

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1. Αντικείμενο - Επισκόπηση της πορείας του έργου	3
1.2. Ομάδα Έρευνας	4
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	5
2.1. Τοπογραφία της περιοχής μελέτης.....	6
2.1.1. Υδρογραφικό Δίκτυο	8
2.2. Γεωλογία της περιοχής μελέτης.....	9
2.2.1. Γεωλογικοί σχηματισμοί.....	9
2.2.2. Τεκτονική δομή.....	12
2.2.3. Στοιχεία εδαφών	12
2.3. Χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης.....	13
2.4. Σημαντικοί βιότοποι και οικοσυστήματα στην περιοχή μελέτης.....	16
2.4.1. Πανίδα - Ιχθυοπανίδα	16
2.5. Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα με έμφαση στις Λίμνες	18
2.5.1. Αναγνώριση των πιέσεων	19
2.5.2. Οικονομική Ανάλυση	19
2.5.3. Αξιολόγηση της κατάστασης του Νερού	19
2.5.4. Υδατική κατάσταση	21
2.5.5. Συστήματα ταξινόμησης του νερού των λιμνών.....	21
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	26
3.1. Παρακολούθηση με βάση την Οδηγία Πλαίσιο	26
3.2. Συγκέντρωση υπαρχόντων δεδομένων	28
3.3. Καταγραφή και ποσοτικοποίηση πηγών ρύπανσης	28
3.4. Δίκτυο σταθμών δειγματοληψίας υδρολογικών, χημικών, φυσικοχημικών και βιολογικών παραμέτρων	29
3.5. Μετρήσεις παροχής.....	32
3.6. Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων	34
3.7. Μετρήσεις φυτοπλαγκτού	35
3.7.1. Φυτοπλαγκτό - Γενικά	35
3.7.2. Το φυτοπλαγκτό στην Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά (2000/60/ΕΚ)	37
3.7.3. Αντίσεις φυτοπλαγκτού και διαχείριση	38
3.7.4. Σχέδιο δειγματοληψιών.....	39
3.7.5. Επιλογή σταθμών και βαθών δειγματοληψίας	40
3.7.6. Δείγματα	40
3.7.7. Μικροσκοπική ανάλυση φυτοπλαγκτού	41
3.8. Μεθοδολογία συλλογής μακροασπόνδυλης πανίδας με τη μέθοδο AQEM (για ποτάμια) ...	43
3.8.1. Αξιολόγηση βιολογικής κατάστασης.....	46
3.8.2. Μεθοδολογία συλλογής μακροασπόνδυλης πανίδας από τον πυθμένα της Λίμνης	47
3.8.3. Δίκτυο δειγματοληψίας βένθους ποταμών και λίμνης	48
3.9. Μελέτη των Μακροφύτων στην Τ.Λ. «Ν. Πλαστήρα».....	48
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	51
4.1. Πιέσεις στην περιοχή μελέτης	51
4.1.1. Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες.....	51
4.1.2. Εκτίμηση ρυπαντικών φορτίων.....	59
4.1.3. Συνολικά φορτία αζώτου και φωσφόρου στην υδρολογική λεκάνη της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» 69	
4.2. Κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής μελέτης.....	72
4.2.1. Θερμοκρασία	72
4.2.2. Βροχοπτώσεις	75
4.2.3. Άνεμοι.....	79
4.3. Υδρολογία της περιοχής μελέτης.....	81
4.3.1. Χρήσεις υδάτων	81
4.3.2. Λειτουργία ταμιευτήρα	82

4.4.	Υδατικό ισοζύγιο της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα»	85
4.5.	Αποτελέσματα μέτρησης παροχής σε ρέματα της υδρολογικής λεκάνης	89
4.6.	Αποτελέσματα φυσικοχημικών μετρήσεων	94
4.7.	Χημική κατάσταση	112
4.7.1.	Θρεπτικά	112
4.7.2.	Βαρέα Μέταλλα	125
4.7.3.	Μικροβιολογικές αναλύσεις	129
4.7.4.	Εκτίμηση της χημικής ποιότητας	133
4.8.	Αποτελέσματα σύνθεσης ειδών φυτοπλαγκτού	134
4.8.1.	Κατάλογος και παρουσία ειδών στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα»	134
4.8.2.	Είδη και ομάδες φυτοπλαγκτού ως οικολογικοί δείκτες	143
4.8.3.	Αφθονία και Βιόγκος Φυτοπλαγκτού	144
4.8.4.	Εκτίμηση Οικολογικής Ποιότητας με βάση το Φυτοπλαγκτόν	153
4.9.	Μελέτη των Μακροφύτων της Τεχνητής Λίμνης «Ν. Πλαστήρα»	165
4.10.	Μελέτη Μακροσπονδύλων	178
4.10.1.	Αποτελέσματα – Συζήτηση δειγματοληψίας βένθους ποταμών	178
4.10.2.	Αποτελέσματα – Συζήτηση δειγματοληψίας βένθους Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα»	187
5.	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	192
5.1	Οικολογικό δυναμικό του Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα»	192
6.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	195
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	201
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	209
	ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ	247
	Υπολογισμός της διάβρωσης του εδάφους	252
	Αναλύσεις Ιζημάτων	261
	ΧΑΡΤΕΣ	262

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, πραγματοποιήθηκαν έως σήμερα στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λίμνης «Ν. Πλαστήρα» επτά ερευνητικά ταξίδια για τη συλλογή υδρολογικών, χημικών-φυσικοχημικών, βιοτικών και αβιοτικών δεδομένων, για την αποτύπωση των πιέσεων, και τη διενέργεια δειγματοληψιών βενθικών μακροασπονδύλων.

Στις περισσότερες θέσεις στη Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» παρατηρήθηκε στρωμάτωση της λίμνης με το θερμοκλινές να κυμαίνεται σε βάθη 7-9 m από την επιφάνεια. Το pH, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες φυσικοχημικές παραμέτρους, δεν παρουσιάζει σχεδόν καμία μεταβολή με το βάθος στους περισσότερους σταθμούς δειγματοληψίας τους θερινούς μήνες. Το θερμοκλινές διαταράσσεται και τα νερά της λίμνης αναμιγνύονται κατά βάθος τους μήνες Νοέμβριο 2009 και Μάρτιο 2010 όπου παρατηρούνται ελάχιστες μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων με το βάθος.

Από τις χημικές αναλύσεις των δειγμάτων νερού των ρεμμάτων ως προς τα θρεπτικά άλατα προκύπτουν σημαντικές διαφοροποιήσεις από σταθμό σε σταθμό που μπορούν να συσχετισθούν με τις ρυπαντικές πιέσεις στην υδρολογική λεκάνη. Στην Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» οι τιμές των χημικών παραμέτρων έχουν γενικώς χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με τα ρέματα της υδρολογικής λεκάνης λόγω της αραιώσης και των βιογεωχημικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα μέσα σε αυτή. Παρόλα αυτά οι σχετικά υψηλές τιμές του ολικού φωσφόρου και της αμμωνίας σε ορισμένες θέσεις στην λίμνη και στα ρέματα καθώς και το ιδιαίτερα αυξημένο μικροβιακό φορτίο στους σταθμούς PLC6 και PLC7 υποδεικνύουν άμεση επιβάρυνση από αστικά ή και ζωικά λύματα. Η διαφάνεια του νερού είναι περιορισμένη κάτι που οφείλεται και στην μεγάλη ποσότητα φερτών υλών που μεταφέρονται από ορισμένα ρέματα της περιοχής λόγω ισχυρής διάβρωσης του φλύσχη στο δυτικό τμήμα της υδρολογικής λεκάνης. Επίσης, υψηλές συγκεντρώσεις Σιδήρου και Μαγγανίου καταγράφηκαν στα ρέματα της περιοχής και στη λίμνη σε ορισμένες δειγματοληψίες λόγω της έντονης διάβρωσης του φλύσχη όπως προαναφέρθηκε.

Συνολικά 65 είδη φυτοπλαγκτού παρατηρήθηκαν στον ταμιευτήρα. Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών (43) ανά δείγμα παρατηρήθηκε στη θέση **PLA10** τον **Αύγουστο 2009**, ενώ ο χαμηλότερος (11) στη θέση **PLA2** το **Νοέμβριο 2009**.

Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η διαφορά αυτή στο σταθμό **PLA7**, όπου ο αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν τον Ιούλιο του 2009 στο σταθμό ήταν σχεδόν διπλάσιος από τον αντίστοιχο τον Ιούλιο του 2010. Η σύνθεση των κυρίαρχων ομάδων φυτοπλαγκτού παρουσίασε διαφορές τόσο ανάμεσα στους τρεις σταθμούς όσο και ανάμεσα στους μήνες δειγματοληψίας ενώ τα κρυπτοφύκη, τα δινοφύκη, τα συζυγή και τα δινοφύκη εμφανίστηκαν ως κυρίαρχες ομάδες. Τα αποτελέσματα της παρακολούθησης του φυτοπλαγκτού δείχνουν μια τάση υποβάθμισης της οικολογικής κατάστασης του Ταμιευτήρα από τις συνθήκες αναφοράς που είχαν καταγραφεί στην δεκαετία του '80 στο καλό οικολογικό δυναμικό.

Η ερευνηθέντα υδρόβια χλωρίδα που ανευρέθηκε στις δειγματοληψίες στην Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» περιλαμβάνει 12 είδη εκ των οποίων πιο χαρακτηριστικά και σε μεγαλύτερη αφθονία απαντούν τα: *Myriophyllum spicatum* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Ceratophyllum demersum* L.. Τα περισσότερα είδη και άτομα αυτών βρέθηκαν στην δυτική πλευρά της λίμνης όπου απαντώνται τοπογραφικά ομαλές ακτές και ιλυώδες υπόστρωμα. Δεν υπάρχει μέχρι σήμερα συστημα ταξινόμησης οικολογικής ποιότητας με βάση τα μακρόφυτα αλλά τα ανωτέρω είδη είναι ανθεκτικά στην ρύπανση από θρεπτικά κάτι που συνάδει με τα αποτελέσματα της χημικής παρακολούθησης.

Με βάση τα αποτελέσματα και την οικολογία των μακροασπονδύλων, η συλλεχθείσα βενθική πανίδα χαρακτηρίζει και κατατάσσει την ποιότητα των σταθμών στο δίκτυο δειγματοληψιών της τεχνητής λίμνης «Ν. Πλαστήρα» σε αρκετά καλά επίπεδα με εξαίρεση τα ρέματα PLC 6 και PLC7 τα οποία παρουσιάζουν τάση υποβάθμισης της ποιότητας τους.

Από τον συνδυασμό όλων των ανωτέρω αποτελεσμάτων εκτιμήθηκε η οικολογική ποιότητα του Ταμιευτήρα και των βασικών ρεμάτων του και προέκυψε ότι η Τ.Λ. 'Ν. Πλαστήρα' κατατάσσεται σαν καλού οικολογικού δυναμικού με τάσεις υποβάθμισης όμως, λόγω των ρυπαντικών πιέσεων και της εδαφικής διάβρωσης της υδρολογικής της λεκάνης. Για αυτό το λόγο τα απαιτούμενο πρόγραμμα εποπτικής παρακολούθησης των υδάτινων σωμάτων της περιοχής περιγράφηκε λεπτομερώς και προτάθηκαν μια σειρά μέτρων για την διατήρηση της οικολογικής κατάστασης της λίμνης.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Αντικείμενο - Επισκόπηση της πορείας του έργου

Η παρούσα τεχνική έκθεση αποτελεί την Τελική Τεχνική Έκθεση του έργου με τίτλο “Περιβαλλοντική παρακολούθηση του Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα»”, που εκτελείται από το Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΙΕΥ – ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.), με φορέα ανάθεσης τη ΔΕΗ (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Α.Ε.). Το συγκεκριμένο έργο αφορά τη μελέτη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα», με σκοπό γίνει εμπειριστατωμένη αποτίμηση της περιβαλλοντικής κατάστασης της Λίμνης σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο για τα ύδατα (2000/60/ΕΕ) και την σχετική Εθνική Νομοθεσία. Το έργο είναι συνολικής διάρκειας 15 μηνών, με έναρξη τον Ιούλιο 2009, και περιλαμβάνει δύο φάσεις:

Στην 1^η φάση πραγματοποιήθηκαν οι ερευνητικές αποστολές υπαίθρου, συλλέχθηκαν βιολογικά και αβιοτικά δεδομένα και πραγματοποιήθηκε η εργαστηριακή επεξεργασία και ανάλυση των δειγμάτων καθώς και η υποβολή των ενδιάμεσων τεχνικών εκθέσεων (στον 4^ο στον 10^ο μήνα από την αρχή του έργου).

Στην 2^η φάση ολοκληρώθηκαν οι εργαστηριακές αναλύσεις και η επεξεργασία των στοιχείων και προετοιμάστηκε η τελική τεχνική έκθεση του έργου (διάρκεια: από τον 11^ο έως τον 15^ο μήνα).

Η πρώτη φάση ξεκίνησε με την καλοκαιρινή δειγματοληψία (Ιούλιος 2008) και τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάστηκαν στην 1^η Έκθεση Προόδου που παραδόθηκε τον 4^ο μήνα μετά την έναρξη του έργου (Οκτώβριος 2009). Η έκθεση παραθέτει τις προκαταρκτικές ενέργειες που έλαβαν χώρα για την υλοποίηση του έργου, όπως τη συγκέντρωση δεδομένων (βιβλιογραφικών, από μελέτες, Υπηρεσίες, κλπ.) στην περιοχή έρευνας, στοιχείων για τα υδρολογικά, φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των νερών και καταγραφή των ανθρωπογενών πιέσεων.

Η παρούσα έκθεση περιλαμβάνει τα αποτελέσματα των προαναφερθέντων ενδιάμεσων εκθέσεων προόδου καθώς επίσης και τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών μετρήσεων, των χημικών αναλύσεων και των βιολογικών μετρήσεων που έλαβαν χώρα κατά το διάστημα Απρίλιος – Σεπτέμβριος 2010. Επίσης

παρουσιάζονται και αναλύονται διεξοδικά οι μεθοδολογίες που εφαρμόζονται στο πεδίο, καθώς και η μεθοδολογία επεξεργασίας των δορυφορικών εικόνων και των περιβαλλοντικών μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης. Επιπρόσθετα, έγινε προσπάθεια να εκτιμηθούν η τρωτότητα του υπόγειου νερού στην περιοχή μελέτης, ο κίνδυνος διάβρωσης των εδαφών καθώς και τα ρυπαντικά φορτία που καταλήγουν στην λίμνη. Παρατίθενται επίσης αναλυτικά τα αποτελέσματα όλων των μετρήσεων καθώς και η εκτίμηση της περιβαλλοντικής κατάστασης της Τεχν. Λίμνης «Ν Πλαστήρα», με τα κατάλληλα μέτρα πρόληψης και προστασίας της.

1.2.Ομάδα Έρευνας

Για την εκτέλεση των εργασιών της 1^{ης} φάσης του έργου συνεργάστηκαν οι εξής:

Επιστημονικός Υπεύθυνος:

- Δρ. Ηλίας Δημητρίου, Γεωλόγος – Περιβαλλοντολόγος

Άμεσοι και έμμεσοι συνεργάτες του ΕΛΚΕΘΕ:

- Ηλίας Μπερταχάς, Μηχανικός Περιβάλλοντος, MSc
- Δρ. Αριστείδης Διαπούλης, Βιολόγος
- Κωνσταντίνος Γκρίτζαλης, Βιολόγος
- Ιωάννης Καραούζας, Βιολόγος
- Αγγελική Μεντζαφού, Γεωλόγος
- Δρ. Χαραλάμπος Νταουλάς, Ιχθυολόγος
- Ηλίας Μουσούλης, Υδρολόγος – Περιβαλλοντολόγος, MSc
- Εύα Κολόμπαρη, Ιχθυολόγος - GIS

Συνεργάτες από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης:

- Δρ. Μαρία Μουστάκα, Βιολόγος – Αναπλ. Καθηγήτρια
- Σταματίνα Κατσιάπη, Υδροβιολόγος – υποψ. Διδάκτωρ

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή λίμνης Ταυρωπού (τεχν. λίμνη «Ν. Πλαστήρα») αποτελεί προστατευόμενη φυσική περιοχή του δικτύου NATURA 2000, με ιδιαίτερο φυσικό κάλλος και χαρακτηριστικά (χερσαία και υδάτινα), που την αναδεικνύουν ως μία από τις πλέον ενδιαφέρουσες περιοχές της χώρας μας με έντονη τουριστική ανάπτυξη και περιβαλλοντική αξιοποίηση.

Η εν λόγω περιοχή συμπίπτει με την υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λίμνης. «Ν. Πλαστήρα» βρίσκεται στην ορεινή περιοχή των Αγράφων (Ν. Πίνδος) και περιλαμβάνει την Τεχνητή Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» και τα χερσαία οικοσυστήματα περιμετρικά της λίμνης (Δ. Νεβρόπολης, Δ. Πλαστήρα).

Η Τεχνητή Λίμνη του «Ν. Πλαστήρα» (Ταυρωπού ή Μέγδοβα) ιδρύθηκε από τη ΔΕΗ το 1957 με την κατασκευή τοξωτού φράγματος στη λεκάνη απορροής του ποταμού Ταυρωπού (Μέγδοβας), ο οποίος συμβάλλει με τον Αχελώο στον Άνω ρου του. Το φράγμα αυτό, το οποίο βρίσκεται στο νότιο τμήμα της λίμνης, κοντά στον οικισμό Μούχα της κοινότητας Καστανιάς, έχει ύψος 83,50 m, μήκος στέψης 188,00 m και στέψη στο υψόμετρο +795,20 m. Το σχήμα της λίμνης είναι επίμηκες με κατεύθυνση βορά-νότο με μέγιστο μήκος 14 Km και πλάτος 4 Km περίπου.

Η ανώτατη στάθμη λειτουργίας (Α.Σ.Λ.) της τεχνητής λίμνης βρίσκεται σε υπερθαλάσσιο ύψος 792,00 m. Η επιφάνειά της ανέρχεται σε 25,20 km², η δε επιφάνεια της λεκάνης απορροής που την τροφοδοτεί, φθάνει τα ~167 km². Συνεπώς η λιμναία επιφάνεια αποτελεί το 15,1 % της λεκάνης τροφοδοσίας της, γεγονός σπάνιο για τέτοια έργα. Η συνολική χωρητικότητα του ταμιευτήρα ανέρχεται σε 400.000.000 m³.

Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο «Ν. Πλαστήρα» βρίσκεται στην περιοχή Μοσχάτου. Η συνολική μέση ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανέρχεται περίπου σε 190 GWh και καλύπτει ανάγκες του εθνικού δικτύου που προκύπτουν σε ώρες αιχμής, όπως όλα τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Το νερό της λίμνης, αφού χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας στο εργοστάσιο, διοχετεύεται για την κάλυψη αναγκών ύδρευσης και άρδευσης στο Ν. Καρδίτσας (ΕΠΕΜ, 2001).

Σημειώνεται ότι οι περισσότερες από τις παρακάτω εικόνες παρατίθενται για λόγους ευκρίνειας σε μέγεθος Α3 στο Παράρτημα.

