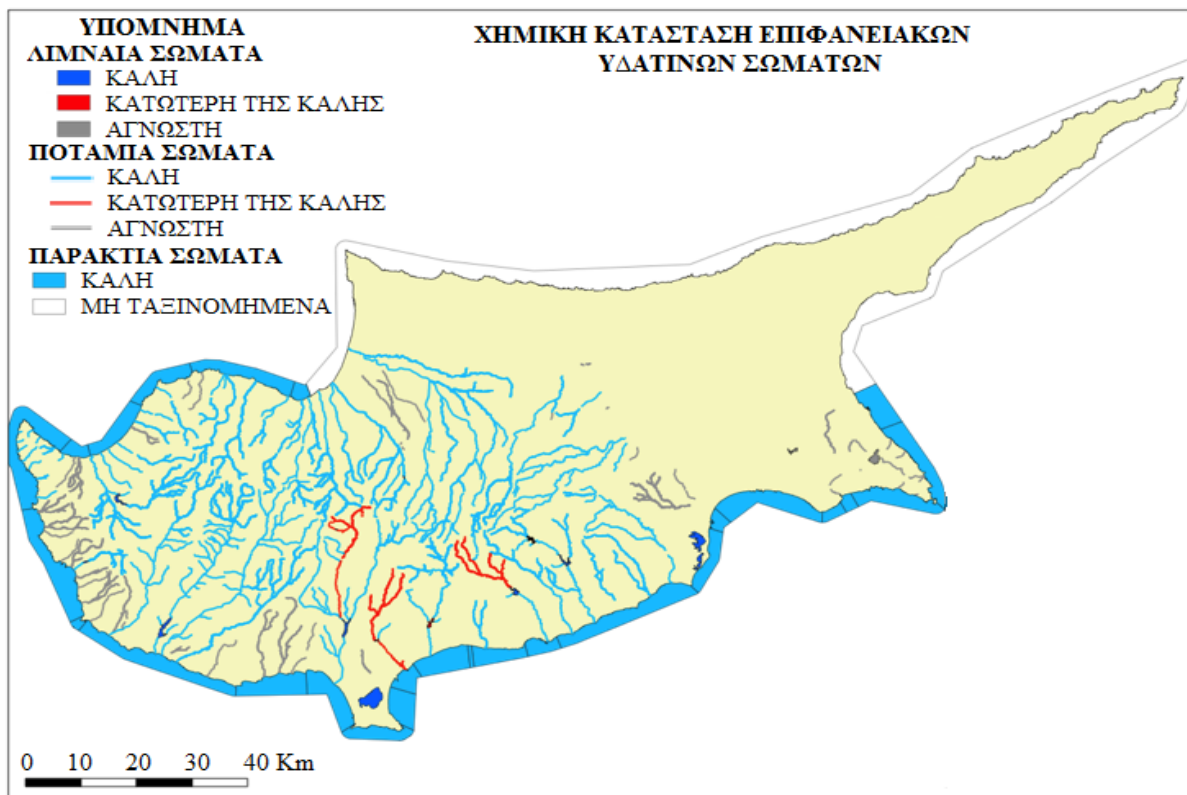
2.3. Σκοπός παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής (ΜΔ)

Η ευρύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής του ποταμού Γαρύλλη έχει κατά καιρούς χαρακτηριστεί από διάφορα κυβερνητικά τμήματα ως “κακής” κατάστασης και με μολυσμένα νερά.

Πολλοί είναι οι λόγοι για τους οποίους η περιοχή χρήζει ιδιαίτερης μελέτης του υδρολογικού και του βιολογικού της συστήματος (βλ. Χάρτη 2.1).

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η ανάδειξη του περιβαλλοντικού προβλήματος που ολοένα και επεκτείνεται και της ρύπανσης των υδάτων κατά μήκος της λεκάνης του ποταμού Γαρύλλη και περιφερειακά του σκουπιδότοπου Βατί.

Η παρούσα ΜΔ στοχεύει στην εξακρίβωση του βαθμού της περιβαλλοντικής ρύπανσης που υπόκεινται τα νερά της λεκάνης απορροής του ποταμού και ο συσχετισμός της με τις ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης που βρίσκονται εντός ή περιφερειακά της λεκάνης και δη του σκουπιδότοπου στο Βατί.



Χάρτης 2.31: Χημική κατάσταση επιφανειακών υδάτινων συστημάτων [33].

Λόγω της παρατεταμένης και συνεχώς αυξανόμενης ρύπανσης από ανθρώπινες παρεμβάσεις, η υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος αυτού συνδέεται άμεσα με τη λειτουργία της ανεξέλεγκτης χωματερής και των λυματοδεξαμενών στο Βατί αλλά και με τις κατά τόπους σημειακές πηγές ρύπανσης κατά μήκος της λεκάνης απορροής.

Η παρατήρηση των φυσικοχημικών δεικτών των υδάτων και των διάφορων ουσιών στο φυσικό περιβάλλον είναι αναγκαία προκειμένου να τηρείται η ισορροπία των απαραίτητων ποσοτήτων που χρειάζονται για τους οργανισμούς.

Ενδεικτικά αναφέρονται οι γενικές παρατηρήσεις πεδίου που ώθησαν τη διεξαγωγή της μελέτης των επιπέδων ρύπανσης κατά μήκος της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Γαρύλλης:

- Έντονες και άσχημες μυρωδιές σε κάποια σημεία του ποταμού.
- Καταστραμμένα ήδη χλωρίδας και πανίδας κοντά στις κοίτες.
- Νεκρά ψάρια και σκουλήκια μέσα στα ιζήματα.
- Γειτνίαση με την ανεξέλεγκτη χωματερή της περιοχής Βατί.

- Λιπάσματα.
- Φυτοφάρμακα.
- Κτηνοτροφικές δραστηριότητες.

Τα σημαντικότερα ζητήματα διαχείρισης των νερών στην Κύπρο αφορούν:

- α) την υπεράντληση των υπόγειων υδροφόρων,
- β) τις υδρομορφολογικές αλλοιώσεις κατάντη των φραγμάτων,
- γ) τη ρύπανση των νερών από γεωργικές δραστηριότητες, από κτηνοτροφικά /βιομηχανικά απόβλητα και από αστικά λύματα,
- δ) τη χρήση και διάθεση επικίνδυνων ουσιών,
- ε) την ανάγκη αναδιοργάνωσης των υπηρεσιών διαχείρισης υδατικών πόρων,
- στ) τα τοπικά ζητήματα/μελλοντικές τάσεις συμπεριλαμβανομένων των κλιματικών αλλαγών και του τουρισμού.

2.4. Φυσικοχημικοί παράμετροι - δείκτες ποιότητας του νερού

Οι ακόλουθες παράμετροι χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού στα ποτάμια συστήματα, τα αποτελέσματα των οποίων χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της ρύπανσης και για εξεύρεση λύσεων απάμβλυνσης περιβαλλοντικών προβλημάτων.

2.4.1. Ενεργός Οξύτητα – pH

Με τον όρο "pH" περιγράφεται ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου $[H^+]$ σε ένα διάλυμα. Δηλαδή: $pH = -\log[H^+]$. Αποτελεί μέτρο οξύτητας ή αλκαλικότητας ενός διαλύματος και αναφέρεται ως ενεργός οξύτητα. Κάθε μεταβολή κατά 1 μονάδα, σημαίνει 10 φορές περισσότερη ή λιγότερη συγκέντρωση οξέως. Ο προσδιορισμός του pH γίνεται χρωματομετρικά και ηλεκτρομετρικά.

Η μείωση του pH του νερού προκαλείται από την όξινη βροχή και τα καυσαέρια ή από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας. Η ρύπανση από αστικές και γεωργικές απορροές ή από λύματα μπορεί να αλλάξει το pH. Επιπλέον, μπορεί να μειωθεί από την οξείδωση της αμμωνίας που προέρχεται από τη χρήση της κοπριάς ως λίπασμα.

Επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, τα πετρώματα, τη φωτοσύνθεση, το ελεύθερο CO₂, τα οργανικά οξέα και τα άλατα των ισχυρών οξέων. Το pH έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς τα φυτά και τα ζώα έχουν το δικό τους εύρος τιμών και παρουσιάζουν μικρή ανοχή στις μεταβολές του. Τα περισσότερα γλυκά νερά έχουν pH = 6-7.

Πίνακας 2.4.1: Ενεργός Οξύτητα – pH.

Κλίμακα pH	Περιβάλλον
0 - 6,5	Περιοχή όξινη
6,5 – 7,5	Περιοχή ουδέτερη
8,0 - 14,0	Περιοχή Αλκαλική
6,0 - 8,0	Όρια προτίμησης για διαβίωση ψαριών του γλυκού νερού
6,5 – 8,5	Επιθυμητά όρια για το πόσιμο νερό
6,5 – 8,4	Επιθυμητά όρια για νερό άρδευσης

2.4.2. Διαλυμένο οξυγόνο – DO

Η διαθεσιμότητα οξυγόνου απαιτείται από όλους τους αερόβιους οργανισμούς για την αναπνοή τους και για το λόγο αυτό είναι ζωτικής σημασίας. Το διαλυμένο οξυγόνο που περιέχεται στο νερό προέρχεται από διάχυση από την ατμόσφαιρα, από αερισμό του νερού κατά τη ροή του και ως προϊόν της φωτοσύνθεσης.

Η περιεκτικότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό εξαρτάται από:

- Τη θερμοκρασία του νερού η οποία όσο υψηλότερη, τόσο μικρότερη είναι η περιεκτικότητα σε οξυγόνο.
- Την ποσότητα της οργανικής ύλης η οποία αποσυντίθεται στο νερό.
- Την παρουσία ή απουσία φυτών (μικροσκοπικών και μακροσκοπικών), τα οποία μπορούν να φωτοσυνθέτουν.
- Το βαθμό της διείσδυσης του φωτός, που εξαρτάται από το βάθος.
- Την αλατότητα.
- Το είδος των ιζημάτων.
- Την ποσότητα που καταναλώνεται από τους υδρόβιους οργανισμούς.

- Την ταχύτητα ροής του νερού.
- Την ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια νερού-αέρα.
- Από τη συγκέντρωση των υπόλοιπων διαλυμένων ουσιών στο νερό, και αυτό γιατί υψηλά ποσοστά ουσιών στο νερό είναι ανεπιθύμητα και βλαβερά για τους υδρόβιους οργανισμούς.

Λόγω αποσύνθεσης φύλλων, λυμάτων και απορροής από κτηνοτροφικές μονάδες ή άλλες πηγές ρύπανσης μπορούν να μειώσουν το ποσοστό διαλυμένου οξυγόνου του νερού. Αν το διαλυμένο οξυγόνο βρίσκεται στα όρια κορεσμού, σημαίνει ότι το οργανικό φορτίο είναι περιορισμένο ή μηδενικό. Μικρές τιμές του διαλυμένου οξυγόνου φανερώνουν έντονα ρυπασμένα νερά με οργανικές ουσίες και όταν τα επίπεδα πλησιάσουν το μηδέν τότε επικρατούν σπητικές συνθήκες. Βάση της ποσότητας του διαλυμένου οξυγόνου που υπάρχει στο νερό, εξάγονται συμπεράσματα για τις βιολογικές και βιοχημικές αντιδράσεις που επιτελούνται από τους ζώντες οργανισμούς εντός της υδατικής στήλης και αναγνωρίζεται η ικανότητα εξισορρόπησης των οργανικών ουσιών από το νερό. Το διαλυμένο οξυγόνο μετριέται σε χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο νερού (mg/l).

2.4.3. Θερμοκρασία νερού

Η θερμοκρασία του νερού εξαρτάται από το κλίμα της περιοχής, το υψόμετρο, τις εποχές, την παραποτάμια και παρόχθια βλάστηση, τις υπόγειες εισροές και μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τις θερμοκρασιακές μεταβολές προκαλούν οι καιρικές συνθήκες, οι απορρίψεις αστικών νερών ή εισροές από υπόγεια σώματα και από τη σκίαση από την παρόχθια βλάστηση.

Η θερμοκρασία μαζί με τη ροή και τα συστατικά του υποστρώματος επηρεάζουν τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου μέσα στο νερό. Οι υδρόβιοι οργανισμοί εξαρτώνται από συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασίας για να επιβιώσουν.

Η θερμοκρασία επηρεάζει και άλλες παραμέτρους του νερού μεταξύ των οποίων είναι τα είδη φυτών και ζώων που υπάρχουν και την ευαισθησία των οργανισμών στα παράσιτα, στη ρύπανση και τις ασθένειες. Η θερμοκρασία μετριέται σε βαθμούς Κελσίου (°C).

Ενδεικτικές τιμές θερμοκρασίας: Μάιος-Οκτώβριος: 22 έως 35°C, Νοέμβριος - Απρίλιος: 2 έως 27°C.

2.4.4. Ειδική Αγωγιμότητα - Specific conductance ή Conductivity

Η αγωγιμότητα ή ειδική αγωγιμότητα είναι ένα μέτρο του πόσο καλά ένα διάλυμα άγει τον ηλεκτρισμό. Για να μεταφέρει ένα διάλυμα ρεύμα πρέπει να περιέχει φορτισμένα σωματίδια, ή ιόντα. Οι περισσότερες μετρήσεις γίνονται σε υδατικά διαλύματα. Τα ιόντα που ευθύνονται για την αγωγιμότητα προέρχονται από ηλεκτρολύτες διαλυμένους στο νερό.

Άλατα (όπως το χλωριούχο νάτριο και θειικό μαγνήσιο), οξέα (όπως το υδροχλωρικό οξύ και οξικό οξύ) και βάσεις (όπως υδροξείδιο του νατρίου και αμμωνία) είναι όλα ηλεκτρολύτες. Αν και το νερό από μόνο του δεν είναι ηλεκτρολύτης, έχει μια πολύ μικρή αγωγιμότητα, δηλώνοντας ότι τουλάχιστον κάποια ιόντα είναι παρόντα. Τα ιόντα είναι το υδρογόνο και το υδροξείλιο και προέρχονται από τη διάσπαση του μοριακού νερού.

Η αγωγιμότητα μετριέται σε μικροζίμενς ανά εκατοστόμετρο ($\mu\text{S}/\text{cm}$). $10^6 \mu\text{S}/\text{cm} = 10^3 \text{mS}/\text{cm} = 1 \text{S}/\text{cm}$ (siemens per cm) ή $1 \text{mho}/\text{m} = 1 \text{S}/\text{m}$.

Για κάποιες μετρήσεις χρησιμοποιούνται πίνακες καταγραφής και εξάγονται αποτελέσματα σε τόνους/στρέμμα-πόδια, μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) ή κόκκοι ανά γαλόνι. Για φυσικά επιφανειακά νερά η αγωγιμότητα κυμαίνεται από 50 – 1500 ενώ για νερά από υπόγεια αλατούχα στρώματα είναι υψηλότερη. Δεν είναι εξειδικευμένη μέτρηση αλλά μετρά τη συνολική συγκέντρωση των ιόντων στο διάλυμα. Δεν μπορεί να διαχωρίσει έναν ηλεκτρολύτη ή ιόν από κάποιον άλλο. Η μέτρηση της αγωγιμότητας χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία για επεξεργασμένα νερά, στις αφαλατώσεις ή ακόμα για ανίχνευση διαρροών σε εναλλάκτες θερμότητας. Η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει την αγωγιμότητά του, καθώς τα θερμά νερά έχουν μεγαλύτερη αγωγιμότητα από τα κρύα. Η αύξηση της θερμοκρασίας ενός ηλεκτρολυτικού διαλύματος αυξάνει την αγωγιμότητα και είναι σημαντική, μεταξύ 1,5 και 5,0% ανά βαθμό °C.

Η αγωγιμότητα επηρεάζεται από την παρουσία ανόργανων διαλυμένων στερεών όπως χλωριούχα, θειικά, νάτριο, ασβέστιο και άλλα. Σε ποτάμια συστήματα, η αγωγιμότητα, επηρεάζεται και από τη γεωλογία της περιοχής. Ποτάμια τα οποία ρέουν σε γρανιτικό υπόβαθρο παρουσιάζουν χαμηλή αγωγιμότητα ενώ όταν το υπόβαθρο είναι ασβεστολιθικό ή αργιλικό παρουσιάζουν υψηλές τιμές.

Επίσης υψηλά ποσά αγωγιμότητας καταγράφονται σε περιόδους μεγάλης ξηρασίας με μειωμένη ροή νερού ή ακόμη μπορεί να οφείλονται σε βιομηχανική ή αστική ρύπανση.

Οι οργανικές ουσίες δεν άγουν καλά το ηλεκτρικό ρεύμα έτσι όταν υπάρχουν διαρροές πετρελαίου σε ποτάμια η αγωγιμότητα του νερού είναι μειωμένη.

2.4.5. Φωσφορικά ιόντα PO_4^{3-}

Τα φωσφορικά ιόντα (PO_4^{3-}) προέρχονται από τη διάβρωση φωσφορικών πετρωμάτων, τις βροχές, τη ρίψη κοπριάς, τα βιομηχανικά και αστικά απόβλητα, τα συνθετικά απορρυπαντικά, από τη χρήση φωσφορικών λιπασμάτων στη γεωργία, κ.ά. Επιτρεπτά όρια στο νερό θεωρούνται τα 5mg/l, ενώ για το πόσιμο νερό μικρότερα των 0,4mg/l. Το φαινόμενο του ευτροφισμού οφείλεται στην παρουσία φωσφορικών και νιτρικών.

2.4.6. Άζωτο

Το ανόργανο άζωτο μπορεί να υπάρχει σε ελεύθερη μορφή ως αέριο N_2 , ως νιτρικά άλατα NO_3^- , νιτρώδη NO_2^- , αμμωνιακά NH_4^+ ή NH_4OH . Το οργανικό άζωτο βρίσκεται σε πρωτεΐνες και ανακυκλώνεται συνεχώς από τα φυτά και τα ζώα.

Εισέρχεται στον υδρολογικό σύστημα κυρίως από τη χρήση λιπασμάτων από τις γεωργικές καλλιέργειες. Η παρουσία του αζώτου στη ακόρεστη ζώνη επηρεάζεται από το φυτικό κάλυμμα, το οργανικό δυναμικό της, την ικανότητα απορρόφησης του εδάφους, τη χημική σταθερότητα του οργανικού κλάσματος, το πάχος της ακόρεστης ζώνης και τα χαρακτηριστικά της και την απόθεση οξέων [10].

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις:

Ενώσεις που περιέχουν άζωτο δρουν ως θρεπτικές ουσίες σε ρέματα και ποτάμια. Οι αντιδράσεις των νιτρικών [NO_3^-] σε φρέσκο νερό μπορεί να προκαλέσουν μείωση και εξάντληση του οξυγόνου με αποτέλεσμα το θάνατο των υδρόβιων οργανισμών, οι οποίοι εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητα οξυγόνου.

Το άζωτο εισέρχεται στα υδάτινα σώματα κυρίως μέσω των αστικών και βιομηχανικών λυμάτων, τις σηπτικές δεξαμενές, τις απορρίψεις ζωοτροφών, τα ζωικά απόβλητα (συμπεριλαμβανομένων των πτηνών και των ψαριών) και οι απορρίψεις από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων. Τα βακτήρια στο νερό μετατρέπουν γρήγορα τα νιτρώδη [NO_2^-] σε νιτρικά άλατα [NO_3^-].

Τα νιτρώδη μπορεί να προκαλέσουν μια σοβαρή κατάσταση στα ψάρια τη λεγόμενη "καφέ ασθένεια του αίματος." Επίσης αντιδρούν άμεσα με την αιμοσφαιρίνη στο αίμα του ανθρώπου και άλλων θερμόαιμων ζώων για την παραγωγή μεθαιμοσφαιρίνης. Η μεθαιμοσφαιρίνη καταστρέφει την ικανότητα των ερυθρών κυττάρων του αίματος να μεταφέρουν οξυγόνο και είναι ιδιαίτερα σοβαρή κατάσταση για βρέφη κάτω των τριών μηνών. Προκαλεί μια κατάσταση γνωστή ως μεθαιμοσφαιριναιμία ή ασθένεια "blue baby".

Νερά που περιέχουν μεγάλη ποσότητα οργανικού αζώτου και αμμωνίας θεωρούνται ότι έχουν ρυπανθεί πρόσφατα και αποτελούν μεγάλο κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Όταν το άζωτο βρίσκεται υπό μορφή νιτρικών σημαίνει ότι έχουν ρυπανθεί πριν από αρκετό καιρό.

2.4.7. Αμμωνιακά ιόντα NH_4^+

Όταν καταστρέφεται το οργανικό κλάσμα από μικροβιολογική δραστηριότητα ή από την αποσύνθεση νεκρών οργανισμών τότε παράγεται αμμωνία NH_4^+ και για το λόγο αυτό παρατηρείται στα υπόγεια και επιφανειακά νερά. Υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνιακών στο νερό οφείλονται στην παρουσία λιπασμάτων, γεωργικών και βιομηχανικών αποβλήτων και στους αγωγούς οικιστικών λυμάτων, τα οποία περιέχουν οργανικό άζωτο, ελεύθερη αμμωνία ή αμμωνιακά άλατα.

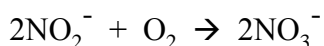
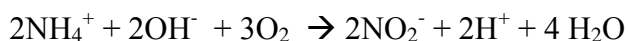
Επιτρεπτά όρια: μικρότερα των 3 mg/l, για το πόσιμο νερό μικρότερα των 0,5 mg/l.

Ορισμένα βακτήρια σε αερόβιες συνθήκες μετατρέπουν τη αμμωνία NH_4^+ σε νιτρώδη NO_2^- και έπειτα σε νιτρικά NO_3^- .

2.4.8. Νιτρικά ιόντα NO_3^-

Το άζωτο είναι ένα θρεπτικό συστατικό απαραίτητο για την ανάπτυξη όλων των ζωντανών οργανισμών. Καταγράφεται υπό τη μορφή των νιτρικών ($\text{NO}_3\text{-N}$). Τα νιτρικά ιόντα αποτελούν το τελικό προϊόν της φυσικής αποσύνθεσης οργανικών αζωτούχων ενώσεων των φυτικών και ζωικών πρωτεϊνών. Προέρχεται από ζωικά περιττώματα, λιπάσματα ή προηγούμενο χρησιμοποιημένο νερό από τον άνθρωπο.

Η οξείδωση του ιόντος NH_4^+ που προκύπτει από την αποσύνθεση πραγματοποιείται σε δύο στάδια με τη βοήθεια μικροοργανισμών:



Σε ψηλές τιμές νιτρικών αλάτων στο νερό παρατηρείται μια αύξηση στην ανάπτυξη άλγης με αποτέλεσμα τον ευτροφισμό. Η άλγη δεσμεύει το διαλυμένο οξυγόνο του νερού προκαλώντας ασφυξία στα ψάρια και τους άλλους υδρόβιους οργανισμούς. Τα νιτρικά άλατα στα νερά προέρχονται κυρίως από την υπερβολική ρύπανση των γεωργικών καλλιεργειών από λιπάσματα, τα ανεπεξέργαστα αστικά λύματα, τα ζωικά απόβλητα και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Υψηλά επίπεδα νιτρικών στο πόσιμο νερό μπορεί να είναι τοξικά για τον άνθρωπο. Τέτοια επίπεδα συνδέονται με σοβαρές ασθένειες, ακόμα και θάνατο στα βρέφη. Τα νιτρικά άλατα μετρώνται σε χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο (mg/l).

Αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρικών στο νερό προκαλούν βλάβες στους ζώντες οργανισμούς και στον άνθρωπο. Είναι υπεύθυνα για την πρόκληση διάφορων μορφών καρκινογένεσης (τα αδρανή νιτρικά μετατρέπονται σε δραστικά νιτρώδη στον οργανισμό, τα οποία μπορεί να δώσουν καρκινογόνα παράγωγα όπως οι νιτροζαμίνες).

Η απονίτρωση (denitrification) στους υδροφόρους ορίζοντες επιτυγχάνεται από την οργανική ύλη, παρουσία βακτηρίων με τελικό προϊόν την αμμωνία.

2.4.9. Νιτρώδη ιόντα NO_2^-

Τα νιτρώδη ιόντα (NO_2^-) αποτελούν ένα από τα βασικά προϊόντα διάσπασης λόγω αποσύνθεσης της οργανικής ύλης και ενεργεί ως ένα ενδιάμεσο στάδιο κατά τη μετατροπή της αμμωνίας σε νιτρικά. Η αμμωνία μετατρέπεται κάτω από αερόβιες συνθήκες σε νιτρώδη με τη βοήθεια βακτηριδίων. Τα νιτρώδη ιόντα είναι ασταθή και μετατρέπονται γρήγορα σε νιτρικά με την παρουσία οξυγόνου. Επίσης, μπορεί να προέρχονται από: την αποσύνθεση νεκρών οργανισμών, τα λύματα, τα λιπάσματα, τα βιομηχανικά απόβλητα και τα συντηρητικά των τροφίμων. Σε υπερβολικές συγκεντρώσεις είναι τοξικά για τον άνθρωπο και προκαλούν ασφυξία των οργανισμών. Επιτρεπτά όρια για το πόσιμο νερό είναι ποσότητα μικρότερη του 0,1 mg/l (στην

ταινία του χρωματικού προσδιορισμού πρέπει να είναι στο 0). Η παρουσία νιτρωδών αλλά και αμμωνίας υποδηλώνει ρύπανση από λύματα.

Τα φωσφορικά, αμμωνιακά, νιτρικά και νιτρώδη άλατα είναι προϊόντα αποδόμησης των πρωτεϊνών.

2.4.10. Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο – COD

Είναι η ποσότητα του οξυγόνου που καταναλώνεται για την πλήρη χημική οξείδωση των οργανικών ενώσεων που υπάρχουν στα νερά σε διοξείδιο του άνθρακα CO₂ και νερό H₂O. Είναι μια γρήγορη και αξιόπιστη εκτίμηση της ποσότητας των οργανικών ενώσεων στο νερό, μετρημένη σε mg/l. Για ένα ικανοποιητικό δείγμα το COD είναι λιγότερο από 10 mg/l, ενώ αντίθετα για μετρήσεις πάνω από 60 mg/l θεωρείται αυξημένο. Η καλή ποιότητα των υδάτων χαρακτηρίζεται από τιμές μικρότερες των 10 mg/l. Η μέτρηση αυτή είναι γρήγορη και μετρά τόσο τη βιοδιασπάσιμη όσο και τη μη βιοδιασπάσιμη οργανική ύλη.

2.4.11. Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο – BOD₅

Το Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο μετρά την ποσότητα του οξυγόνου που χρησιμοποιείται από τους μικροοργανισμούς στην αερόβια οξείδωση, ή η κατανομή της οργανικής ύλης στα ποτάμια συστήματα (προσδιορισμός του οργανικού φορτίου που περιέχει το νερό). Οι τιμές του BOD δίνουν χρήσιμες πληροφορίες για την ολική φόρτιση των νερών με οργανικές ενώσεις.

Συνήθως, όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του οργανικού υλικού που εντοπίζεται στο ποτάμι, τόσο περισσότερο οξυγόνο χρησιμοποιείται για την αερόβια οξείδωση. Αυτό μειώνει την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου που είναι διαθέσιμο για την υδρόβια ζωή. Η μέτρηση αυτή πραγματοποιείται μέσα σε περίοδο πέντε ημερών, και εκφράζεται σε mg/l. Η τιμή BOD 1mg/l χαρακτηρίζει φυσικά αφόρτιστα νερά, ενώ όταν η τιμή πλησιάζει τα 5mg/l υποδεικνύει ρύπανση. Αν το οργανικό φορτίο αυξηθεί, τότε θα αυξηθεί και το καταναλισκόμενο οξυγόνο για την αποικοδόμηση του. Σε ποτάμια συστήματα ποσότητα BOD πάνω από 2.5 mg/l υποδεικνύει νερά πλούσια σε οργανική ύλη, ενώ καλές θεωρούνται ποσότητες BOD = 1-2 mg/l. Για ποσότητες BOD = 3-5 mg/l θεωρούνται σχετικά μέτρια νερά και για BOD = 6-9 mg/l μερικώς μολυσμένα. Τέλος, τιμές BOD πάνω από 10 mg/l υποδεικνύουν υψηλή μόλυνση με οργανικά απόβλητα. Για ανεπεξέργαστα λύματα οι τιμές φτάνουν τα 80-500 mg/l.

3. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

3.1. Περιοχή έρευνας - σταθερές θέσεις δειγματοληψιών

Οι θέσεις για τις δειγματοληψίες έχουν επιλεγεί έπειτα από προσεκτική μελέτη της περιοχής και των επί μέρους κλάδων του ποταμού προκειμένου να ληφθούν αντιπροσωπευτικά δείγματα νερού μεγάλου μέρους της λεκάνης απορροής. Επίσης, έχουν ληφθεί υπόψη και σημεία όπου η ρύπανση έχει συσσωρευτεί και η ροή του νερού έχει επηρεάσει τη χλωρίδα και την πανίδα.

Έχουν συλλεχτεί γεωλογικοί, τοπογραφικοί, εδαφολογικοί, υδρογεωλογικοί και δορυφορικοί χάρτες, για την καταγραφή της πορείας των δειγματοληψιών και μελετήθηκαν τα δεδομένα κάθε θέσης. Εντοπίστηκαν έξι σταθερές θέσεις και συνολικά συλλέχθηκαν 24 δείγματα νερού, μέσα στις κοίτες των μικρότερων κλάδων του υδρογραφικού δικτύου του ποταμού Γαρύλλη. Στη βορειότερη από τις επιλεγμένες θέσεις δεν παρατηρήθηκε ροή νερού καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας, έχει όμως μελετηθεί και καταγράφηκαν τα φυσικά της χαρακτηριστικά.

Οι θέσεις έχουν ονομασθεί κατά σειρά κατεύθυνσης από ανάντη προς κατόντη της λεκάνης, με κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο, με το πρόθεμα S1, S2, S3, S4, S5, S6 (S: Site).

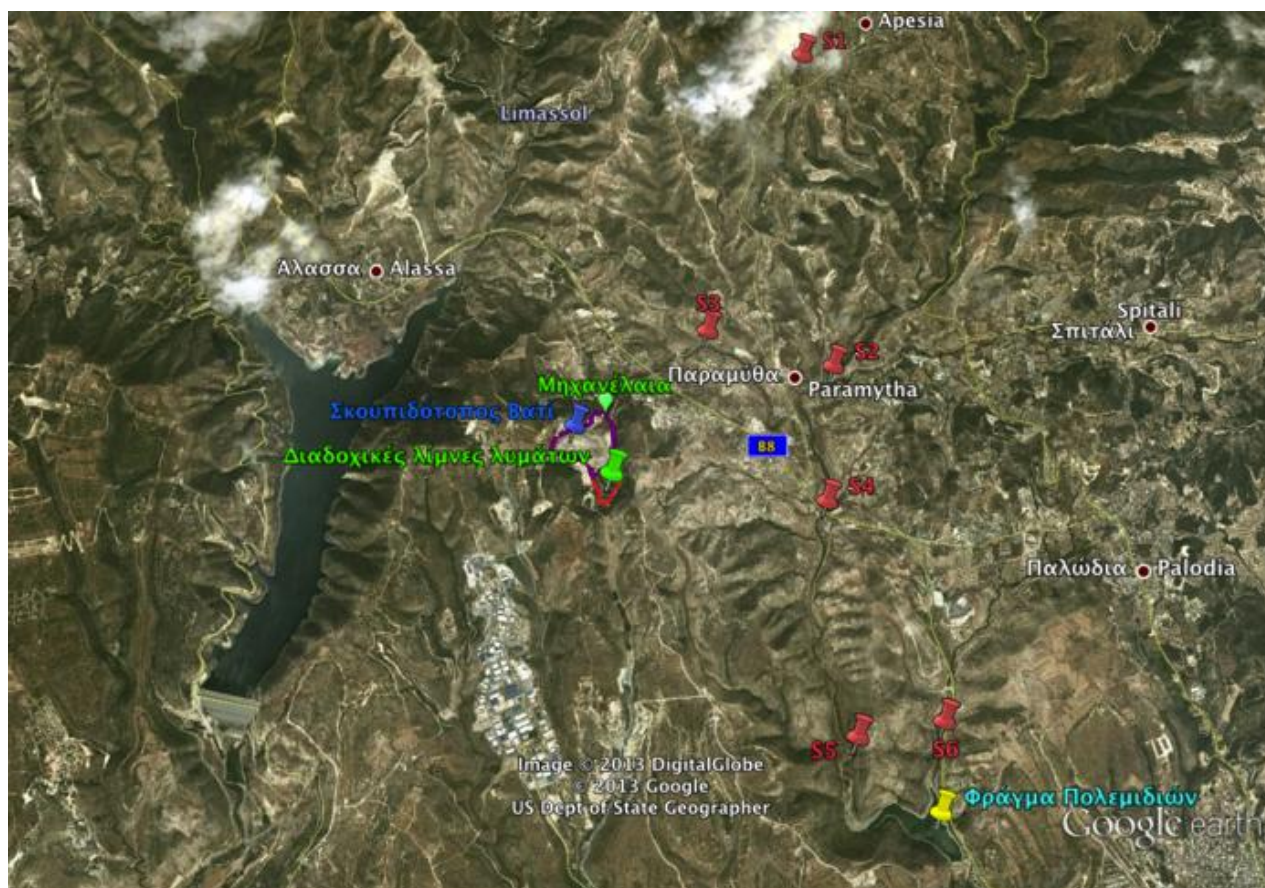
Έχουν καταγραφεί τα φυσικά χαρακτηριστικά και η περιβαλλοντική κατάσταση της κάθε θέσης, οι οσμές, το είδος του νερού, η φυσική βλάστηση, η παρουσία πανίδας και η ορατή ρύπανση.

Τα σημεία των θέσεων δειγματοληψίας φαίνονται στην Εικόνα 3.1 και έχουν ονομασθεί κατά σειρά με το πρόθεμα S1 έως S6 (Site 1 – 6).

Στον πιο κάτω Πίνακα 3.1 παρουσιάζονται οι θέσεις δειγματοληψίας και η απόστασή τους κατά προσέγγιση, από τον σκουπιδότοπο στην περιοχή Βατί.

Πίνακας 3.1: Απόσταση θέσεων από τον σκουπιδότοπο Βατί.

	Θέσεις Δειγματοληψίας	Απόσταση από Βατί (m)
Πρώτη Θέση	S1	4250
Δεύτερη Θέση	S2	2300
Τρίτη Θέση	S3	1400
Τέταρτη Θέση	S4	2200
Πέμπτη Θέση	S5	3550
Έκτη Θέση	S6	4050



Εικόνα 3.1: Θέσεις δειγματοληψίας και σκουπιδότοπος Βατί.

3.1.1. Θέση δειγματοληψίας 1 – S1.

Η θέση S1 βρίσκεται στο χωριό Απαισιά και αποτελεί το βορειότερο σημείο της περιοχής έρευνας. Είναι μικρός κλάδος, με περιορισμένη ροή κατά τη διάρκεια του χρόνου και ενώνεται με μεγαλύτερο κλάδο καταλήγοντας κατόντη στην περιοχή της θέσης S2 – S4 – S5 όπου καταλήγουν στη βορειοδυτική είσοδος του φράγματος Πολεμιδιών. Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών δεν ήταν δυνατή η συλλογή δείγματος νερού από τη θέση αυτή (βλ. Εικόνα 3.2).

Το μέτωπο της αναβαθμίδας είναι απότομο, με ύψος μέχρι και τέσσερα μέτρα και αποτελείται από χαλαρά ασύνδετα γωνιώδη χαλίκια, άμμο, ιλύ και άργιλο, υλικά από τη διάβρωση των πετρωμάτων της περιοχής. Κατά τόπους τα υλικά αυτά είναι συγκολλημένα λόγω δευτερογενούς απόθεσης ανθρακικού ασβεστίου. Οι διάφορες φάσεις της αναβαθμίδας υποδεικνύουν ποταμοχειμάρριες αποθέσεις με μικρές αποστάσεις μεταφοράς και απόθεσης υλικών.

Στην περιοχή υπάρχουν καλλιέργειες με χαρουπιές, ενώ μέσα στην κοίτη υπάρχει θαμνώδης άγρια βλάστηση και απορρίμματα.



Εικόνα 3.2: Πρώτη θέση δειγματοληψίας S1.

3.1.2. Θέση δειγματοληψίας 2 – S2.

Στη θέση S2 η ροή του νερού είναι μικρή αλλά συνεχής και ανάλογα με τη χρονική περίοδο και τις βροχοπτώσεις αυξάνεται. Τα νερά του κλάδου αυτού προέρχονται από την ανατολική ημιορεινή περιοχή της λεκάνης απορροής. Κατά τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο η ροή νερού ήταν μειωμένη λόγω μειωμένων βροχοπτώσεων. Λόγω της ομαλής κλίσης του εδάφους έχει σχηματιστεί μικρή λίμνη, με διαυγές νερό που ανανεώνεται, στην οποία υπάρχει βλάστηση, καλαμιώνας, μικρά ψάρια και βάτραχοι (βλ. Εικόνα 3.3).



Εικόνα 3.3: Δεύτερη θέση δειγματοληψίας S2.

Μέσα από την κοίτη περνά χωμάτινος δρόμος ο οποίος εμποδίζει τη διάβρωση του υποστρώματος και δημιουργεί υψομετρική διαφορά κατάντη της λίμνης, σχηματίζοντας μικρό καταρράκτη. Το νερό του κλάδου αυτού πηγάζει από πιο βόρεια της λεκάνης, περνά από το χωριό Σπιτάλι, στην πορεία του ενώνεται με μεγαλύτερο κλάδο περνώντας από τις θέσεις S4 – S5 και ρέει προς στη βορειοδυτική είσοδο του φράγματος Πολεμιδιών.

Κατά μήκος του συγκεκριμένου κλάδου δεν παρατηρείται κάποια εμφανής σημειακή πηγή ρύπανσης και λόγω ύπαρξης χλωρίδας και πανίδας δεν αναμένεται να υπάρχουν στο νερό αυξημένα επίπεδα ρυπογόνων ουσιών, συνεπώς το ποσοστό του διαλυμένου οξυγόνου αναμένεται να είναι υψηλό.

3.1.3. Θέση δειγματοληψίας 3 – S3.

Ο κλάδος που μεταφέρει νερό στη θέση S3 εφάπτεται του χώρου του σκουπιδότοπου στο Βατί και το νερό που απορρέει και κινείται διά μέσου των απορριμμάτων και των λυμάτων καταλήγει απευθείας στην κοίτη S3 (βλ. Εικόνα 3.4).



Εικόνα 3.4: Τρίτη θέση δειγματοληψίας S3.

Το νερό περνώντας από τη θέση αυτή ενώνεται κατόπιν με μεγαλύτερο κλάδο και φτάνει στις θέσεις S4 – S5 όπου τελικά καταλήγει στη βορειοδυτική είσοδο του φράγματος Πολεμιδιών. Η θέση αυτή επιλέχθηκε ως η πλησιέστερη από τον σκουπιδότοπο και απέχει μόλις 1200 μέτρα από τον χώρο της λίμνης με μηχανέλαια και 1500 m από τους σωρούς των απορριμμάτων (βλ. Εικόνα 3.5).

Καθ' όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών η παροχή νερού παρουσίαζε μικρές αυξομειώσεις όγκου, αλλά ήταν συνεχής.



Εικόνα 3.5: Λίμνη με μηχανέλαια και απορρέοντα λύματα από ανάντη.

Κατά τη ροή του νερού στην κοίτη παρουσιάζεται υψομετρική διαφορά με το ανάγλυφο και σχηματίζεται μικρός καταρράκτης ύψους ~3 m. Λόγω διάβρωσης του υποβάθρου από την πτώση του νερού σχηματίστηκε μικρή λίμνη μέσα στην κοίτη. Από φυσικής πλευράς, η θέση αυτή έχει έντονη χαρακτηριστική οσμή λυμάτων, το νερό είναι θολό με καφέ-κίτρινο χρώμα και περιέχει πολλά αιωρούμενα σωματίδια. Ο χώρος της λίμνης καλύπτεται από στρώμα αφρού ο οποίος μεταφέρεται και κατάντη της κοίτης και έχει παρατηρηθεί σε όλες τις δειγματοληψίες.

Η δημιουργία αδιάλυτου αφρού που συσσωρεύεται και οι οσμές υποδεικνύουν ρύπανση που πιθανόν να οφείλεται στην παρουσία φωσφορικών στο νερό κυρίως από απορρυπαντικά, λιπάσματα και άλλα οικιακά λύματα. Αντίθετα, η δημιουργία φυσικού αφρού οφείλεται στην αποσύνθεση του οργανικού υλικού, διασπάται γρήγορα και μυρίζει ψάρια ή έδαφος.

Περιφερειακά του λιμνάζοντος νερού έχει αποτεθεί λεπτή στρώση καφέ ιζήματος (αργιλο-ιλώδες υλικό) με οργανικά υπολείμματα. Μέσα στο ίζημα αυτό παρατηρήθηκαν νεκρά σκουλήκια (βλ. Εικόνα 3.6).



Εικόνα 3.6: Νεκρή πανίδα μέσα στο ίζημα.

Κατά μήκος και εντός της κοίτης υπάρχουν απορρίμματα, υλικά από οικοδομές, πλαστικές σακούλες, σίδερα, κ.ά.

Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις πεδίου στη συγκεκριμένη περιοχή, τα επίπεδα όλων των παραμέτρων που αναλύθηκαν αναμένεται να είναι αυξημένα και κυρίως των φωσφορικών, των αμμωνιακών του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου και του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου.

3.1.4. Θέση δειγματοληψίας 4 – S4.

Η θέση S4 βρίσκεται κάτω από γέφυρα της κύριας οδικής αρτηρίας Λεμεσού – Τροόδους και ο κλάδος της περνώντας από τη θέση S5 καταλήγει στη βορειοδυτική είσοδο του φράγματος των Πολεμιδιών (βλ. Εικόνα 3.7). Οι κλίσεις του εδάφους μειώνονται σημαντικά προς κατάντη του ποταμού και η απόσταση από τη ΒΔ είσοδο του φράγματος φτάνει τα 2500 μέτρα. Η ροή του νερού από τα βορειοδυτικά προέρχεται άμεσα από τη θέση S3, ενώ στον κλάδο αυτό ενώνεται και το υδρογραφικό δίκτυο των θέσεων S1 και S2 από τα βόρεια.



Εικόνα 3.7: Τέταρτη θέση δειματοληψίας S4.

Σε περιόδους μειωμένης βροχόπτωσης υπάρχει λιμνάζον νερό μέσα στην κύρια κοίτη λόγω μικρής κλίσης, ενώ όταν οι βροχοπτώσεις είναι έντονες η παροχή νερού είναι μεγάλη και το πλάτος της ενεργού κοίτης μπορεί να φτάσει τα τρία μέτρα. Στις όχθες υπάρχουν μεταφερτά υλικά πλημμυρικών παροχών που αποτελούνται κυρίως από στρογγυλεμένες κροκάλες, χαλίκια, άμμο, ιλύ και λιγότερο αργιλικό υλικό.

Το λιμνάζον νερό έχει χρώμα καφέ με αφρούς στην επιφάνεια και έχουν παρατηρηθεί σε αυτό αγριόπαπιες, βατράχια και παρόχθια άγρια βλάστηση.

Από χημικής πλευράς αναμένεται να υπάρχουν αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφορικών και αμμωνιακών και χαμηλά ποσοστά διαλυμένου οξυγόνου.

3.1.5. Θέση δειγματοληψίας 5 – S5.

Η θέση S5 είναι η πλησιέστερη της βορειοδυτικής εισόδου του φράγματος με απόσταση 400 μέτρων. Η κλίση της κοίτης πλέον ομαλοποιείται και η ικανότητα του νερού στην αποσάθρωση και διάβρωση της κοιλάδας γίνεται κυρίως για λεπτόκοκκα υλικά προχωρώντας προς το φράγμα (βλ. Εικόνα 3.8).



Εικόνα 3.8: Πέμπτη θέση δειγματοληψίας S5.

Στην κοιλάδα παρατηρούνται μεταφερόμενα υλικά από ανάντη και κροκάλες διάφορων μεγεθών, με κατά τόπους εμφανίσεις εγκαταλελειμμένων κοίτων και παλαιών αναβαθμίδων. Το γεγονός αυτό μαρτυρά την αυξημένη δυναμική ικανότητα που είχε ο ποταμός σε προγενέστερο γεωλογικό χρόνο.

Το μεγαλύτερο μέρος της αποστράγγισης του νερού επιτελείται στον κλάδο αυτό και αποτελεί τον βασικότερο της λεκάνης απορροής του ποταμού Γαρύλλη που τροφοδοτεί το φράγμα με νερό. Σε αυτόν συνενώνονται οι μικρότεροι κλάδοι ανάντη της λεκάνης από τις θέσεις S1, S2,

S3 και S4. (βλ. Εικόνα 3.9). Το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης και οι περίοδοι ξηρασίας που μεσολαμβάνουν καθορίζουν την ποσότητα νερού για επιφανειακή απορροή κατά μήκος της λεκάνης, καταλήγοντας στο φράγμα.



Εικόνα 3.9: Ο μεγαλύτερος κλάδος που καταλήγει στη βορειοδυτική είσοδο του φράγματος Πολεμιδιών.

Κατά μήκος του κλάδου υπάρχουν εκτεταμένοι καλαμιώνες και σε πολλά σημεία η ενεργός κοίτη διακόπτεται από χωμάτινους δρόμους και μονοπάτια της περιοχής. Επίσης, παρατηρήθηκαν κοπάδια αιγοπροβάτων να βόσκουν μέσα στην κοίτη και να πίνουν νερό.

Ανάντη της κοίτης αυτής και σε απόσταση 2 km από τη βορειοδυτική είσοδο του φράγματος Πολεμιδιών, υπάρχουν εγκαταστάσεις εγκαταλελειμμένης κτηνοτροφικής μονάδας.

Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών τον μήνα Οκτώβριο δεν παρατηρήθηκε ροή νερού (ξηρική κοίτη) λόγω μειωμένης βροχόπτωσης. Κατά την περίοδο Δεκεμβρίου 2011 – Μαρτίου 2012 η παροχή νερού ήταν αυξημένη και η πληρότητα του φράγματος των Πολεμιδιών τον μήνα Απρίλιο έφτασε τα 100%. Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών όταν η ροή ήταν μειωμένη, το νερό ήταν θολό, με καφέ χρώμα και άσχημη οσμή. Σε περιόδους αυξημένης ροής τα νερά ήταν θολά λόγω μεταφοράς αιωρούμενων σωματιδίων και αργιλικού υλικού. Παρατηρήθηκε επίσης

ανάπτυξη μυκήτων στο νερό, πιθανόν λόγω αυξημένων ποσοστών θρεπτικών ουσιών – sewage fungus (βλ. Εικόνα 3.10).

Από τις χημικές αναλύσεις των δειγμάτων νερού στη θέση S5, αναμένονται αυξημένα ποσοστά των φωσφορικών, των νιτρικών και του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου.



Εικόνα 3.10: Υπέρ-ανάπτυξη μυκήτων στο νερό.

3.1.6. Θέση δειγματοληψίας 6 – S6.

Η θέση S6 βρίσκεται στη βορειοανατολική είσοδο του φράγματος Πολεμιδιών σε απόσταση 300 m και κάτω από την κύρια οδική αρτηρία Λεμεσού-Τροόδους.



Εικόνα 3.11: Έκτη θέση δειγματοληψίας S6.

Ο κλάδος αυτός αποστραγγίζει μικρή περιοχή της λεκάνης απορροής και η ροή του μεταβάλλεται ανάλογα με το ύψος της βροχόπτωσης. Κατά μήκος της κοίτης έχει αναπτυχθεί καλαμιώνας με εκτεταμένο ριζικό κάλυμμα που συγκρατεί το λεπτόκοκκο ίζημα (βλ. Εικόνα 3.11). Η κλίση μειώνεται προοδευτικά μέχρι την απόληξή της στο φράγμα. Κατά μήκος της κοίτης έχει συσσωρευτεί λεπτόκοκκο υλικό από άμμο, ιλύ και άργιλο με λιγότερες κροκάλες.

Το νερό που μεταφέρεται στη θέση S6 προέρχεται από το υδρογραφικό δίκτυο της δυτικής περιοχής του χωριού Παλώδια. Πιθανόν το νερό να επιβαρύνεται από την οικιστική περιοχή και τις τοπικές καλλιέργειες περιφερειακά του χωριού. Αναμένεται να έχει σταθερή θερμοκρασία λόγω της πυκνώνους βλάστησης και υψηλά ποσοστά χημικά απαιτούμενου οξυγόνου.

Οι θέσεις που επηρεάζονται άμεσα από τον σκουπιδότοπο Βατί όπως φαίνονται στην εικόνα 3.12, είναι η S3 και S4.



Εικόνα 3.12: Θέσεις δειγματοληψίας S2,S3, S4 σε σχέση με τον σκουπιδότοπο Βατί.

Οι παράμετροι που έχουν μετρηθεί και αναλυθεί για τον προσδιορισμό της ποιότητας του νερού είναι η ενεργός οξύτητα pH, το διαλυμένο οξυγόνο - Dissolved Oxygen (DO), η θερμοκρασία του νερού, η ειδική αγωγιμότητα - Specific conductance or Conductivity, τα φωσφορικά PO_4^{3-} , το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο – COD, τα αμμωνιακά NH_4^+ , τα νιτρικά NO_3^- , τα νιτρώδη NO_2^- ιόντα και το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο – BOD, από δείγματα της κοίτης του ποταμού Γαρύλλη.

Σε κάθε σημείο δειγματοληψίας επί τόπου μετρώνται η ενεργός οξύτητα pH, το διαλυμένο οξυγόνο (mg/l), η θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$), η ειδική αγωγιμότητα (mS/cm ή $\mu\text{S/cm}$) και τα φυσικά χαρακτηριστικά του νερού όπως χρώμα και οσμή.

Πραγματοποιήθηκαν πέντε δειγματοληψίες σε έξι σταθερές θέσεις από τον Οκτώβριο 2011 έως και τον Μάρτιο 2012. Έχουν συλλεχθεί συνολικά 24 δείγματα νερού. Στις θέσεις όπου περιοδικά δεν υπήρχε ροή νερού δεν συλλέχθηκαν δείγματα.