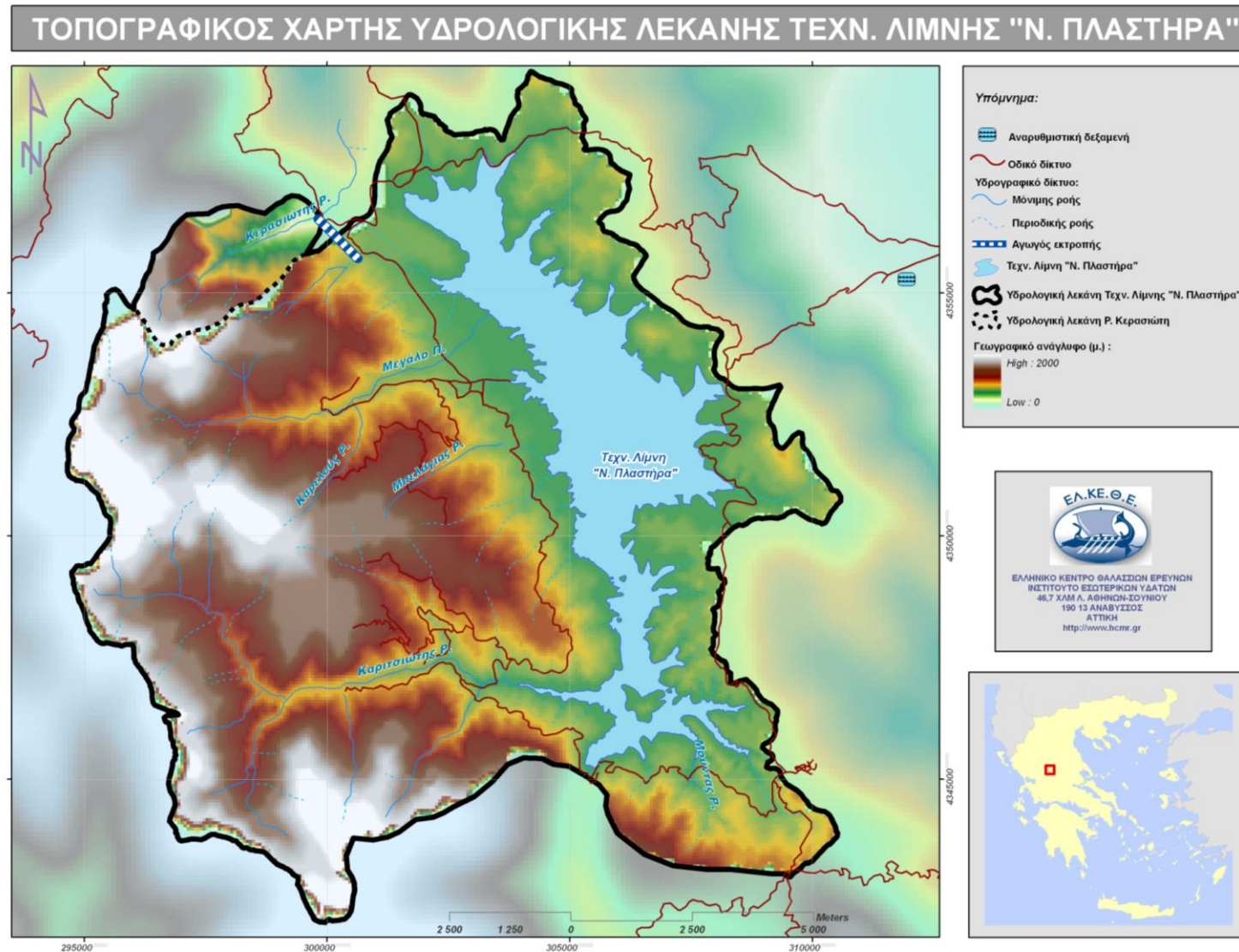
2.1. Τοπογραφία της περιοχής μελέτης

Η υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» (εικόνα 2.1) έχει συνολική έκταση 167 km², από τα οποία 25,2 km², που αντιστοιχούν στην Α.Σ.Λ., δηλαδή στο υψόμετρο +792 m, ανήκουν στη Λίμνη (15,1% της συνολικής έκτασης). Το τοπογραφικό ανάγλυφο στην ευρύτερη υδρολογική λεκάνη φθάνει τα 2.131 m με μέσο υψόμετρο τα 1.121 m και μέση κλίση 17%. Οι υψομετρικές διαφορές (μέγιστο – ελάχιστο υψόμετρο) είναι περιορισμένες λόγω του σημαντικού υψομέτρου στη θέση κατασκευής του φράγματος με υψόμετρο στέψης 795,20 m. Όλες οι λεκάνες των ρεμάτων έχουν σαφώς ορεινή διαμόρφωση και χαρακτηρίζονται από σημαντικές κλίσεις.

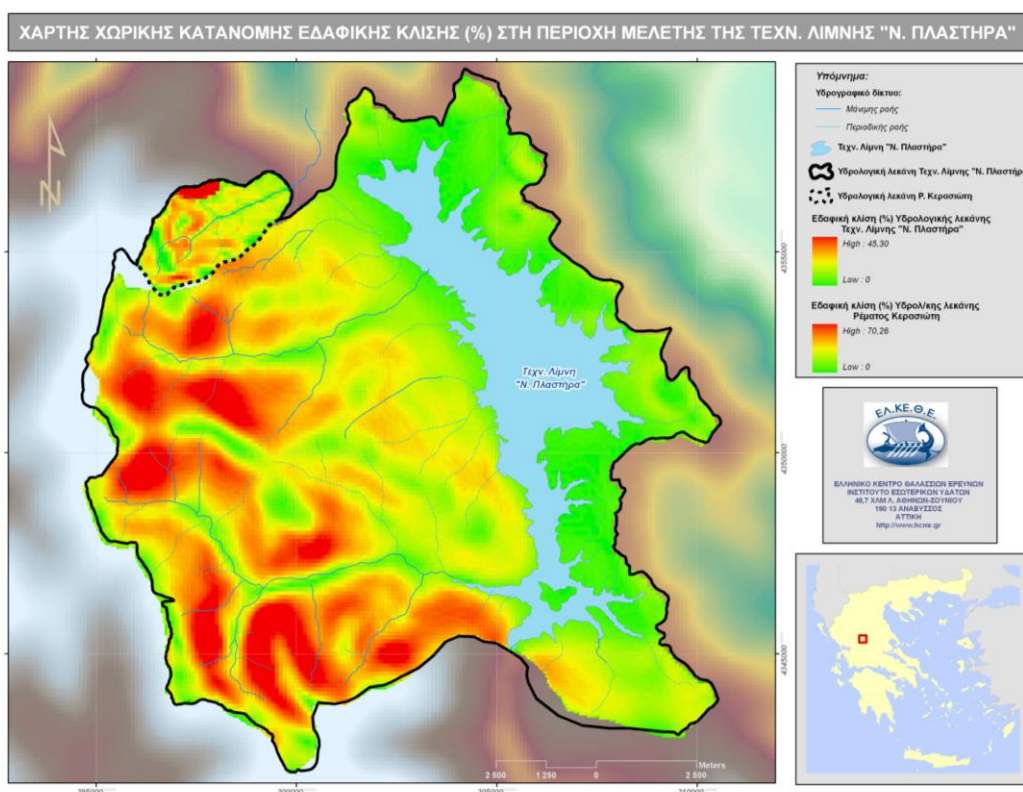
Σημειώνεται ότι στον Ταμιευτήρα του ΥΗΣ «Ν. Πλαστήρα» συμβάλλουν, από το έτος 2001, και τα νερά της λεκάνης απορροής του Ρ. Κερασιώτη, μέσω σήραγγας εκτροπής. Η έκτασή της είναι 7,3 km² και ο συνολικός όγκος των εκτρεπόμενων νερών ανέρχεται περίπου σε 7,5 x 10⁶ m³ (σύμφωνα με το Έργο: «Εμπλουτισμός Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» με εκτροπή Ρ. Κερασιώτη»).

Για την αποτύπωση του τοπογραφικού ανάγλυφου της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκε ψηφιακό μοντέλο εδάφους, που προέκυψε από τη ψηφιοποίηση τοπογραφικών χαρτών 1:50000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) με ισοδιάσταση 20 m και επεξεργασία στο λογισμικό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ArcGIS. Από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους που προέκυψε στη συνέχεια δημιουργήθηκε και ο χάρτης κλίσεων (εικόνα 2.2).

Τα ρέματα που αναπτύσσονται στη λεκάνη απορροής έχουν κυρίως μικρές λεκάνες απορροής σε σχέση με το μέγεθος της λίμνης. Κύριο ρόλο, σε ότι αφορά την πρόσχωση της λίμνης ασκούν τα δύο μεγάλα χειμαρρικά ρέματα, κυρίως ο Καριτσιώτης και το Μεγάλο ποτάμι ή ρ. Μπεζούλας. Η χωρική κατανομή των ρεμάτων, σε ότι αφορά τη θέση εισροής τους στην λίμνη, διασπείρει αντίστοιχα και τις επιφανειακές (ορατές) προσχώσεις σε διάφορα σημεία του λιμναίου χώρου και έτσι ελαχιστοποιεί την επίδρασή τους (Χουλιάρας κ.ά., 2007).



Εικόνα 2.1 Τοπογραφικός χάρτης υδρολογικής λεκάνης Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».



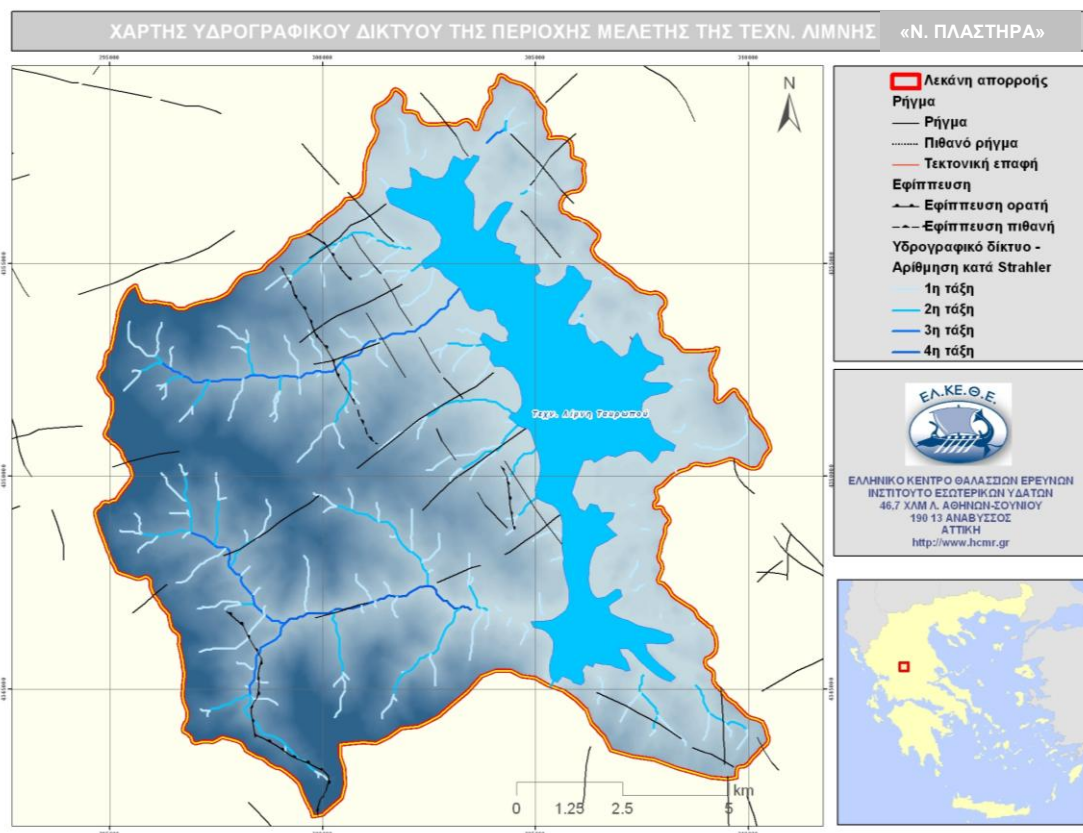
Εικόνα 2.2 Χάρτης κλίσεων στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

2.1.1. Υδρογραφικό Δίκτυο

Το υδρογραφικό δίκτυο της ορεινής περιοχής της υδρολογικής λεκάνης είναι πλούσιο, αρκετά αναπτυγμένο και δενδριτικού τύπου, ο οποίος είναι χαρακτηριστικός για περιοχές όπου επικρατεί η επιφανειακή απορροή και κυριαρχεί ο φλύσχος και γενικότερα τα αδιαπέρατα πετρώματα (Εικόνα 2.4). Σημαντικό ρόλο στη μορφή του υδρογραφικού δικτύου παίζουν οι τεκτονικές δομές της περιοχής, καθώς οι απότομες αλλαγές διεύθυνσης κλάδων, καταδεικνύουν τη δράση ρηγμάτων (ΕΠΕΜ, 2001).

Οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής παρουσιάζουν μια γενική διεύθυνση ροής από τα δυτικά (όπου απαντούν και τα μεγαλύτερα υψόμετρα) προς τα ανατολικά. Αρκετοί εκβάλλουν στην Τεχνητή Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» (Λίμνη Ταυρωπού) (Μεγάλο Ποτάμι, Καριτσιώτης, και άλλοι μικρότεροι), ενώ άλλοι (Οξούλα, Άσπρος, Πεθαμένος) εκβάλλουν στον ίδιο τον Ταυρωπό ποταμό, ο οποίος είναι και ο σημαντικότερος κλάδος και οριοθετεί την περιοχή μελέτης. Οι παροχές

των περισσότερων από τους παραπάνω παραποτάμους μηδενίζονται κατά τους θερινούς μήνες (ΕΠΕΜ, 2001).



Εικόνα 2.3 Υδρογραφικό δίκτυο και τεκτονικές δομές της περιοχής μελέτης.

2.2. Γεωλογία της περιοχής μελέτης

2.2.1. Γεωλογικοί σχηματισμοί

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.4 και στους Πίνακες 2.1 και 2.2, όπου παρουσιάζονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί που καλύπτουν την υδρολογική λεκάνη Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα», το μεγαλύτερο ποσοστό, 61%, της λεκάνης καλύπτεται από αδιαπέρατα μεταμορφωμένα και πλουτώνεια/ηφαιστειακά πετρώματα, το 23% από ασβεστολιθικά πετρώματα και το υπόλοιπο 16% από κοκκώδεις προσχωματικές, μολασσικές και μη αποθέσεις.

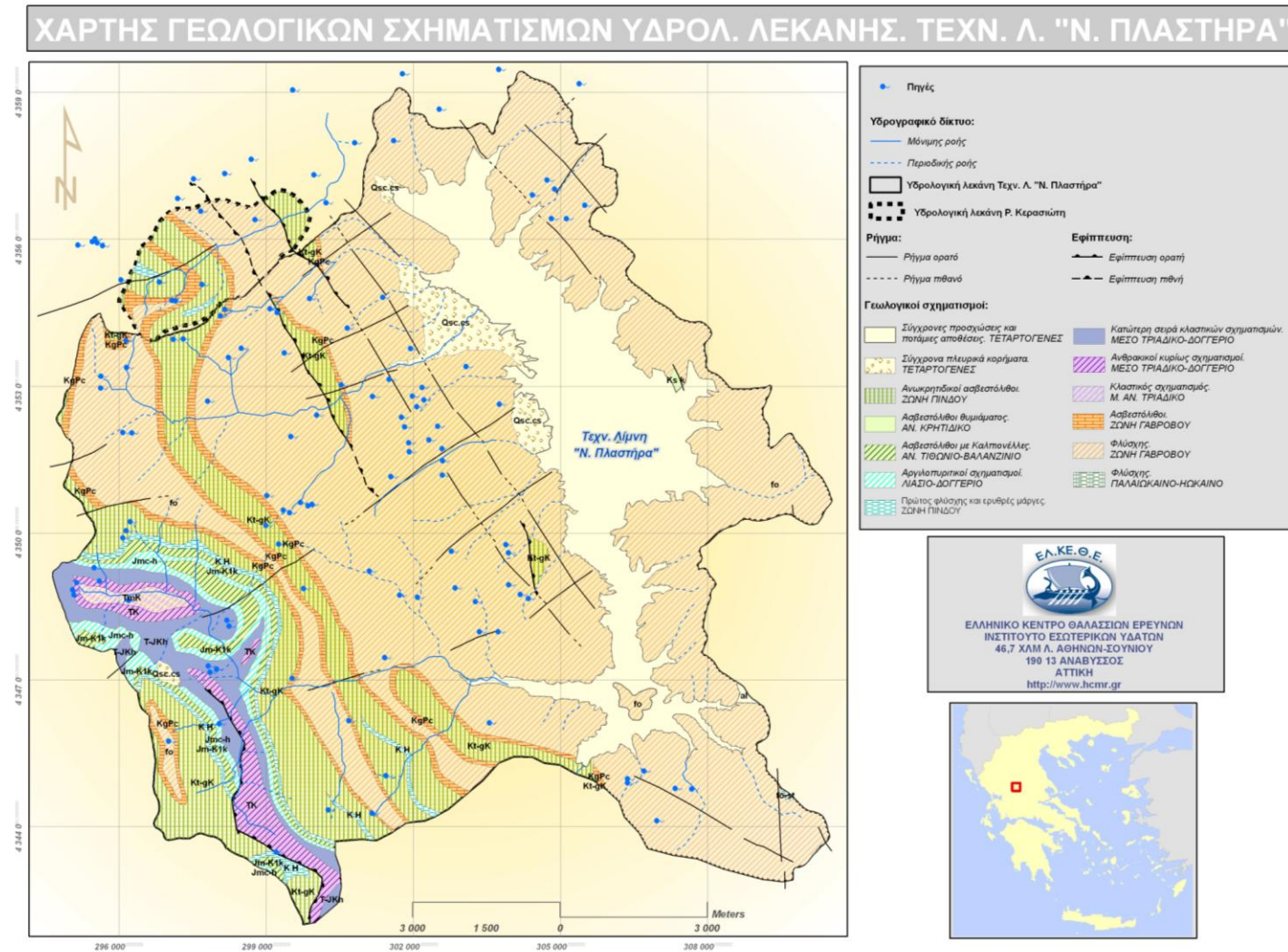
Πίνακας 2.1 Έκταση των γεωλογικών σχηματισμών στην υδρολογική λεκάνη Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

Γεωλογικοί Σχηματισμοί	Κωδικός φύλλου ΙΓΜΕ	Έκταση (km ²)	Ποσοστό (%) έκτασης στην υδρολογική λεκάνη
Ασβεστόλιθοι. ΖΩΝΗ ΓΑΒΡΟΒΟΥ	KgPc	5.8	3.5
Ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι. ΖΩΝΗ ΠΙΝΔΟΥ	Kt-gK	19.7	11.9
Ασβεστόλιθοι με Καλπιονέλλες. ΑΝ. ΤΙΘΩΝΙΟ-ΒΑΛΑΝΖΙΝΙΟ	Jm-K1k	2.8	1.7
Κατώτερη σειρά κλαστικών σχηματισμών. ΜΕΣΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ-ΔΟΓΓΕΡΙΟ	T-JKh	4.9	3.0
Αργιλοπυριτικοί σχηματισμοί. ΛΙΑΣΙΟ-ΔΟΓΓΕΡΙΟ	Jmc-h	3.0	1.8
Σύγχρονα πλευρικά κορήματα. ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ	Qsc.cs	3.6	2.2
Πρώτος Φλύσχης και ερυθρές μάργες. ΖΩΝΗ ΠΙΝΔΟΥ	K H	1.9	1.1
Κλαστικός σχηματισμός. Μ. ΑΝ. ΤΡΙΑΔΙΚΟ	TmK	0.7	0.4
Ανθρακικοί κυρίως σχηματισμοί. ΜΕΣΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ-ΔΟΓΓΕΡΙΟ	TK	3.3	2.0
Σύγχρονες προσχώσεις και ποτάμιες αποθέσεις. ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ	al	23.3	14.1
Ασβεστόλιθοι θυμιάματος. ΑΝ. ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ	Ks k	0.1	0.06
Φλύσχης. ΖΩΝΗ ΓΑΒΡΟΒΟΥ	fo	96.1	58.1
Φλύσχης. ΠΑΛΑΙΩΚΑΙΝΟ-ΗΩΚΑΙΝΟ	fo-st	0.04	0.02
Σύνολο:		165.2	100.0

Πίνακας 2.2 Έκταση των υδρολιθολογικών σχηματισμών στην υδρολογική λεκάνη Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

Γεωλογικοί Σχηματισμοί	Έκταση (km ²)	Ποσοστό (%) έκτασης στην υδρολογική λεκάνη
Ασβεστόλιθοι. Γεωλογικοί σχηματισμοί μεγάλης υδατοπερατότητας.	37.3	22.6
Προσχώσεις, ποτάμιες αποθέσεις και κορήματα. Γεωλογικοί σχηματισμοί μέσης προς μεγάλη υδατοπερατότητας.	26.9	16.3
Φλύσχεις. Αδιαπέρατοι σχηματισμοί ή γεωλογικοί σχηματισμοί μικρής υδατοπερατότητας.	100.9	61.1
Σύνολο:	165.2	100.0

Υδρογεωλογικά, στην λεκάνη απορροής της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» συναντούμε μέτριας προς υψηλής υδροπερατότητας σχηματισμούς (ασβεστόλιθοι) στο Δυτικό, ορεινό τμήμα της (συντ. Περαιτότητας έως 30% της βροχόπτωσης) που καταλαμβάνουν περίπου 23% της έκτασης της λεκάνης απορροής. Οι αδιαπέρατοι σχηματισμοί του Φλύσχη επικρατούν (συντ. περαιτότητας έως 5% της βροχόπτωσης) και σε μικρό ποσοστό (περίπου 16% της έκτασης της λεκάνης) απαντώνται μέτριας υδροπερατότητας προσχώσεις (συντ. περαιτότητας έως 15% της βροχόπτωσης). Ως εκ τούτου τα υπόγεια αποθέματα της εν λόγω υδρολογικής λεκάνης μπορούν να χαρακτηριστούν ως σχετικώς περιορισμένα.



Εικόνα 2.4 Γεωλογικός χάρτης της υδρολογικής λεκάνης Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

2.2.2. Τεκτονική δομή

Οι γεωολογικοί σχηματισμοί που δομούν την περιοχή μελέτης έχουν επηρεαστεί από διαφορετικού είδους τεκτονική παραμόρφωση, ανάλογα με την ηλικία και τη φάση παραμόρφωσης που υπέστησαν. Έτσι, οι σχηματισμοί της ενότητας Πίνδου έχουν επηρεαστεί από την αλπική ορογένεση, με αποτέλεσμα να φέρουν τα χαρακτηριστικά της πλαστικής παραμόρφωσης που υπέστησαν (ΕΠΕΜ, 2001).

Σχετικά με την εσωτερική δομή της ενότητας Πίνδου πρέπει να σημειωθεί η χαρακτηριστική δομή των πτυχώσεων, που είναι αποτέλεσμα της εναλλαγής σχηματισμών, γεγονός που προσδίδει μεγάλη πλαστικότητα. Ρόλο επίσης στην παραμόρφωση παίζει η εναλλαγή κερατολίθων-ασβεστολίθων, με αποτέλεσμα τη δημιουργία δυσαρμονικών φαινομένων. Έτσι, η ενότητα, πέρα του ότι αποτελεί ένα τεκτονικό κάλυμμα σαν σύνολο, χαρακτηρίζεται από την πληθώρα των πτυχών και των επιπεύσεων. Κύριο χαρακτηριστικό είναι η κατά λέπη δομή και η περιοδική επανάληψη των οριζόντων με την ίδια σειρά, συνήθως στα κανονικά σκέλη των πτυχών (ΕΠΕΜ, 2001).

Ακολουθώντας την φάση της πλαστικής παραμόρφωσης, και μετά την απόθεση των μεταλλικών ιζημάτων, το σύνολο των σχηματισμών (αλπικοί και μεταλλικοί) υπέστησαν θραυσιγενή παραμόρφωση, με αποτέλεσμα τη δημιουργία πολυάριθμων ρηγμάτων, που τέμνουν σχεδόν εγκάρσια τις προηγούμενες δομές (ΕΠΕΜ, 2001).

Στην περιοχή μελέτης παρατηρείται η συνεχής εναλλαγή των οριζόντων της ενότητας Πίνδου, με ανάπτυξη σε διεύθυνση Β.-Ν. έως ΒΔ.-ΝΑ. Οι άξονες των πτυχών που απαντούν στην περιοχή καθώς και οι επιπεύσεις είναι περίπου της ίδιας διεύθυνσης. Οι μεταγενέστερες εγκάρσιες δομές (ρήγματα) έχουν διεύθυνση ΒΑ.-ΝΔ. καθώς και ΒΔ-ΝΑ (ΕΠΕΜ, 2001).

2.2.3. Στοιχεία εδαφών

Τα προλίμνια εδάφη κατά το 70% είναι ποτζολικά σε ανάμιξη με όξινα ορφνά δασικά, ασυνεχούς μικρού βάθους με σκελετικά σχηματικά. Αυτά τα εδάφη δεν περιέχουν ανθρακικές βάσεις, αλλά σημαντικά ποσά ανταλλαξιμού υδρογόνου. Τα υπόλοιπα 30% είναι εδάφη ορφνά ασβεστολιθικά δασικά, αλλουβιακά αποθέματα με

ROCOSOLS και αλπικά χομώδη τύπου RUNKER. Στην παραλίμνια περιοχή, το 100% των εδαφών είναι βαθιά και παραγωγικά, εδράζονται πάνω σε κορήματα και κώνους κορημάτων, φλύσχη και κατά θέσεις σε ασβεστόλιθο. Στον πυθμένα της λίμνης συναντάμε προσχώσεις ηπειρωτικών αποθέσεων (άργιλοι, άμμοι, χαλίκια, κροκάλες, αμμοχάλικο, πηλοί, κορήματα, θίνες κ.λ.π., ΕΠΕΜ 2001).

Στην περιοχή μελέτης παρουσιάζονται έντονα προβλήματα κινητικότητας και διάβρωσης των εδαφών, εξαιτίας κυρίως της αποσάθρωσης του φλύσχη. Η κατάσταση επιδεινώνεται λόγω των μεγάλων κλίσεων του εδάφους σε συνδυασμό με την ποσότητα των όμβριων υδάτων και των χιονοπτώσεων. Αποτέλεσμα είναι η μετατόπιση των εδαφών για την απόκτηση νέων θέσεων ισορροπίας. Επίσης παρατηρούνται και καθιζήσεις στα οριζόντια εδάφη. Συγκεκριμένα, έχει προταθεί η μεταφορά του οικισμού Κερασιάς σε κοντινή θέση με ασφαλέστερη εδαφολογική κατασκευή, λόγω των έντονων προβλημάτων κατολίσθησης. Επίσης, έντονα φαινόμενα κατολίσθησης παρουσιάζονται στον οικισμό Καροπλεσίου (ειδικότερα στο κέντρο του οικισμού) καθώς και στην περιοχή Κρυονερίου (ΕΠΕΜ, 2001).

2.3. Χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης

Για τον χάρτη των χρήσεων γης χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων CORINE (2000). Στην εικόνα 2.5 και στον Πίνακα 2.3 παρουσιάζονται οι χρήσεις γης στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.3 μεγαλύτερη έκταση ως προς τις χρήσεις γης στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» καταλαμβάνουν κατά σειρά οι μη αρδευόμενες αρόσιμες εκτάσεις (1,9%), οι μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις (13%), τα δάση (κωνοφόρα/πλατύφυλλα/μικτά με ποσοστό 43,5%), και οι θαμνότοποι/λιβάδια (28,3%).

Μία σύντομη ανάλυση της εξέλιξης των χρήσεων της γης στην περιοχή, αναδεικνύει την συνεχή εντατικοποίηση της χρήσης στην πεδιάδα της Καρδίτσας, όπου ο πληθυσμός τείνει να αστικοποιείται και οι δραστηριότητες του δευτερογενούς και τριτογενούς τομέα να συγκεντρώνονται στις αστικές περιοχές ή κατά μήκος του εθνικού οδικού δικτύου. Οι ορεινές περιοχές, οι οποίες περιτριγυρίζουν την Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα», έχοντας βιώσει μία έντονη οικονομική δυσπραγία, βιώνουν

σήμερα μία σημαντική ανάκαμψη η οποία τροφοδοτείται κυρίως από την ανάπτυξη του τουρισμού. Οι χρήσεις της γης στις ορεινές περιοχές δείχνουν να απομακρύνονται από την πρωτογενή παραγωγή και να κατευθύνονται προς χρήσεις αναψυχής και δεύτερης κατοικίας (Liarikos, 2005).

Πίνακας 2.3 Έκταση των χρήσεων γης στην υδρολογική λεκάνη Τεχν. Λ. «Ν.Πλαστήρα».

Τύπος χρήσης γης	Κωδικός CORINE (2000)	Έκταση (km ²)	Ποσοστό (%) έκτασης στην υδρολογική λεκάνη
Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	211	3.2	1.9
Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	242	7.5	4.6
Γεωργική γη με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	243	13.9	8.4
Δάσος πλατύφυλλων	311	26.7	16.2
Δάσος κωνοφόρων	312	24.9	15.1
Μικτό δάσος	313	20.4	12.3
Φυσικοί βοσκότοποι	321	5.1	3.1
Θάμνοι και χερσότοποι	322	11.2	6.8
Σκληροφυλλική βλάστηση	323	1.1	0.7
Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις	324	25.9	15.7
Απογυμνωμένοι βράχοι	332	0.1	0.1
Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	333	3.7	2.2
Συλλογές υδάτων	512	21.6	13.1
Σύνολο:		165.2	100.0

2.4. Σημαντικοί βιότοποι και οικοσυστήματα στην περιοχή μελέτης

Επιμέρους σημαντικές περιοχές φύσης (τόποι) στην περιοχή μελέτης αποτελούν τα ‘Άγραφα’ και η ‘Περιοχή λίμνης Ταυρωπού’ («Ν. Πλαστήρα»). Ο τόπος «Περιοχή Λίμνης Ταυρωπού» με κωδικό GR1410001 έτσι όπως περιγράφεται στην τυποποιημένη μορφή δεδομένων του προγράμματος “ΦΥΣΗ 2000” περιλαμβάνει τη λίμνη «Ν. Πλαστήρα» (Ταυρωπού) ενώ γύρω από αυτή τα πιο εκτεταμένα δάση είναι εκείνα που αποτελούνται αμιγώς από *Abies borisii-regis* (κωδικός 9270). Σε μικρές συστάδες καθώς και ως μεμονωμένα δένδρα εμφανίζονται πολλά είδη ξυλωδών φυτών δημιουργώντας ένα μωσαϊκό βλάστησης στην περιοχή. Ο τόπος «Άγραφα» με κωδικό GR1410002 βρίσκεται στη Νότια Πίνδο και σ’ αυτήν εντάσσονται δύο κορυφές της περιοχής μελέτης, το Βουτσικάκι και το Αυγό. Η περιοχή είναι ιδιοκτησία του ελληνικού δημοσίου και των τοπικών κοινοτήτων και ανήκει στο Νομό Καρδίτσας (51% της περιοχής) και στο Νομό Ευρυτανίας (49% της περιοχής) (ΕΠΕΜ, 2001).

Τα οικοσυστήματα της περιοχής μελέτης είναι τα ακόλουθα (ΕΠΕΜ, 2001):

- ✓ Υπομεσογειακά οικοσυστήματα πρίνου (*Quercetum cocciferae*) της υποζώνης *Ostryo carpinion*.
- ✓ Παραμεσογειακά οικοσυστήματα πλατυφύλλου δρυός (*Quercetum frainetto*).
- ✓ Οικοσυστήματα ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων - υβριδογενούς ελάτης (*Abietum borisii-regis* ή *A. hybridogenus*).
- ✓ Μεικτά οικοσυστήματα ελάτης/δρυός, δρυός/ελάτης και κατά θέσεις με συμμετοχή και της καστανιάς.
- ✓ Οικοσυστήματα οξιάς *Fagetum moesiaca*.
- ✓ Υπαλπικά (ψευδαλπικά) οικοσυστήματα του *Junipero-Daphnion*.
- ✓ Παρόχθια οικοσυστήματα (πλατάνου, ιτιάς, σκλήθρου).
- ✓ Υπομεσογειακά οικοσυστήματα πρίνου, και οστριάς- *Ostryo carpinion*, των υψηλότερων περιοχών.

2.4.1. Πανίδα - Ιχθυοπανίδα

Η πανίδα της περιοχής μελέτης είναι εξαιρετικά πλούσια και ενδιαφέρουσα, διότι αφενός περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό ειδών ασπόνδυλων και σπονδυλωτών και αφετέρου οι πληθυσμοί αυτών των ειδών βρίσκονται σε ικανοποιητική κατάσταση.

Επίσης η κατάσταση των ενδιαιτημάτων όπου φιλοξενούνται οι ζωικές ομάδες κρίνεται καλή. Πολλά από τα είδη που καταγράφηκαν προστατεύονται από διεθνείς Συμβάσεις και από Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και από την ελληνική νομοθεσία.

Πιο συγκεκριμένα από τα taxa ασπόνδυλων και σπονδυλωτών που βρέθηκαν στην περιοχή μελέτης:

- Στο Κόκκινο Βιβλίο (Α) αναφέρονται 2 είδη εντόμων, 4 είδη ιχθύων, 2 είδη ερπετών, 6 είδη πτηνών και 9 είδη θηλαστικών στις κατηγορίες σπάνια, τρωτά, κινδυνεύοντα, απειλούμενα τοπικά ή ανεπαρκώς γνωστά.
- Ένα ενδημικό είδος (Β) ιχθύων (*Pseudophoxinus pleurobipunctatus*, συνώνυμο του *Phoxinellus* sp.) υπάρχει στην περιοχή.
- Από την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ προστατεύονται 2 είδη εντόμων, ένα είδος ιχθύων, ένα είδος αμφιβίων, 2 είδη ερπετών και 3 είδη θηλαστικών. Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι το ένα είδος θηλαστικών, η αρκούδα (*Ursus arctos*), χαρακτηρίζεται ως είδος προτεραιότητας.
- Από τη Σύμβαση της Βέρνης (Γ) προστατεύονται 2 είδη εντόμων, 1 είδος ιχθύων, 5 είδη αμφιβίων, 5 είδη ερπετών 63 είδη πτηνών και 7 είδη θηλαστικών.
- Στην Οδηγία 79/409/ΕΟΚ (Γ) αναφέρονται 20 είδη πτηνών.
- Στον κατάλογο της IUCN (Δ) αναφέρονται 2 είδη ερπετών (χελώνες), το ένα στην κατηγορία Τρωτά A1cd (*Testudo graeca*) και το άλλο (*Testudo hermanni*) στην κατηγορία χαμηλού κινδύνου nt/-.
- Από το Προεδρικό Διάταγμα 67/1981 (Δ) προστατεύονται 2 είδη ιχθύων, 3 είδη αμφιβίων, 3 είδη ερπετών και 4 είδη θηλαστικών.

Η καταγραφή της πανίδας των ενδημικών, απειλούμενων, σπάνιων και προστατευόμενων ειδών γίνεται με βάση τον παρακάτω διαχωρισμό: Ασπόνδυλα, Ψάρια, Αμφίβια, Ερπετά, Πτηνά και θηλαστικά.

Συγκεκριμένα, όσον αφορά τα ψάρια της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα», στον πίνακα 2.4 δίνονται οι ακόλουθες πληροφορίες για τα είδη των ψαριών που απαντώνται στην περιοχή μελέτης (ΕΠΕΜ, 2001):

- Προστασία του είδους από το Παράρτημα II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.
- Κοινό όνομα.
- Είδος οικοτόπου (ενδιαιτήματος) στον οποίο παρατηρείται το είδος.

- Παρουσία του είδους στην περιοχή.
- Βαθμός διατήρησης του ενδιαιτήματος.
- Βαθμός απομόνωσης του πληθυσμού που παρουσιάζεται στην περιοχή σε σχέση με τη φυσική εξάπλωση του είδους.
- Συνολική εκτίμηση (αξία) της περιοχής που αφορά τη διατήρηση του είδους.
- Αιτία ενδιαφέροντος του είδους.

Η ιχθυοπανίδα της φραγμαλίμνης «Ν. Πλαστήρα» (Ταυρωπού) αποτελείται από αυτόχθονα είδη και είδη εισαγωγής που είναι και τα σημαντικότερα από αλιευτική άποψη. Τα αυτόχθονα είδη προέρχονται από το αρχικό υδάτινο ορεινό σύστημα του Ταυρωπού. Πολλά από τα ρεόφιλα είδη του αρχικού υδάτινου συστήματος δύσκολα προσαρμόστηκαν ή δεν προσαρμόστηκαν καθόλου στο λιμναίο περιβάλλον με αποτέλεσμα να εξαφανιστούν. Αυτά όμως που είχαν ευρύτερες οικολογικές απαιτήσεις κατάφεραν να επιβιώσουν, συνιστώντας μαζί με τα είδη εισαγωγής τον ιχθυοπληθυσμό της φραγμαλίμνης. Μελέτες σύστασης της ιχθυοπανίδας της φραγμαλίμνης, καθώς και των υπόλοιπων βιοτικών χαρακτηριστικών της, κατέδειξαν την ύπαρξη κενών τροφικών οριζόντων, υπογραμμίζοντας την ανάγκη εμπλουτισμού της με κατάλληλα είδη ιχθύων (ΑΝ.ΚΑ, 2003α).

Δυσμενείς επιπτώσεις στην διατήρηση των λειμώνων χαρωδών φυκών, στην ανάπτυξη παρόχθιας βλάστησης γενικότερα, αλλά και κατ' επέκταση στην ανάπτυξη αλιεύσιμων ιχθυοπληθυσμών στη φραγμαλίμνη δημιουργούνται λόγω των συνεχών και πολύ έντονων ετήσιων μεταβολών της στάθμης του νερού. Οι διακυμάνσεις αυτές δεν ευνοούν την διατήρηση και την επέκταση των χαρωδών φυκών, ούτε τη δημιουργία παρόχθιας βλάστησης, και σε συνδυασμό μπορούν να θεωρηθούν σε σημαντικό βαθμό υπεύθυνα για την ανεπιτυχή αναπαραγωγή πολλών ειδών ψαριών (ΑΝ.ΚΑ, 2003α).

2.5. Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα με έμφαση στις Λίμνες

Η οδηγία Πλαίσιο για τα ύδατα (2000/60/ΕΕ) ορίζει ως λίμνη ένα σύστημα στάσιμων εσωτερικών υδάτων το οποίο έχει μέγεθος τουλάχιστον 0,5 km². Ο ορισμός αυτός θα οδηγήσει στο να συμπεριληφθούν στην λίστα των υπό παρακολούθηση υδάτινων

σωμάτων (λιμνών) πολλά τεχνητά υδάτινα σώματα καθώς και λιμνία για ψυχαγωγική χρήση ή αισθητικά στοιχεία σε δημόσια πάρκα. Αυτό θα δημιουργήσει την ανάγκη για εντατική έρευνα και παρακολούθηση ενός πολύ μεγάλου αριθμού υδάτινων σωμάτων κάτι που απαιτεί έγκαιρη οργάνωση και άμεση έναρξη των προγραμμάτων παρακολούθησης.

2.5.1. Αναγνώριση των πιέσεων

Πιέσεις στα επιφανειακά νερά

Σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο και την αντίστοιχη Εθνική Νομοθεσία οι αρμόδιες αρχές της υδρολογικής λεκάνης του κάθε ποταμού πρέπει να αναλάβουν να συγκεντρώσουν πληροφορίες για όλες εκείνες τις δραστηριότητες που θα μπορούσαν να έχουν επίδραση στην κατάσταση των υδάτων. Αυτές περιλαμβάνουν την αναγνώριση των σημειακών και διάχυτων πηγών ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων, την απόληψη νερού από ποτάμια και λίμνες το οποίο χρησιμοποιείται ως πόσιμο νερό ή για βιομηχανική ή γεωργική χρήση. Στη συγκέντρωση των ανωτέρω πληροφοριών θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι εποχιακές διακυμάνσεις, οι ετήσιες απαιτήσεις και οι απώλειες ύδατος από το δίκτυο διανομής.

2.5.2. Οικονομική Ανάλυση

Το άρθρο 5 μας εισαγάγει στην ιδέα της διαχείρισης νερού μέσω οικονομικών εργαλείων. Έτσι, από την Οδηγία επιβάλεται η ορθή τιμολόγηση του παρεχόμενου ύδατος μέσω της πλήρους ανάκτησης κόστους του αγαθού. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να συγκεντρωθεί αρκετή πληροφορία ώστε να υπολογιστούν το μέγεθος, οι τιμές και τα κόστη που σχετίζονται με την παροχή ύδατος και τις σχετικές επένδψεις, να κριθεί η οικονομική αποδοτικότητα της καθε πιθανής χρήσης νερού και να ληφθούν υπόψη τα περιβαλλοντικά κόστη και το κόστος των αγαθών που παράγονται από την χρήση του νερού. Έτσι, το νέο καθεστώς τιμολόγησης των υπηρεσιών ύδατος θα πρέπει να συμβάλλει στις περιβαλλοντικές επιδιώξεις της Οδηγίας.

2.5.3. Αξιολόγηση της κατάστασης του Νερού

Το άρθρο 4 της Οδηγίας ζητά από τα κράτη μέλη να χρησιμοποιήσουν τα προγράμματα των μετρήσεών τους έτσι ώστε να εμποδίσουν την υποβάθμιση της

οικολογικής κατάστασης του επιφανειακού νερού και στοχεύει να πετύχει καλή κατάσταση του επιφανειακού νερού ή στην περίπτωση που το υδάτινο σώμα είναι **έντονα τροποποιημένο ή τεχνητό**, καλό οικολογικό δυναμικό και καλή χημική κατάσταση μέσα σε 15 χρόνια από το έτος 2000 (ή μέσα στη διάρκεια μιας συμφωνημένης χρονικής περιόδου). Επίσης στοχεύει να πετύχει καλή κατάσταση των υπόγειων νερών κατά τη διάρκεια της ίδιας χρονικής περιόδου. Στην περίπτωση των προστατευόμενων περιοχών μπορεί να τεθούν συγκεκριμένα όρια και στόχοι και η Οδηγία απαιτεί αυτά να ικανοποιηθούν μέσα σε 15 χρόνια. Σε κάθε περίπτωση όπου τίθενται περισσότερες από μία σειρές επιδιώξεων, στόχων και κριτηρίων, θα πρέπει να εφαρμοστεί η αρχή της πιο αυστηρής επιλογής.

Η χρήση των κοινών ορισμών της επιφανειακής υδατικής κατάστασης και των υπόγειων υδάτων όσον αφορά την ποιότητα και την ποσότητα, είναι απαραίτητο μέρος της διαδικασίας και οι περιβαλλοντικοί στόχοι εφαρμόζονται σε κάθε υδατικό σώμα που χαρακτηρίζεται από χειρότερη της καλής κατάστασης (φτωχή, κακή, μέτρια) ώστε να εφαρμοστούν μέτρα αποκατάστασης μέσα σε συγκεκριμένα χρονικά πλαίσια. Η ΕΕ αναγνωρίζει ότι υπάρχουν ποικίλες υδρολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες στην περιοχή της Κοινότητας και αυτές μπορεί να απαιτούν συγκεκριμένες τοπικές λύσεις.

Η χρήση των τεχνικών βιολογικής αξιολόγησης είναι διαδεδομένη στην Ευρώπη και αλλού και παρόλο που υπάρχουν διαφορές στην προσέγγιση, το βασικό συμπέρασμα από την μέχρι τώρα εφαρμογή τους είναι ότι αποτελούν μια σημαντική προσέγγιση σε θέματα εκτίμησης ποιότητας νερού δεδομένου ότι λαμβάνουν υπόψη τις επιπτώσεις της διαχρονικής ποιοτικής κατάστασης των υδάτων στο οικοσύστημα και όχι μια στιγμιαία εικόνα βασισμένη σε μετρήσεις συγκεκριμένων παραμέτρων. Οι περισσότερες διαδικασίες αξιολόγησης χρησιμοποιούν βιολογικούς δείκτες που βασίζονται είτε στα είδη- δείκτες που είναι γνωστό ότι υπάρχουν εκεί και έτσι αντανakλούν διάφορες κατηγορίες ποιότητας νερού είτε χρησιμοποιούν την ποικιλότητα των ειδών ως μέτρο της υποβάθμισης της ποιότητας νερού. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι δείκτες συνδυάζουν και τα δύο συστήματα (γνωστοί και ως βιοτικοί δείκτες). Η δειγματοληψία και αναγνώριση οργανισμών- δεικτών οι οποίοι ανήκουν σε διαφορετικές βιοτικές ομάδες όπως φύκη, μακρόφυτα, ασπόνδυλα ζώα γλυκού νερού και ψάρια παρέχουν τα μέσα για την αξιολόγηση των αλλαγών στην ποιότητα νερού και στο περιβάλλον του κατά τη διάρκεια μεγάλης περιόδου.