Η συλλογή ιζημάτων και χημικών αναλύσεων αποτελεί σημαντικό πεδίο έρευνας λόγω της εισαγωγής των βαρέων μετάλλων και ιόντων στο περιβάλλον από ανθρωπογενείς πηγές και συνεπώς η είσοδός τους στο νερό και στους οργανισμούς ακόμα και στον άνθρωπο.

3.2. Συλλογή δειγμάτων

Τα δείγματα νερού συλλέχθηκαν από επιφανειακό νερό από τις πέντε σταθερές θέσεις δειγματοληψίας, κατά μήκος της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Γαρύλλη, στη χρονική περίοδο Οκτώβριος 2011 έως και τον Μάρτιο 2012.

Η συλλογή των δειγμάτων του νερού έγινε με καθαρά πλαστικά μπουκάλια. Σε κάθε δείγμα αναγράφεται το σημείο λήψης κατά θέση και η ημερομηνία. Έχουν τηρηθεί και εφαρμοστεί τα πρότυπα για τη συλλογή και επεξεργασία των δειγμάτων τόσο του νερού όσο και για τις επί τόπου μετρήσεις με φορητά όργανα.

Τα δοχεία των δειγμάτων τοποθετούνται σε ψυκτικό κιβώτιο με πογοκύστες μέχρι τη μεταφορά τους στο εργαστήριο όπου πραγματοποιείται άμεσα η διαδικασία των δοκιμών για προσδιορισμό των στοιχείων. Συνολικά μετρήθηκαν και αναλύθηκαν δέκα φυσικοχημικοί παράμετροι για τον προσδιορισμό της ποιότητας του νερού.

Αξίζει να σημειωθεί ότι καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας πεδίου σε όλην την έκταση της λεκάνης απορροής από το χωριό Απαισιά μέχρι και το φράγμα Πολεμιδιών παρατηρήθηκαν όλων των ειδών απορρίμματα, τα περισσότερα μη αποικοδομήσιμα, σωροί από οικιακά σκουπίδια, μάζα, οικοδομικά υλικά, κοπριές, οικιακές συσκευές, σίδερα, πλαστικά βαρέλια, κ.ά., κυρίως σε απόκρυφες από το οδικό δίκτυο πλαγιές και μέσα στις κοίτες των παραπόταμων. Επίσης, έχουν παρατηρηθεί γεωτρήσεις πολύ κοντά στις κοίτες και στο φράγμα Πολεμιδιών. Όλα τα εργαστηριακά αποτελέσματα καταγράφονται σε πίνακες μαζί με τις μετρήσεις πεδίου και τα φυσικά χαρακτηριστικά της κάθε θέσης δειγματοληψίας.

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1. Επί τόπου μετρήσεις πεδίου

Όλες οι παράμετροι μετρήθηκαν και καταγράφηκαν την ίδια ημέρα καθώς και οι εργαστηριακές αναλύσεις, εκτός από το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο που απαιτεί περίοδο 5 ημερών.

Σε κάθε σημείο δειγματοληψίας, πριν από τη λήψη των μετρήσεων, τα φορητά όργανα μετρήσεων είχαν βαθμονομηθεί σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Για το φορητό πεχάμετρο με ηλεκτρόδιο (ανιχνευτή) χρησιμοποιήθηκαν τρία ρυθμιστικά διαλύματα για τη βαθμονόμηση του οργάνου. Αρχικά τοποθετείται το ηλεκτρόδιο στο πρώτο διάλυμα με pH = 7, έπειτα στο δεύτερο διάλυμα με pH = 4 και τέλος στο τρίτο διάλυμα με pH = 10. Κάθε φορά το ηλεκτρόδιο ξεπλένεται με αποσταγμένο νερό.

Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν θερμόμετρο, πλαστικά γάντια, γαλότσες, σακούλες για τα δείγματα, μονωμένο κιβώτιο μεταφοράς και πίνακες καταγραφής δεδομένων.

Όλα τα αποτελέσματα συγκεντρώθηκαν σε πίνακες δεδομένων τύπου excel 2007, καθώς και η περιγραφή των φυσικών χαρακτηριστικών του νερού όπως χρώμα και οσμή (Παράρτημα I).

Επί τόπου καταγράφηκαν η ενεργός οξύτητα - pH, το διαλυμένο οξυγόνο - DO (mg/l), η θερμοκρασία – T_{H2O} (°C) και η ειδική αγωγιμότητα – C (mS/cm).

4.1.1. Ενεργός οξύτητα – pH / Θερμοκρασία νερού / Ειδική αγωγιμότητα - C

Αφού αφαιρεθούν τα προστατευτικά των ηλεκτροδίων βυθίζονται στην περιοχή του νερού που ρέει, χωρίς να έρθουν επαφή με τον πυθμένα για τουλάχιστον ένα λεπτό. Όταν οι τιμές κάθε μέτρησης σταθεροποιηθούν καταγράφονται σε ειδικούς συγκεντρωτικούς πίνακες δεδομένων.

4.1.2. Διαλυμένο οξυγόνο – DO

Με ειδική φορητή συσκευή και με έναν αισθητήρα που περιέχει ηλεκτρόδιο λαμβάνονται μετρήσεις για την καταβύθιση και για το ανέβασμα του αισθητήρα και όταν ισορροπήσει καταγράφεται η ένδειξη (καθαρίζεται ο αισθητήρας τακτικά). Ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή ως προς τη χρήση και τη βαθμονόμηση του οργάνου.

4.2. Ετοιμασία δειγμάτων για χημικές αναλύσεις

Τα δείγματα νερού που συλλέχθηκαν σε κάθε σημείο μεταφέρθηκαν με ψυκτικό κιβώτιο μετά το πέρας της δειγματοληψίας στο εργαστήριο της Σχολής Γεωτεχνικών Επιστημών και Διαχείρισης Περιβάλλοντος. Τα δείγματα νερού φωτογραφήθηκαν και ετοιμάστηκαν για τις χημικές αναλύσεις την ίδια ημέρα, για αποφυγή χημικών και βιολογικών αντιδράσεων.

Σε καθαρούς δοκιμαστικούς σωλήνες έγινε διήθηση κάθε δείγματος νερού από ηθμό 0,45m για την απομάκρυνση των αιωρούμενων συστατικών και δόθηκαν οι αντίστοιχες ονομασίες. Για όσες χημικές αναλύσεις χρειάστηκε έγινε ρύθμιση του pH. Η περιεκτικότητα των ιόντων εκφράζεται σε χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο (mg/l).

4.2.1. Φωσφορικά ιόντα PO_4^{3-}

Χρησιμοποιήθηκε το δοκιμαστικό τεστ αντιδραστηρίων 14729 για φωσφορικά για διακυμάνσεις 1.5 – 76.7 mg/l PO_4 . Σε δοκιμαστικό σωλήνα αντιδραστηρίου προστίθεται 1.0 ml δείγματος και γίνεται ανάδευση. Προστίθεται μία δόση P-1K με την πράσινη μεζούρα και τοποθετείται στον θερμοαντιδραστή για 30 λεπτά στους 120°C. Αφού κρυώσει σε θερμοκρασία δωματίου τοποθετούνται πέντε σταγόνες με P-2K και αναδεύεται. Τέλος, προστίθεται μία δόση με P-3K με την μπλε μεζούρα και ανακινείται καλά μέχρι να διαλυθούν τα στερεά. Μετά την πάροδο πέντε λεπτών ο δοκιμαστικός σωλήνας τοποθετείται σε φωτόμετρο τύπου Spectroquant Pharo100 Merck και καταγράφεται η ένδειξη (mg/l) σε πίνακες. Ακολουθείται η ίδια διαδικασία για όλα τα δείγματα.

4.2.2. Αμμωνιακά ιόντα NH_4^+

Χρησιμοποιήθηκε δοκιμαστικό τεστ αντιδραστηρίων μεγάλης διακύμανσης για αμμωνιακά ιόντα εύρους $\text{NH}_3 - \text{N}$: 2-150 mg/l. Σε δοκιμαστικό σωλήνα αντιδραστηρίου προστίθεται 0.1 ml απιονισμένου νερού για καθορισμό σταθερού δείκτη. Από τα δείγματα νερού, τοποθετούνται 0.1 ml σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα αντιδραστηρίου. Προστίθεται αρχικά ένα μέρος Vario Ammonia Salicylate και μετά ένα μέρος Vario Ammonia Cyanurate σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα και αναδεύονται μέχρι να διαλυθεί η σκόνη. Μετά την πάροδο 30 λεπτών, ο σταθερός δείκτης τοποθετείται σε φωτόμετρο τύπου Lovibond SpectroDirect, στα 655nm, για

βαθμονόμηση και έπειτα ακολουθείται η ίδια διαδικασία για όλα τα δείγματα. Τα αποτελέσματα δίνονται σε mg/l αμμωνιακών και καταγράφονται σε πίνακες.

4.2.3. Νιτρικά ιόντα NO_3^-

Χρησιμοποιήθηκε το δοκιμαστικό τεστ αντιδραστηρίων 2420702 για νιτρικά ιόντα για διακυμάνσεις $\text{NO}_3^- - \text{N}$: 0,5 - 14 mg/l N. Σε δοκιμαστικούς σωλήνες αντιδραστηρίων τοποθετείται 0.5 ml από τα δείγματά νερού και ακολούθως αναδεύονται καλά. Προστίθεται 0,2 ml Nitrate-111 σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα και αναδεύεται. Με την πάροδο 20 λεπτών, βαθμονομείται το φωτόμετρο τύπου Lovibond SpectroDirect με τον δείκτη, στα 340nm και ακολουθείται η ίδια διαδικασία για μετρήσεις σε όλα τα δείγματα. Τα αποτελέσματα δίνονται σε mg/l νιτρικών και καταγράφονται σε πίνακες.

4.2.4. Νιτρώδη ιόντα NO_2^-

Χρησιμοποιήθηκε το δοκιμαστικό τεστ αντιδραστηρίων 2419018 για νιτρώδη ιόντα για διακυμάνσεις $\text{NO}_2^- - \text{N}$: 0,3 - 3 mg/l N. Σε δοκιμαστικούς σωλήνες αντιδραστηρίων τοποθετείται 0.5 ml από τα δείγματά νερού και ακολούθως αναδεύονται καλά. Προστίθεται μία μεζούρα No.8 με Nitrite-111 σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα και αναδεύεται μέχρι να διαλυθεί το περιεχόμενο. Με την πάροδο 30 λεπτών, βαθμονομείται το φωτόμετρο τύπου Lovibond SpectroDirect με τον δείκτη, στα 545nm και ακολουθείται η ίδια διαδικασία για μετρήσεις σε όλα τα δείγματα. Τα αποτελέσματα δίνονται σε mg/l νιτρώδη και καταγράφονται σε πίνακες.

4.2.5. Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο – COD

Χρησιμοποιήθηκε το δοκιμαστικό τεστ αντιδραστηρίων 14541 για χημικά απαιτούμενο οξυγόνο με εύρος ανίχνευσης 25 – 1500 mg/l. Ανακινείται καλά τα περιεχόμενο ενός δοκιμαστικού σωλήνα του συγκεκριμένου αντιδραστηρίου, προστίθενται σε αυτό 3 ml δείγματος νερού και συνεχίζεται η ανάμειξη. (η αντίδραση εκλύει θερμότητα). Ο δοκιμαστικός σωλήνας τοποθετείται στον θερμοαντιδραστή στους 148°C για δύο ώρες. Με την πάροδο του χρόνου, αφαιρείται και αφήνεται σε ηρεμία. Έπειτα από δέκα λεπτά το δείγμα ανακινείται καλά και αφήνεται μέχρι να πάρει πλήρως θερμοκρασία δωματίου. Τέλος, αφού κρυώσει, τοποθετείται στο φωτόμετρο τύπου

Spectroquant Pharo100 Merck για την καταγραφή της ποσότητας COD, εκφρασμένη σε mg/l. Ακολουθείται η ίδια διαδικασία ταυτόχρονα για τα πέντε δείγματα νερού που συλλέχθηκαν.

4.2.6. Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο – BOD₅

Χρησιμοποιήθηκε για εύρος 0 – 400 mg/l. Με τη χρήση του πεχαμέτρου ρυθμίζεται το pH μεταξύ 6,5 – 7,5 προσθέτοντας οξύ ή βάση ανάλογα. Σε καφέ ειδικές σκοτεινές φιάλες τοποθετούνται 157 ml από τα δείγματα νερού και προστίθενται πέντε σταγόνες Nitrification Inhibitor, ενώ στη συνέχεια προστίθενται τέσσερις σταγόνες Potassium hydroxide solution 45%. Οι φιάλες τοποθετούνται στις ειδικές θήκες σε σταθερή θερμοκρασία 20°C για περίοδο πέντε ημερών. Τα αποτελέσματα καταγράφηκαν σε mg/l.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1.Ρύπανση Επιφανειακών νερών

Οι μετρήσεις πεδίου καθώς και οι χημικές αναλύσεις των δειγμάτων επιφανειακού νερού που συλλέχθηκαν από τη λεκάνη απορροής του ποταμού Γαρύλλη αποδεικνύουν την παρουσία ρυπογόνων ουσιών. Καταγράφηκαν μεγάλες αποκλίσεις από τα επιτρεπτά όρια που καθορίστηκαν από την Κυπριακή Δημοκρατία κατόπιν οδηγιών της ΕΕ.

Πίνακας 5.1: Όρια παραμέτρων για την εκτίμηση των χημικών και φυσικοχημικών συνθηκών των επιφανειακών υδάτων στην Κύπρο [29].

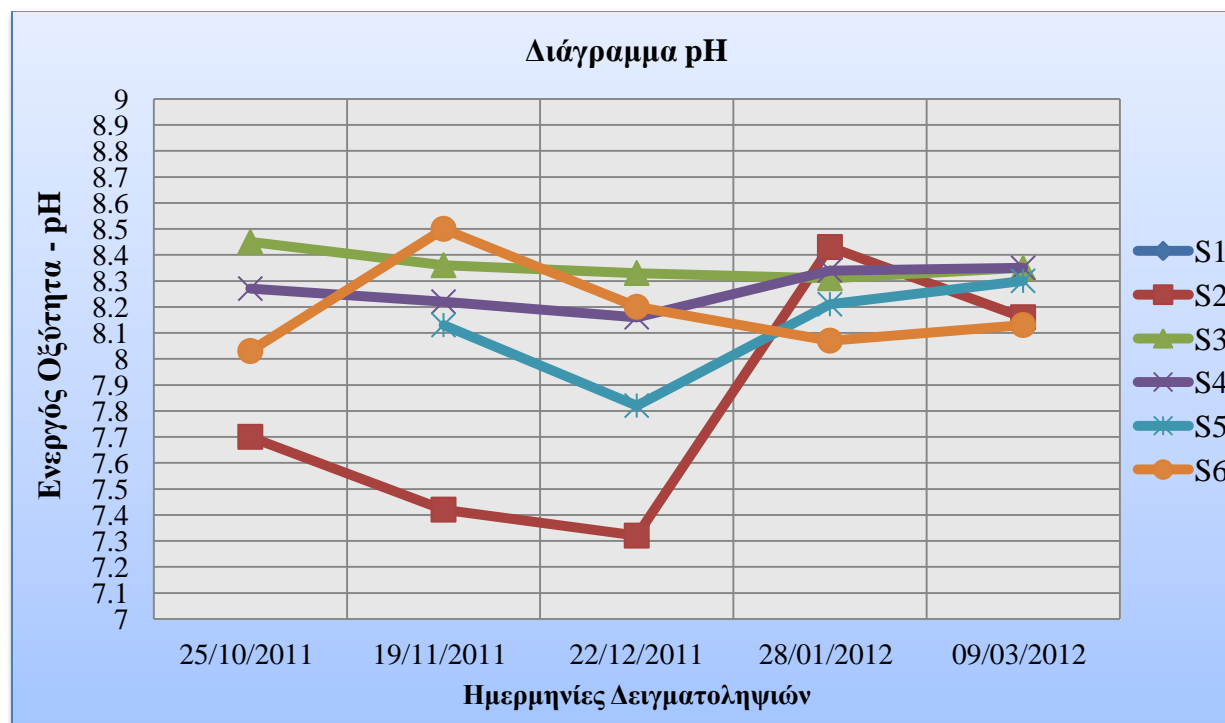
Parameter	Classification system	Units	High	Good	Moderate	Poor	Bad
Dissolved oxygen	Norway criteria	mg/lt	> 9	9-6.4	6.4-4	4-2	< 2
BOD5			0.5	0.5-2.0	2.1-3.5	3.5-5.0	>5.0
NH4-N	NCS*		< 0.024	0.024-0.060	0.061-0.2	0.21-0.50	>0.50
NO3-N	NCS*		< 0.22	0.22-0.6	0.61-1.30	1.31-1.80	>1.80
NO2-N	NCS*	μg/lt	< 3.0	3.0-8.0	8.1-30.0	30.1-70.0	>70.0
PO4-P	NCS*		< 30	30-105	106-165	166-340	>340
Total Phosphorous	NCS*		< 85	95-165	166-220	221-405	>405
Electrical Conductivity		mS/cm	<0.25	0.25-0.75	0.75-2	2.001-3	>3
*) NCS=Nutrient Classification System 1, 2, 3							

Η περιβαλλοντική επιβάρυνση που επιδέχεται συστηματικά και σε καθημερινή βάση η περιοχή, έχει επηρεάσει αρνητικά και σε πολύ μεγάλο βαθμό την ποιότητα των νερών της. Οι φυσικοχημικοί παράμετροι του νερού που εξετάστηκαν στα πλαίσια της παρούσας ΜΔ για την εξακρίβωση του βαθμού της ρύπανσης του ποταμού έχουν ομαδοποιηθεί σε δείκτες ποιότητας του νερού, οργανική ρύπανση και χημική ρύπανση. Τα αποτελέσματα για κάθε παράμετρο παρουσιάζονται στις πιο κάτω κατηγορίες σε αντίστοιχα συγκεντρωτικά διαγράμματα για κάθε θέση και ημερομηνία δειγματοληψίας. Η θέση S1 έχει εξεταστεί σε όλες τις ημερομηνίες δειγματοληψίας, όμως δεν ήταν δυνατή η συλλογή νερού λόγω απουσίας ροής.

5.2. Δείκτες ποιότητας του νερού

5.2.1. Ενεργός οξύτητα – pH

Από τις επί τόπου μετρήσεις της ενεργού οξύτητας προκύπτει ότι τα επιφανειακά νερά σύμφωνα με τα δείγματα στις θέσεις S3 – S6 κατατάσσονται στην κατηγορία της αλκαλικής περιοχής – βασικό pH, όπως φαίνεται στο πιο κάτω Διάγραμμα 5.1.



Διάγραμμα 5.1: Μεταβολή της συγκέντρωσης της ενεργού οξύτητας των επιφανειακών νερών για κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.

Το pH κυμαίνεται μεταξύ ελάχιστης τιμής στο 7,8 και μέγιστης στο 8,5 με μέσο όρο να φτάνει στο pH= 8,2. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο γεωλογικό υπόβαθρο της λεκάνης το οποίο αποτελείται γενικά από κρητίδες (90% ανθρακικό ασβέστιο), μάργες και ασβεστιτικούς ψαμμίτες με κυμαινόμενα ποσοστά ανθρακικού ασβεστίου και αργιλικού κλάσματος. Το επιφανειακό νερό κατά την πορεία του ερχόμενο σε επαφή με τα συγκεκριμένα πετρώματα εμπλουτίζεται σε ιόντα και αυξάνει την αλκαλικότητά του.

Εξάιρεση αποτελεί η θέση S2 της οποίας το νερό παρουσιάζει το χαμηλότερο pH= 7,32 - 7,42 (ουδέτερη περιοχή pH) και κυρίως τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο. Κατά τις δειγματοληψίες την περίοδο αυτή, παρατηρήθηκε ότι στη συγκεκριμένη θέση όπου λίμναζε ποσότητα νερού, η παροχή ήταν αρκετά μειωμένη με αποτέλεσμα το νερό να μην ανανεώνεται. Η μείωση του pH πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη αποικοδόμηση οργανικής ύλης που συνεπάγεται και αυξημένη ελευθέρωση οξέων που προσδίδουν στο νερό χαμηλές τιμές pH.

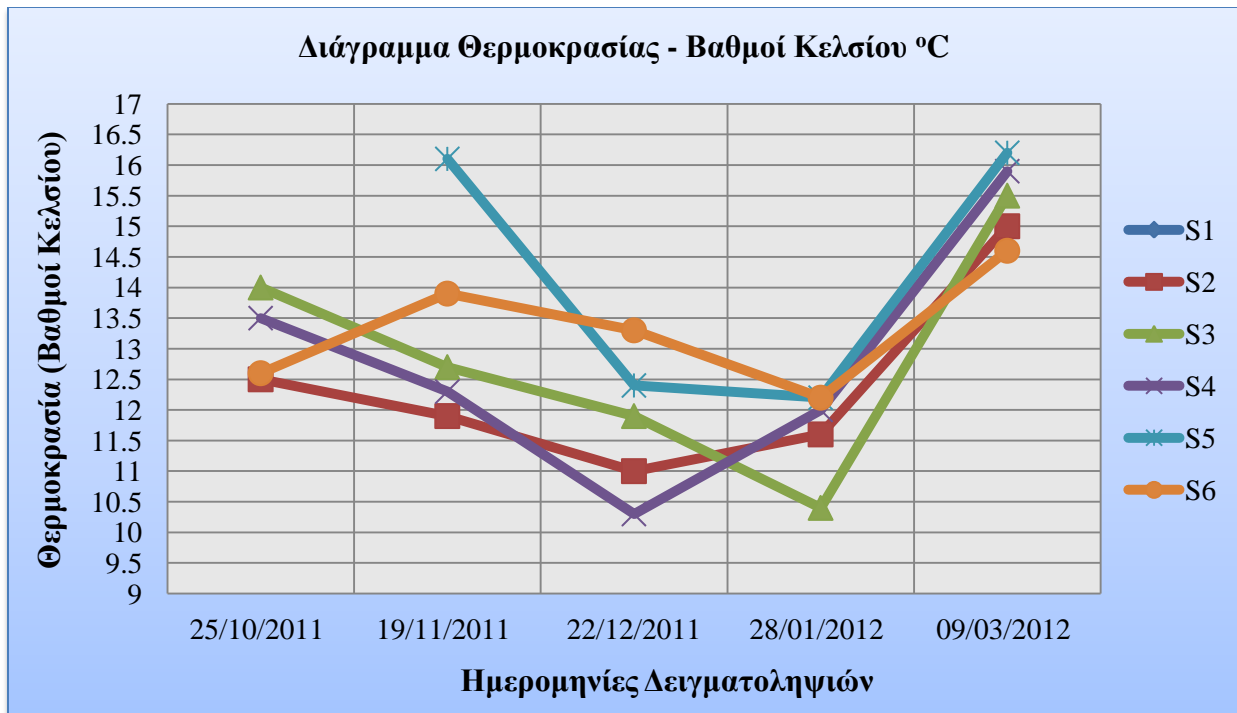
5.2.2. Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία των υδάτων αποτελεί σημαντική παράμετρο στα ποταμιά συστήματα καθώς επηρεάζει τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου μέσα στο νερό.

Η μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού σε κάθε σημείο μέτρησης φαίνεται να είναι σύμφωνη με τις μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας. Γενικά, για την επαρχία Λεμεσού, η μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος από τον Οκτώβριο μέχρι τον Ιανουάριο μειώνεται και έπειτα αυξάνεται [31].

Η θερμοκρασία του επιφανειακού νερού για τις ημερομηνίες δειγματοληψίας επηρεάζεται από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Συνεπώς κατά τους χειμερινούς μήνες το νερό στις θέσεις δειγματοληψίας έχει χαμηλή θερμοκρασία με ελάχιστη τιμή στη θέση S4 με 10,3 °C τον Δεκέμβριο, ενώ την άνοιξη η θερμοκρασία αυξάνεται με μέγιστη τιμή στη θέση S5 με 16,2 °C τον Μάρτιο. Για όλες τις θέσεις θεωρείται ότι τα όρια των τιμών είναι σε αποδεκτά επίπεδα, με το εύρος διακύμανσης μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης τιμής να είναι 5,8°C.



Διάγραμμα 5.2: Διακύμανση θερμοκρασίας επιφανειακών νερών για κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.

Λόγω ομαλής μεταβολής της θερμοκρασίας του νερού στη θέση S2 ευνοείται η ανάπτυξη μικρών ψαριών.

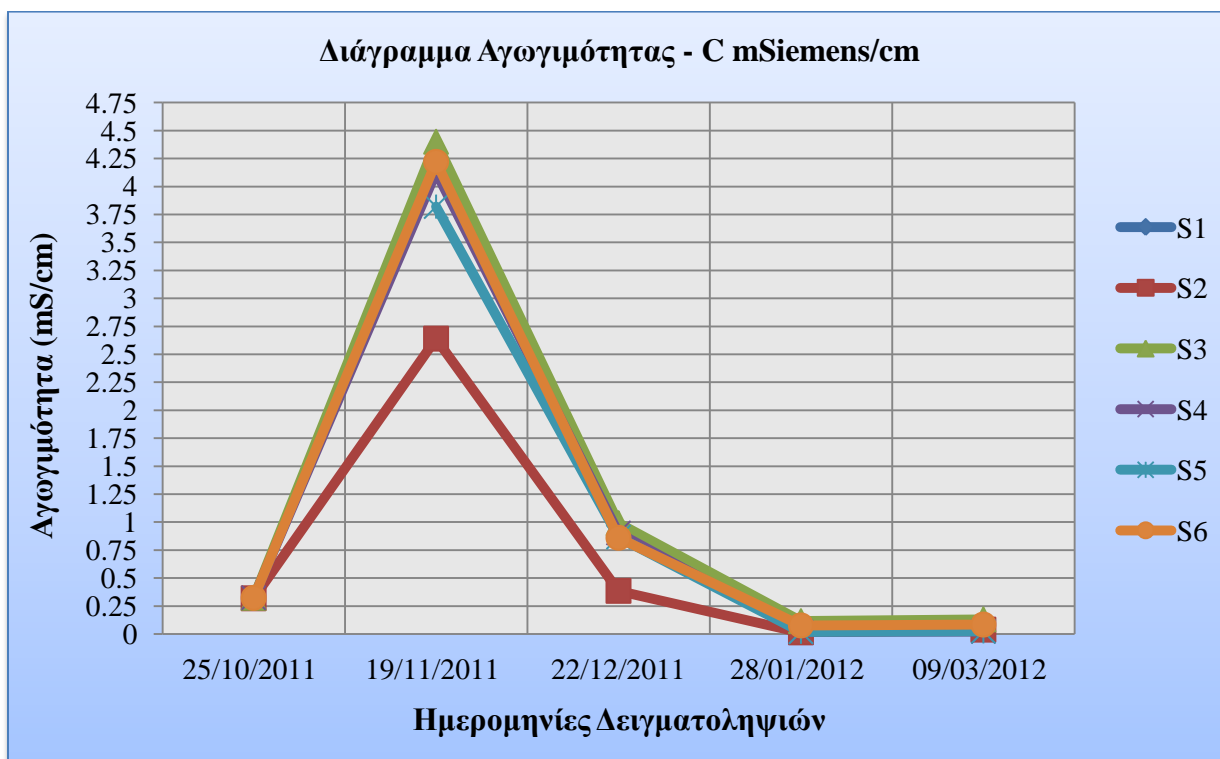
Η θέση S5 όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις βρίσκεται σε ανοικτό χώρο όπου πλαταίνει η κοιλάδα και δεν επηρεάζεται από σκίαση. Έτσι, η διακύμανση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος παίζει καθοριστικό ρόλο στην περιοχή αυτή και οι αποκλίσεις είναι απότομες, με ελάχιστη θερμοκρασία νερού 12,2°C τον Ιανουάριο και μέγιστη 16,2°C τον Μάρτιο.

Το επιφανειακό νερό στη θέση S6 παρουσιάζει την ομαλότερη διακύμανση μεταξύ 12,2°C και 14,6°C (εύρος 2,4°C), γεγονός που οφείλεται στη σκίαση της κοίτης από την παρόχθια βλάστηση.

5.2.3. Ειδική αγωγιμότητα – C

Σύμφωνα με τις διακυμάνσεις της ειδικής αγωγιμότητας υπάρχει ομοιότητα κατανομής σε όλες τις θέσεις που καταγράφηκαν οι επί τόπου μετρήσεις, για διαφορετικές συγκεντρώσεις. Συγκεκριμένα, παρατηρείται κατακόρυφη αύξηση της αγωγιμότητας τον μήνα Νοέμβριο και

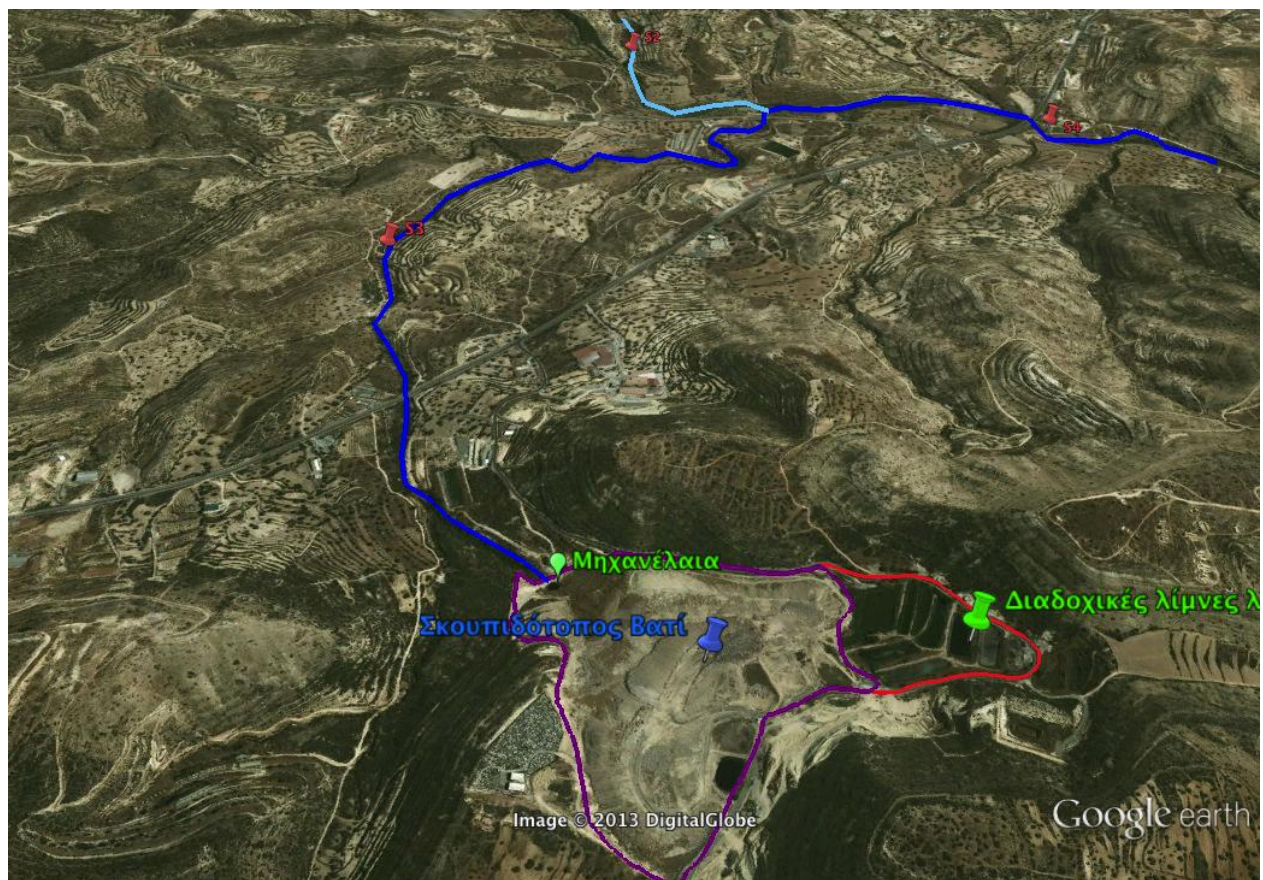
έπειτα σταδιακή μείωση της τιμής σε όλες τις θέσεις. Αυτό οφείλεται: α) στην ποσότητα του επιφανειακού νερού που κινείται στους κλάδους κάθε θέσης, η οποία τον Νοέμβριο ήταν ελάχιστη με αποτέλεσμα να υπάρχουν πολλά αιωρούμενα σωματίδια σε αναλογία νερού και β) σε αυξημένα ποσοστά ρύπανσης συνεπώς στην παρουσία αυξημένων ιόντων στο νερό και γ) στο γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής το οποίο περιέχει αυξημένα ποσοστά ανθρακικού υλικού. Μέγιστη τιμή αγωγιμότητας παρουσιάζει η θέση S3 = 4,4 mS/cm τον Νοέμβριο και ελάχιστη τιμή η θέση S2 = 0.0146 mS/cm τον Ιανουάριο.



Διάγραμμα 5.3: Διακύμανση αγωγιμότητας στα επιφανειακά νερά για κάθε θέση δειγματοληψίας ανά ημερομηνία.

Οι μέσες τιμές αγωγιμότητας σε κάθε θέση δειγματοληψίας είναι: S2 = 0,68 mS/cm, S3 = 1,19 mS/cm, S4 = 1,08 mS/cm, S5 = 1,18 mS/cm, S6 = 1,11 mS/cm. Σύμφωνα με τα όρια ταξινόμησης των επιφανειακών υδάτων του Πίνακα 5.1, οι θέσεις κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες όσον αφορά την ποσότητα της αγωγιμότητας: S2: ‘καλής’ κατάστασης και S3, S4, S5, S6: ‘μέτριας’ κατάστασης.

Η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι τα επιφανειακά νερά που ρέουν στη θέση S2 προέρχονται από διαφορετικό κλάδο και αποστραγγίζουν το βορειοανατολικό μέρος της λεκάνης το οποίο δεν επηρεάζεται από ρύπανση που προέρχεται από τον σκουπιδότοπο στο Βατί (βορειοδυτικά). Αντίθετα, οι θέσεις S3, S4, S5, δέχονται νερό που αποστραγγίζεται από την περιοχή του σκουπιδότοπου και στη συνέχεια καταλήγει στη βορειοδυτική είσοδο του φράγματος των Πολεμιδιών. Επίσης, στη θέση S6, καταλήγει ο κλάδος που προέρχεται από το χωριό Παλώδια, ο οποίος αποστραγγίζει και μεταφέρει τους ρύπους της οικιστικής περιοχής και των καλλιεργήσιμων εκτάσεων.

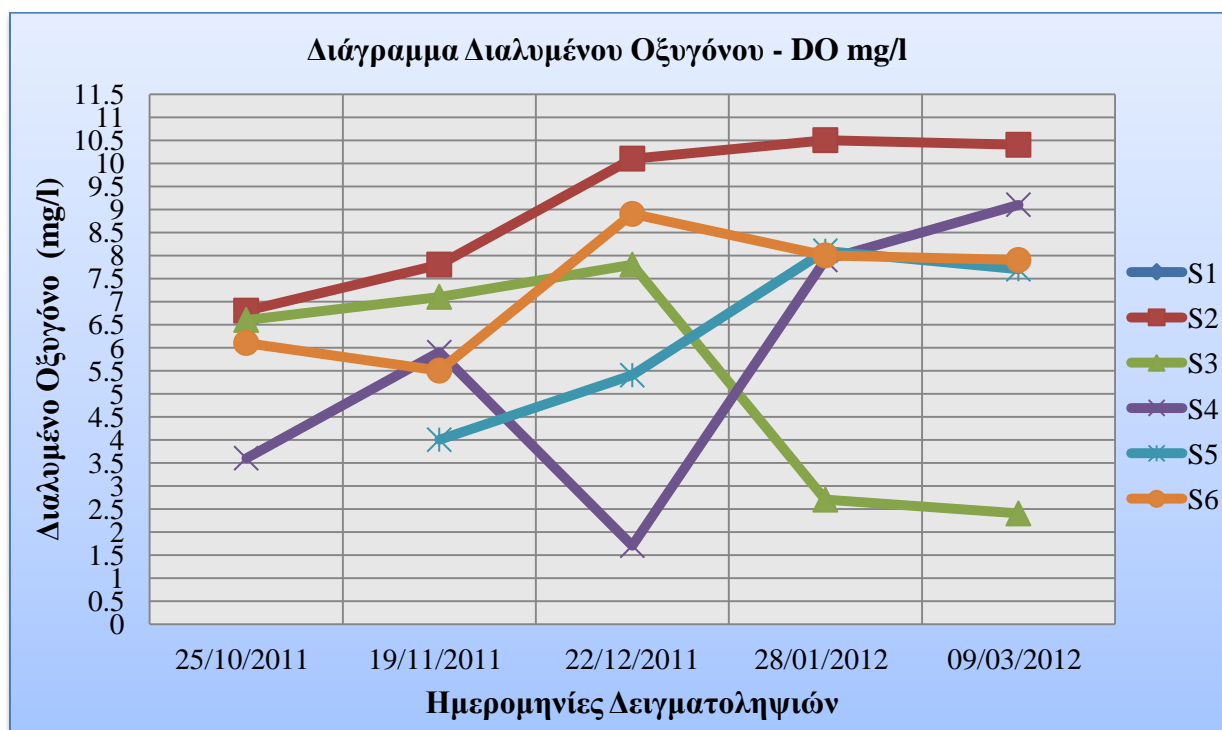


Εικόνα 5.1: Κλάδοι αποστράγγισης στις θέσεις S2, S3, S4.

5.3. Οργανική ρύπανση

5.3.1. Διαλυμένο οξυγόνο – DO

Στο Διάγραμμα 5.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την καταγραφή των επί τόπου μετρήσεων στις θέσεις δειγματοληψίας S1 – S6 και αφορούν την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό.



Διάγραμμα 5.4: Μεταβολή στην ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου των επιφανειακών νερών για κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.

Η καταγραφή της ποσότητας του διαλυμένου οξυγόνου των επιφανειακών νερών εκφράζεται σε mg/l και παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση μεταξύ των θέσεων δειγματοληψίας.

Σημαντικό είναι το γεγονός ότι η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου παρουσιάζει αντίστροφη αναλογία με τη διακύμανση της θερμοκρασίας, καθώς όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία τόσο χαμηλότερη είναι η περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο. Συγκεκριμένα στις περιόδους όπου η θερμοκρασία στις θέσεις δειγματοληψίας S2, S5 και S6 από τον Οκτώβριο μειώνεται προοδευτικά μέχρι την αύξησή της τον Μάρτιο, έχουμε ανάλογη αύξηση της ποσότητας του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό την αντίστοιχη εποχή.

Δεν παρατηρείται όμως ομαλή σχέση στη θέση S4 και αυτό οφείλεται στη στασιμότητα των νερών και τη μη ανανέωσή τους. Κατά τη δειγματοληψία στη θέση S4 Δεκεμβρίου όταν η θερμοκρασία του νερού είναι μειωμένη παρουσιάζεται ταυτόχρονα μειωμένη ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου λόγω μη ικανοποιητικού αερισμού του νερού αφού παρατηρείται ελάχιστη παροχή νερού αλλά και λόγω αυξημένης αποσύνθεσης της οργανικής ύλης.

Στη θέση S3 όταν η θερμοκρασία αρχίζει να μειώνεται, η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου αυξάνεται μέχρι τον Δεκέμβριο και έπειτα μειώνεται απότομα λόγω εισροής στο νερό διάφορων ρυπογόνων ουσιών αλλά και στην αύξηση της συγκέντρωσης οργανικής ύλης. Η αύξηση του διαλυμένου οξυγόνου στη θέση S3 είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη μείωση του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου με απότομη μεταβολή τον Δεκέμβριο. Αυτό πιθανόν να οφείλεται α) στην παρουσία μειωμένης οργανικής ύλης στο νερό την περίοδο αυτή, που συνεπάγεται πλεόνασμα οξυγόνου και β) στην πτώση του νερού από ύψος (μικρός καταρράκτης) και τον εμπλουτισμό του σε οξυγόνο (βλ. Διαγράμματα 5.10 & 5.12).

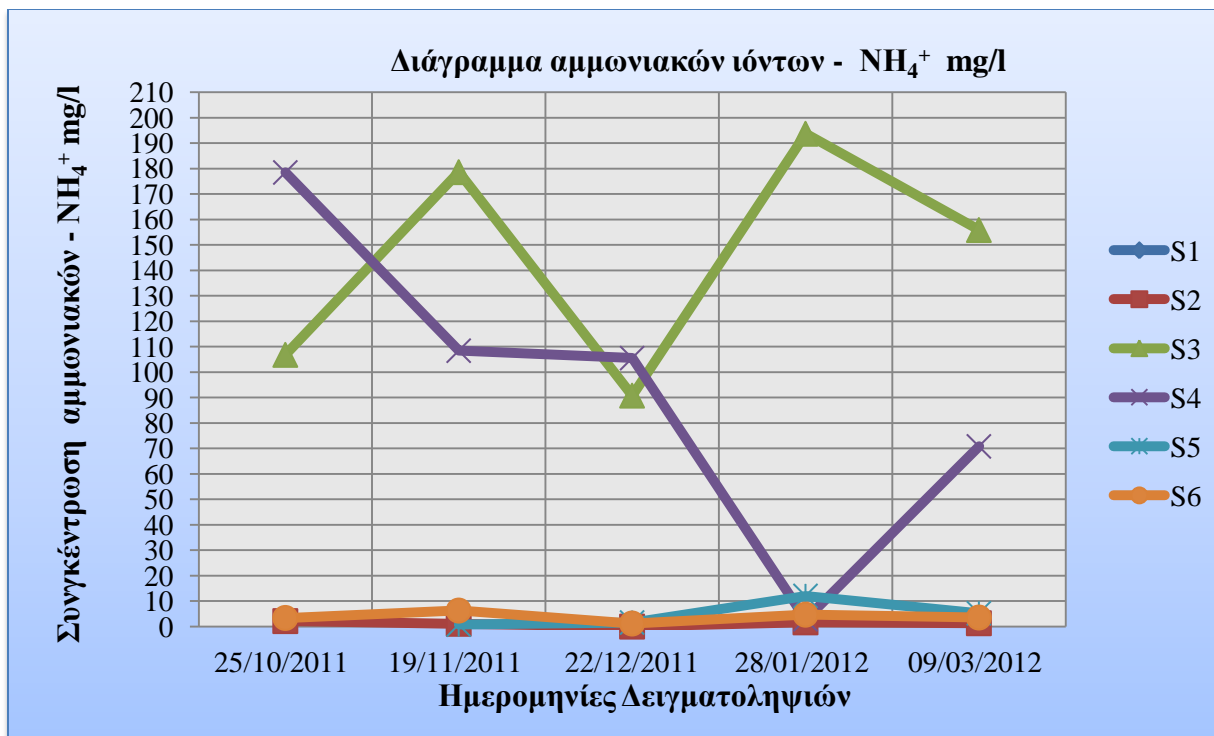
Τη μεγαλύτερη ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου παρουσιάζει η θέση S2 η οποία κυμαίνεται μεταξύ 6,8mg/l τον Οκτώβριο μέχρι 10,5mg/l τον Ιανουάριο. Οι ποσότητες αυτές με μέσο όρο 9,12>9:High δηλώνουν 'Υψηλής' κατάστασης επιφανειακά ύδατα για τον συγκεκριμένο κλάδο, σύμφωνα με τα όρια αξιολόγησης των επιφανειακών υδάτων της Κύπρου (βλ. Πίνακα 5.1).

Χαμηλότερες τιμές παρουσιάζουν με μέσους όρους οι θέσεις S3 = 5,32, S4 = 5,64, S5 = 5,04 mg/l, οι οποίες εντάσσονται στην κατηγορία 'Μέτριας' κατάστασης επιφανειακά νερά, ενώ η θέση S6 εμπίπτει στην κατηγορία 'καλής' κατάστασης.

Οι διαφοροποιήσεις αυτές προκύπτουν από την ύπαρξη ποσοτήτων ρυπογόνων ουσιών που εισέρχονται σε κάθε κλάδο. Συγκεκριμένα, η θέση S3 έχει άμεση ροή νερού από την αποστράγγιση του σκουπιδότοπου στο Βατί, η οποία στην πορεία του επηρεάζει τις θέσεις S4 και S5. Οι θέσεις S2 και S6 αποστραγγίζουν διαφορετικούς κλάδους και συνεπώς παρουσιάζουν καλύτερη ποιότητα υδάτων σε σχέση με τις υπόλοιπες.

5.3.2. Αμμωνιακά ιόντα – NH_4^+

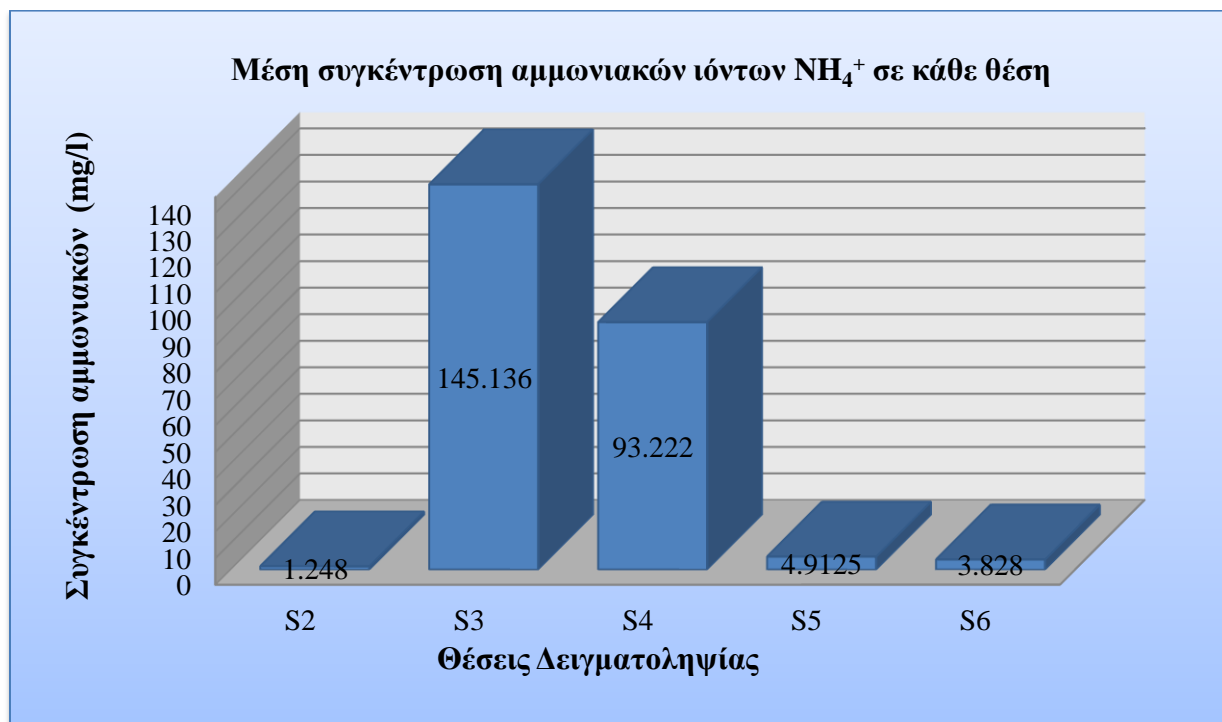
Η διακύμανση των αμμωνιακών ιόντων στις θέσεις δειγματοληψίας παρουσιάζονται στο πιο κάτω Διάγραμμα 5.5 και έχουν εύρος διακύμανσης συγκέντρωσης από ~ 0 - 193,67 mg/l.



Διάγραμμα 5.5: Μεταβολή της συγκέντρωσης αμμωνιακών ιόντων στα επιφανειακά νερά για κάθε θέση δειγματοληψίας ανά ημερομηνία.

Πολύ υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνιακών ιόντων καταγράφηκαν κυρίως για τις θέσεις $S3_{\max} = 193,67 \text{ mg/l}$ και $S4_{\max} = 178,47 \text{ mg/l}$. Αξίζει να σημειωθεί ότι καθ' όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών, όταν η ροή νερού ήταν μειωμένη τους μήνες Οκτώβριο – Νοέμβριο, υπήρχαν αυξημένες ποσότητες αμμωνιακών ιόντων στο νερό στις θέσεις S3 και S4. Το ίδιο παρατηρείται και σε περιόδους αυξημένης ροής τους μήνες Ιανουάριο και Μάρτιο, όπου οι τιμές των αμμωνιακών ιόντων εξακολουθούν να είναι αυξημένες. Το γεγονός αυτό πιθανό να οφείλεται στην αυξημένη απόρριψη λυμάτων στην περιοχή Βατί. Εξαίρεση αποτελεί τον μήνα Ιανουάριο η ποσότητα αμμωνιακών ιόντων στη θέση $S4 = 2,89 \text{ mg/l}$, η οποία απέχει μεγαλύτερη απόσταση από τον σκουπιδότοπο Βατί σε σχέση με τη θέση S3. Η θέση S3 είναι η πλησιέστερη στον σκουπιδότοπο Βατί, παρ' όλα αυτά τον Δεκέμβριο καταγράφηκε μείωση της συγκέντρωσης των αμμωνιακών στο δείγμα νερού σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες, εξακολουθεί όμως να είναι υψηλή.

Οι μέσες τιμές για τα επίπεδα των αμμωνιακών στα επιφανειακά νερά της περιοχής έρευνας παρουσιάζονται στο πιο κάτω διάγραμμα με S2 = 1,2 mg/l, S3 = 145,1 mg/l, S4 = 93,2 mg/l, S5 = 4,9 mg/l, S6 = 3,8 mg/l.