Πρακτικά οι παρακάτω βιοκοινωνίες έχουν χρησιμοποιηθεί ως η βάση για την αξιολόγηση της ποιότητας νερού των ποταμών:

- Πλαγκτόν
- Μακροβενθικές
- Περίφυτα
- Υδατικά μακρόφυτα
- Μικροβενθικές
- Ψάρια

2.5.4. Υδατική κατάσταση

Για τα ποτάμια, τις λίμνες, τις ακτές, τα μεταβατικά και παράλια ύδατα υπάρχει ένας γενικός ορισμός για την υψηλή, καλή και μέτρια κατάσταση. Οι ορισμοί σχετίζονται με το μέγεθος της απόκλισης σε σχέση με τις αδιατάρακτες συνθήκες σαν αποτέλεσμα της ανθρώπινης παρέμβασης. Έτσι, η υψηλή κατάσταση αναφέρεται σε ύδατα στα οποία δεν υπάρχουν, ή υπάρχουν μηδαμινές αλλαγές στις φυσικές, φυσικοχημικές και υδρομορφολογικές συνθήκες και τα στοιχεία βιολογικής ποιότητας αντιπροσωπεύουν μια σημαντικά αδιατάρακτη κατάσταση.

«Καλή κατάσταση», είναι η κατάσταση η οποία αποτελεί τον κυριότερο στόχο ως αποτέλεσμα της εφαρμογής της Οδηγίας και περιγράφεται γενικά σαν μια κατάσταση κατά την οποία οι τιμές των βιολογικών στοιχείων αυτού του τύπου υδάτων αποδεικνύουν την επίδραση της ανθρώπινης δραστηριότητας αλλά παρεκκλίνουν ελάχιστα από εκείνα του επιφανειακού νερού υπό αδιατάρακτες συνθήκες.

Τα ύδατα της «μέσης κατάστασης» παρεκκλίνουν μέτρια στη βιολογική ποιότητα σε σχέση με τις συνθήκες που πρέπει να επικρατούν σε μια αδιατάρακτη κατάσταση ενώ τα **φτωχά** νερά είναι εκείνα στα οποία είναι φανερές πολύ έντονες αλλαγές στη βιολογική ποιότητα και στις βιοκοινωνίες σε σχέση με την αδιατάρακτη κατάσταση και τα **«κακά» νερά** είναι εκείνα στα οποία παρατηρούνται μεγάλες αποκλίσεις και λείπουν σημαντικά τμήματα της φυσιολογικής χλωρίδας και πανίδας.

2.5.5. Συστήματα ταξινόμησης του νερού των λιμνών

Η Οδηγία απαιτεί να τεθούν στόχοι ποιότητας νερού για τις λίμνες, τις φυσικές αλλά και τις τεχνητές. Σύμφωνα με την Οδηγία, λίμνη σημαίνει ένα σώμα εσωτερικού και στάσιμου νερού, μεγέθους που κυμαίνεται από 0,5 km² μέχρι πάνω από 100 km². Για την εκτίμηση της ποιοτικής κατάστασης των λιμνών θα χρησιμοποιηθεί η προσέγγιση

που παρουσιάστηκε παραπάνω όπου καθένας από τους βιολογικούς, υδρομορφολογικούς και χημικούς παράγοντες πρέπει να συγκριθεί με τη θεωρητικά αδιατάρακτη κατάσταση της λίμνης και τους στόχους όσον αφορά το επίπεδο της «καλής» κατάστασης. Η Οδηγία για τις τεχνητές λίμνες απαιτεί να επιτευχθεί καλό οικολογικό δυναμικό που πρακτικά σημαίνει μια κατάσταση ποιότητας νερού που θα επιτρέπει στα οικοσυστήματα της περιοχής να πλησιάζουν στο φυσικό, σχεδόν αδιατάρακτο καθεστώς τους. Οι τεχνητές λίμνες συνήθως υπόκεινται σε καθεστώς διαχείρισης που περιλαμβάνει την άντληση για υδατικά αποθέματα, παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας και αντιπλημμυρική προστασία. Όταν οι διαχειριστικές αυτές δραστηριότητες είναι ορθά σχεδιασμένες και μικρές σε ένταση οι οικολογικές συνθήκες της περιοχής μπορεί να επανακάμψουν και να προσεγγίσουν το φυσικό καθεστώς. Η μεγαλύτερη υπάρχουσα εμπειρία όσον αφορά τη διαχείριση λιμνών ως προς την ποιότητα των υδάτων έχει να κάνει με τον έλεγχο της κατάστασης ευτροφισμού και στη περίπτωση των ταμιευτήρων το επίπεδο του οξυγόνου και άλλων χημικών και φυσικοχημικών παραμέτρων. Ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα σχέδια ταξινόμησης ποιότητας νερού είναι αυτό που βασίζεται στην αξιολόγηση του στάδιου ευτροφισμού χρησιμοποιώντας τους ορισμούς του ευτροφισμού του OECD που αναπτύχθηκαν το 1982 (OECD 1982). Σε αυτό το σύστημα οι λίμνες είναι ταξινομημένες σύμφωνα με τα τροφικά επίπεδά τους σε φώσφορο και χλωροφύλλη σε 5 κατηγορίες οι οποίες εξαρτώνται από την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά άλατα, την διαφάνεια του νερού και την συγκέντρωση των φυκών μέσα στο υδατινό σώμα. Ο πίνακας 2.4 περιέχει τους ορισμούς της τροφικής κατάστασης (OECD).

Πίνακας 2.4 Ταξινόμηση της τροφικής κατάστασης λιμνών κατά OECD (1982).

Τύπος	Ετήσια μέση τιμή Φώσφορου (mg/m ³)	Ετήσια μέση τιμή Χλωροφύλλης-α (mg/m ³)	Ετήσια μέση τιμή Secchi Disk (m)
Υπέρ-ολιγοτροφικό	<4	<1	>12
Ολιγοτροφικό	<10	<2.5	>6
Μεσοτροφικό	10-35	2,5-8	6 - 3
Ευτροφικό	35-100	8-25	3 – 1,5
Υπερτροφικό	>100	>25	<1,5

Άλλο σύστημα ταξινόμησης ποιότητας νερού για εύκρατες λίμνες είναι αυτό που προτείνει η Υπηρεσία Περιβάλλοντος της Αμερικής (EPA, 2000), στο οποίο κατατάσσονται οι λίμνες σύμφωνα με την συγκέντρωση Ολικού Φωσφόρου, διαφάνειας του νερού (Secchi Disk) και τροφικού δείκτη σε 7 κατηγορίες ποιότητας ενώ παρουσιάζονται και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις για κάθε κατηγορία ποιότητας.

Πίνακας 2.5 Προτεινόμενο σύστημα ταξινόμησης εύκρατων λιμνών από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος της Αμερικής (EPA, 2000).

TSI Value	SD (m)	TP (μg/L)	Attributes	Water Supply	Recreation	Fisheries
<30	>8	<6	Oligotrophy: Clear water, oxygen throughout the year in the hypolimnion			Salmonid fisheries dominate
30-40	8-4	6-12	Hypolimnia of shallower lakes may become anoxic			Salmonid fisheries in deep lakes
40-50	4-2	12-24	Mesotrophy: Water moderately clear but increasing probability of hypolimnetic anoxia during summer	Iron and manganese evident during the summer. THM precursors exceed 0.1 mg/L and turbidity >1 NTU		Hypolimnetic anoxia results in loss of salmonids. Walleye may predominate
50-60	2-1	24-48	Eutrophy: Anoxic hypolimnia, macrophyte problems possible	Iron, manganese, taste, and odor problems worsen		Warm-water fisheries only. Bass may be dominant
60-70	0.5-1	48-96	Blue-green algae dominate, algal scums and macrophyte problems		Weeds, algal scums, and low transparency discourage swimming and boating	
70-80	0.25-0.5	96-192	Hypereutrophy (light limited). Dense algae and macrophytes			
>80	<0.25	192-384	Algal scums, few macrophytes			Rough fish dominate, summer fish kills possible

Σε πολλές χώρες της Ευρώπης έχουν καθορισθεί όρια οικολογικής ποιότητας νερού σε λίμνες, στα πλαίσια της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ για τα Ύδατα, όπως για παράδειγμα στην Δανία (πίνακας 2.6), στην οποία υιοθετήθηκε ένα πολυπαραμετρικό σύστημα εκτίμησης της οικολογικής ποιότητας, με την συμμετοχή των θρεπτικών αλάτων, της διαφάνειας νερού, του φυτοπλανκτού, των ιχθύων και άλλων βιολογικών

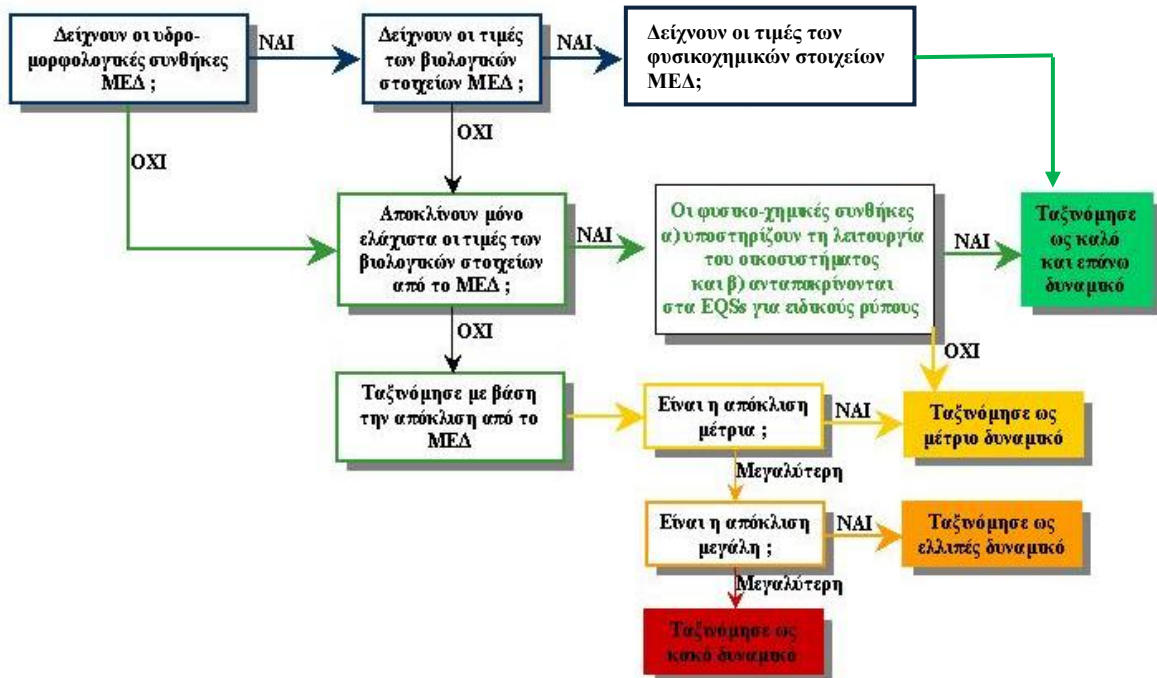
παραμέτρων. Επίσης, γίνεται διαχωρισμός των ορίων για βαθιά και ρηχά λιμναία συστήματα.

Πίνακας 2.6 Σύστημα ταξινόμησης οικολογικής ποιότητας νερού σε λίμνες, σύμφωνα με τα πρότυπα της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ στην Δανία (με D αναφέρονται οι βαθιές λίμνες και με S οι ρηχές).

Indicator/class	High		Good		Moderate		Poor		Bad	
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
TP ($\mu\text{g P L}^{-1}$)	< 12.5	< 25	< 25	< 50	< 50	< 100	< 100	< 200	> 100	> 200
TN (mg N L^{-1})	–	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.4	< 1.4	< 2.0	< 2.2	< 2.9
SS (mg DW L^{-1})	–	< 3.0	< 2.5	< 4.0	< 4.2	< 7.0	< 7.0	< 13	< 8.6	< 20
Secchi (m)	> 5.1	> 2.1	> 3.9	> 1.7	> 2.5	> 1.0	> 1.8	> 0.9	> 1.3	> 0.7
CHLA ($\mu\text{g L}^{-1}$)	–	< 6.0	< 6.5	< 12	< 12	< 22	< 27	< 57	< 56	< 82
Total phytoplankton ($\text{mm}^3 \text{L}^{-1}$)	–	< 0.68	< 2.3	< 1.4	< 2.3	< 3.3	< 6.7	< 15.3	< 9.1	< 18.0
Chrysophytes ($\text{mm}^3 \text{L}^{-1}$)	–	> 0.27	> 0.17	> 0.27	> 0.07	> 0.01	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0
Diatoms ($\text{mm}^3 \text{L}^{-1}$)	–	< 0.04	< 0.23	< 0.12	< 0.36	< 0.32	< 0.90	< 2.9	< 0.90*	< 2.9†
Chlorophytes ($\text{mm}^3 \text{L}^{-1}$)	–	< 0.03	< 0.09	< 0.12	< 0.09	< 0.23	< 0.17	< 2.2	< 0.17‡	< 2.9
Cyanophytes ($\text{mm}^3 \text{L}^{-1}$)	–	< 0.01	< 0.09	< 0.01	< 0.20	< 0.69	< 1.9	< 3.4	< 1.9§	< 6.0
Total zooplankton ($\mu\text{g DW L}^{-1}$)	–	< 164	< 227	< 164¶	< 280	< 342	< 436	< 487	< 615	< 1024
Cyclopoids ($\mu\text{g DW L}^{-1}$)	–	< 7	< 47	< 25	< 67	< 60	< 78	< 98	< 88	< 237
Cladocerans ($\mu\text{g DW ind}^{-1}$)	–	> 3.0	–	> 2.6**	–	> 2.6	–	> 1.6	–	> 1.1
Calanoids ($\mu\text{g dw ind}^{-1}$)	–	–	–	< 1.1	–	< 1.7	–	< 2.3	–	< 2.3
Zooplankton : phytoplankton (DW : DW)	–	> 0.41	> 0.48	> 0.27	> 0.40	> 0.19	> 0.21	> 0.13	> 0.16	> 0.11
Fish numbers (CPUE)	–	< 20	< 62	< 43	< 93	< 96	< 134	< 151	< 149	< 201
Fish weight (CPUE, kg)	–	< 2.7	< 3	< 4.7	< 4.5	< 4.7	< 5.4	< 6.2	< 7.2	< 10.3

Στην Ελλάδα, δεν έχουν ακόμη καθορισθεί σαφή όρια χημικής κατάστασης των λιμναίων υδάτινων σωμάτων με βάση την αρχή της οικολογικής κατάστασης που επιβάλλει η Οδηγία Πλαίσιο για τα ύδατα.. Για τον λόγο αυτό θα χρησιμοποιηθούν συστήματα ταξινόμησης της χημικής κατάστασης από την βιβλιογραφία τα οποία θα συνδυαστούν με τα ευρήματα της παρακολούθησης ποιότητας νερού της παρούσας μελέτης για να εκτιμηθεί κατ' αρχήν η χημική κατάσταση της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

Ως εκ τούτου, σύμφωνα και με τις προδιαγραφές της Οδηγίας θα συνδυαστούν τα αποτελέσματα εκτίμησης της χημικής και βιολογικής κατάστασης της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» ακολουθώντας το παρακάτω διάγραμμα χαρακτηρισμού/ λήψης αποφάσεων ώστε να προκύψει η εκτίμηση του οικολογικού δυναμικού του εν λόγω Ταμιευτήρα.



Εικόνα 2.6. Παραπομπή από τα καθοδηγητικά κείμενα για την εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ σε ταμιευτήρες (ΜΕΔ: Μέγιστο Οικολογικό Δυναμικό).

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Παρακολούθηση με βάση την Οδηγία Πλαίσιο

Η παρακολούθηση (monitoring) είναι το βασικό εργαλείο για τη διαχείριση μιας περιοχής καθώς αποτελεί το μέσο για την εκτίμηση της επίτευξης του γενικού και των ειδικών στόχων της διαχείρισης και της εφαρμογής των διαχειριστικών παρεμβάσεων της αποκατάστασης, ενώ ταυτόχρονα δίνει τη δυνατότητα διορθωτικών παρεμβάσεων και επαναπροσδιορισμού των μέσων και των ενεργειών για την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της διαχείρισης. Ως παρακολούθηση ορίζεται η συστηματική και περιοδική μέτρηση δεικτών – κλειδιά των βιο-φυσικών και κοινωνικών συνθηκών. Με τη λέξη συστηματική νοείται η ύπαρξη ενός αναλυτικού σχεδίου που θα προσδιορίζει τους δείκτες, θα περιγράφει το πώς και που αυτοί θα παρακολουθούνται και πώς θα χρησιμοποιούνται τα δεδομένα. Η περιοδικότητα αναφέρεται στο ότι οι δείκτες θα μετρώνται σε προσδιορισμένα εκ των προτέρων στάδια (EC, 2003a).

Η Οδηγία Πλαίσιο στο Άρθρο 8 ορίζει ότι κάθε κράτος-μέλος εξασφαλίζει την κατάρτιση προγραμμάτων με σκοπό την παρακολούθηση της κατάστασης των υδάτων. Ειδικότερα το πρόγραμμα θα πρέπει να καλύπτει (EC, 2003a):

Α) **Τα επιφανειακά νερά:** τον όγκο και τη στάθμη ή το ρυθμό ροής στο μέτρο που αφορά την οικολογική, τη χημική τους κατάσταση και το οικολογικό τους δυναμικό, και την οικολογική και τη χημική τους κατάσταση και το οικολογικό τους δυναμικό.

Β) **Τα υπόγεια νερά:** την παρακολούθηση της χημικής και της ποσοτικής τους κατάστασης.

Γ) **Τις προστατευόμενες περιοχές:** βάσει των προδιαγραφών που περιέχονται στην κοινοτική νομοθεσία με την οποία έχουν καθορισθεί οι επιμέρους προστατευόμενες περιοχές.

Το πρόγραμμα παρακολούθησης αποτελεί το βασικό εργαλείο για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης, του οικολογικού δυναμικού και της χημικής κατάστασης. Οι παράμετροι παρακολούθησης των επιφανειακών υδάτων, το σύστημα ταξινόμησης της οικολογικής και χημικής τους κατάστασης καθώς και το σύστημα παρουσίασης των αποτελεσμάτων της παρακολούθησης και της ταξινόμησης αναφέρονται στο Παράρτημα V της Οδηγίας Πλαίσιο. Στα πλαίσια εφαρμογής της

Οδηγίας Πλαίσιο έχουν συνταχθεί κατευθυντήρια κείμενα για τη Στρατηγική Κοινής Εφαρμογής (Common Implementation Strategy). Όπως αναφέρεται στην Οδηγία Πλαίσιο αλλά και στα προαναφερθέντα κείμενα, η παρακολούθηση μπορεί να έχει μία από τις παρακάτω μορφές (EC, 2003a):

- **εποπτική παρακολούθηση** (surveillance): παρέχει πληροφορίες για τη διαδικασία εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, για το σχεδιασμό προγραμμάτων παρακολούθησης, για την εκτίμηση μακροπρόθεσμων μεταβολών των φυσικών συνθηκών και την εκτίμηση μακροπρόθεσμων μεταβολών που προκύπτουν από διαδεδομένες ανθρώπινες δραστηριότητες. Τα αποτελέσματα της παρακολούθησης αυτής εξετάζονται και χρησιμοποιούνται, σε συνδυασμό με τη διαδικασία εκτίμησης των επιπτώσεων, για τον καθορισμό των απαιτήσεων για τα προγράμματα παρακολούθησης στα σχέδια διαχείρισης της λεκάνης απορροής,

- **επιχειρησιακή παρακολούθηση** (operational): πραγματοποιείται προκειμένου να προσδιοριστεί η κατάσταση εκείνων των συστημάτων που έχουν χαρακτηριστεί ότι κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους, και για να αξιολογηθούν οποιεσδήποτε μεταβολές στην κατάσταση των συστημάτων αυτών που προκύπτουν από τα προγράμματα μέτρων, και

- **διερευνητική παρακολούθηση** (investigative): διενεργείται όταν είναι άγνωστη η αιτία της υποβάθμισης, όταν η εποπτική παρακολούθηση δείχνει ότι είναι απίθανο να επιτευχθούν οι στόχοι που ορίστηκαν και δεν έχει εφαρμοστεί ακόμα η επιχειρησιακή παρακολούθηση, και προκειμένου να εξακριβωθεί το μέγεθος και οι επιπτώσεις ρύπανσης οφειλόμενης σε ατύχημα.