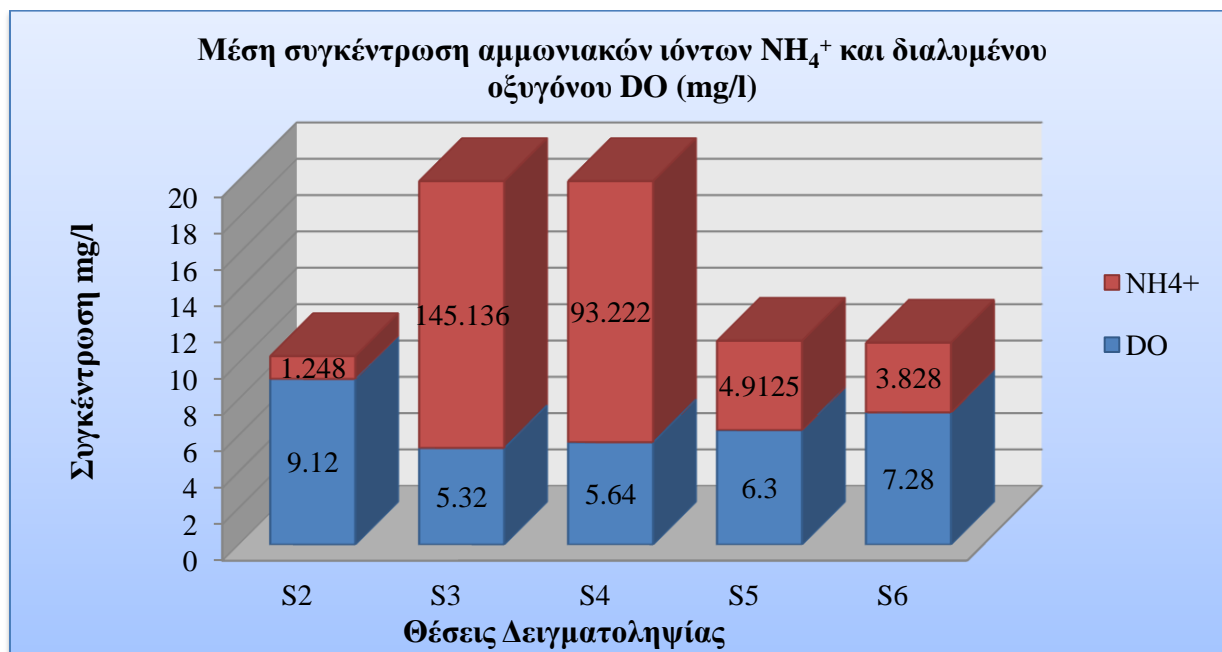


Διάγραμμα 5.6: Μέση συγκέντρωση αμμωνιακών ιόντων στα επιφανειακά νερά σε κάθε θέση δειγματοληψίας.

Από τις μέσες τιμές συγκέντρωσης των αμμωνιακών ιόντων, τα επιφανειακά νερά της περιοχής έρευνας ταξινομούνται: $\text{NH}_4^+ > 0,50 \text{ mg/l}$ ως 'κακής' κατάστασης που αντιστοιχεί για όλες τις θέσεις δειγματοληψίας. Επίσης, διαπιστώνεται ότι όσο μεγαλύτερη απόσταση έχει κάθε θέση από τον σκουπιδότοπο Βατί, τόσο μειώνονται τα επίπεδα των αμμωνιακών ιόντων. Οι θέσεις S2 και S6 δεν έχουν άμεση ροή νερού από τον σκουπιδότοπο, παρ' όλα αυτά οι υψηλές συγκεντρώσεις στα αμμωνιακά ιόντα πιθανό να οφείλονται στην παρουσία λιπασμάτων και στην διέλευση του νερού από οικιστική περιοχή.

Η διάθεση ανεπεξέργαστων οικιακών και βιομηχανικών αποβλήτων υψηλής περιεκτικότητας σε οργανική ουσία στα ποτάμια συστήματα έχει ως αποτέλεσμα μια αξιοσημείωτη μείωση της συγκέντρωσης του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο και παράλληλα την έκλυση αμμωνίας κατόντη του σημείου έκχυσης των αποβλήτων, με αποτέλεσμα την αποξυγόνωση της υδάτινης στήλης

[17]. Η αποξυγόνωση των επιφανειακών υδάτων στην περιοχή έρευνας τεκμηριώνεται από την αντίστροφη σχέση των ποσοτήτων διαλυμένου οξυγόνου και αμμωνιακών ιόντων στις θέσεις δειγματοληψίας, όπως φαίνεται στο πιο κάτω διάγραμμα των μέσων τιμών.



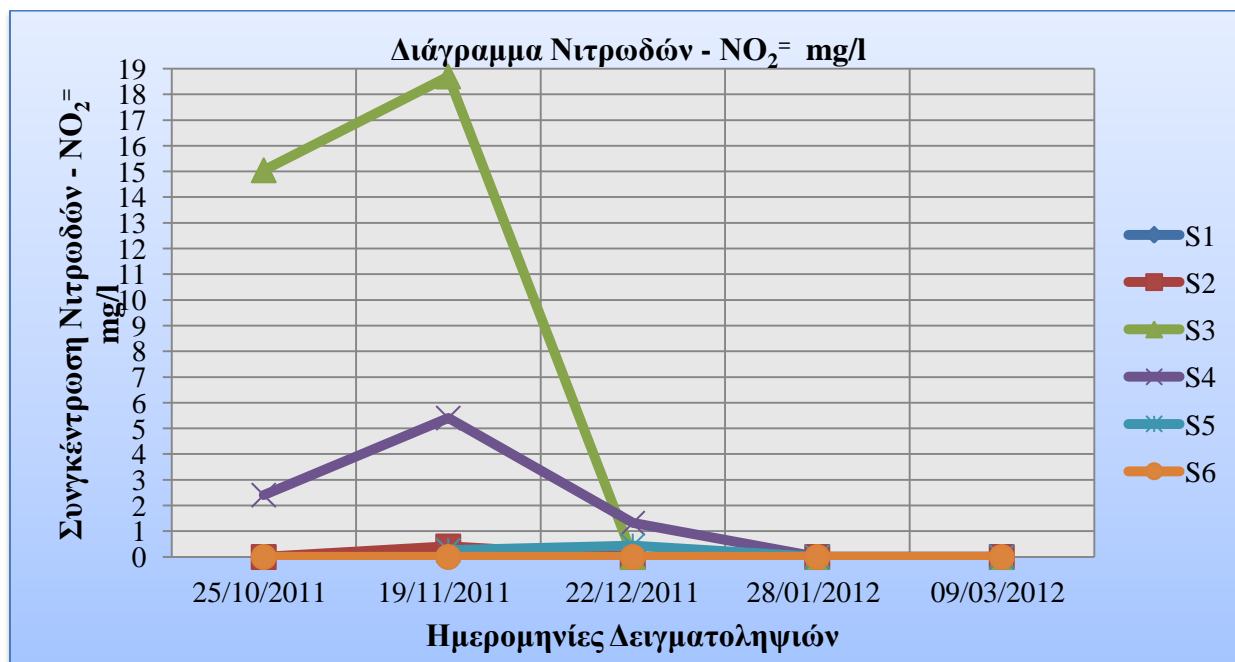
Διάγραμμα 5.7: Μέσες συγκεντρώσεις αμμωνιακών ιόντων και διαλυμένου οξυγόνου στα επιφανειακά νερά, σε κάθε θέση δειγματοληψίας.

Η αύξηση των αμμωνιακών ιόντων προκαλεί ταυτόχρονη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου που είναι έντονη στις θέσεις S3 και S4, ενώ όταν τα επίπεδα αμμωνιακών ιόντων στο νερό είναι μειωμένα καταγράφεται σημαντική αύξηση του διαλυμένου οξυγόνου όπως φαίνεται στη θέση S2.

Η παρουσία αμμωνιακών ιόντων στο σύνολο τους για την περιοχή έρευνας φαίνεται να υπερβαίνει κατά πολύ το όριο 'κακής' κατάστασης και αυτό υποδεικνύει παρατεταμένη και έντονη ρύπανση των επιφανειακών νερών στους συγκεκριμένους κλάδους αποστράγγισης της λεκάνης του ποταμού Γαρύλλη. Οι υπερβολικές ποσότητες αμμωνιακών στην περιοχή όπου λήφθηκαν τα δείγματα υποδεικνύουν πρόσφατη ρύπανση κυρίως από βιομηχανικά και αστικά λύματα (ή και στερεά απορρίμματα) τα οποία περιέχουν οργανικό άζωτο και αμμωνιακά άλατα.

5.3.3. Νιτρώδη ιόντα – NO_2^-

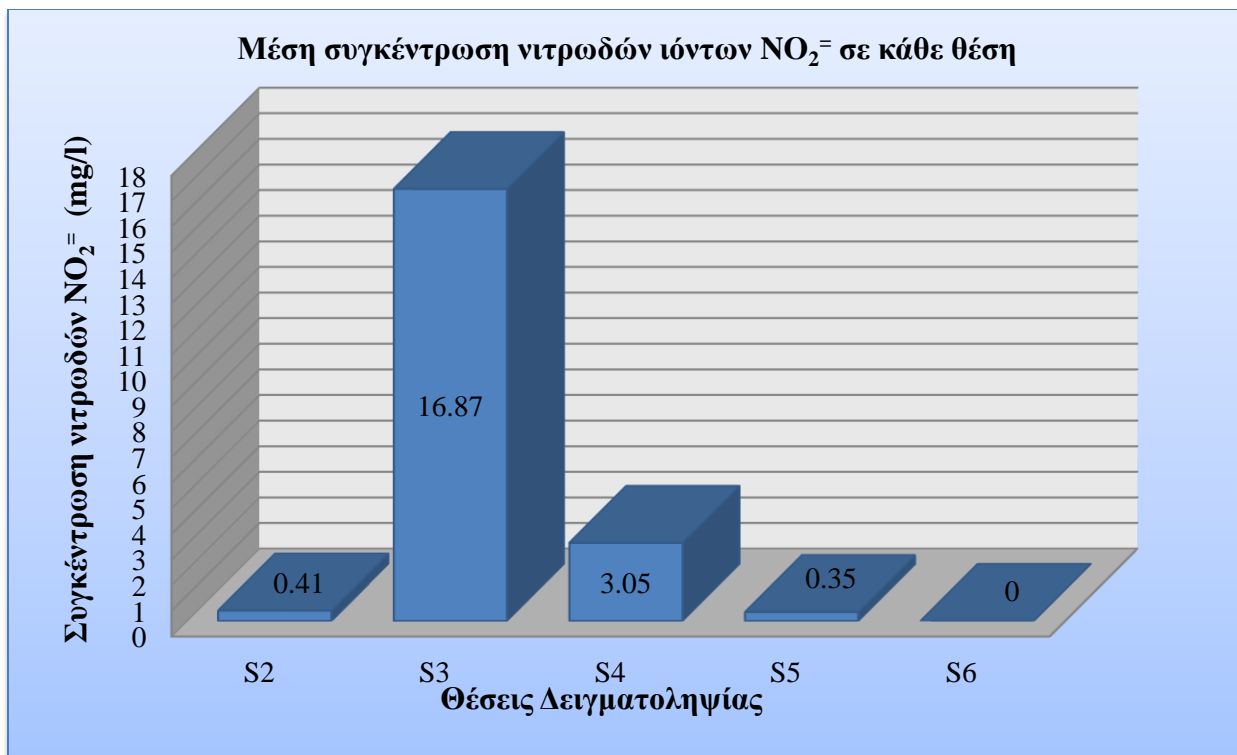
Η διακύμανση της συγκέντρωσης των νιτρωδών ιόντων στα επιφανειακά νερά της περιοχής έρευνας παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.8.



Διάγραμμα 5.8: Διακύμανση νιτρωδών ιόντων στα επιφανειακά νερά για κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.

Οι συγκεντρώσεις γενικά μειώνονται κατά τη διάρκεια της περιόδου δειγματοληψιών με τιμές να κυμαίνονται $\text{NO}_2^- = 18,7 - 0 \text{ mg/l}$. Τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο στη θέση S3 καταγράφηκαν οι υψηλότερες ποσότητες $\text{S3}_{\text{NO}_2^-} = 15,05 \text{ mg/l}$ και $18,7 \text{ mg/l}$ αντίστοιχα. Την ίδια περίοδο στη θέση S4 καταγράφηκαν $\text{S4}_{\text{NO}_2^-} = 2,41 \text{ mg/l}$ και $5,41 \text{ mg/l}$. Οι θέσεις αυτές είναι οι πλησιέστερες στον σκουπιδότοπο Βατί και ο κλάδος της θέσης S3 επηρεάζει κατάντη τις θέσεις S4 – S5 και καταλήγει στον φράγμα Πολεμιδιών. Τους μήνες Ιανουάριο και Μάρτιο τα επίπεδα NO_2^- είναι μηδενικά για όλα τα δείγματα νερού που αναλύθηκαν (θέσεις S2 – S6).

Οι μέσες τιμές συγκέντρωσης νιτρωδών ιόντων για κάθε θέση φαίνονται στο Διάγραμμα 5.9.



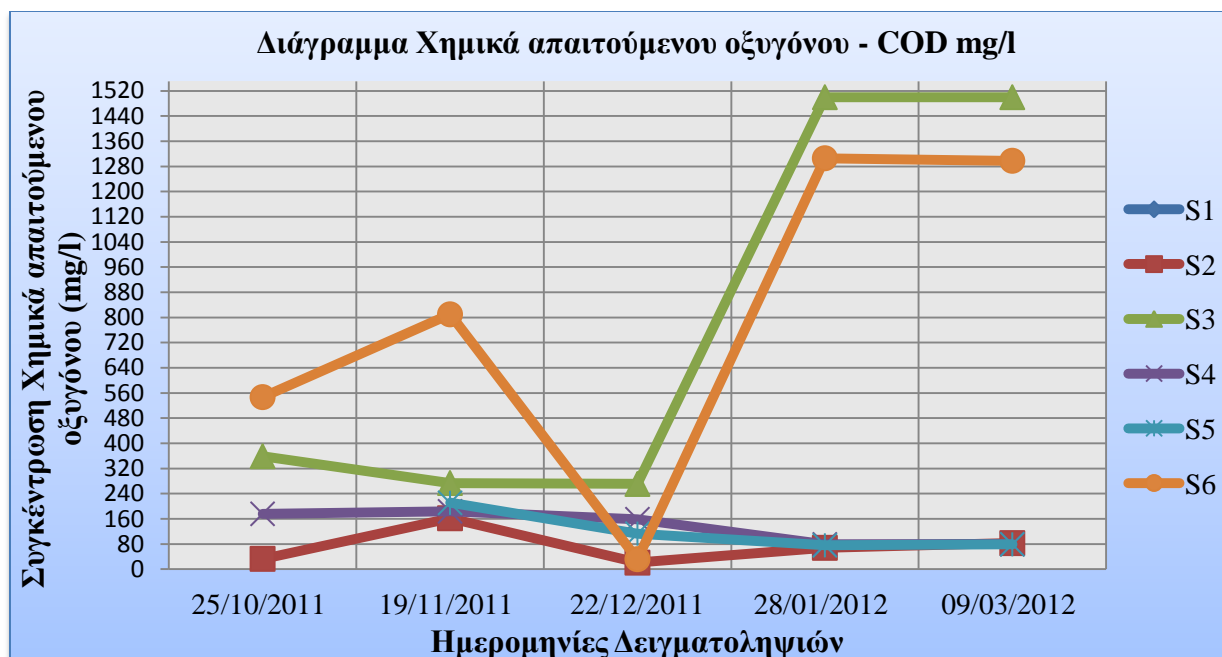
Διάγραμμα 5.9: Μέση συγκέντρωση νιτρωδών ιόντων στα επιφανειακά νερά σε κάθε θέση δειγματοληψίας.

Σύμφωνα με την ταξινόμηση του Πίνακα 5.1 οι θέσεις S2 έως S5 εντάσσονται στην κατηγορία ‘κακής’ κατάστασης.

Η παρουσία υψηλών ποσοτήτων νιτρωδών ιόντων δεν δικαιολογείται μόνο από φυσικές διεργασίες, αντίθετα προέρχονται από διάθεση αστικών και βιομηχανικών λυμάτων και στερεών απορριμμάτων.

5.3.4. Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο – COD

Η καταγραφή της ποσότητας του COD στα ποτάμια συστήματα αποτελεί παράλληλα μία αξιόλογη εκτίμηση της περιεκτικότητας σε οργανικές ενώσεις στα νερά. Στο πιο κάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές που καταγράφηκαν για το COD της κάθε θέσης, σε mg/l.

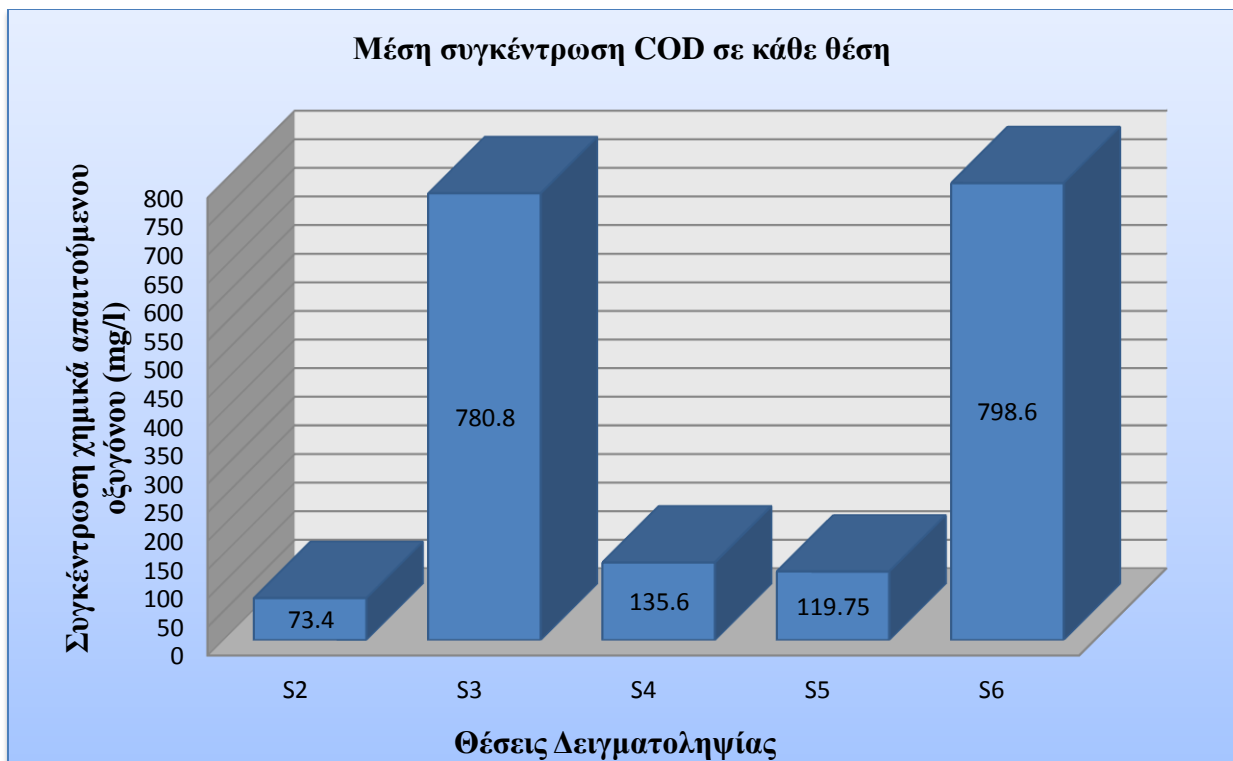


Διάγραμμα 5.10: Διακύμανση της ποσότητας COD στα επιφανειακά νερά για κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.

Η περιεκτικότητα σε COD κυμαίνεται στο ελάχιστο 21 mg/l στη θέση S2 τον Δεκέμβριο και σε μέγιστο > 1500 mg/l στη θέση S3 τους μήνες Ιανουάριο και Μάρτιο.

Τα υψηλότερα επίπεδα COD καταγράφηκαν στις θέσεις S3 και S6 κατά τις δειγματοληψίες του Ιανουαρίου και Μαρτίου. Τους μήνες αυτούς καταγράφηκαν μεγάλες ποσότητες νερού να αποστραγγίζουν τη λεκάνη του ποταμού Γαρύλλη και να εισρέουν στο φράγμα Πολεμιδιών. Η αυξημένη ροή νερού υποβοηθά και τη μετακίνηση και την εξάπλωση των ρύπων και οργανικών ουσιών από την πηγή ρύπανσης προς κατάντη της λεκάνης. Συγκεκριμένα, ο κλάδος που απορρέει από τον σκουπιδότοπο Βατί επηρεάζει τη θέση S3 και έπειτα τις θέσεις S4 και S5. Αξιοσημείωτη είναι η σχέση μεταξύ COD και DO της θέσης S3, κατά την οποία υπάρχει αντίστροφη αναλογία με έντονη διακύμανση. Τους μήνες Οκτώβριο έως Νοέμβριο το DO είναι αυξημένο και ταυτόχρονα καταγράφεται μείωση του COD, ενώ τον Ιανουάριο και Μάρτιο όταν το DO μειώνεται απότομα υπάρχει απότομη αύξηση COD. Αυτό παρατηρείται και για τις θέσεις S2 και S6 (βλ. Διάγραμμα 5.4).

Στο πιο κάτω Διάγραμμα 5.11 σημειώνονται οι μέσες τιμές κάθε θέσης για τις ποσότητες του COD κατά τη διάρκεια των πέντε δειγματοληψιών νερού.



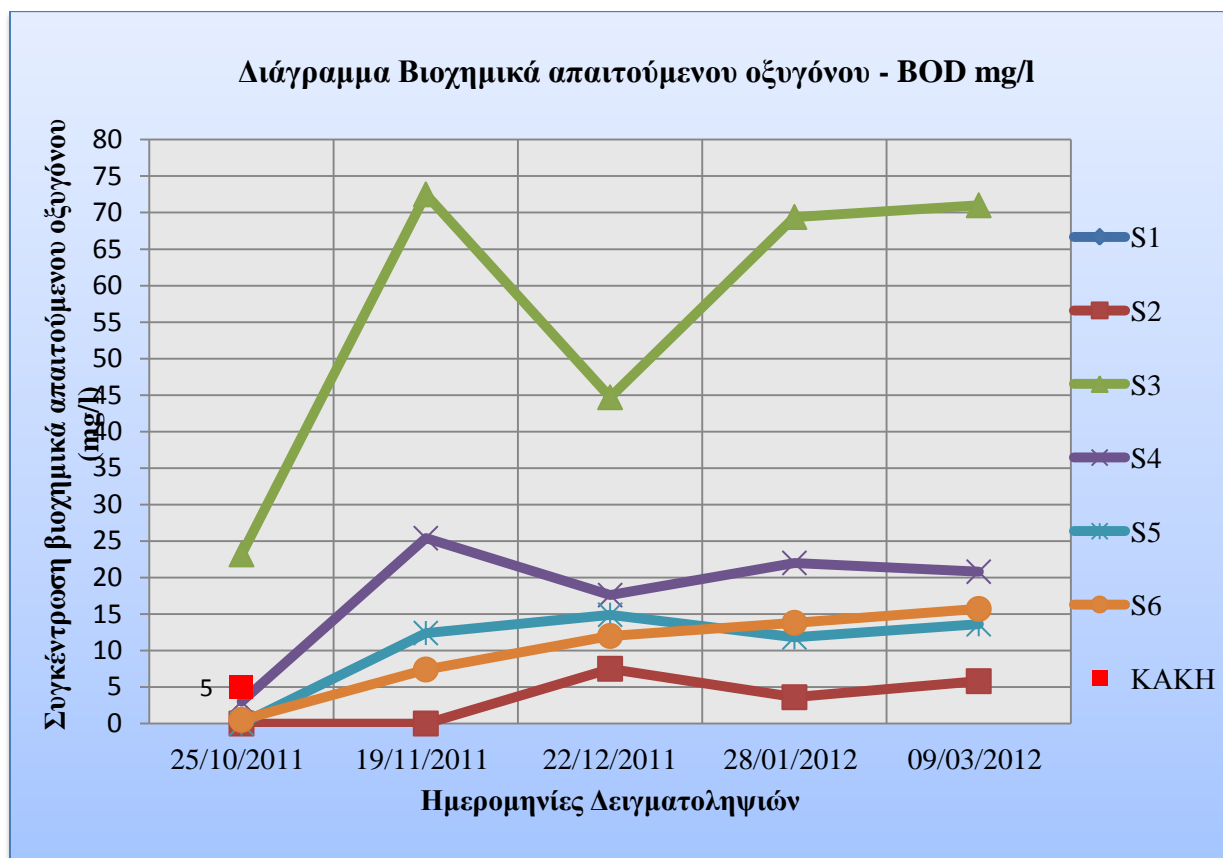
Διάγραμμα 5.11: Μέση συγκέντρωση COD στα επιφανειακά νερά σε κάθε θέση δειγματοληψίας.

Η μέση συγκέντρωση COD για τις θέσεις S2, S4, S5, είναι μειωμένη σε σύγκριση με αυτή των θέσεων S3 και S6, όμως εξακολουθεί να ξεπερνά το όριο των 10mg/l που χαρακτηρίζει ‘καλής’ ποιότητας ύδατα. Τα επίπεδα COD στις θέσεις S3 = 780,8 mg/l και S6 = 798,6 mg/l υποδεικνύουν αυξημένη παρουσία οργανικής ύλης. Κυρίως για τη θέση S3, η οργανική ύλη έχει εισέλθει στα επιφανειακά νερά από ανθρώπινες δραστηριότητες και όχι από φυσική παρουσία. Όμως, η αυξημένη τιμή COD στη θέση S6 οφείλεται στην έντονη παρουσία φυτικής ύλης κατά μήκος του κλάδου αυτού η οποία κατά τη χημική της οξείδωση καταναλώνει μεγάλες ποσότητες οξυγόνου. Για το λόγο αυτό άλλωστε αιτιολογείται η μεγάλη ποσότητα του COD που ξεπερνά την ποσότητα του BOD στη θέση S6.

5.3.5. Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο – BOD

Η καταγραφή του BOD στα ποτάμια συστήματα αποτελεί σημαντική παράμετρο για την εξακρίβωση της ποσότητας της περιεχόμενης οργανικής ύλης σε αυτά και κατ' επέκταση για την παρακολούθηση της ρύπανσης.

Στο ακόλουθο Διάγραμμα 5.12 παρουσιάζεται η συγκέντρωση του BOD για τις θέσεις στην περιοχή έρευνας, οι οποίες κυμαίνονται από 0 mg/l στη θέση S2 έως 72,5 mg/l στη θέση S3.



Διάγραμμα 5.12: Διακύμανση της ποσότητας BOD στα επιφανειακά νερά για κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.

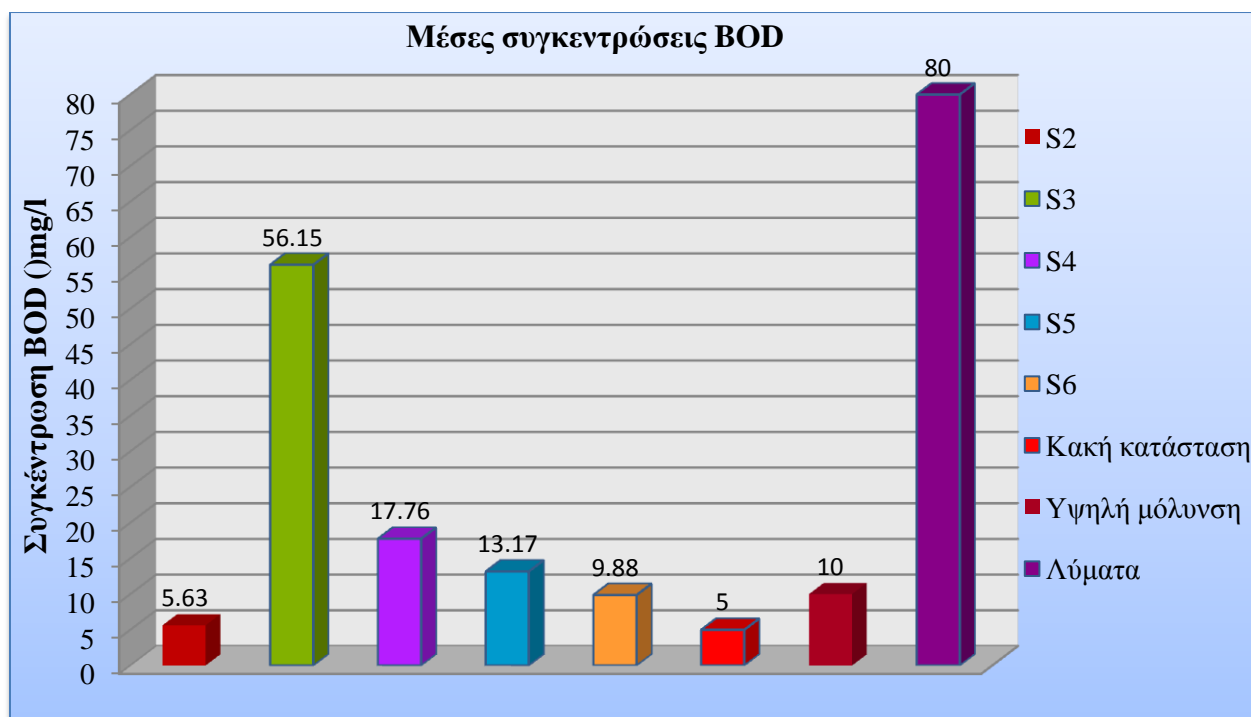
Υψηλότερη συγκέντρωση καταγράφηκε στα δείγματα νερού της θέσης S3 καθ' όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών ενώ οι τιμές είναι διαρκώς πάνω από 23 mg/l. Αυξητική τάση παρατηρείται και στις θέσεις S4, S5 και S6 σε χαμηλότερες όμως τιμές από τη θέση S3. Χαμηλότερη ποσότητα παρατηρήθηκε στη θέση S2 με τιμές από 0 – 7,5 mg/l.

Επιπλέον, διαπιστώνεται ότι στη θέση S3 τους μήνες Ιανουάριο και Μάρτιο, όσο αυξάνονται οι τιμές του BOD, τόσο μειώνεται η περιεκτικότητα του διαλυμένου οξυγόνου (βλ. Διάγραμμα

5.4). Αυτό οφείλεται στην αυξημένη παρουσία οργανικής ύλης λόγω ρύπανσης στα νερά του κλάδου αυτού με αποτέλεσμα να καταναλώνονται μεγάλες ποσότητες του περιεχόμενου οξυγόνου για την αερόβια οξείδωση.

Τον Δεκέμβριο στη θέση S3 όταν το διαλυμένο οξυγόνο είναι αυξημένο, παράλληλα το BOD μειώνεται λόγω χαμηλής περιεκτικότητας οργανικού φορτίου.

Στο Διάγραμμα 5.13 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές στα δείγματα νερού για τη συγκέντρωση του BOD καθώς και για διάφορα είδη νερού.



Διάγραμμα 5.13: Μέσες συγκεντρώσεις BOD των επιφανειακών νερών σε κάθε θέση δειγματοληψίας και μέσες τιμές για διάφορης σύστασης νερά.

Από τις τιμές που καταγράφηκαν προκύπτει ότι μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε BOD συνεπώς και αυξημένη οργανική ύλη έχουν οι θέσεις κατά σειρά S3>S4>S5>S6>S2. Σύμφωνα με τις επί τόπου παρατηρήσεις και τις χημικές αναλύσεις τα επιφανειακά νερά στους κλάδους που απορρέουν και επηρεάζουν τις θέσεις S3, S4 και S5 παρουσιάζουν αναλογία στις συγκεντρώσεις οργανικού φορτίου σε σχέση με την περιοχή του σκουπιδότοπου στο Βατί. Συγκεκριμένα, όσο πλησιέστερα είναι η θέση δειγματοληψίας στο χώρο του σκουπιδότοπου τόσο αυξημένα

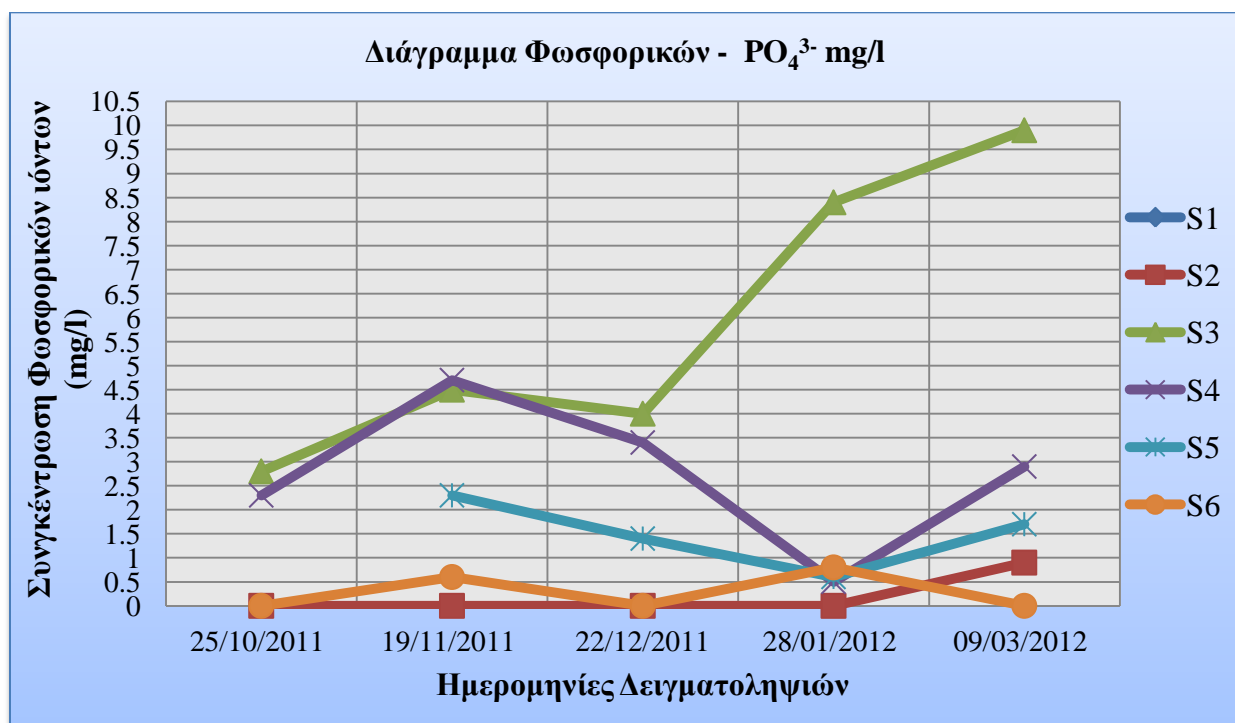
ποσοστά BOD καταγράφονται. Η θέση S3 παρουσιάζει τιμές που χαρακτηρίζουν πολύ μολυσμένα νερά και λύματα.

Τέλος, παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση BOD που ξεπερνά κατά πολύ τα αποδεκτά όρια, συνεπώς η παρουσία της οργανικής ύλης οφείλεται σε είσοδο λυμάτων στα επιφανειακά νερά της λεκάνης του Γαρύλλη. Τα νερά που μελετήθηκαν όσον αφορά το BOD χαρακτηρίζονται 'κακής' κατάστασης με $BOD > 5\text{mg/l}$, σύμφωνα με τα όρια αξιολόγησης των επιφανειακών υδάτων της Κύπρου.

5.4.Χημική ρύπανση

5.4.1. Φωσφορικά ιόντα – PO_4^{3-}

Στο Διάγραμμα 5.14 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών ιόντων και οι αποκλίσεις μεταξύ των θέσεων δειγματοληψίας.



Διάγραμμα 5.14: Διακύμανση συγκέντρωσης φωσφορικών ιόντων σε κάθε θέση ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.

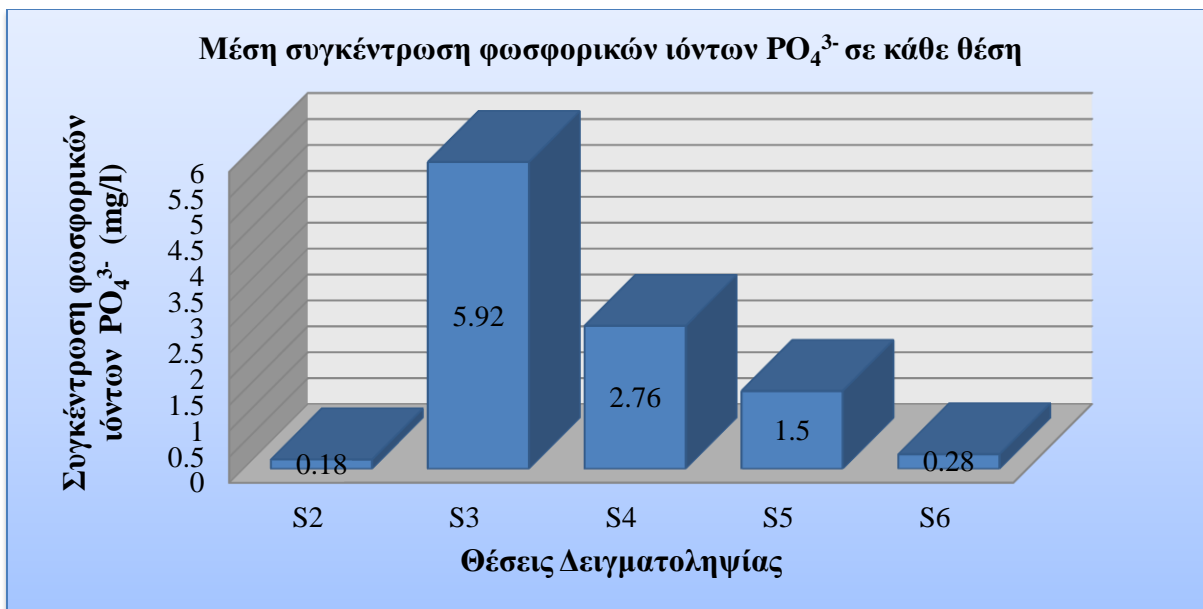
Οι συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων στα επιφανειακά νερά των θέσεων δειγματοληψίας κυμαίνονται από <0,4 έως 9,9 mg/l. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρουσιάζονται στη θέση S3 με αυξητικό ρυθμό με μέγιστη τιμή $\text{PO}_4^{3-} = 9,9 \text{ mg/l}$ τον Μάρτιο. Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 5.14, η θέση S3 βρίσκεται πολύ κοντά στην πηγή έκχυσης λυμάτων με αποτέλεσμα την είσοδο των φωσφορικών στα επιφανειακά νερά. Μικρότερη συγκέντρωση παρουσιάζει η θέση S2 με τιμή $\text{PO}_4^{3-} = 0,9 \text{ mg/l}$, στην οποία διαβιούν μικρά ψάρια.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι κατά τη σειρά των δειγματοληψιών η ροή νερού σχετικά αυξάνεται από τον Οκτώβριο μέχρι τον Μάρτιο όπου καταγράφηκαν αυξημένες βροχοπτώσεις με αποτέλεσμα να είναι παράγοντας μείωσης και εξισορρόπησης των ρύπων. Αυτό παρατηρείται για τις θέσεις S2, S4, S5, S6. Δεν ισχύει όμως το ίδιο για τη θέση S3, αντίθετα φαίνεται να επιβαρύνεται από μεγάλες ποσότητες ρύπων και κατά την περίοδο βροχοπτώσεων οι ρύποι μετακινούνται από το σημείο έκχυσής τους προς στον κλάδο του υδρογραφικού δικτύου και εισέρχονται στα επιφανειακά νερά.

Η θέση S3 επηρεάζεται από άμεση ροή νερού που προέρχεται από την περιοχή του σκουπιδότοπου Βατί, η οποία απέχει 1400m από τον χώρο, ενώ ο κλάδος αυτός κατάντη επηρεάζει τις θέσεις S4 και S5. Συνεπώς, η ρύπανση κυρίως από τα ανεπεξέργαστα λύματα εισέρχεται στον υδρολογικό κύκλο της λεκάνης και μεταφέρεται νότια προς τους κύριους κλάδους που μεταφέρουν νερό στο φράγμα Πολεμιδιών.

Η ύπαρξη φωσφορικών ιόντων στοιχειοθετείται όχι μόνο από τις χημικές αναλύσεις των δειγμάτων νερού αλλά και από την επί τόπου παρουσία αφρών, καθ' όλη τη διάρκεια της παρούσας ΜΔ κυρίως στη θέση S3 (βλ. Εικόνα 3.4) αλλά και στη θέση S4.

Κατά μέσο όρο για όλες τις δειγματοληψίες στην κάθε θέση η ποσότητες των φωσφορικών φαίνονται στο πιο κάτω διάγραμμα 5.15: S2 = 0,18mg/l, S3 = 5,92 mg/l, S4 = 2,76 mg/l, S5 = 1,5 mg/l, S6 = 0,28 mg/l.



Διάγραμμα 5.15: Μέση συγκέντρωση φωσφορικών ιόντων PO₄³⁺ στα επιφανειακά νερά σε κάθε θέση δειγματοληψίας.

Παρόλα αυτά, οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών εξακολουθούν να είναι αυξημένες για τις θέσεις δειγματοληψίας S3, S4, S5. Σύμφωνα με τα όρια ταξινόμησης για τα Κυπριακά επιφανειακά νερά οι θέσεις κατατάσσονται με την υψηλότερη ρύπανση φωσφορικών ως εξής S3>S4>S5>S6>S2.

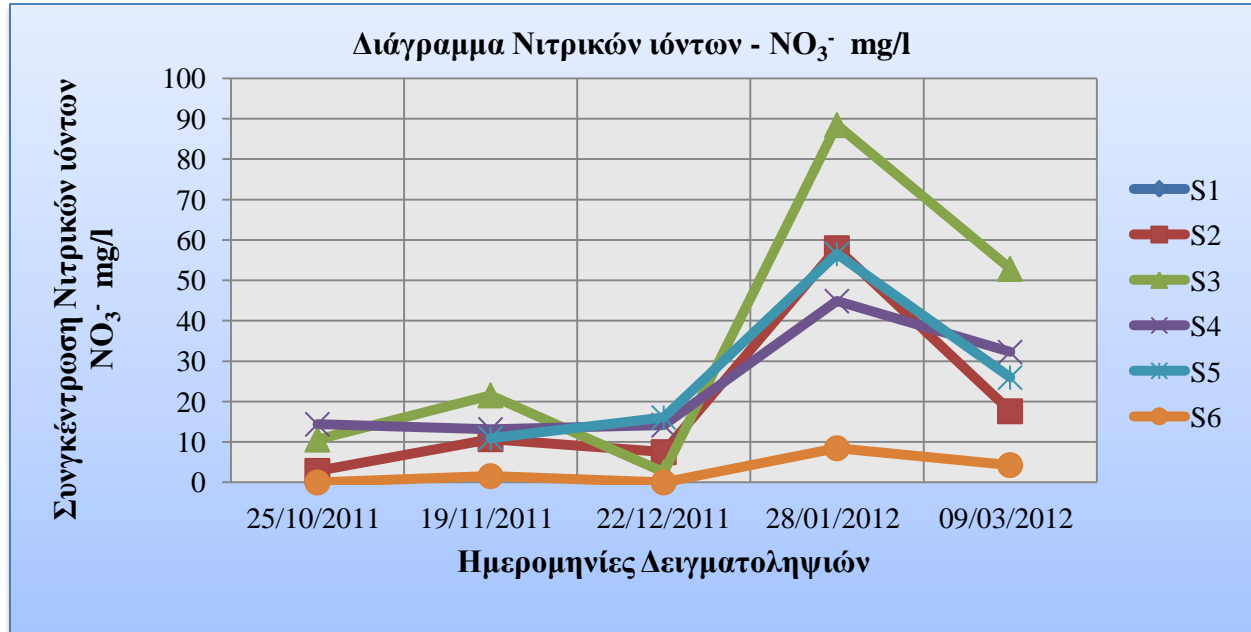
Για τιμές πάνω από PO₄³⁻ > 0,34 mg/l τα νερά χαρακτηρίζονται ‘κακής’ κατάστασης που αντιστοιχεί για τις θέσεις S3, S4, S5. Για τιμές PO₄³⁻ = 0,16-0,34 mg/l τα νερά χαρακτηρίζονται ‘ελλιπής’ κατάστασης τα οποία αντιστοιχούν για τις θέσεις S2 και S6.

Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων φωσφορικών ιόντων στα επιφανειακά ύδατα υποδηλώνει έκχυση ρύπανσης από ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι ποσότητες αυτές οφείλονται στην απόρριψη κοπριάς, σε βιομηχανικά και αστικά απόβλητα, σε απορρυπαντικά και φωσφορικά λιπάσματα.

Αυτές οι πηγές ρύπανσης εντοπίζονται στον σκουπιδότοπο Βατί, στον οποίο απορρίπτονται ανεπεξέργαστα λύματα στις λυματοδεξαμενές (βλ. Εικόνα 1.8).

5.4.2. Νιτρικά ιόντα – NO_3^-

Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων στα δείγματα νερού όσον αφορά τα νιτρικά ιόντα παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 5.16. Τα ιόντα αυτά προκύπτουν αρχικά από τη μετατροπή της αμμωνιάς σε νιτρώδη με τη δράση αερόβιων βακτηριδίων και έπειτα από τη μετατροπή των νιτρωδών ιόντων παρουσία οξυγόνου σε νιτρικά NO_3^- .



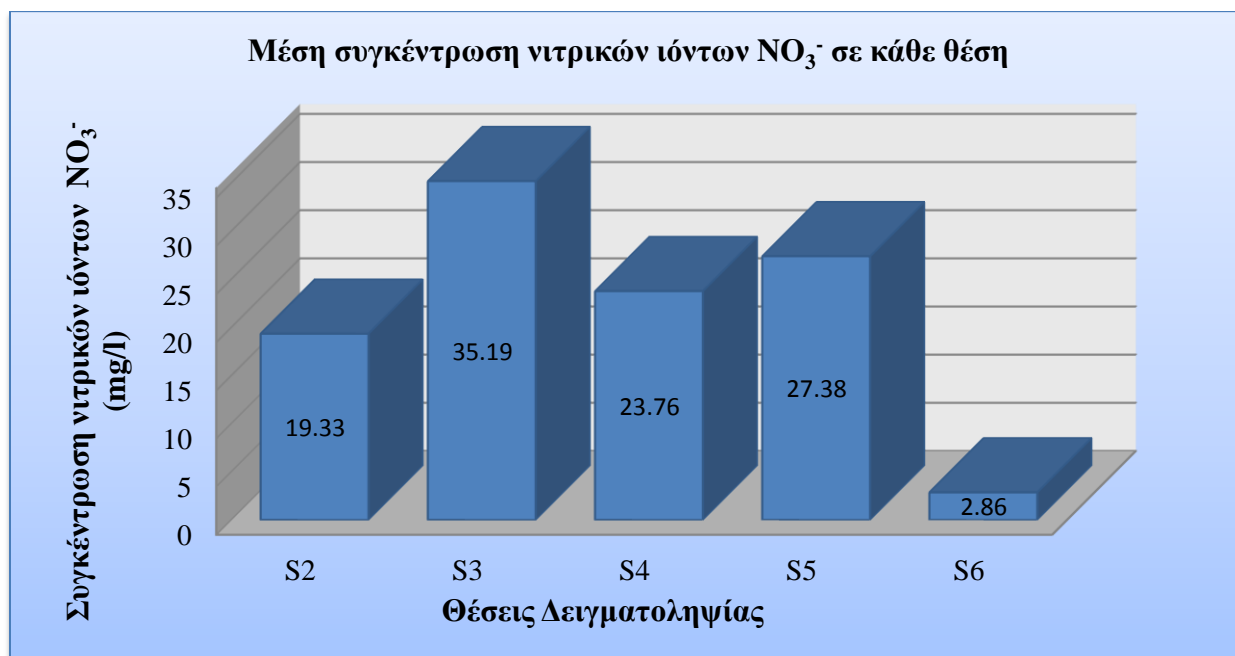
Διάγραμμα 5.16: Διακύμανση συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων στα επιφανειακά νερά για κάθε θέση δειγματοληψίας ανά ημερομηνία.

Οι μεταβολές των νιτρικών ιόντων στα επιφανειακά νερά για τις θέσεις της περιοχής έρευνας παρουσιάζουν ομοιότητα ως προς τη διακύμανση, όμως σε διαφορετικές ποσότητες.

Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων κατά τους μήνες Οκτώβριο – Νοέμβριο – Δεκέμβριο κυμαίνονται από 0 mg/l έως 22 mg/l (θέση S3), λόγω μειωμένης βροχόπτωσης. Στη συνέχεια, τους μήνες Ιανουάριο και Μάρτιο, καταγράφηκαν υψηλότερες τιμές νιτρικών ιόντων με μέγιστη ποσότητα στη θέση S3 = 88,45 mg/l τον Ιανουάριο. Η απότομη αύξηση της ποσότητας νιτρικών στα νερά οφείλεται στην αυξημένη επιφανειακή ροή νερού στους κλάδους της λεκάνης, λόγω έντονων βροχοπτώσεων, γεγονός που υποβοηθά τη μετακίνηση των ιόντων κατάντη των διάφορων πηγών ρύπανσης.

Τα επίπεδα νιτρικών ιόντων στην περιοχή δειγματοληψιών φαίνεται να υπερβαίνουν κατά πολύ τα φυσιολογικά όρια, γεγονός που οφείλεται στην είσοδο ανθρωπογενών ρύπων στο υδρογραφικό δίκτυο που αποστραγγίζει τη λεκάνη.

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 5.17 των μέσων τιμών των νιτρικών ιόντων στα δείγματα νερού για κάθε θέση δειγματοληψίας υψηλότερη συγκέντρωση νιτρικών παρουσιάζει η θέση S3 = 35,19 mg/l και μικρότερη η θέση S6 = 2,86 mg/l.



Διάγραμμα 5.17: Μέση συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στα επιφανειακά νερά σε κάθε θέση δειγματοληψίας.