Όλα τα συστήματα παρακολούθησης θα πρέπει να αναθεωρούνται τακτικά, να τροποποιούνται αν χρειάζεται, και να σταματούν όταν ο σκοπός τους έχει επιτευχθεί. Γενικά, η Οδηγία Πλαίσιο απαιτεί την εφαρμογή προγραμμάτων παρακολούθησης (σύμφωνα με το Παράρτημα V), ούτως ώστε να δημιουργηθεί σταδιακά μια συνολική άποψη της κατάστασης των υδάτων στα όρια κάθε λεκάνης απορροής. Η παρακολούθηση, όπως προαναφέρθηκε, αφορά στα επιφανειακά ύδατα, στα υπόγεια ύδατα και στις προστατευόμενες περιοχές (EC, 2000).

Στα πλαίσια του χαρακτηρισμού της οικολογικής κατάστασης και της μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, τα κράτη-μέλη οφείλουν να ιδρύσουν προγράμματα εποπτικής και επιχειρησιακής παρακολούθησης, και ίσως να διεξάγουν διερευνητική

παρακολούθηση. Για τα επιφανειακά νερά, τα αποτελέσματα της εποπτικής, επιχειρησιακής ή διερευνητικής παρακολούθησης θα πρέπει να βελτιώσουν την κατανόηση της σχέσης μεταξύ των υδρομορφολογικών ποιοτικών στοιχείων (συμπεριλαμβανομένης και της δομής και κατάστασης της παρόχθιας και παλιρροιακής ζώνης) και των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων. Αυτό θα αυξήσει την ποιότητα των αποτελεσμάτων μελλοντικών αναλύσεων πιέσεων και επιπτώσεων, και θα βελτιώσει τη σχεδίαση των λαμβανόμενων μέτρων. Η ταξινόμηση και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης θα γίνουν σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο Παράρτημα V της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ (ΕΚ, 2000).

3.2.Συγκέντρωση υπαρχόντων δεδομένων

Πριν από την έναρξη των εργασιών πεδίου έγινε συλλογή όλων των διαθέσιμων υδρολογικών, φυσικοχημικών και άλλων δεδομένων, καθώς και δεδομένων για τις ανθρωπογενείς πιέσεις, για την ευρύτερη περιοχή έρευνας. Πηγή των δεδομένων αυτών ήταν δημοσιευμένα επιστημονικά άρθρα, ανακοινώσεις σε συνέδρια και μελέτες. Επίσης συγκεντρώθηκαν στοιχεία από τοπικές και κεντρικές υπηρεσίες, όπως η Νομαρχία και οι Δήμοι της περιοχής καθώς και η ΔΕΗ που παρείχε βροχομετεωρολογικά και υδρολογικά δεδομένα για τη λίμνη και την υδρολογική λεκάνη, κ.ά.

Τα στοιχεία αυτά, σε συνδυασμό με κάποιες ερευνητικές επισκέψεις που διενεργήθηκαν κατά την πρώτη φάση του έργου, συνέβαλλαν σημαντικά στον εντοπισμό αντιπροσωπευτικών θέσεων δειγματοληψίας στην υδρολογική λεκάνη και τη Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» και την κατάρτιση του τελικού δικτύου σταθμών δειγματοληψίας.

3.3.Καταγραφή και ποσοτικοποίηση πηγών ρύπανσης

Ο εντοπισμός και η καταγραφή των πηγών ρύπανσης στην περιοχή της λεκάνης απορροής της Τεχν. Λίμνης «Ν. Πλαστήρα» πραγματοποιήθηκε (α) με τη συλλογή πληροφοριών από τους τοπικούς φορείς και υπηρεσίες (Νομαρχία, Δήμους, Περιφέρεια, Αγροτικούς συνεταιρισμούς, σταθμούς ΔΕΗ), με τη χρήση ερωτηματολογίου, καθώς και με προσωπική επαφή και (β) με επιτόπιες επισκέψεις -

αυτοψίες- στη λεκάνη απορροής της Λίμνης. Σε ότι αφορά την ποιότητα του νερού, αξιοποιήθηκαν τα αποτελέσματα των εργαστηριακών χημικών αναλύσεων των δειγμάτων νερού που συλλέχθηκαν, σε διμηνιαία βάση, από τους σταθμούς δειγματοληψίας (βλ. παρακάτω).

Στόχος των ανωτέρω εργασιών ήταν κατ' αρχήν να ελεγχθούν οι πιθανές επιπτώσεις των σημειακών και μη σημειακών πηγών ρύπανσης των ρεμάτων που αποτελούν μαζί με τη βροχόπτωση τους τροφοδότες για τον υδάτινο αποδέκτη της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα». Επιπλέον πηγές ρύπανσης, διάχυτου τύπου που εξετάστηκαν ήταν και (α) η κτηνοτροφία που υπάρχει στην περιοχή, σε σχέση με την εγγύτητα παραμονής των ζώων στα ρέματα και πλησίον της Λίμνης, (β) η γεωργική δραστηριότητα και η τυχόν χρήση σχετικών λιπασμάτων καθώς και (γ) η ανεξέλεγκτη διάθεση (στερεών και υγρών) αποβλήτων σε διάφορες θέσεις πλησίον των ρεμάτων. Οι μετρήσεις φυσικοχημικών-χημικών και βιολογικών παραμέτρων στα δείγματα νερού παρείχαν στοιχεία για τη γενικότερη ποιότητα του νερού.

Τα συλλεχθέντα στοιχεία καταχωρήθηκαν σε βάση δεδομένων Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με τους χάρτες ρύπανσης, που προέκυψαν από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων των φυσικοχημικών-χημικών αναλύσεων νερού. Κατά τον τρόπο αυτό προέκυψαν οι σχέσεις μεταξύ των υπαρχόντων πηγών ρύπανσης και των παρατηρούμενων παραμέτρων ποιότητας νερού, και μία ποσοτικοποίηση της συμμετοχής των πιέσεων στις καταγραφείσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Στόχος των παραπάνω, μεταξύ άλλων, είναι να προκύψουν προτεινόμενες παρεμβάσεις που θα συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες στο υδάτινο οικοσύστημα.

3.4.Δίκτυο σταθμών δειγματοληψίας υδρολογικών, χημικών, φυσικοχημικών και βιολογικών παραμέτρων

Τα βασικά κριτήρια επιλογής του τελικού δικτύου σταθμών ήταν η αντιπροσωπευτικότητα της θέσης, το κατά πόσον δηλαδή αυτή διέθετε αβιοτικά και βιοτικά χαρακτηριστικά τυπικά αυτού του τμήματος του υδάτινου σώματος, η ομαλή κατανομή των σταθμών στο χώρο, οι ανθρωπογενείς, διαπιστωμένες ή πιθανές, πιέσεις, όπως σημειακές πηγές ρύπανσης ή υδροληψίας, τροποποιήσεις της ροής (όπως αναβαθμίδες), και πρακτικής φύσεως ζητήματα (όπως, για παράδειγμα, η

προσβασιμότητα της θέσης δειγματοληψίας, η δυνατότητα χρήσης των διαθέσιμων εργαλείων δειγματοληψίας, κλπ.). Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην κάλυψη του δυτικού τμήματος της υδρολογικής λεκάνης καθώς και του κεντρικού-ανατολικού τμήματος της λίμνης που δέχονται και τις μεγαλύτερες πιέσεις. Το τελικό δίκτυο σταθμών δειγματοληψίας περιέλαβε συνολικά δεκαοκτώ σταθμούς, δέκα στη λίμνη, οκτώ στο χερσαίο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης, κυρίως στα ρέματα του δυτικού τμήματος της υδρολογικής λεκάνης, καθώς και έναν σταθμό εκτός υδρολογικής λεκάνης και συγκεκριμένα στη θέση της αναρρυθμιστικής δεξαμενής της Καρδίτσας.

Από τους παραπάνω σταθμούς δειγματοληψίας, επτά ήταν αυτοί στους οποίους γίνονταν μετρήσεις υδρολογικών, βιολογικών και χημικών-φυσικοχημικών παραμέτρων στο χερσαίο τμήμα, ενώ στους δέκα σταθμούς επί της Τεχν. Λίμνης «Ν. Πλαστήρα» γίνονταν μετρήσεις χημικών-φυσικοχημικών, και βιολογικών παραμέτρων.

Κατά την περίοδο 07/2009 - 09/2010 πραγματοποιήθηκαν επτά ερευνητικά ταξίδια για τη συλλογή υδρολογικών, χημικών-φυσικοχημικών και βιολογικών δεδομένων, καθώς επίσης την αποτύπωση των πιέσεων, την καταγραφή ενδιαιτημάτων και τη διενέργεια δειγματοληψιών στην υδρολογική λεκάνη και στην Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

- Ιούλιος 2009
- Αύγουστος 2009
- Σεπτέμβριος 2009
- Νοέμβριος 2009
- Μάρτιος 2010
- Μάιος 2010
- Ιούλιος 2010

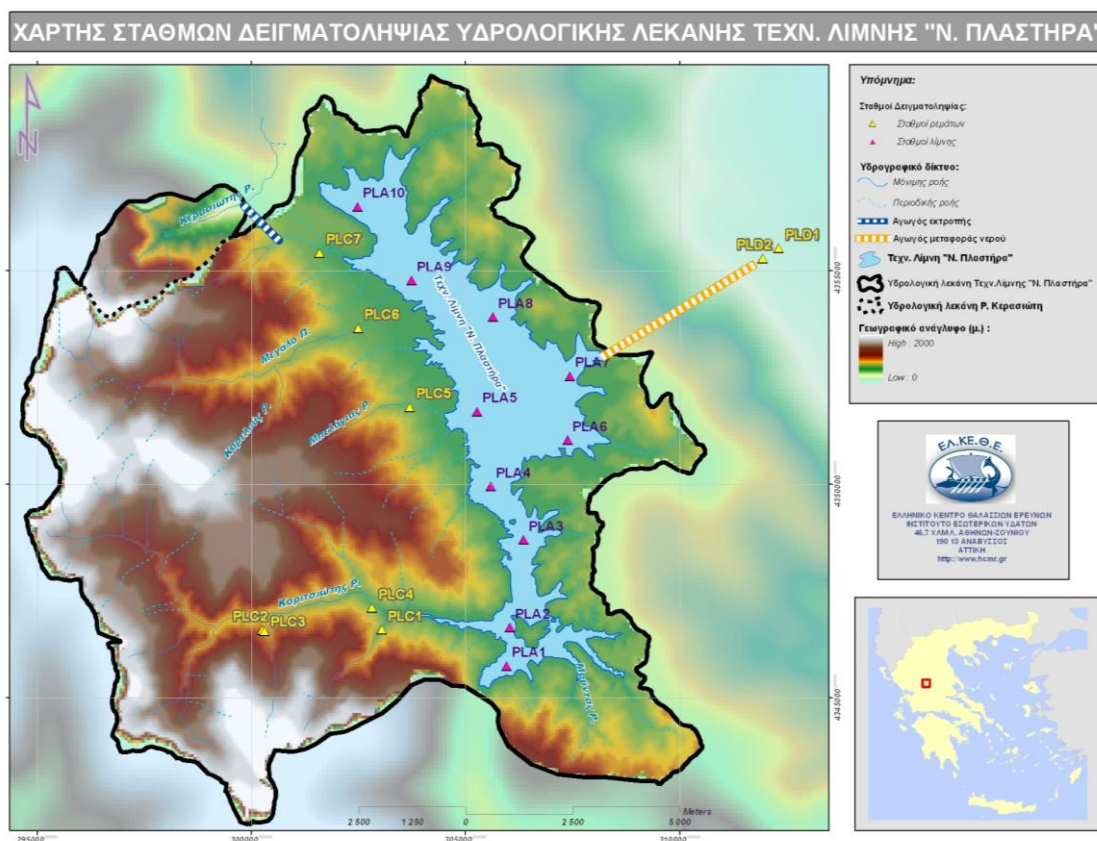
Κατά κανόνα, σε κάθε σταθμό γίνεται καταγραφή υδρολογικών, χημικών-φυσικοχημικών και βιολογικών παραμέτρων σε δι-μηνιαία βάση ενώ κατά την καλοκαιρινή περίοδο το φυτοπλαγκτόν εξετάζεται σε μηνιαία βάση λόγω της ιδιαίτερης αύξησης του κατά την συγκεκριμένη περίοδο (δίκτυο σταθμών, Εικόνα 3.1). Επίσης, σε εποχική βάση εξετάζονται τα μακροασπόνδυλα και τα μακρόφυτα εντός της λίμνης.

Ο πίνακας 3.1 και η εικόνα 3.1 παρουσιάζουν τη χωρική κατανομή των σταθμών μέτρησης υδρολογικών, χημικών, φυσικοχημικών και βιολογικών παραμέτρων στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» και στη Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

Πίνακας 3.1 Σταθμοί μέτρησης υδρολογικών, χημικών, φυσικοχημικών και βιολογικών παραμέτρων στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» και στη Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

Κωδικός σταθμού	Συντεταγμένη Χ ΕΓΣΑ87	Συντεταγμένη Υ ΕΓΣΑ87	Συντεταγμένη Χ WGS84 (dd)	Συντεταγμένη Υ WGS84 (dd)	Υψόμετρο (m)	Τύπος υδροσημείου
PLA1	305966	4345749	21.7534	39.2420	-	Λίμνη
PLA2	306035	4346649	21.7539	39.2501	-	Λίμνη
PLA3	306358	4348701	21.7571	39.2687	-	Λίμνη
PLA4	305597	4349947	21.7479	39.2797	-	Λίμνη
PLA5	305274	4351700	21.7437	39.2954	-	Λίμνη
PLA6	307386	4351031	21.7646	39.2933	-	Λίμνη
PLA7	307445	4352531	21.7554	39.3031	-	Λίμνη
PLA8	305643	4353914	21.4330	39.1922	-	Λίμνη
PLA9	303752	4354767	21.7251	39.3227	-	Λίμνη
PLA10	302483	4356497	21.7099	39.3380	-	Λίμνη
PLC1	303042	4346599	39.2490	21.7193	833	Ρέμα
PLC2	300248	4346593	39.2483	21.6869	1002	Πηγή
PLC3	300300	4346558	39.2480	21.6875	978	Ρέμα
PLC4	302815	4347108	39.2535	21.7165	977	Ρέμα
PLC5	303695	4351805	39.2960	21.7253	810	Ρέμα
PLC6	302492	4353653	39.3124	21.7108	813	Ρέμα
PLC7	301591	4355414	39.3280	21.6999	808	Ρέμα
PLD2*	311949	4355285	39.3292	21.8200	190	Δεξαμενή

*Σημειώνεται ότι ο σταθμός PLD2 βρίσκεται εκτός της υδρολογικής λεκάνης της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» και συγκεκριμένα στην αναρρυθμιστική δεξαμενή Καρδίτσας (εικόνα 3.1).



Εικόνα 3.1 Δίκτυο σταθμών δειγματοληψίας και μέτρησης υδρολογικών, χημικών, φυσικοχημικών και βιολογικών παραμέτρων στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» και στη Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

3.5.Μετρήσεις παροχής

Για την καλύτερη ποσοτικοποίηση της εισροής ρυπαντών στην λίμνη από τα επιφανειακά υδάτινα σώματα της περιοχής μελέτης πραγματοποιήθηκαν υδρολογικές μετρήσεις στα ρέματα της περιοχής. Οι υδρολογικές μετρήσεις πραγματοποιούνταν πάντα στο ίδιο σημείο του ρέματος, εγκάρσια της κοίτης του. Οι μετρήσεις βάθους (κάθετο ύψος της στήλης του νερού από την επιφάνεια μέχρι τον πυθμένα, Platts et al., 1983), γίνονταν με τη χρήση βαθμονομημένου μεταλλικού σωλήνα, στα ίδια ακριβώς σημεία που καταγραφόταν και η ροή του ρέματος. Οι μετρήσεις των υγρών και μέγιστων διατομών του ρέματος αποτυπώνονταν με ηλεκτρονικό αποστασιόμετρο (Laser Technology Inc., TruPulse 200B). Οι μετρήσεις της ταχύτητας ροής έγιναν με μολίσκο (ψηφιακό ροόμετρο Swoffer 2100) στις θέσεις εκείνες που θεωρήθηκαν αντιπροσωπευτικές για κάθε ποτάμιο τμήμα. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε σειρά ομαλά κατανεμημένων σημείων επί της νοητής γραμμής και σε βάθος ίσο

περίπου με το 60% του μέγιστου βάθους σε κάθε σημείο μέτρησης (Weight & Sonderegger, 2001). Σε κάθε περίπτωση καταβάλλονταν προσπάθεια οι μετρήσεις ροής να γίνονται σε σημεία στα οποία δεν υπήρχαν εμπόδια, ή άλλοι σχηματισμοί, που θα προκαλούσαν τοπικές μεταβολές στην ταχύτητα ροής του ρέματος. Τα δεδομένα της βρεχόμενης περιμέτρου των διατομών, του βάθους και της ταχύτητας ροής εισήχθησαν σε λογισμικό GIS προκειμένου να υπολογιστούν κατ’ αρχήν τα εμβαδά των διαβρεγμένων διατομών και στη συνέχεια οι ολοκληρωμένες τιμές των παροχών για κάθε σταθμό δειγματοληψίας.

Παράλληλα διενεργήθηκαν δειγματοληψίες νερού από τους οκτώ χερσαίους σταθμούς (στα βασικά ρέματα της περιοχής) για την εκτίμηση της χημικής ποιότητας τους ενώ δείγματα στάλθηκαν και για ανάλυση ισότοπων οξυγόνου σε πιστοποιημένο εργαστήριο του εξωτερικού. Αυτό έγινε προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την προέλευση και τη σχετική επιρροή υπόγειου ή επιφανειακού νερού στην παροχή του ρέματος. Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται τα όργανα και οι τεχνικές των υδρολογικών μετρήσεων.

Πίνακας 3.2 Όργανα και τεχνικές υδρολογικών μετρήσεων πεδίου και εργαστηρίου, καθώς και οι μονάδες μέτρησης της κάθε υδρολογικής μεταβλητής.

Μέτρηση/Παράμετρος	Όργανο/τεχνική
Πλάτος (m)	Αποστασιόμετρο Laser Technology Inc., TruPulse 200B
Βάθος (cm)	Ροόμετρο Swoffer 2100
Ταχύτητα ροής (m/s)	Ροόμετρο Swoffer 2100
Παροχή (m ³ /s)	Μεθοδολογία ολοκλήρωσης ταχύτητας ροής

Η ολοκλήρωση των τιμών της μέσης ταχύτητας και ο υπολογισμός της παροχής έγινε σύμφωνα με τη βασική εξίσωση μέσης παροχής σε ποτάμι:

$$\overline{Q} = \overline{U} \times A$$

Η συνολική μέση παροχή του ποταμού υπολογίζεται από τις επιμέρους παροχές σύμφωνα με τη σχέση:

$$\overline{Q}_{total} = \overline{Q}_1 + \overline{Q}_2 + ... \overline{Q}_n$$

Όπου $\overline{Q}_1, \overline{Q}_2, \dots, \overline{Q}_n$:

$$\overline{Q}_1 = \frac{\overline{U}_0 + \overline{U}_1}{2} \times A1$$

$$\overline{Q}_2 = \frac{\overline{U}_1 + \overline{U}_2}{2} \times A2$$

...

$$\overline{Q}_n = \frac{\overline{U}_{n-1} + \overline{U}_n}{2} \times An$$

όπου $\overline{U}_0, \overline{U}_1, \dots, \overline{U}_n$ αντιστοιχούν στη μέση ταχύτητα ροής του ποταμού σε ένα σημείο της διατομής του και σε βάθος ~6/10 από την επιφάνεια, ενώ A1, A2, ..., An είναι τα υπολογισμένα τμήματα επιφάνειας της διατομής μεταξύ δύο μετρήσεων μέσης ταχύτητας ροής (Weight & Sonderegger, 2001).

3.6. Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων

Για την εκτίμηση της χημικής-φυσικοχημικής κατάστασης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που συλλέχθηκαν στα πλαίσια του παρόντος έργου με τη διενέργεια μετρήσεων και αναλύσεων νερού από συνολικά δεκαοκτώ θέσεις στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» (επτά θέσεις επί του χερσαίου τμήματος, δέκα εντός της Λίμνης και μια εντός της αναρρυθμιστικής δεξαμενής που βρίσκεται πλησίον του οικισμού Μητρόπολη).

Κατά τη διενέργεια των δειγματοληψιών μετρήθηκαν, με τη χρήση φορητών οργάνων, η θερμοκρασία, η αγωγιμότητα, το pH και το διαλυμένο οξυγόνο. Οι μετρήσεις διενεργούνταν, σε δι-μηνιαία βάση, κάθε φορά στο ίδιο σημείο του σταθμού δειγματοληψίας και κατά τον ίδιο τρόπο. Οι μετρήσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων έγιναν, σύμφωνα με την καθιερωμένη διεθνή πρακτική, με φορητό πολυπαραμετρικό όργανο Horiba, Water Checker U-10, και με φορητό πολυπαραμετρικό όργανο Multi-Parameter Water Quality TROLL 9500 WQP-100 της εταιρείας In-Situ Inc.

Από τους σταθμούς δειγματοληψίας λήφθηκαν επίσης δείγματα για περαιτέρω χημικές αναλύσεις στο εργαστήριο [προσδιορισμός σκληρότητας (total hardness), αλκαλικότητας (HCO_3 , CO_3), ιόντων ασβεστίου (Ca), μαγνησίου (Mg), νατρίου (Na), καλίου (K) και χλωριδίων (Cl), ολικού φωσφόρου (total P), ολικού αζώτου (total N), οξειδίου του πυριτίου (SiO_2), φωσφορικών (PO_4), νιτρώδων (NO_2), νιτρικών (NO_3), και αμμωνιακών (NH_4)], οι τιμές των οποίων αποτελούν δείκτες της χημικής ποιότητας του νερού. Τα δείγματα νερού μεταφέρονταν στα εργαστήρια του ΙΕΥ, φιλτράρονταν και στο διαλυτό κλάσμα γινόταν προσδιορισμός των ανωτέρω παραμέτρων με ιοντικό αναλυτή Metrohm, αυτόματο αναλυτή Radiometer και φωτόμετρο Merck Nova 400.

Τα αποτελέσματα των ανωτέρω μετρήσεων κατατάσσονται ως προς την ποιότητα σύμφωνα με τα σύστημα ταξινόμησης κατά Skoulikidis et al., 2006 σε 5 τάξεις ποιότητας (υψηλή, καλή, μέτρια, κακή, φτωχή).

3.7. Μετρήσεις φυτοπλαγκτού

3.7.1. Φυτοπλαγκτό - Γενικά

Τα μικροσκοπικά φύκη που έχουν προσαρμοστεί να ζουν σε αιώρηση στο θαλασσινό ή στο γλυκό νερό και υπόκεινται σε παθητική μετακίνηση με τον άνεμο και τα ρεύματα αποτελούν το φυτοπλαγκτό. Η εξελικτική προσαρμογή τους στον πλαγκτικό τρόπο ζωής εκφράζεται στην αύξηση και στις στρατηγικές επιβίωσης των φυτοπλαγκτικών οργανισμών. Το μέγεθος των φυτοπλαγκτικών οργανισμών κυμαίνεται συνήθως στο εύρος από 0.2 έως 200 χιλιοστά του χιλιοστόμετρου. Οι οργανισμοί αυτοί είναι μονοκύτταροι και έχουν χρόνο γενεάς που κυμαίνεται από μερικές ώρες έως λίγες ημέρες. Οι αλληλοσυσχετίσεις ανάμεσα στον ειδικό ρυθμό αύξησης, τη μορφολογία, το άριστο εύρος στο φάσμα των περιβαλλοντικών παραγόντων και την ικανότητα για διαχείμαση, είναι θεμελιώδους σημασίας για την πλαγκτική παρουσία. Μέχρι σήμερα στις λίμνες έχουν αναγνωριστεί περισσότερα από 5000 είδη φυτοπλαγκτού.

Η εποχιακή εμφάνιση, η πληθυσμιακή αύξηση και η αλλαγή των επικρατούντων οργανισμών στο φυτοπλαγκτό μιας λίμνης εξαρτώνται από ποικίλες αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στις διακυμάνσεις των περιβαλλοντικών παραγόντων και

στις αποκρίσεις των ειδών. Μια ομάδα παραγόντων -που έχουν σχέση με τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των οργανισμών, τις προτιμήσεις τους σε θρεπτικά, την ταχύτητα πρόσληψης των θρεπτικών στοιχείων, την αντίσταση στις απώλειες (από φυσικές διαταραχές και βιολογικό έλεγχο) και την κίνησή τους (καθένα από τα οποία επηρεάζεται από μορφολογικά γνωρίσματα)- δρουν επιλεκτικά στα πιο ανταγωνιστικά είδη. Τοποθετώντας τους περιβαλλοντικούς αυτούς παράγοντες σε φθίνουσα τάξη σημαντικότητας ως προς τη δράση τους και την απόκριση των ειδών, πρώτοι έρχονται οι φυσικοί παράγοντες (όπως η θερμοκρασία, η ανάμειξη του νερού, ο χρόνος παραμονής του νερού και η σχετική διαπερατότητα του φωτός). Ακολουθούν οι χημικοί παράγοντες (όπως το περιβάλλον των ιόντων, η διαθεσιμότητα των θρεπτικών και οι σχετικές διαβαθμίσεις τους) και τέλος οι βιοτικοί παράγοντες (όπως η βόσκηση από το ζωοπλαγκτό και ο παρασιτισμός).

Η αλληλουχία των αλλαγών της φυτοπλαγκτικής κοινωνίας διαχρονικά αναπαριστά μια σειρά επιμέρους σταδίων που το καθένα χαρακτηρίζεται από την απόκριση της κοινωνίας στις μεταβολές του περιβάλλοντος. Ο ρυθμός με τον οποίο προχωρά αυτή η αλληλουχία εξαρτάται από το πόσο γρήγορα αλλάζουν οι περιβαλλοντικοί παράγοντες και πόσο γρήγορα αποκρίνονται στις αλλαγές αυτές οι φυτοπλαγκτικοί οργανισμοί. Έτσι οι μεταβολές της σύνθεσης και της σχετικής αφθονίας των ειδών ποικίλλουν διαχρονικά. Μπορεί να είναι συχνές, σύντομης διάρκειας αναδιοργανώσεις της υπάρχουσας δομής της κοινωνίας σαν απόκριση στην ανάμειξη του νερού. Μπορεί επίσης να είναι ετήσια επαναλαμβανόμενοι κύκλοι αλλαγής της σύνθεσης, που συνοδεύουν τις κυκλικές διακυμάνσεις στο φωτισμό, τη θερμοκρασία και την κατακόρυφη διαφοροποίηση της στήλης νερού μέχρι και πιο μόνιμες χλωριδικές αλλαγές μετά από λιμνολογικές μεταβολές (όπως στη μορφολογία, στις υδρολογικές συνθήκες και στα φορτία θρεπτικών στη λίμνη).

Οι διακυμάνσεις στην αφθονία και τη σύνθεση των ειδών του φυτοπλαγκτού που συμβαίνουν σε μία λίμνη σε περίοδο δώδεκα μηνών, κανονικά επαναλαμβάνονται σε μεγάλο βαθμό και τον επόμενο χρόνο. Αυτές οι κυκλικές διακυμάνσεις αποτελούν ένα από τα πιο χαρακτηριστικά γνωρίσματα του φυτοπλαγκτού στα γλυκά νερά. Συχνά η βιομάζα φθάνει το μέγιστο και πέφτει στο ελάχιστο την ίδια περίπου περίοδο σε διαδοχικά χρόνια. Επίσης τα ίδια είδη επικρατούν με την ίδια περίπου συχνότητα, ενώ το καθένα αυξάνει και ελαττώνεται σ' ένα δικό του ετήσιο κύκλο. Ο ακριβής χρόνος των φαινομένων αυτών μπορεί να ποικίλλει από χρόνο σε χρόνο και οι

εμφανίσεις των ειδών μπορεί να μεταβάλλονται έτσι ώστε τα επικρατούντα είδη, σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, να μην είναι πάντοτε τα ίδια. Είναι μεγάλης σημασίας το γεγονός ότι οι ετήσιοι κύκλοι των διακυμάνσεων της βιομάζας και η ακολουθία της αντιπροσώπευσης των αθροισμάτων συχνά επαναλαμβάνονται σε λίμνες γεωγραφικά απομακρυσμένες, που όμως έχουν παρόμοια μορφολογικά και κλιματικά γνωρίσματα και κοινές χημικές ιδιότητες.

Μεταβολές στη σύνθεση και αφθονία του φυτοπλαγκτού παρατηρούνται και στο χώρο. Οι αποκρίσεις των φυτοπλαγκτικών οργανισμών στην περιβαλλοντική ετερογένεια του οριζόντιου επιπέδου της λίμνης ποικίλουν ανάλογα με την έκταση της ετερογένειας, τη χρονική διάρκεια και τα επικρατούντα πρότυπα ροής στη λίμνη. Ασυνέχειες στην οριζόντια κατανομή του φυτοπλαγκτού παρατηρούνται συχνά σε μεγάλες λίμνες και σε φραγμαλίμνες ενώ σε μικρότερες απαντώνται μόνο για σύντομες περιόδους. Η κατανομή του κάθε είδους του φυτοπλαγκτού ποικίλει με το βάθος, το χρόνο και τη φυσική κατάσταση της στήλης νερού. Η δημιουργία της θερμικής στρωμάτωσης είναι η αιτία και το αποτέλεσμα της φυσικής διαφοροποίησης των στρωμάτων νερού, που το καθένα έχει τα δικά του χαρακτηριστικά κίνησης, θερμοκρασίας, πυκνότητας και αλατότητας. Διαβαθμίσεις στο ποσοστό διαπερατότητας του φωτός και στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων παρατηρούνται με τη μεταβολή του βάθους. Κάτω από τέτοιες συνθήκες φυσικό είναι να αναμένονται ασυνέχειες στην κατακόρυφη κατανομή του φυτοπλαγκτού. Οι ασυνέχειες αυτές διατηρούνται για ώρες ή και για μέρες.

3.7.2. Το φυτοπλαγκτό στην Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά (2000/60/EK)

Το φυτοπλαγκτό είναι η πρώτη βιοκοινότητα (βιολογικό στοιχείο στην Οδηγία) που αποκρίνεται στις πιέσεις λόγω ευτροφισμού και φυσικών διαταραχών. Η χρήση των ειδών ή ανώτερων ταξινομικών μονάδων φυτοπλαγκτού για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού έχει μεγάλη ιστορία τα τελευταία πενήντα χρόνια. Όμως υπάρχουν ακόμη δυσκολίες στις γενικεύσεις και αυτό συνδέεται με τη δυναμική της διαδοχής του φυτοπλαγκτού. Σήμερα αναγνωρίζουμε ότι η σύγχρονη ανάπτυξη της οικολογίας φυτοπλαγκτού και οι απαιτήσεις της Οδηγίας επικαλύπτονται καθόσον η Οδηγία απαιτεί λειτουργική ομαδοποίηση των οργανισμών τέτοια που να αντιστοιχεί στην οικολογική κατάσταση και να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμησή της.

Σύμφωνα με το Παράρτημα V της Οδηγίας τα χαρακτηριστικά του ποιοτικού στοιχείου φυτοπλαγκτού που θα πρέπει να είναι γνωστά για κάθε υδάτινο σώμα για την εκτίμηση της οικολογικής του κατάστασης είναι: η σύνθεση των ειδών και ομάδων, η αφθονία και ο βιοόγκος του φυτοπλαγκτού και τέλος η συχνότητα, διάρκεια και ένταση των ανθίσεων φυτοπλαγκτού. Στα κείμενα των ομάδων εργασίας (για συνθήκες αναφοράς, διαβαθμονόμηση και ταξινόμηση) η υποβάθμιση της οικολογικής κατάστασης συνδέεται με αύξηση της αφθονίας φυτοπλαγκτού, με αύξηση της ποσοστιαίας συμμετοχής των κυανοβακτηρίων στο συνολικό βιοόγκο φυτοπλαγκτού καθώς και με συχνότερες και εντονότερες ανθίσεις φυτοπλαγκτού. Η κρίσιμη οικολογική κατάσταση της κατηγορίας «μέτρια» προσδιορίζεται σύμφωνα με την Οδηγία ως ακολούθως «... **Διαρκείς ανθίσεις φυτοπλαγκτού μπορεί να παρατηρηθούν κατά τους θερινούς μήνες**».

3.7.3. Ανθίσεις φυτοπλαγκτού και διαχείριση

Ο όρος «άνθιση» φυτοπλαγκτού στα υδάτινα οικοσυστήματα χρησιμοποιείται για να εκφράσει τον χρωματισμό του νερού εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης φυτοπλαγκτικών οργανισμών. Ο χρωματισμός αυτός μπορεί να είναι πράσινος, καφετί, κόκκινος (με όλες τις ενδιάμεσες αποχρώσεις) ανάλογα με τις φωτοσυνθετικές χρωστικές που περιέχουν οι οργανισμοί που επικρατούν. Για να παρατηρηθεί το φαινόμενο της άνθισης η αφθονία ορισμένων ειδών (μεγάλου μεγέθους: 50-200 χιλιοστά του χιλιοστόμετρου) πρέπει να υπερβεί τα 100 κύτταρα στο ml ενώ άλλων (μικρού μεγέθους: 1-50 χιλιοστά του χιλιοστόμετρου) τα 1000 κύτταρα στο mL. Αν και η άνθιση του φυτοπλαγκτού είναι φυσικό φαινόμενο, γνωστό εδώ και 3,000 χρόνια (Βίβλος, Έξοδος), τις τελευταίες δεκαετίες έχει αυξηθεί σε συχνότητα και ένταση.

Τεράστιο ενδιαφέρον παρατηρείται παγκοσμίως για εφαρμογές που μπορούν να πετύχουν παρεμπόδιση ή μείωση της αύξησης του φυτοπλαγκτού (άνθισης) και των κυανοβακτηρίων ιδιαίτερα στους εύτροφους ταμιευτήρες νερού. Η παγκόσμια τάση σήμερα είναι η βιώσιμη διαχείριση των φραγμαλισμών (με σκοπό τη μείωση της βιομάζας του φυτοπλαγκτού), διαχείριση που στηρίζεται στην προβλεψιμότητα φαινομένων αύξησης φυτοπλαγκτού που προϋποθέτει επαρκή και κατάλληλα δεδομένα μεγάλων χρονοσειρών. Και αυτό διότι οι φραγμαλίμνες παρέχουν τη

δυνατότητα χρήσης νερού με προβλέψιμο και αποτελεσματικό τρόπο. Ο σχεδιασμός και η λειτουργία του ταμιευτήρα επιτρέπουν λιμνολογικές εφαρμογές και ως εκ τούτου ευκαιρίες για διαχείριση. Οι αποφάσεις για το σχέδιο λειτουργίας του ταμιευτήρα (π.χ. πόσο νερό θα απομακρυνθεί, πότε και από ποιο βάθος) έχουν συχνά σημαντικές επιδράσεις στα χαρακτηριστικά της στήλης του νερού. Αυτές οι φυσικές μεταβολές επιδρούν άμεσα στις βιοκοινωνίες του και πρώτα πρώτα στην κοινωνία του φυτοπλαγκτού (π.χ. βιόγχο φυτοπλαγκτού, ρυθμούς αύξησης των πλαγκτικών οργανισμών, επικράτηση ή μη επιβλαβών οργανισμών και άνθιση).

3.7.4. Σχέδιο δειγματοληψιών

Με βάση τον χρόνο γενεάς των φυτοπλαγκτικών οργανισμών η κατάλληλη συχνότητα δειγματοληψίας για την παρακολούθηση των χρονικών μεταβολών του φυτοπλαγκτού είναι η εβδομαδιαία (διπλάσια του μέσου χρόνου γενεάς). Μια τέτοια συχνότητα βέβαια σημαίνει 52 δειγματοληψίες ετησίως και ως εκ τούτου δεν είναι εφικτή αυτή η παρακολούθηση. Για το λόγο αυτό απαραίτητη είναι η λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων φυτοπλαγκτού τουλάχιστον την περίοδο της έντονης αύξησης και συχνών φαινομένων άνθισης φυτοπλαγκτού που παρατηρούνται την περίοδο καλοκαίρι-φθινόπωρο. Στην άσκηση διαβαθμονόμησης για τις Μεσογειακές φραγμαλίνες εφαρμόστηκε δειγματοληψία την περίοδο Ιούνιος–Σεπτέμβριος τουλάχιστον δύο φορές.

Επειδή οι οικολογικές ομάδες φυτοπλαγκτού που χαρακτηρίζουν μία λίμνη παρατηρούνται στα τελευταία στάδια διαδοχής του φυτοπλαγκτού (καλοκαίρι-φθινόπωρο), προκύπτει ότι η περίοδος δειγματοληψίας πρέπει να καλύπτει καλοκαίρι και φθινόπωρο. Η φάση του τελευταίου σταδίου διαδοχής του φυτοπλαγκτού, παρουσιάζει την πολυπλοκότητα της κοινωνίας με την ωρίμανση της στη διάρκεια του έτους αρκεί οι φυσικές διαταραχές να μην αποτρέψουν την πορεία της διαδοχής. Είναι η φάση που προκύπτει από την αυτογενή ακολουθία αλλαγής στην επικράτηση του φυτοπλαγκτού στα προηγούμενα στάδια διαδοχής και εμπεριέχει τη μεγαλύτερη και πληρέστερη πληροφορία. Ως εκ τούτου μπορεί ακόμη και μία δειγματοληψία μέσα στο χρόνο να μας δώσει την καλύτερη δυνατή εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης της λίμνης.

Η παρακολούθηση της φυτοπλαγκτικής κοινωνίας στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» ήταν δυνατή στην πιο κατάλληλη περίοδο (θερμή) καθόσον δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν από τον Ιούλιο μέχρι το Σεπτέμβριο του 2009 και μία μέσα στον Ιούλιο του 2010, ενώ δύο δειγματοληψίες έγιναν ενδεικτικά και για τις άλλες δύο εποχές (χειμώνας και άνοιξη). Σύμφωνα με την Οδηγία η συχνότητα των δειγματοληψιών θα μπορούσε να είναι και εποχική ή δύο φορές το χρόνο, ενώ σύμφωνα με την άσκηση διαβαθμονόμησης αρκούν 2-4 δειγματοληψίες στην περίοδο Ιούνιος-Σεπτέμβριος. Την περίοδο αυτή θεωρήσαμε **κατάλληλο «παράθυρο» χρόνου** για τις κατάλληλες παραμέτρους μέτρησης του φυτοπλαγκτού. Οι δειγματοληψίες που πραγματοποιήσαμε στον ταμιευτήρα καλύπτουν και τις υποχρεώσεις σύμφωνα με την Οδηγία ευρύτερα, τις υποχρεώσεις σύμφωνα με τη διαβαθμονόμηση αλλά και την επιστημονική προσέγγιση της οικολογίας φυτοπλαγκτού.

3.7.5. Επιλογή σταθμών και βαθών δειγματοληψίας

Η επιλογή των σταθμών έγινε με βάση τις ιδιαιτερότητες του ταμιευτήρα και την ανάγκη λήψης όλων των δειγμάτων (για φυσικές, χημικές και βιολογικές παραμέτρους) στις ίδιες θέσεις. Οι θέσεις που επιλέχθηκαν είναι: βόρειο άκρο του ταμιευτήρα (PLA2), θέση υδροληψίας (PLA7) και νότιο άκρο του ταμιευτήρα (PLA10). Σε κάθε σταθμό η επιλογή των βαθών δειγματοληψίας στηρίζεται στην κατανομή του φωτός μέσα στο νερό και στη θερμική δομή του νερού. Ως κατώτατο σημείο δειγματοληψίας στη στήλη του νερού χρησιμοποιείται συχνά το όριο της εύφωτης ζώνης (το βάθος του 1% της έντασης του προσπίπτοντος φωτός στην επιφάνεια). Η ομάδα διαβαθμονόμησης έχει προτείνει και χρησιμοποιήσει την εύφωτη ζώνη για τη δειγματοληψία ενός ολοκληρωμένου δείγματος στήλης νερού στις φραγμαλίμενες. Στη συγκεκριμένη έρευνα για τον ταμιευτήρα (φραγμαλίμνη) το βάθος της εύφωτης ζώνης κυμάνθηκε ως εξής: βόρειο άκρο ταμιευτήρα (PLA2) 2.5-6.25 m, θέση υδροληψίας (PLA7) 1.25-9 m και νότιο άκρο ταμιευτήρα (PLA10) 3-9 m. Για το κάθε ενιαίο δείγμα εύφωτης ζώνης προηγήθηκε η δειγματοληψία διακριτών δειγμάτων από τη στήλη, ανάμειξή τους και λήψη ενός ενιαίου δείγματος.

3.7.6. Δείγματα

Κατά τη διάρκεια της εκάστοτε δειγματοληψίας από κάθε δείγμα νερού συνολικού όγκου περίπου 2 L, χρησιμοποιήθηκε υποδείγμα 200 mL για την

μικροσκοπική ανάλυση του φυτοπλαγκτού. Εκτός από τα δείγματα νερού στον ταμιευτήρα ληφθήκαν και δείγματα με δίχτυ, διαμέτρου πόρων 20 μm , που χρησιμοποιήθηκε για την ποιοτική ανάλυση του φυτοπλαγκτού. Ένα μέρος του δείγματος αυτού διατηρούνταν ζωντανό και το υπόλοιπο στερεωνόταν με φορμόλη. Τα δείγματα για τη μικροσκοπική ανάλυση στερεωνόταν αμέσως με διάλυμα Lugol που είχε τοποθετηθεί από πριν σε μπουκάλια.

Συντήρηση δειγμάτων

Για τη συντήρηση των δειγμάτων, τη διατήρηση δηλαδή των φυτοπλαγκτικών οργανισμών δίχως αλλοιώσεις για μήνες, χρησιμοποιήθηκε το διάλυμα Lugol. Η παρασκευή του διαλύματος γίνεται με τη διάλυση 10 g KI σε 100 mL απεσταγμένο νερό όπου στη συνέχεια διαλύουμε 5 g μεταλλικό I, ανακατεύουμε και προσθέτουμε 10 mL οξικού οξέος. Η προσθήκη του διαλύματος Lugol στο δείγμα αυξάνει την ταχύτητα καθίζησης των οργανισμών στους θαλάμους και μειώνει το χρόνο που μεσολαβεί για την καταμέτρηση των οργανισμών.