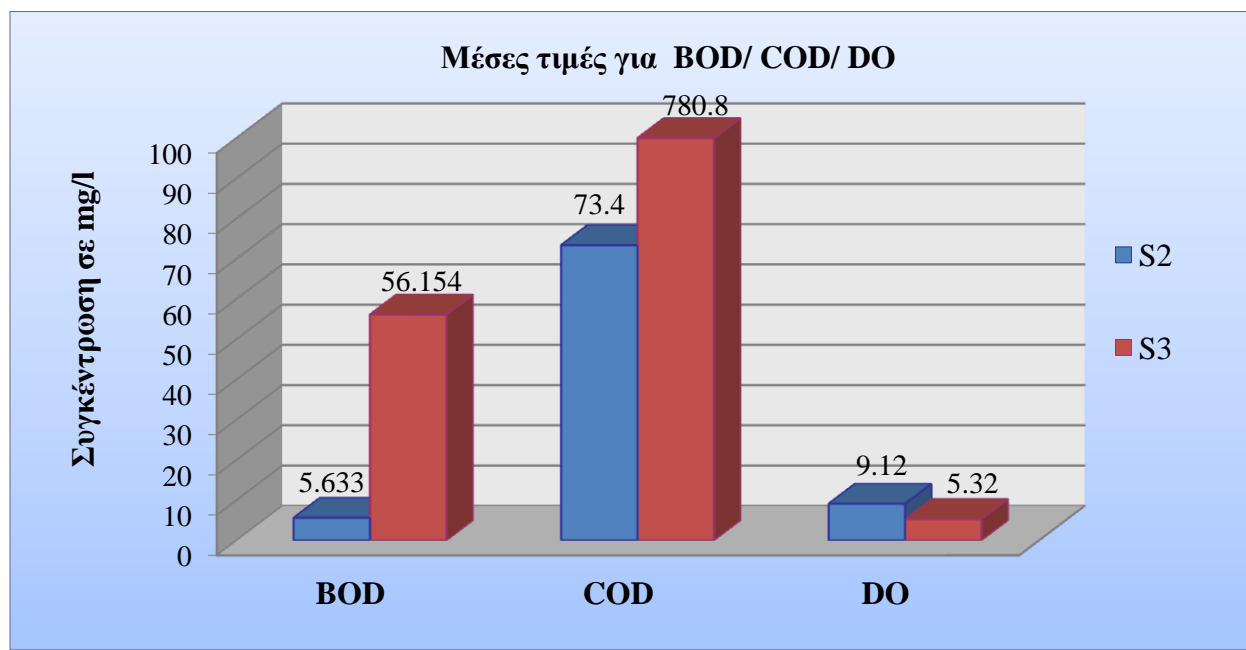
Οι θέσεις δειγματοληψίας S2 έως S6, σύμφωνα με τα όρια ταξινόμησης του πίνακα 5.1: NO₃⁻ > 1,80 mg/l εντάσσονται στην κατηγορία ‘κακής’ κατάστασης.

Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις καταγράφηκαν στη θέση S3, η οποία είναι η πλησιέστερη στο σκουπιδότοπο Βατί και στις λυματοδεξαμενές που λειτουργούν στον χώρο και εκχύνονται εκεί καθημερινώς ανεπεξέργαστα λύματα, βοθρολύματα και στερεά απορρίμματα.

Επίσης, οι υπερβολικές συγκεντρώσεις νιτρικών και φωσφορικών σε υδάτινες μάζες προκαλούν το φαινόμενο του ευτροφισμού. Το φαινόμενο αυτό έχει παρατηρηθεί κατά καιρούς στο φράγμα Πολεμιδιών (βλ. Εικόνα 2.1).

Ο κλάδος του υδρογραφικού δικτύου που επηρεάζει τη θέση δειγματοληψίας S2 πηγάζει από πιο βόρειες ημιορεινές περιοχές της λεκάνης απορροής και συνεπώς μεταφέρει καλύτερης ποιότητας επιφανειακά νερά.

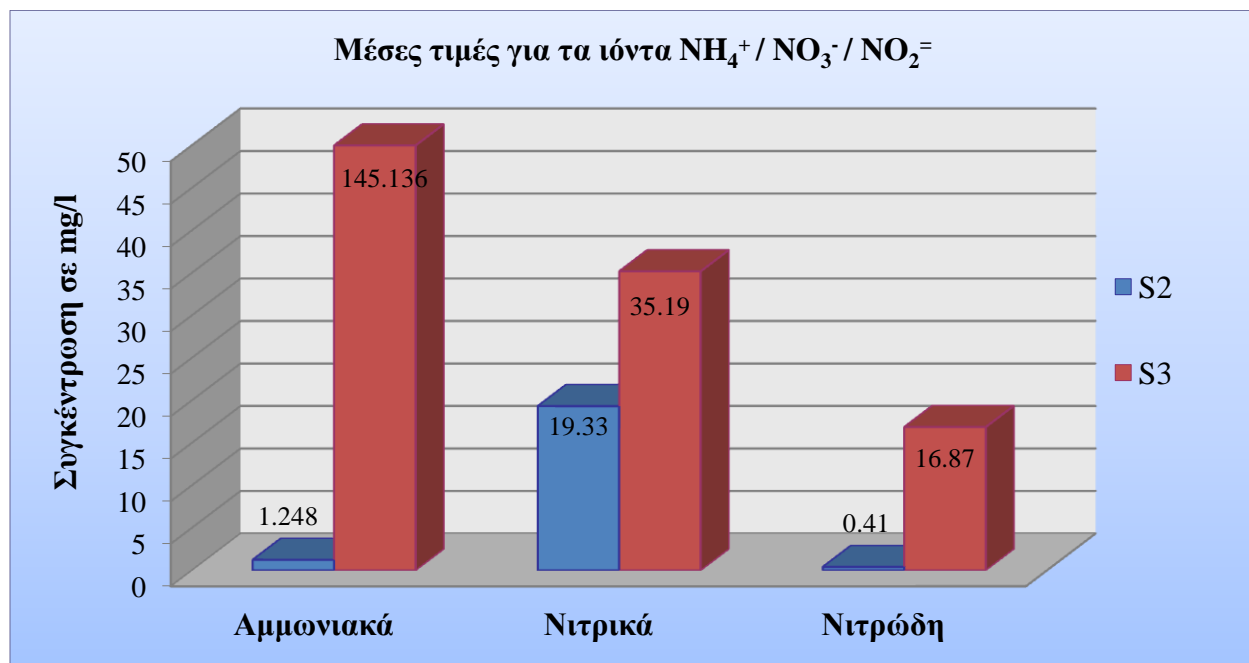
Αντίθετα, τα επιφανειακά νερά του κλάδου του υδρογραφικού δικτύου που απορρέει από τον σκουπιδότοπο Βατί επηρεάζουν τη θέση S3 και στα κατάντη τις θέσεις S4 και S5 καταλήγοντας στο φράγμα Πολεμιδιών. Από τη σύγκριση των πιο πάνω στοιχείων για τα δείγματα νερού, έχουν επιλεγεί και ομαδοποιηθεί στο ακόλουθο Διάγραμμα 5.18 οι μέσες τιμές συγκέντρωσης των παραμέτρων BOD, COD, DO για τις θέσεις S2 και S3.



Διάγραμμα 5.18: Μέσες συγκεντρώσεις BOD, COD, DO και PO_4^{3-} στα επιφανειακά νερά στις θέσεις S2 και S3.

Από τις μέσες τιμές του BOD και του COD προκύπτει ότι η περιεκτικότητα των υδάτων στη θέση S2 σε οργανική ύλη είναι μειωμένη σε σύγκριση με τη θέση S3. Η ποσότητα του DO στο νερό αυξάνεται όσο μειώνεται το BOD και το COD. Αυτό οφείλεται στην απουσία ή την παρουσία οργανικής ύλης η οποία καταναλώνει το περιεχόμενο οξυγόνο για την αποικοδόμησή της. Στη θέση S3 οι τιμές των BOD και COD είναι πολύ αυξημένες γεγονός που υποδεικνύει έντονη ρύπανση από οργανικά απόβλητα.

Στο πιο κάτω Διάγραμμα 5.19 παρουσιάζονται οι μέσες συγκεντρώσεις που καταγράφηκαν για τα αμμωνιακά, νιτρικά και νιτρώδη ιόντα για τις θέσεις δειγματοληψίας S2 και S3.



Διάγραμμα 5.19: Μέση συγκέντρωση επιφανειακού νερού για τα αμμωνιακά, νιτρικά και νιτρώδη ιόντα στις θέσεις δειγματοληψίας S2 και S3.

Αξιοσημείωτη είναι η μεταβολή των νιτρωδών ιόντων NO_2^- σε σύγκριση με τη μεταβολή των νιτρικών NO_3^- και των αμμωνιακών NH_4^+ για τη θέση S3. Η αυξημένη συγκέντρωση αμμωνιακών ιόντων στη θέση S3 οφείλεται σε πρόσφατη ρύπανση, ενώ η αυξημένη ποσότητα νιτρικών ιόντων στη θέση S2 οφείλεται σε ρύπανση που πιθανό να προκλήθηκε πριν από αρκετό καιρό.

Η συγκέντρωση των νιτρωδών ιόντων στα φρέσκα νερά είναι συνήθως πολύ μικρή, της τάξεως των 0,0001 mg/l ενώ σπάνια ξεπερνά το 1 mg/l, λόγω της ταχείας οξειδωσής τους προς νιτρικά ιόντα με την παρουσία οξυγόνου.

Υψηλές συγκεντρώσεις σε ποτάμια συστήματα των αμμωνιακών, νιτρικών και νιτρωδών ιόντων είναι ενδεικτικές της διάθεσης βιομηχανικών απόβλητων και σχετίζονται με μη ικανοποιητική μικροβιακή ποιότητα των υδάτων [5].

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με την έρευνα πεδίου και τις φυσικοχημικές αναλύσεις της ποιότητας των επιφανειακών υδάτων είναι πλέον ορατά τα προβλήματα ρύπανσης κατά μήκος της λεκάνης απορροής του ποταμού Γαρύλλη.

Από τις επί τόπου μετρήσεις και την αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων σε διαγράμματα, αξιολογήθηκε η κατάσταση των επιφανειακών υδάτων της λεκάνης και κυρίως περιφερειακά του σκουπιδότοπου Βατί.

Από τις ποσότητες συγκέντρωσης των φυσικοχημικών παραμέτρων παρακολούθησης της ποιότητας των επιφανειακών νερών όσον αφορά την αξιολόγηση της ρύπανσης στην περιοχή της παρούσας ΜΔ προέκυψε ότι η ταξινόμηση των νερών είναι η ακόλουθη:

1. Ενεργός οξύτητα – pH: αποδεκτά όρια.
2. Θερμοκρασία: αποδεκτά όρια.
3. Ειδική αγωγιμότητα – C: ‘καλής’ έως ‘μέτριας’ κατάστασης.
4. Διαλυμένο οξυγόνο – DO: ‘καλής’ έως ‘μέτριας’ κατάστασης.
5. Αμμωνιακά ιόντα – NH_4^+ : ‘κακής’ κατάστασης.
6. Νιτρώδη ιόντα – NO_2^- : ‘κακής’ κατάστασης.
7. Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο – COD: αυξημένης συγκέντρωσης.
8. Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο – BOD: ‘κακής’ κατάστασης.
9. Φωσφορικά ιόντα – PO_4^{3-} : ‘ελλιπής’ έως ‘κακής’ κατάστασης.
10. Νιτρικά ιόντα – NO_3^- : ‘κακής’ κατάστασης.

Από την πιο πάνω αξιολόγηση των αποτελεσμάτων η γενική φυσικοχημική κατάσταση των επιφανειακών υδάτων στην περιοχή έρευνας που αποτελεί τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού Γαρύλλη χαρακτηρίζεται ‘ελλιπής’ έως ‘κακή’, σύμφωνα με τα όρια ταξινόμησης του Πίνακα 5.1.

Παρουσιάζονται συνοπτικά οι βασικότερες διακυμάνσεις στην ποιότητα των επιφανειακών νερών που οφείλονται στο μέγεθος και στην ένταση της ρύπανσης.

Έπειτα από την έρευνα πεδίου και τις σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις των ρυπογόνων ουσιών η θέση δειγματοληψίας S2 δεν φαίνεται να επηρεάζεται άμεσα από τον σκουπιδότοπο Βατί, αλλά

από σημειακές πηγές ρύπανσης τοπικής εμβέλειας και κάποιες γεωργικές δραστηριότητες, καθώς ο κλάδος προέρχεται από την ανατολική περιοχή της λεκάνης και στα κατάντη ενώνεται με μεγαλύτερους κλάδους. Για τη θέση αυτή καταγράφηκε η χαμηλότερη μέση τιμή για $\text{pH} = 7,8$ λόγω υδρόβιας δραστηριότητας και αυξημένα ποσοστά διαλυμένου οξυγόνου με μέση τιμή $\text{DO} = 9,12 \text{ mg/l}$, που υποδεικνύει σχετικά χαμηλά επίπεδα ρύπανσης. Τα αμμωνιακά, νιτρώδη και φωσφορικά ιόντα κυμαίνονται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, ενώ τα νιτρικά είναι αυξημένα με μέση τιμή $\text{NO}_3^- = 19,33 \text{ mg/l}$ τα οποία οφείλονται σε χρήση λιπασμάτων και έκχυση ρύπανσης στον κλάδο αυτό. Το περιεχόμενο της οργανικής ύλης είναι οριακό σύμφωνα με το μετρούμενο $\text{BOD} = 5,63 \text{ mg/l}$.

Η θέση S3 παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές ιόντων με μέσες τιμές συγκέντρωσης να είναι $\text{NH}_4^+ = 145,13 \text{ mg/l}$, $\text{NO}_3^- = 35,19 \text{ mg/l}$, $\text{NO}_2^- = 16,87 \text{ mg/l}$, ποσοστά πολύ πιο υψηλά από τα επιτρεπτά όρια που οφείλονται σε αυξημένα επίπεδα ρύπανσης. Η παρουσία οργανικής ύλης σχετίζεται με τα επίπεδα του καταναλισκόμενου οξυγόνου με μέσες τιμές για τους δείκτες $\text{BOD} = 56,15 \text{ mg/l}$ και $\text{COD} = 780,8 \text{ mg/l}$, ποσότητες του υποδεικνύουν έντονη ρύπανση. Η μέση τιμή για τα φωσφορικά ιόντα $\text{PO}_4^{3-} = 5,92 \text{ mg/l}$ στοιχειοθετεί τον επηρεασμό των κλάδων από αστικά και βιομηχανικά απόβλητα και την έκχυση απορρυπαντικών στα επιφανειακά νερά. Η θέση δειγματοληψίας S3 επηρεάζεται άμεσα από τη μετακίνηση των επιφανειών υδάτων και παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις σχεδόν για όλα τα στοιχεία που μελετήθηκαν.

Τα δείγματα των θέσεων S4 – S5 που παρουσιάζουν γενικά ψηλές ποσότητες συγκέντρωσης για τους δείκτες ποιότητας μετά από τη θέση S3, είναι για BOD μέσες τιμές: S4 = 17,76 mg/l, S5 = 13,7 mg/l για PO_4^{3-} : S4 = 2,76 mg/l, S5 = 1,5 mg/l και για NO_3^- : S4 = 23,76 mg/l, S5 = 27,38 mg/l. Η συγκέντρωση του COD : S4 = 135,6 mg/l και S5 = 119,75 mg/l είναι χαμηλότερη από ότι στις θέσεις S3 και S6.

Ο κλάδος της θέσης S6 αποστραγγίζει μικρή περιοχή της λεκάνης και επηρεάζεται από οικιστική περιοχή. Οι μέσες τιμές που καταγράφηκαν για $\text{DO} = 7,28 \text{ mg/l}$, $\text{BOD} = 9,88$, $\text{PO}_4^{3-} = 1,5 \text{ mg/l}$ και $\text{NO}_3^- = 27,38 \text{ mg/l}$ υποδεικνύουν ποσοστά ρύπανσης και επηρεασμό από την οικιστική περιοχή. Αντίθετα, η μέση τιμή $\text{COD} = 798,6 \text{ mg/l}$ είναι πολύ υψηλή και οφείλεται στην παρουσία φυτικής ύλης αλλά και οργανικών ενώσεων.

Η κατανομή της ρύπανσης συνδέεται άμεσα με τον σκουπιδότοπο Βατί και οι συγκεντρώσεις των στοιχείων σχετίζονται με την απόσταση που απέχει η κάθε θέση από τον χώρο της

επιφανειακής απόρριψης και τις λυματοδεξαμενές. Τα νερά του κλάδου της θέσης S3 απορρέουν από την περιοχή του σκουπιδότοπου και στη συνέχεια επηρεάζουν τις θέσεις S4 και S5 για τις οποίες καταγράφηκαν επίσης υψηλές συγκεντρώσεις. Επίσης, ο κλάδος στη θέση S2 ενώνεται στα κατάντη με τον κλάδο των θέσεων S4 - S5, ενώ τα νερά που επηρεάζουν τη θέση S6 εισέρχονται κατευθείαν στο φράγμα Πολεμιδιών. Οι ρυπογόνες ουσίες που έχουν αναλυθεί σε κάθε θέση, φαίνεται ότι μετακινούνται μέσω των επιφανειακών νερών στους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης του ποταμού Γαρύλλη, κατάντη της πηγής ρύπανσης και εισέρχονται τελικά στο φράγμα Πολεμιδιών.

Από τις επί τόπου παρατηρήσεις στο χώρο του σκουπιδότοπου Βατί, διαπιστώθηκε ότι η λάσπη από την καθίζηση λόγω φυσικού διαχωρισμού των λυμάτων που απορρίπτονται στις δεξαμενές, δεν συλλέγεται όπως καθορίζεται από το σύστημα παρακολούθησης και το πρόγραμμα διαχείρισης λεκάνης απορροής (βλ. Εικόνα 6.1). Αντίθετα, η πρώτη λίμνη έχει γεμίσει πλήρως από λάσπη και πλαστικά απορρίμματα, με αποτέλεσμα τα λύματα που να πηγαίνουν κατευθείαν από το σημείο απόρριψης στη δεύτερη δεξαμενή και από εκεί η υπερχειλίση να συνεχίζεται. Η διάδοση και μεταφορά της ρύπανσης από τον χώρο του σκουπιδότοπου στο Βατί προς κατάντη της λεκάνης και μέχρι το φράγμα Πολεμιδιών είναι πλέον αδιαμφισβήτητη.



Εικόνα 6.1: Δεξιά: η πρώτη λίμνη με αποξηραμένη λάσπη, αριστερά: τα λύματα ρέουν κατευθείαν στις επόμενες λίμνες.

Η μεγαλύτερη και σημαντικότερη εστία ρύπανσης αποτελεί ο σκουπιδότοπος στο Βατί με τον κυριότερο αποδέκτη τη λεκάνη του ποταμού Γαρύλλη.

Η Ρύπανση των υδάτων οφείλεται κυρίως στα ακόλουθα:

Από τα στοιχεία που παρουσιάζονται στην παρούσα ΜΔ και από τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων των δειγμάτων νερού η υψηλή περιεκτικότητα των ρυπογόνων ουσιών οφείλεται κυρίως:

- Στον σκουπιδότοπο Βατί και τις διαρροές των στραγγισμάτων της περιοχής των στερεών απορριμμάτων.
- Στην υπολειτουργία των λυματοδεξαμενών.
- Στην απόρριψη ανεπεξέργαστων βοθρολυμάτων στις δεξαμενές.
- Στην απόρριψη μεγάλων ποσοτήτων αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων.
- Στις μικρές βιομηχανικές μονάδες που υπάρχουν κατά μήκος της λεκάνης.
- Στις ανθρώπινες δραστηριότητες και την απερίσκεπτη απόρριψη σκουπιδιών κατά μήκος της λεκάνης.
- Στις τοπικές γεωργικές καλλιέργειες μέσω ανεξέλεγκτης χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.
- Στις κτηνοτροφικές δραστηριότητες και τα απόβλητά τους τα οποία δεν τυγχάνουν καμίας επεξεργασίας.
- Στην απορροή του βρόχινου νερού από τους αυτοκινητόδρομους

Η χημική ρύπανση αποτελεί σοβαρό κίνδυνο για τη δημόσια υγεία καθώς επηρεάζει τόσο τα υδάτινα σώματα όσο και τον έμβιο κόσμο. Εισέρχεται στο περιβάλλον πρωτίστως από τα προϊόντα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στις περιοχές όπου παρατηρείται ρύπανση στο νερό, δεν παρουσιάζονται ηφαιστειογενή πετρώματα ή άλλοι σχηματισμοί με ορυκτολογικά χαρακτηριστικά τέτοια ώστε να υπάρχει μεταφορά ιόντων ή βαρέων μετάλλων στο υδάτινο περιβάλλον.

Οι επιπτώσεις από τη διάθεση απόβλητων και λυμάτων στο περιβάλλον και ιδιαίτερα όταν δεν τυγχάνουν επεξεργασίας είναι πολύ σημαντικές. Αποτελούν μόνιμη απειλή για το περιβάλλον, τους υδατικούς πόρους, το έδαφος, τη χλωρίδα, την πανίδα και τη δημόσια υγεία. Η παρουσία ιόντων μπορεί να αποτελέσει ζωτικό παράγοντα για την ανάπτυξη των οργανισμών, όταν

βρίσκονται σε ικανοποιητικές ποσότητες ή να γίνουν τοξικά όταν οι συγκεντρώσεις τους είναι πολύ υψηλές. Όταν οι συγκεντρώσεις τους ξεπεράσουν τον ρυθμό αποκατάστασης και εξισορρόπησης τους από τους φυσικούς μηχανισμούς, τότε συσσωρεύονται στον χώρο που διοχετεύθηκαν εξ αρχής και ενεργούν καταστροφικά διότι απορροφούνται πλέον από τους οργανισμούς.

Στα ποτάμια συστήματα της Κύπρου, όπου η παροχή νερού είναι περιορισμένη, η παρατεταμένη διάθεση αποβλήτων είναι επικίνδυνη και πολλές φορές μη αναστρέψιμη. Συνεπώς, οι φυσικοί μηχανισμοί αντιμετώπισης των ρύπων δεν αντισταθμίζουν την εισροή αποβλήτων με αποτέλεσμα την επέκταση της ρύπανσης και την καταστροφή του περιβάλλοντος.

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στην υπεράντληση υπόγειων νερών, στις επεμβάσεις στην ποιότητα και τη ροή των επιφανειακών νερών, στη ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων σωμάτων, στην προστασία των οικοσυστημάτων αλλά και στη σπατάλη του νερού γενικά.

Η προστασία από τη ρύπανση των επιφανειακών νερών αλλά και των υπόγειων υδροφόρων είναι επιτακτική γιατί η ανάπτυξη όλης της επαρχίας Λεμεσού οφείλεται στην ύπαρξη αυτού του φυσικού πόρου. Κάθε ανθρώπινη παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον υποδηλώνει και τη διατάραξη του, τα αποτελέσματα της οποίας είναι άμεσα ορατά στα υδάτινα συστήματα και τον έμβιο κόσμο τους.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα, η γεωγραφική κατανομή της ρύπανσης επεκτείνεται στην περιοχή γύρω από τον σκουπιδότοπο Βατί. Ο χώρος αυτός αποτελεί την κυριότερη πηγή ρύπανσης της λεκάνης απορροής του ποταμού Γαρύλλη επηρεάζοντας την ποιότητα των επιφανειακών υδάτων και το φράγμα Πολεμιδιών.

Εν κατακλείδι, η βιωσιμότητα της λεκάνης απορροής του ποταμού και η ποιότητα των υδάτων έγκειται στην ορθολογιστική και ποιοτική διαχείρισή τους για εξεύρεση βέλτιστων λύσεων προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βουδούρης, Κ., 2006. *Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος, Ποιότητα νερών, Πηγές και διάδοση της ρύπανσης, Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων, Εδαφική διάθεση υγρών αποβλήτων, Τρωτότητα, Προστασία και απορρύπανση υδροφορέων*. Θεσσαλονίκη.
2. Bamford, M., Calver, M., Lymbery, A., & McComb, J., (edit) (2009). *Environmental Biology*. Cambridge: Cambridge University press.
3. Bartman, J., and Balance, R., (edit) 1996, *Water Quality Monitoring – A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*, Published on behalf of United Nations Environment programme and the World Health Organization UNEP/WHO
4. Cech, T.V. 2010, *Principles of water resources, history, development, management and policy*. Third edition, New Jersey: John Wiley & sons.
5. Chapman, D., 1996, *Water Quality Assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. Cambridge, Great Britain: University Press.
6. Crosby, D. G. 1998. *Environmental Toxicology and Chemistry*, New York: Oxford University press
7. Forstner, U. and Wittmann, G., 1979, *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. Berlin: Springer-Verlag, 486pp.
8. Gray, N. F., 2005, *Water Technology an Introduction for Enviromental Scientists and Engineers*, Second edition, Great Britain: Elsevier
9. Τσιούρης Σ. Ε. 1999. *Θέματα Προστασίας Περιβάλλοντος*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γαρταγάνη.
10. Στουρνάρας, Γ. (2007). *Νερό, Περιβαλλοντική Διάσταση & Διαδρομή*. Θεσσαλονίκη: Τζιόλα.
11. Απάντηση ημερομηνίας 11 Μαΐου 2010 του Υπουργού Εσωτερικών κ. Νεοκλή Συλικιώτη στην ερώτηση με αρ. 23.06.009.04.327, ημερομηνίας 6 Οκτωβρίου 2009, του βουλευτή εκλογικής περιφέρειας Λάρνακας κ. Τάσου Μητσόπουλου.
12. Βασιλάτος, Χ., *Προσδιορισμός φυσικοχημικών παραμέτρων υγρών αποβλήτων και υδάτων (DO, BOD, COD, TOC)*.
13. Γκαραγκούνη, Α., 2005, Μεταπτυχιακή διατριβή: Προσδιορισμός βαρέων μετάλλων και φυσικών ραδιενεργών νουκλιδίων στα ιζήματα του στενού Ψυτταλειας - Κερασινίου, Σαρωνικός κόλπος, Πάτρα.