Θάλαμοι καθίζησης-καταμέτρησης

Για τη μικροσκοπική ανάλυση του φυτοπλαγκτού, υπο-δείγματα νερού τοποθετούνται σε θαλάμους καθίζησης (κυλινδρικοί θάλαμοι με βάση διαφανή διαμέτρου 26 mm και πάχος <0.2 mm και με ύψος μεταβαλλόμενο ανάλογα με τη χωρητικότητα) μεγάλης ακριβείας όσον αφορά τον όγκο του δείγματος που περιέχει. Χρησιμοποιήθηκαν θάλαμοι καθίζησης 2, 10 και 25 mL του οίκου Hydrobios. Η επιλογή των θαλάμων έγινε με βάση την πυκνότητα των οργανισμών του φυτοπλαγκτού στο δείγμα για την καταμέτρηση στο ανάστροφο μικροσκόπιο.

3.7.7. Μικροσκοπική ανάλυση φυτοπλαγκτού

Σύνθεση ειδών

Η σύνθεση των ειδών προκύπτει μετά από την ολοκλήρωση μιας χρονοβόρας και εξειδικευμένης ερευνητικής προσπάθειας αναγνώρισης των ειδών με τη μικροσκοπική ανάλυση του φυτοπλαγκτού και τη χρήση κατάλληλων συγγραμμάτων και εργασιών ταξινομικού χαρακτήρα. Η ταξινομική ανάλυση των δειγμάτων είναι η

υψηλότερη δυνατή αφού πραγματοποιήθηκε σε επίπεδο είδους με βάση τις κατάλληλες ταξινομικές κλείδες στο ερευνητικό ανάστροφο μικροσκόπιο Nikon TE2000-S. Η αναγνώριση έγινε σε ζωντανό υλικό ενώ η παρατήρηση σε υλικό στερεωμένο με φορμόλη και διάλυμα Lugol είχε συμπληρωματικό χαρακτήρα. Για την ασφαλέστερη αναγνώριση ορισμένων ειδών ήταν απαραίτητη η χρήση τεχνικής αντίθεσης φάσης καθώς και άλλων τεχνικών. Η φωτογράφιση των οργανισμών έγινε στο ερευνητικό ανάστροφο μικροσκόπιο Nikon TE2000-S με κάμερα Nikon DS-L1.

Αφθονία

Για τη μέτρηση της αφθονίας φυτοπλαγκτού ακολουθήθηκε η κλασική μεθοδολογία του ανάστροφου μικροσκοπίου (Utermöhl 1958) με τροποποιήσεις βελτίωσης. Η μέθοδος αυτή έχει προταθεί και εφαρμόζεται από την ομάδα διαβαθμονόμησης. Η μέθοδος αφορά στην καταμέτρηση των φυτοπλαγκτικών ατόμων (κύτταρο, κοινόβιο, αποικία, νήμα). Στη συγκεκριμένη περίπτωση για τη στατιστικά αποδεκτή εκτίμηση της πληθυσμιακής πυκνότητας των πλαγκτικών ειδών στο δείγμα, καταμετρούνται 100 τουλάχιστον άτομα από τα πιο άφθονα είδη και συνολικά τουλάχιστον 400 άτομα (με μέγιστο σφάλμα μέτρησης <20% για το κάθε είδος και <10% για τη συνολική αφθονία).

Βιομάζα-Βιοόγκος

Για τη μετατροπή της πληθυσμιακής πυκνότητας (αφθονίας) των ειδών φυτοπλαγκτού σε βιοόγκο υπολογίζονται οι μέσοι κυτταρικοί όγκοι των οργανισμών μετά από μετρήσεις των διαστάσεων των κυττάρων τους. Η μέτρηση των διαστάσεων γίνεται στο ερευνητικό ανάστροφο μικροσκόπιο Nikon TE2000-S με τη βοήθεια της κάμερας Nikon DS-L1 και μετά από βαθμονόμηση με μικρομετρική κλίμακα ακρίβειας. Για τον υπολογισμό των κυτταρικών όγκων χρησιμοποιούνται κατάλληλοι γεωμετρικοί τύποι. Η μετατροπή των βιοόγκων σε βιομάζα γίνεται με βάση το ότι η μέση ειδική πυκνότητα του κυττάρου για το φυτοπλαγκτό είναι 1 g cm^{-3} .

3.8.Μεθοδολογία συλλογής μακροασπόνδυλης πανίδας με τη μέθοδο STAR-AQEM (για ποτάμια)

Αναλυτικά, η μεθοδολογία STAR-AQEM (AQEM Consortium, 2002) είναι ειδικά σχεδιασμένη για να εφαρμόζεται σε προγράμματα που ακολουθούν την Ευρωπαϊκή Οδηγία Πλαίσιο (2000/60/ΕΕ) για το Νερό. Η επιλογή των σταθμών δειγματοληψίας είναι το πρώτο πράγμα που περιλαμβάνει. Η επιλογή αυτή θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τα δείγματα που θα συλλεχθούν να αντιπροσωπεύουν τα φυσικά και οικολογικά χαρακτηριστικά ολόκληρου του υδατορέματος, ή τουλάχιστον της περιοχής μελέτης. Εκτός από τη συλλογή δειγμάτων βένθους και νερού, στο πεδίο καταγράφονται και κάποια άλλα χαρακτηριστικά που αφορούν τη μορφολογία και τη σύνθεση ενδιαιτημάτων, την υδρολογία, την παρόχθια βλάστηση, τις εναλλαγές ροής (διαδοχή riffles-pools), τις τεχνητές παρεμβάσεις, την ύπαρξη σημειακών ή μη σημειακών πηγών ρύπανσης κ.ά. Όλες αυτές οι παράμετροι καθώς και άλλες πληροφορίες που περιγράφουν πλήρως το σταθμό και δίνουν πληροφορίες και για την διαδικασία της δειγματοληψίας αλλά και τα δείγματα που συλλέγονται, καταγράφονται στο πρωτόκολλο πεδίου.

Στόχος αυτής της καταγραφής είναι να υπάρχει μια εικόνα της μορφολογίας του ποταμού και της λεκάνης απορροής, να δοθούν στοιχεία για την υδρολογία και τη βλάστηση, να περιγραφεί η διαδικασία λήψης του βιολογικού δείγματος και τέλος να υπάρχει δυνατότητα ακριβούς επαναπροσδιορισμού του σταθμού. Το πρωτόκολλο αποτελείται από τέσσερα φύλλα δεδομένων και περιλαμβάνει 73 κατηγορίες δεδομένων από τις οποίες οι 24 είναι βασικές και οι 49 συμπληρωματικές. Τα δεδομένα της πρώτης ομάδας είναι σημαντικά γιατί παρέχουν πληροφορίες για την ακριβή τοποθεσία του σταθμού και για την διαδικασία της βιολογικής δειγματοληψίας π.χ. αναλογία ενδιαιτημάτων και αριθμός μονάδων δειγματοληψίας σε κάθε ένα από αυτά. Οι συμπληρωματικές παράμετροι παρέχουν λεπτομερείς και κατανοητές πληροφορίες για τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του σταθμού.

Τα περισσότερα δεδομένα καταγράφονται στο πεδίο, όπου απαραίτητη είναι και η χρήση ειδικών τοπογραφικών χαρτών. Συστήματα GIS πρέπει επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό κάποιων παραμέτρων όπως η απόσταση από την πηγή, η τάξη ποταμού κατά Strahler, η τάξη μεγέθους με βάση τη λεκάνη απορροής, η κλίση της κοιλάδας του ποταμού. Οι φυσικοχημικές παράμετροι στο πεδίο μετριοούνται με τη χρήση αγωγιμόμετρου, οξυγονόμετρου και pH-μέτρου. Οι

συσκευές αυτές θα πρέπει να έχουν ρυθμιστεί πριν τη χρήση τους σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Δείγματα νερού μεταφέρονται στο εργαστήριο για την ανάλυση επιπλέον παραμέτρων όπως αλκαλικότητα, σκληρότητα, κύρια ιόντα και θρεπτικά.

Οι υδρόβιοι μακροασπόνδυλοι οργανισμοί συλλέγονται και αυτοί σύμφωνα με την μεθοδολογία AQEM (www.aqem.de), η οποία δίνει στοιχεία της γενικότερης εικόνας του υδατορέματος, συμπεριλαμβάνοντας την υδρογεωμορφολογία, την παρόχθια κατάσταση, τις ανθρωπογενείς πιέσεις και χρήσεις γης. Βιολογικά δείγματα δεν θα πρέπει να συλλέγονται κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά από περιόδους πλημμύρας ή ξηρασίας, κατά τη διάρκεια κάποιας ανθρώπινης παρέμβασης ή φυσικής διαταραχής, ή αν για οποιοδήποτε λόγο κάποια έντονη ροή στον πυθμένα εμποδίζει τη σωστή συλλογή υλικού του πυθμένα. Για τη δειγματοληψία χρησιμοποιείται απόχη με πλαίσιο σε σχήμα D ή παραλληλόγραμμου και διαστάσεις 0,25 x 0,25 που στηρίζεται σε μακρύ χέρι. Το δίχτυ του πλαισίου της απόχης έχει μέγεθος 500 μm (Εικόνα 3.2).

Η μεθοδολογία AQEM βασίζεται στα πολύ-ενδιαιτήματα (Barbour et al., 1999) και έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε οι μονάδες δειγματοληψίας από συγκεκριμένα ενδιαιτήματα να λαμβάνονται σύμφωνα με το ποσοστό παρουσίας αυτών των ενδιαιτημάτων στο δοσμένο δειγματοληπτικό χώρο. Κάθε δείγμα αποτελείται από 20 μονάδες δειγματοληψίας που λαμβάνονται από όλα τα ενδιαιτήματα του σταθμού που παρουσιάζουν επιφάνεια κάλυψης μεγαλύτερη από 5%. Ως μονάδα δειγματοληψίας ορίζεται κάθε «στατικό» δείγμα που συλλέγεται με απόχη από επιφάνεια του πυθμένα ίση με τις διαστάσεις πλαισίου της απόχης. Οι 20 μονάδες δειγματοληψίας κατανέμονται σύμφωνα με την αναλογία των μικρο-ενδιαιτημάτων. Για παράδειγμα, αν το 50 % της επιφάνειας του πυθμένα καλύπτεται από άμμο θα πρέπει να ληφθούν 10 μονάδες δειγματοληψίας από το συγκεκριμένο ενδιαίτημα. Οι κατηγορίες των μικροενδιαιτημάτων υπάρχουν μέσα στο πρωτόκολλο πεδίου. Με τη διαδικασία αυτή, συλλέγεται δείγμα από 1,5 m² επιφάνειας πυθμένα.



Εικόνα 3.2 Απόψη δειγματοληψίας βενθικών μακροασπονδύλων σε ρέοντα επιφανειακά ύδατα.

Η δειγματοληψία ξεκινά από το κατώτερο σημείο της περιοχής που εξετάζεται και προχωρά προς τα ανάντη του ποταμού. Συλλέγουμε τις μονάδες δειγματοληψίας με τη χρήση απόχης και προκαλώντας διαταραχή του πυθμένα. Συγκεκριμένα, τοποθετούμε την απόχη κάθετα στην επιφάνεια νερού με το άνοιγμα του πλαισίου να έχει φορά αντίθετη με τη φορά ροής του νερού. Διαταράσσουμε τον πυθμένα είτε κλωτσώντας είτε περιστρέφοντας τη μύτη της μπότας μας σε επιφάνειας πυθμένα 0,25X0,25 και βάθος 10-15 cm. Κρατάμε την απόχη κοντά στην περιοχή αυτή, ούτως ώστε οι μακροσπόνδυλοι οργανισμοί να παρασύρονται από τη ροή και να εισέρχονται μέσα στην απόχη, αλλά και σε μια απόσταση τέτοια ώστε η άμμος και τα χαλίκια να ξαναπέφτουν κάτω χωρίς να προλαβαίνουν να μπαίνουν στην απόχη. Τις μεγαλύτερες πέτρες που κάποιες φορές πιάνονται, τις εξετάζουμε προσεκτικά για τυχόν προσκολλημένους οργανισμούς και αφού τους αφαιρέσουμε με το χέρι ή με τη λαβίδα, τις ξαναρίχνουμε στο ποτάμι. Μετά από τη συλλογή 2-3 δειγματοληπτικών μονάδων ξεπλένουμε 2 με 3 φορές με καθαρό τρεχούμενο νερό από το ποτάμι το υλικό συλλογής και το αδειάζουμε σε μια καθαρή λεκάνη όπου συγκεντρώνεται ολόκληρο το δείγμα. Στη συνέχεια μεταφέρεται σε καθαρό δοχείο-α και αφού προστεθεί αιθανόλη 95% ως συντηρητικό μέσο, σφραγίζεται και μεταφέρεται στο εργαστήριο όπου ακολουθούν η συστηματική ταξινόμηση και η αναγνώριση των μικροοργανισμών. Η συστηματική ταξινόμηση λόγω της απουσίας κατάλληλων

ελληνικών δεικτών βασίζεται κυρίως σε κλείδες γειτονικών χωρών λόγω της βιογεωγραφικής συγγένειας. Επίσης, λαμβάνεται υπ’ όψη και το ταξινομικό επίπεδο όπου γίνεται ο προσδιορισμός, μιας και αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις στην περαιτέρω επεξεργασία (Graca, et al, 1995), καθώς και διάφοροι άλλοι παράγοντες όπως είναι η εποχικότητα (Furse, et al, 1984).

Ένας άλλος σπουδαίος παράγοντας ο οποίος λαμβάνεται υπ’ όψη είναι και το ειδικό υδρολογικό καθεστώς το οποίο επικρατεί τόσο στον ευρύτερο Μεσογειακό αλλά και στον Ελληνικό χώρο. Αυτό οφείλεται στις κατασκευές φραγμάτων (Gritzalis, et al, 1993) αλλά και στις διευθετήσεις – τροποποιήσεις των ποταμών (Karaouzas, & Gritzalis, 2002; Skoulikidis et al., 2009).

3.8.1. Αξιολόγηση βιολογικής κατάστασης

Τα δεδομένα των μακροασπόνδυλων που συλλέχθηκαν καταχωρήθηκαν στην βάση δεδομένων AQEMdip 2.6 (www.eu-star.at). Στην συνέχεια, τα δεδομένα εισήχθησαν στο πρόγραμμα ASTERICS (www.eu-star.at) για να υπολογιστούν οι βιοτικοί δείκτες και οι μετρικές που έχουν δημιουργηθεί σε αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες. Για την ταξινόμηση της βιολογικής κατάστασης χρησιμοποιήθηκε ο πολυμετρικός δείκτης STAR_ICMi (Buffagni, et al. 2007) που προκύπτει από τον συνδυασμό των παρακάτω 6 δεικτών.

- 1- Gold (1- Σύνολο Αφθονιών Γαστερόποδων, Ολιγόχαιτων και Δίπτερων)
- EPT (Εφημερόπτερα, Πλεκόπτερα, Τριχόπτερα)
- ASPT
- Shannon-Wiener diversity index (δείκτης βιοποικιλότητας)
- Αριθμός οικογενειών
- $\text{Log}_{10}(\text{Sel_EPTD}+1) - \text{log}_{10}$ (άθροισμα των Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Nemouridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae and Athericidae + 1)

Ο STAR_ICMi ικανοποιεί πλήρως τις απαιτήσεις της ΟΠΥ επειδή κάθε κριτήριο της οδηγίας καλύπτεται με 2 ή 3 μετρικές που περιλαμβάνονται στο δείκτη. Μέσα από την άσκηση διαβαθμονόμησης ορίστηκαν 3 διαφορετικοί τύποι ποταμών για την Ελλάδα με βάση το μέγεθος της λεκάνης απορροής, το υψόμετρο και την γεωλογία (Πίνακας 3.3). Για κάθε διαφορετικό τύπο (π.χ. RM1, RM2) ορίστηκαν διαφορετικά

όρια ταξινόμησης (class boundaries). Έτσι, με βάση τον παρακάτω πίνακα οι σταθμοί δειγματοληψίας ανήκουν στον τύπο RM1.

Πίνακας 3.3. Κριτήρια ταξινόμησης τυπολογίας για τα ρέοντα ύδατα των Μεσογειακών χωρών (EU 2007).

<i>R-M1</i>	<i>R-M2</i>	<i>R-M4</i>
Μέγεθος Λεκάνης 10-100km ²	Μέγεθος Λεκάνης 100-1000km ²	Μέγεθος Λεκάνης 10-1000km ²
Υψόμετρο 200-800m	Υψόμετρο <400m	Υψόμετρο 400-1500m
Μικτή γεωλογία	Μικτή γεωλογία	μη-πυριτική γεωλογία
Έντονη εποχικότητα	Έντονη εποχικότητα	Ρέοντα ύδατα σε Μεσογειακά βουνά

Οι τιμές του δείκτη για τις συνθήκες αναφοράς και τις άλλες κατηγορίες ποιότητας για τους τρεις Μεσογειακούς τύπους που απαντώνται στη Ελλάδα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.4. Οι σταθμοί δειγματοληψίας των ρεμάτων ανήκουν όλοι στον τύπο RM4.

Πίνακας 3.4. Κριτήρια ταξινόμησης τυπολογίας για τα ρέοντα ύδατα των Μεσογειακών χωρών (EU 2007).

<i>Ταξινόμηση ποιότητας</i>	<i>RM1</i>	<i>RM2</i>	<i>RM4</i>
Υψηλή	0.946	0.941	0.956
Καλή	0.709	0.706	0.717
Μέτρια	0.473	0.471	0.478
Χαμηλή	0.236	0.246	0.239
Κακή	0.000	0.005	0.000

3.8.2. Μεθοδολογία συλλογής μακροασπόνδυλης πανίδας από τον πυθμένα της Λίμνης

Δείγματα βένθους συλλέχθηκαν από 4 σημεία της λίμνης με συλλέκτη βένθους τύπου Ekman (Εικόνα 3.3). Τα δείγματα κοσκινίστηκαν με πλέγμα διαμέτρου 1 χιλιοστού (Εικόνα 3.3) και τοποθετήθηκαν σε πλαστικά δοχεία με αιθανόλη 90% ως συντηρητικό μέσο και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου έγινε η ταξινόμηση.



Εικόνα 3.3 Δειγματολήπτης τύπου Ekman και κόσκινο διήθησης βένθους λίμνης με πλέγμα διαμέτρου 1 mm.

3.8.3. Δίκτυο δειγματοληψίας βένθους ποταμών και λίμνης

Δείγματα βένθους συλλέχθηκαν από 4 ρέματα (5 σταθμούς δειγματοληψίας) που εκβάλουν στη Τ. Λ «Ν. Πλαστήρα» καθώς επίσης και από 4 σημεία μέσα από την τεχνητή λίμνη «Ν. Πλαστήρα» (Εικ. 3.1).

3.9.Μελέτη των Μακροφύτων στην Τ.Λ. «Ν. Πλαστήρα»

Εισαγωγή

Τα υδρόβια Τραχειόφυτα παίζουν σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό και άρα στην ισορροπία των υδάτινων οικοσυστημάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με την παροχή οργανικής ύλης από την αποδόμηση των νεκρών φυτών και την απόδοση στο ελεύθερο νερό τροφικών συστατικών που τα περισσότερα υδρόφυτα προσλαμβάνουν κυρίως από το υπόστρωμα. Τα υδρόφυτα επίσης εμπλουτίζουν το νερό με οξυγόνο που παράγουν κατά την διάρκεια της φωτοσύνθεσης, συμβάλλοντας έτσι στη διατήρηση της καθαρότητας του νερού.

Είναι πλέον γνωστό ότι τα υδρόφυτα αποτελούν χαρακτηριστικούς δείκτες της ποιότητας των υδάτων. Έχουν χρησιμοποιηθεί σαν βελτιωτικά μέσα του

περιβάλλοντος και σαν δείκτες περιεκτικότητας των ιδιαίτερα τοξικών σε υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων.

Πολλά τέτοια παραδείγματα υπάρχουν στη φύση, ένα από αυτά συναντάμε στη λίμνη George στην Uganda, μια μεγάλη αβαθής λίμνη που βρίσκεται διάσκελα στον ισημερινό, 915 m πάνω από τη επιφάνεια της θάλασσας. Είναι πολυμεικτική και βρίσκεται σε μια μεγάλη ανοικτή πεδιάδα κοντά στα όρη Ruwenzori στη δυτική κοιλάδα Great Rift της Αφρικής. Η λίμνη George (όπως πολλές τροπικές λίμνες), έχει ένα τεράστιο έλος πάπυρου (*Cyperus papyrus*), μέσω του οποίου ρέουν τα μεγαλύτερα ποτάμια που καταλήγουν εκεί. Το σημαντικότερο έργο αυτών των ελών είναι να επιβραδύνουν τις έντονες εποχιακές βροχές και να διηθούν τα αιωρούμενα σωματίδια. Τα τροπικά ρέοντα ύδατα είναι συνήθως καστανόχρωα με έντονη ποσότητα ιλύος κατά τη διάρκεια των βροχών, αλλά μετά το πέρασμα τους από ένα έλος πάπυρου, το νερό είναι τόσο διαφανές ώστε αναδυόμενα φυτά, όπως κρίνοι μπορούν να αναπτύσσονται από τον πυθμένα (Οικονόμου- Αμίλλη 1999).

Τα υδρόβια φυτά εκτός από οικολογικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν και ταξινομικό ενδιαφέρον καθόσον είναι πολύ ευμετάβλητα στην σωματική τους διοργάνωση. Σε σύγκριση με τα χερσόβια φυτά, τα υγρόφυτα εμφανίζουν βλαστητικό σώμα με περισσότερες μορφολογικές τροποποιήσεις και ευρύτερη φαινοτυπική ποικιλομορφία και συχνά προβληματίζουν κατά την ταξινόμηση (Κουμπλή 1983).