14. Collection and preparation of bottom sediment samples for analysis of radionuclides and trace elements, Nutritional and Health-Related Environmental Studies Section International Atomic Energy Agency Wagramer Strasse Vienna, Austria, 2003.
15. Επισκόπηση των σημαντικών ζητημάτων Διαχείρισης των Νερών στην Κύπρο, Επικαιροποιημένη έκθεση μετά τη Δημόσια Διαβούλευση, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, 2007, 2008.
16. Η Γεωλογία της Κύπρου, Δελτίο αρ.10, Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών πόρων και Περιβάλλοντος, Λευκωσία, 2002.*
17. Θεός, Ν., 2010 Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία: «Περιβαλλοντικές Επιβαρύνσεις σε Έδαφος και Νερό Περιοχής Μεγάρων», Αθήνα.
18. Risk assessment and evaluation of uncontrolled landfill sites in Cyprus Presentation by Dr A Panagoulouropoulos, 25th April 2007, Enviroplan, Μελετητική, Σύμβουλοι αναπτυξιακών και Τεχνικών έργων Α.Ε.
19. Spectroquant photometer Nova 60, Pharo 100, 2010.
20. Theory, Application Data Sheet, ADS 43-018/rev.D, January 2010, © Rosemount Analytical Inc. 2010.
21. Έκθεση Μαρτίου 2007 Οδηγίας Πλαίσιο για τα νερά 2000/60/ΕΚ, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών πόρων και Περιβάλλοντος, Λευκωσία, 2007.
22. Εφαρμογή των άρθρων 11,13 και 15 της Οδηγίας Πλαίσιο περί Υδάτων 2000/60/ΕΚ στην Κύπρο, Αναλυτικό πρόγραμμα μέτρων, Παράρτημα ΙΙ, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, 2011.
23. Οδηγία 91/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1991, για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων.
24. Παροχή Συμβουλευτικών Υπηρεσιών για την εφαρμογή των άρθρων 11, 13 και 15 της Οδηγίας πλαίσιο περί Υδάτων 2000/60/ΕΚ στην Κύπρο, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και περιβάλλοντος, 2010.
25. Παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών για την εφαρμογή των άρθρων 11, 13 και 15 της Οδηγίας πλαίσιο περί υδάτων 2000/60/ΕΚ στην Κύπρο, προκαταρκτικό σχέδιο διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού έκθεση 6η, Η χημική κατάσταση επιφανειακών υδάτινων σωμάτων Μάιος 2010, Κωδικός έργου: ταυ 97/2007 κοινοπραξία: Γ. Καραβοκύρης & Συνεργάτες Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε. Παναγιώτα Στυλιανή Καϊμακη, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Κυπριακή Δημοκρατία.

26. Παροχή Συμβουλευτικών Υπηρεσιών για την Εφαρμογή των Άρθρων 11, 13 και 15 της Οδηγίας Πλαίσιο περί Υδάτων (2000/60/EK) στην Κύπρο – Σύμβαση 97/2007, Παράρτημα 1, Αναλυτικό Σχέδιο Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, 2011.
27. Reprinted from the proceedings of the 1985 Texas fish farming conference held at college station, Texas January 23-24, 1985.
28. Στρατηγική Περιβαλλοντική μελέτη από τα σχέδια/προγράμματα για την εφαρμογή των άρθρων 11 και 13 και για την εφαρμογή της Δημόσιας Διαβούλευσης Άρθρο 14(1)(γ) της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60/EK περί Υδάτων στην Κύπρο – Σύμβαση ΤΑΥ 26/2009, Τελική Έκθεση Στρατηγικής Περιβαλλοντικής Μελέτης του Προσχεδίου Διαχείρισης Λεκάνης Απορροής Ποταμού της Κύπρου, 2011.
29. Τεχνική έκθεση Παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών για αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των προγραμμάτων παρακολούθησης για τα επιφανειακά ύδατα στα πλαίσια του άρθρου 8 της Οδηγίας 2000/60/EK, αρ. Σύμβασης ΤΑΥ54/2009, Κοινοπραξία Γ. Καραβοκύρης & Συνεργάτες Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε. Παναγιώτα Στυλιανή Καϊμακη, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Κυπριακή Δημοκρατία, 2009.
30. Γεωλογική Επισκόπηση Κύπρου.
31. Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου.
32. Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου, 14η Απογραφή Πληθυσμού, 2011.
33. Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων.
34. Τμήμα Περιβάλλοντος.
35. <http://eur-lex.europa.eu/el/index.htm>
36. http://library.wur.nl/isric/kaart/origineel/ISRIC_26015_1.jpg
37. <http://www.airgunhunting.com/lemesosGR.jpg>
38. [http://www.cyprus.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/0/93E07FA09D0587D2C22572F80031C7BE/\\$file/G_ART14_kotz.pdf](http://www.cyprus.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/0/93E07FA09D0587D2C22572F80031C7BE/$file/G_ART14_kotz.pdf)
39. http://www.ecodonet.gr/chemical_oxygen_demand_greek.php
40. <http://www.eea.europa.eu>
41. <http://www.encephalos.gr/full/45-3-03g.htm> - Τοξικά βαρέα μέταλλα και η ειδική επίδρασή τους στα διάφορα είδη της άνοιας. ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ Ε.Α . Α' Νευρολογική Κλινική ΑΧΕΠΑ, Α.Π.Θ.
42. http://www.envifriendly.tuc.gr/gr/docs/valitsaki/4_fusikoxhmika_xarakthristika.pdf
43. <http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge427y/pdf/askisi1.pdf>

44. <http://www.lcra.org/water/quality/crwn/indicators.html>
45. <http://www.lenntech.com/periodic/elements/as.htm>
46. http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/reports_gr/reports_gr?OpenDocument
47. http://www.polkarag.gr/FILES/chem/Hg/Hg_fils/harmful.htm - Πολυχρόνης Καραγκιοζόδης
MSc Χημικός.

I. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ : Πίνακες

Πίνακας I.1: Πρώτη δειγματοληψία - συγκεντρώσεις φυσικοχημικών παραμέτρων νερού για κάθε θέση.

	25/10/2011		S1	S2	S3	S4	S5	S6
	Μερίσματα Νερού	no water flow					no water flow	
1	pH			7.7	8.45	8.27		8.03
2	Dissolved Oxygen DO mg/l			6.8	6.6	3.6		6.1
3	Θερμοκρασία T _{H₂O} / °C			12.5	14	13.5		12.6
4	Αγωγιμότητα EC µS/cm			319.2	323.7	324.2 µS/cm		323
5	Είδος Νερού - Χαρακτηριστικά			υπόβια	δυσοσμία			καθαρόνους
6	Φοσφορικά - Phosphate / PO ₄ / mg/l / Test:1479			<0.5	2.8	2.3		<0.5
	Συγκέντρωση mg/l			0.023	0.364	0.296		0.013
	Απορρόφηση - Absorbance %							
7	COD / 545nm / Time:25' / mg/l / Test:14541 / 25-1500mg/l			33	359	176		547
	Συγκέντρωση mg/l			0.022	0.223	0.112		0.338
	Απορρόφηση - Absorbance %							
8	Αμμωνιακό / NH ₄ ⁺ / 655nm / Time:30' / Test:535650 HR	απο						
	χρόνια							
	Συγκέντρωση mg/l			2.16	1068	178.47		3.39
9	Νιτρικό - Nitrate / NO ₃ ⁻ / 340nm / Time:20' / Test:240702			2.86	10.6	14.4		0
	Συγκέντρωση mg/l							
10	Νιτρώδη - Nitrite / NO ₂ ⁻ / 545nm / Time:30' / Test:2419018			0	15.05	2.41		0
	Συγκέντρωση mg/l							
11	BOD ₅ Biochemical Oxygen demand / mg/l			0	23.17	3		0.5
12	Φωτοσυνθέσιμες			√	√	√	√	√

Πίνακας Ι.2: Δεύτερη δειγματοληψία - συγκεντρώσεις φυσικοχημικών παραμέτρων νερού για κάθε θέση.

19/11/2011		S1	S2	S3	S4	S5	S6
Μετρήσεις Νερού		no water flow					
1	pH		7.42	8.36	8.22	8.13	8.5
2	Dissolved Oxygen DO mg/l		7.8	7.1	5.9	4	5.5
3	Θερμοκρασία T _{H2O} / °C		11.9	12.7	12.3	16.1	13.9
4	Αγωγιμότητα EC mS/cm		2.64	4.4	4.13	3.82	4.22
5	Είδος Νερού - Χαρακτηριστικά	Λιγότερη ποί από την 1η δείχνει ύψιστη ποιότητα					
6	Φωσφορικά - Phosphate / PO4 / mg/l / Test:14729		<0.5	4.5	4.7	2.3	0.6
	Συγκέντρωση mg/l		0.075	0.575	0.594	0.301	0.092
	Απορρόφηση - Absorbance %						
7	COD / 545nm / Time:25' / mg/l / Test:14541 / 25-1500mg/l		162	274	184	211	810
	Συγκέντρωση mg/l		0.107	0.174	0.121	0.136	0.496
	Απορρόφηση - Absorbance %						
8	Αμμονιακά / NH4+ / 655nm / Time:30' / Test:535650 HR	ζερό					
	ζώμια	κίτρινο διάφανο					
	Συγκέντρωση mg/l		1.1	178.59	108.42	0.77	6.3
9	Νιτρικά - Nitrate / NO ₃ ⁻ / 340nm / Time:20' / Test:2420702		10.71	21.55	13.1	10.95	1.55
	Συγκέντρωση mg/l						
10	Νιτρώδη - Nitrite / NO ₂ ⁻ / 545nm / Time:30' / Test:2419018		0.41	18.7	5.41	0.26	0
	Συγκέντρωση mg/l						
11	BOD ₅ Biochemical Oxygen demand / mg/l		0	72.5	25.4	12.4	7.4
12	Φωτοσφαιές		✓	✓	✓	✓	✓

Πίνακας Ι.3: Τρίτη δειγματοληψία - συγκεντρώσεις φυσικοχημικών παραμέτρων νερού για κάθε θέση.

22/12/2011		S1	S2	S3	S4	S5	S6
πολλές βροχές αρχές του μήνα							
Μετρήσεις Νερού		no water flow					
1	pH		7.32	8.33	8.16	7.82	8.2
2	Dissolved Oxygen DO mg/l		10.1	7.8	1.7	5.4	8.9
3	Θερμοκρασία T _{H₂O} /°C		11	11.9	10.3	12.4	13.3
4	Αγωγιμότητα EC mS/cm/cm		386 μ S/cm	991 μ S/cm	903 μ S/cm	866 μ S/cm	860 μ S/cm
5	Είδος Νερού - Χαρακτηριστικά		δίδρονο, πολύ λίγα ψα	πολλά αιώροι	κτρινοκαφέ	κτρινοκαφέ	δίδρονο
6	Φωσφορικά - Phosphate / PO ₄ mg/l / Test:14729		<0.5	4	3.4	1.4	<0.5
	Συγκέντρωση mg/l		0.061	0.515	0.432	0.192	0.059
	Απορρόφιση - Absorbance %						
7	COD / 545nm / Time:25' / mg/l / Test:14541 / 25:1500mg/l		<25 (21)	271	159	113	32
	Συγκέντρωση mg/l		0.023	0.172	0.105	0.078	0.029
	Απορρόφιση - Absorbance %						
8	Αμμωνιακά / NH ₄ ⁺ / 655nm / Time:30' / Test: 535650 HR	zero					
	χρώμα			προσανόμοιο	ροζίστινο ανοικτό	κίτρινο δίδρονο	κίτρινο δίδρονο
	Συγκέντρωση mg/l		0	90.77	105.51	1.6	1.21
9	Νιτρικά - Nitrate / NO ₃ ⁻ / 340nm / Time:20' / Test:2420702		7.5	2.48	14.17	16.07	0
	Συγκέντρωση mg/l						
10	Νιτρώδη - Nitrite / NO ₂ ⁻ / 545nm / Time:30' / Test:2419018		0	0	1.32	0.44	0
	Συγκέντρωση mg/l						
11	BOD ₅ Biochemical Oxygen demand / mg/l		7.5	44.7	17.6	14.9	12
12	Φωτοσυνθέσις		✓	✓	✓	✓	✓

Πίνακας Ι.4: Τέταρτη δειγματοληψία - συγκεντρώσεις φυσικοχημικών παραμέτρων νερού για κάθε θέση.

28/1/2012		S1	S2	S3	S4	S5	S6
σχεδόν κάθε μέρα βροχές πριν από αυτή την μέρα							
Μετρήσεις Νερού		no water flow					
1	pH		8.43	8.31	8.34	8.21	8.07
2	Dissolved Oxygen DO mg/l		10.5	2.7	7.9	8.1	8
3	Θερμοκρασία T _{H2O} /°C		11.6	10.4	12	12.2	12.2
4	Αγωγιμότητα EC mSiemens/cm		14.66 μ S/cm	115.8 μ S/cm	19.37 μ S/cm	19.78 μ S/cm	76.8 μ S/cm
5	Είδος Νερού - Χαρακτηριστικά		δυσωγές	φέ σκούρο, πο	δυσωγές	ισωγές & αιωρούμεν	δυσωγές
6	Φωσφορικά - Phosphate / PO4 / mg/l / Test:14729		<0.4	8.4	0.5	0.6	0.8
	Συνκέντρωση mg/l		<0.5	1.062	<0.5	0.091	0.115
	Απορρόφηση - Absorbance %						
7	COD / 545nm / Time:25 / mg/l / Test:14541 / 25-1500mg/l		68	>1500	79	76	1306
	Συνκέντρωση mg/l		0.051	2.193	0.058	0.056	0.793
	Απορρόφηση - Absorbance %						
8	Αμμωνιακά / NH4+ / 655nm / Time:30 / Test: 535650 HR	zero					
	γράμμα	ηνο διφφ	κίτρινο διάφανο	πράσινο πύρε	πράσινο υπαλό	πράσινο υπαλό	κίτρινο διάφανο
	Συνκέντρωση mg/l		1.66	193.67	2.89	12.05	4.68
9	Νιτρικά - Nitrate / NO ₃ / 340nm / Time:20 / Test:2420702		57.98	88.45	44.88	56.55	8.45
	Συνκέντρωση mg/l						
10	Νιτρώδη - Nitrite / NO ₂ / 545nm / Time:30 / Test:2419018		0	0	0	0	0
	Συνκέντρωση mg/l						
11	BOD ₅ Biochemical Oxygen demand / mg/l		3.6	69.4	22	11.8	13.8
12	Φωτοσυμφορίες		√	√	√	√	√

Πίνακας Ι.5: Πέμπτη δειγματοληψία - συγκεντρώσεις φυσικοχημικών παραμέτρων νερού για κάθε θέση.

	9/3/2012		S1	S2	S3	S4	S5	S6
βροχές και χύσιμα τέλειος φλεβήκη								
Μετρήσεις Νερού		no water flow						
1 pH			8.16	8.35	8.35	8.35	8.3	8.13
2 Dissolved Oxygen DO mg/l			10.4	2.4	9.1	7.7	7.9	
3 Θερμοκρασία T _{Η2Ο} /°C			15	15.5	15.9	16.2	14.6	
4 Αγωγιμότητα EC mS/cm/cm			39.2 μS/cm	131.6 μS/cm	23.2 μS/cm	23.7 μS/cm	84.4 μS/cm	
5 Είδος Νερού - Χαρακτηριστικά			Υδατικά	τομή οσμής λυμμάτα	αφρώδεις	μυρίζει	μυρίζει	
6 Φοσφορικά - Phosphate / PO ₄ / mg/l / Test:14729			0.9	9.9	2.9	1.7	<0.5	
Συγκέντρωση mg/l							0.018	
Απορρόφιση - Absorbance %								
7 COD / 545nm / Time:25' / mg/l / Test:14541 / 25-150/mg/l			83	>1500	80	79	1298	
Συγκέντρωση mg/l								
Απορρόφιση - Absorbance %			0.07	2	0.06	0.059	0.64	
8 Αμμονιακά / NH ₄ ⁺ / 655nm / Time:30' / Test: 535650 HR		zero						
χρόμια								
Συγκέντρωση mg/l			1.32	155.85	70.82	5.23	3.56	
9 Νιτρικά - Nitrate / NO ₃ ⁻ / 340nm / Time:20' / Test:2420702			17.62	52.86	32.26	25.95	4.29	
Συγκέντρωση mg/l								
10 Νιτρώδη - Nitrite / NO ₂ ⁻ / 545nm / Time:30' / Test:2419018			0	0	0	0	0	
Συγκέντρωση mg/l								
11 BOD ₅ Biochemical Oxygen demand / mg/l			5.8	71	20.8	13.6	15.7	
12 Φωτογραφίες			✓	✓	✓	✓	✓	

II. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Εικόνες



Εικόνα II.1: Θέση S1, ξηρική κοίτη.



Εικόνα Π.2: Θέση S1, κοίτη χωρίς ροή



Εικόνα Π.3: Θέση S1, σκουπίδια εντός της κοίτης.



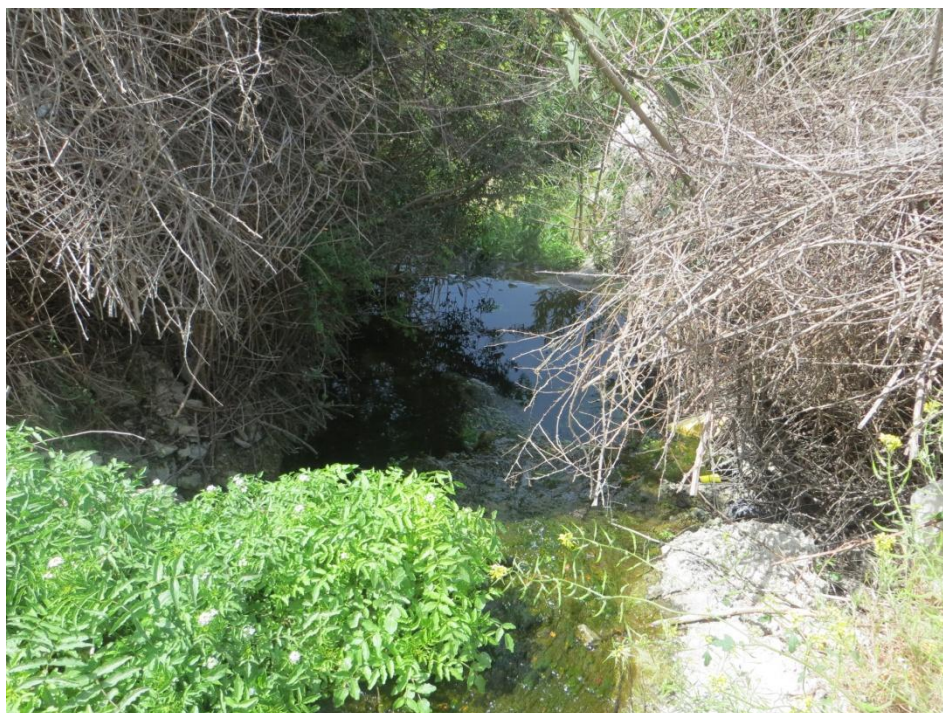
Εικόνα Π.4: Θέση S2, λιμνάζον νερό με βλάστηση.



Εικόνα Π.5: Θέση S2, μικρά ψάρια και βατράχια σε ανανεωμένα λιμνάζοντα νερά.



Εικόνα Π.6: Θέση S2, Οκτώβριος 2011, ελάχιστη ροή.



Εικόνα Π.7: Θέση S2, Απρίλιος 2013.



Εικόνα Π.8: Θέση S3, αφρίζοντα καφέ νερά, με οσμές από λύματα (Οκτ. 2011).



Εικόνα Π.9: Θέση S3, αφρίζοντα καφέ νερά, αυξημένη ροή (Ιαν. 2012).



Εικόνα Π.10: Θέση S3, αφρός και νεκρή πανίδα στην κοίτη.



Εικόνα Π.11: Θέση S3, έντονη δυσοσμία, λάσπη πλευρικά της κοίτης και νεκρή πανίδα.



Εικόνα Π.12: Θέση S3, δημιουργία αφρού και σκουπίδια (Ιαν. 2012).



Εικόνα Π.13: Θέση S3, δημιουργία αφρού και σκουπίδια (Απρίλιος 2013).



Εικόνα Π.14: Θέση S3, έντονες οσμές από λύματα και μαύρο ίζημα (Ιαν. 2012).



Εικόνα Π.15 & Εικόνα Π.16: Θέση S3, σκουπίδια και αφροί κατά μήκος της κοίτης.



Εικόνα Π.17: Θέση S3, αυξημένη ροή νερού.



Εικόνα Π.18: Θέση S3, αυξημένη ροή με καφέ νερά.



Εικόνα Π.19: Βαθμονόμηση πελάμετρου για λήψη μετρήσεων.



Εικόνα Π.20: Θέση S4, λιμνάζοντα νερά με οσμές από λύματα Οκτ. 2011.



Εικόνα Π.21: Θέση S4, έντονη ροή μετά από βροχοπτώσεις Ιαν.2012.



Εικόνα Π.22: Θέση S4, καφέ λιμνάζοντα νερά.



Εικόνα Π.23 Θέση S4, καφέ λιμνάζοντα νερά και αφροί.



Εικόνα Π.24: Θέση S4, κάτω από την κύρια οδική αρτηρία.



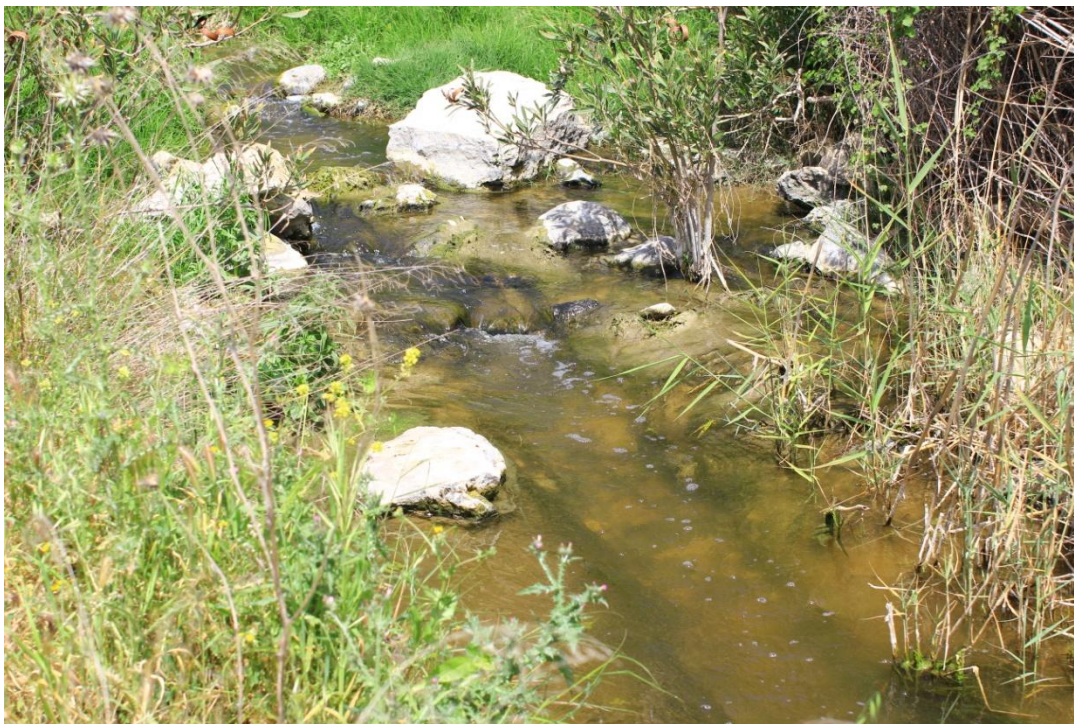
Εικόνα Π.25: Θέση S5, μειωμένη ροή νερού.



Εικόνα Π.26 & Εικόνα Π.27: Θέση S5, ροή προς τη ΒΔ είσοδο του φράγματος των Πολεμιδιών.



Εικόνα Π.28: Χαρακτηριστικά πετρώματα του Σχηματισμού της Πάχνας.



Εικόνα Π.29: Θέση S5, υπερ-ανάπτυξη μυκήτων κατά μήκος τη κοίτης.



Εικόνα Π.30: Θέση S6, ΒΑ είσοδος του φράγματος των Πολεμιδιών.



Εικόνα Π.31: Θέση S6, μπάζα κοντά στην είσοδο του φράγματος των Πολεμιδιών.



Εικόνα Π.32: Θέση S6, ΒΑ είσοδος του φράγματος των Πολεμιδιών



Εικόνα Π.33: Χημική ανάλυση αμμωνιακών ιόντων.



Εικόνα Π.34 & Εικόνα Π.35: Χημικές αναλύσεις στο εργαστήριο.



Εικόνα Π.36 & Εικόνα Π.37: Χημικές αναλύσεις για αμμωνιακά, νιτρικά και νιτρώδη ιόντα.



Εικόνα Π.38 & Εικόνα Π.39: Όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο.



Εικόνα Π.40 & Εικόνα Π.41: Όργανα μέτρησης συγκέντρωσης.



Εικόνα Π.42: Περιοχή σκουπιδότοπου Βατί



Εικόνα Π.43: Κανονική θέση απόρριψης βοθρολυμάτων.



Εικόνα Π.44: Κανονική θέση απόρριψης βοθρολυμάτων.



Εικόνα Π.45 & Εικόνα Π.46: Συνήθης πρακτική απόρριψης βοθρολυμάτων.



Εικόνα Π.47 & Εικόνα Π.48: Συνήθης πρακτική απόρριψης βοθρολυμάτων.



Εικόνα Π.49: Τα βοθρολύματα απορρίπτονται μέχρι και τον δρόμο.



Εικόνα Π.50: Επιφανειακή απόρριψη στερεών απορριμμάτων.



Εικόνα Π.51: Διαδοχικές λυματοδεξαμενές.



Εικόνα Π.52: Λίμνη με μηχανέλαια και λόματα.