Ορισμένα υδρόφυτα παρουσιάζουν ενδιαφέρον λόγω των επιβλαβών επιδράσεων και είναι αναγνωρισμένα σαν ζιζάνια. Σοβαρά προβλήματα δημιουργούνται κυρίως όταν επιπλέουν ελεύθερα στην επιφάνεια του νερού και σχηματίζουν αδιαπέραστα επιπλέοντα στρώματα που φράζουν αρδευτικά αυλάκια, τάφρους απορροής, φράγματα και πολλές φορές δυσκολεύουν δραστηριότητες όπως τη ναυσιπλοΐα και αλιεία στις μικρές λίμνες και τους ποταμούς. Θα πρέπει επίσης να αναφέρουμε ότι τα ζιζάνια επηρεάζουν σημαντικά την οικολογία των υδροβιοτόπων επειδή εμποδίζουν το φως να φθάσει στα βαθύτερα επίπεδα, με συνέπεια να αποκλείουν την επαφή του νερού και της ατμόσφαιρας και να δημιουργούν αναερόβιες συνθήκες κάτω από την επιφάνεια του νερού (Κουμπλή 1983).

Μεθοδολογία

Ο προσδιορισμός των φυτών της εργασίας διεκπεραιώθηκε στο κέντρο περιβαλλοντικής ενημέρωσης του Νεοχωρίου.

Τα απαραίτητα για τον προσδιορισμό μορφολογικά γνωρίσματα των δειγμάτων παρατηρήθηκαν με στερεοσκόπιο. Για τον προσδιορισμό των φυτών χρησιμοποιήθηκαν κυρίως τα συγγράμματα: Tutin et al. (1964-1980, 1993), Davis (1965-1978). Η ονοματολογία των ταξινομικών μονάδων ακολουθεί τους Greuter et al. (1984-1989), ή τους Tutin et al. (1964-1980, 1993).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα που ακολουθούν παρακάτω αφορούν την περίοδο της 2^{ης} ενδιάμεσης τεχνικής έκθεσης (Οκτώβριο 2009 – Ιούλιο 2010).

4.1. Πιέσεις στην περιοχή μελέτης

4.1.1. Ανθρωπογενείς Δραστηριότητες

Η λίμνη «Ν. Πλαστήρα» βρίσκεται στον ορεινό όγκο των Αγράφων είναι ιδιαίτερου φυσικού κάλλους και αποτελεί τα τελευταία χρόνια δημοφιλή τουριστικό προορισμό. Ενας μεγάλος αριθμός επισκεπτών επισκέπτεται την περιοχή της λίμνης κυρίως τον Χειμώνα και ένα σημαντικό ποσοστό από αυτούς διανυκτερεύει στις τουριστικές εγκαταστάσεις που είναι εγκατεστημένες πλησίον της λίμνης και κυρίως στο δυτικό τμήμα της.

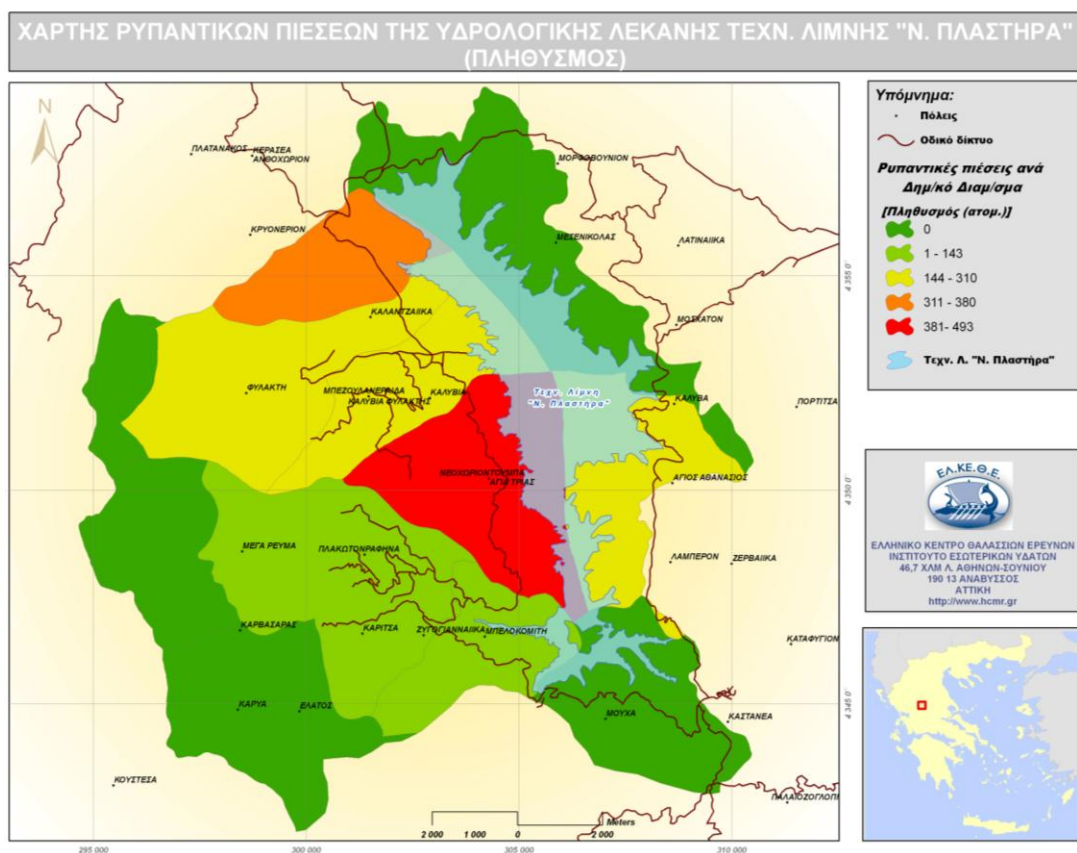
Στις κλιτείς του ορεινού όγκου πλησίον της λίμνης βρίσκονται και μικροί οικισμοί που ανήκουν κυρίως σε τρεις δήμους. Τον δήμο Ιτάμου, τον δήμο Πλαστήρα και τον δήμο Νεβρόπολης. Εκτός της αυξανόμενης τουριστικής δραστηριότητας, άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες της περιοχής αποτελούν η γεωργία και η εκτεταμένη κτηνοτροφία. Η κατανομή του πληθυσμού στα διάφορα δημοτικά διαμερίσματα των δήμων που βρίσκονται στην υδρολογική λεκάνη της λίμνης φαίνεται στον πίνακα 4.1.

Στον αριθμό των μονίμων κατοίκων πρέπει να προστεθεί και ο αριθμός των επισκεπτών που είναι αρκετά μεγάλος και σύμφωνα με τα στοιχεία από την Εθνική Στατιστική υπηρεσία ανέρχεται (στοιχεία του 2006) σε 59.832 επισκέπτες και 126.459 διανυκτερεύσεις στις ξενοδοχειακές μονάδες της περιοχής.

Από τους οικισμούς των δημοτικών διαμερισμάτων των τριών δήμων μόνο οι οικισμοί του Δήμου Νεβρόπολης είναι εντός της λεκάνης απορροής της λίμνης. Από τους άλλους δύο δήμους, στις παρυφές της λίμνης υπάρχει ο οικισμός της Μούχας που ανήκει στο δημοτικό διαμέρισμα της Καστανιάς του δήμου Ιτάμου, όπου κατοικούν περίπου 70 μόνιμοι κάτοικοι και ο οικισμός του Αγίου Αθανασίου του δημοτικού διαμερίσματος Λαμπερού του δήμου Πλαστήρα, όπου κατοικούν περίπου 100 μόνιμοι κάτοικοι.

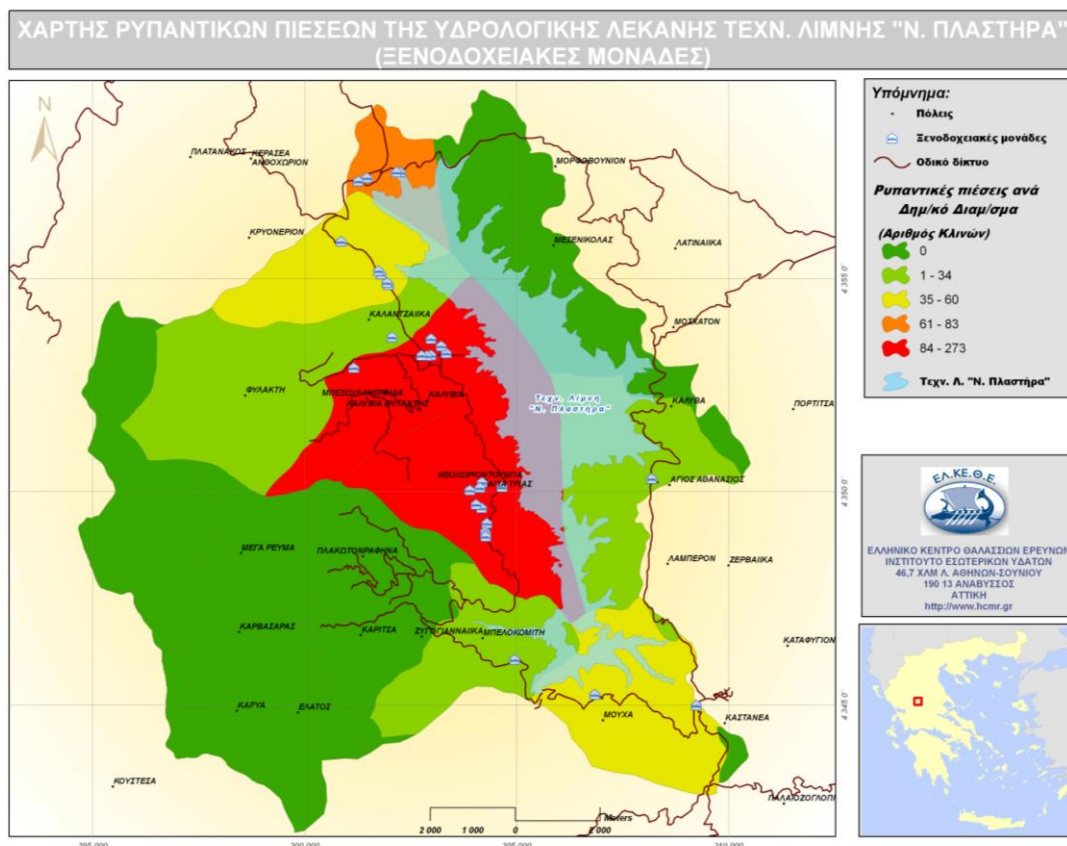
Πίνακας 4.1 Κατανομή πληθυσμού στους δήμους της υδρολογικής λεκάνης της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» (στοιχεία από την απογραφή της 18 Μαρτίου 2001).

ΔΗΜΟΙ		
Νεβρόπολης	Μόνιμοι Κάτοικοι	Σύνολο
ΔΔ Πεζούλας	263	
ΔΔ Καρβασαρά	0	
ΔΔ Καρίτσης Δολόπων	143	
ΔΔ Κρυονερίου	380	1657
ΔΔ Μπελοκομίτης	89	
ΔΔ Νεοχωρίου	493	
ΔΔ Φυλακτής	289	
Ιτάμου		
ΔΔ Καστανέας	368	368
Πλαστήρα		
ΔΔ Μορφοβουνίου	730	
ΔΔ Κερασέας	298	
ΔΔ Λαμπερού	310	2365
ΔΔ Μεσενικόλα	486	
ΔΔ Μοσχάτου	541	



Εικόνα 4.1 Χάρτης κατανομής πληθυσμού στην περιοχή μελέτης.

Οι υπόλοιπες ανθρώπινες δραστηριότητες στην περιοχή (εκτός του τουρισμού) είναι περιορισμένες λόγω του μειωμένου ανθρώπινου δυναμικού αλλά και των χαμηλών ρυθμών ανάπτυξης, γι' αυτό και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές. Παρόλα ταύτα, μείζον πρόβλημα αποτελεί η διαχείριση των απορριμμάτων (αποκομιδή και διάθεση) και των υγρών αποβλήτων των οικισμών.



Εικόνα 4.2 Κατανομή ξενοδοχειακών μονάδων ανά Δημοτικό Διαμέρισμα στην περιοχή μελέτης.

4.1.1.1 Στερεά απορρίμματα

Ο σημερινός τρόπος διαχείρισης των απορριμμάτων έχει σαν αποτέλεσμα να υπόκεινται σε ρυπαντικές πιέσεις όλη η περιοχή και ιδιαίτερα τα ρέματα και η λίμνη στην οποία αυτά καταλήγουν (Ε.Π.Ε.Μ., 2001). Επίσης, ως κυριότερη περιβαλλοντική πίεση που αντιμετωπίζει η περιοχή και αναφέρεται από τους ίδιους τους κατοίκους της περιοχής αποτελεί η ανεξέλεγκτη διάθεση των απορριμμάτων, δηλαδή η ύπαρξη ανεξέλεγκτων χωματερών (Παλιούρας, 2006).

Στο Τ.Α.Π. για την περιοχή μελέτης (ΑΝΚΑ ΑΕ, 1997 σε ΕΠΕΜ, 2001) αναφέρεται ότι η διαχείριση απορριμμάτων πραγματοποιείται με ανάθεση σε εργολάβους και εναπόθεση των

σκουπιδιών σε λάκκους. Λάκκοι υπάρχουν σε 13 κοινότητες. Εκεί τα απορρίμματα είτε καίγονται είτε θάβονται (στην κοινότητα Καρβασαρά δεν λειτουργεί αντίστοιχος χώρος). Σύμφωνα με το Χωροταξικό Σχέδιο Περιφέρειας Θεσσαλίας προβλέπεται η δημιουργία ενός ΧΥΤΑ που θα καλύπτει ολόκληρο το νομό στη θέση Γάμος Ξινονερίου που βρίσκεται εκτός ΖΟΕ (ΕΠΕΜ, 2001).

4.1.1.2 Υγρά απόβλητα

Στις περισσότερες κοινότητες της περιοχής μελέτης δεν υπάρχει αποχετευτικό δίκτυο. Η διαχείριση των αστικών λυμάτων τόσο των οικισμών όσο και των τουριστικών μονάδων γίνεται με χρήση σηπτικών και απορροφητικών βόθρων κατά οικία, με ότι αυτό μπορεί να σημαίνει για τον υδροφόρο ορίζοντα.

Στο Τ.Α.Π. που εκπονήθηκε για την περιοχή μελέτης έχουν καταγραφεί σηπτικοί βόθροι σε τρεις κοινότητες, απορροφητικοί βόθροι σε 10 κοινότητες ενώ υπάρχει σύστημα υπονόμων στο Μεσενικόλα και δίκτυο αποχέτευσης στο Μοσχάτο (ANKA AE, 1997) (ΕΠΕΜ, 2001).

Στην περιοχή υπάρχουν δίκτυα αποχέτευσης των όμβριων στις κοινότητες Μεσενικόλα, Μορφοβουνίου, Κερασιάς, Κρυονερίου, Μπελοκομίτη, Καστανιάς, Καροπλεσίου και Μοσχάτου (ANKA AE, 1997). Τα δίκτυα ομβρίων γενικά είναι σε καλή κατάσταση εκτός από αυτά της κοινότητας Καροπλεσίου και Μοσχάτου. Στην Κερασιά ειδικά, επειδή αντιμετωπίζουν πρόβλημα διάβρωσης των εδαφών από τα όμβρια, το δίκτυο είναι πιο επιμελημένο και αποχετεύει και ποσοστό των υδάτων από οικιακή χρήση (από τις κουζίνες) (ΕΠΕΜ, 2001).

Γενικά, σε σχέση με την ποιότητα των νερών της λίμνης όπως επισημαίνεται στην Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη (Ε.Π.Μ) της περιοχής δεν διοχετεύονται αστικά λύματα απ’ ευθείας στη λίμνη. Επίσης η λίμνη δεν δέχεται βιομηχανικά λύματα αφού δεν υπάρχουν εγκατεστημένες βιομηχανίες στην περιοχή (ΕΠΕΜ, 2001).

4.1.1.3 Κτηνοτροφία

Στην περιοχή της λίμνης υπάρχει και εκτεταμένη κτηνοτροφία που σύμφωνα με στοιχεία της ετήσιας γεωργικής στατιστικής του 2007 περιλαμβάνει:

Πίνακας 4.2 Αριθμός ζώων κτηνοτροφικών μονάδων στην περιοχή μελέτης της υδρολογικής λεκάνης της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

Βοοειδή	Αγγοπρόβατα	Πουλερικά	Χοιρινά	Κουνέλια
824	24032	11100	56	705

Τα κοπάδια από τους τρεις δήμους της περιοχής που κινούνται κατά την διάρκεια του έτους στην ευρύτερη λεκάνη της λίμνης και ο αριθμός τους ανά δημοτικό διαμέρισμα και δήμο φαίνεται στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 4.3 Κτηνοτροφική δραστηριότητα στο Δήμο Πλαστήρα

Δ/Δ	Βοοειδή		Αιγοπρόβατα		Πουλερικά		Χοιρινά		Κουνέλια	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Μορφοβούνιο	140	30	2450	2310	700	200	5	50	60	100
Κερασιά	25	10	1035	940	800	200				
Μοσχάτο			1000	1100	700	200				
Μεσενικόλα	4	2	850	800	170	100			20	100
Λαμπερό	2		1200	1100	300	500				
Σύνολο	171	42	6535	6250	2670	1200	5	50	80	200

(1) Αριθμός ζώων με παρουσία στην περιοχή όλο τον χρόνο (2) Αριθμός ζώων με παρουσία στην περιοχή περί τους 6 μήνες

Πίνακας 4.4 Κτηνοτροφική δραστηριότητα στο Δήμο Νεβρόπολης

Δ/Δ	Βοοειδή		Αιγοπρόβατα		Πουλερικά		Χοιρινά		Κουνέλια	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Πεζούλας	1		320	435	750	500				
Καρβασαρά										
Καρίτσα	68	30	1114		40	160				
Κρουονέρι	105	43	1490	1800	1000	2100				
Μπελοκομίτη	60	33	450	200	300	200			45	
Νεοχώρι	4	1	860	730	500	600	1		40	200
Φυλακτή	6	2	670	430	400	100				
Σύνολο	244	109	4904	3595	2990	3660	1	0	85	200

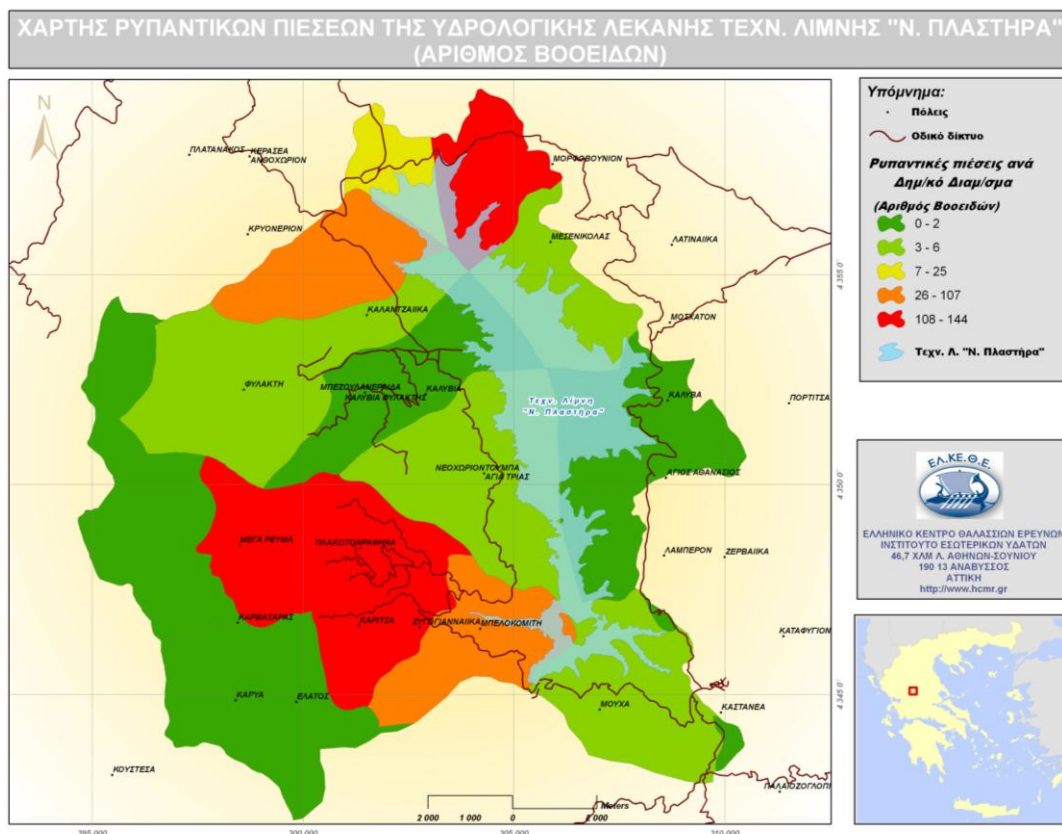
(1) Αριθμός ζώων με παρουσία στην περιοχή όλο τον χρόνο (2) Αριθμός ζώων με παρουσία στην περιοχή περί τους 6 μήνες

Πίνακας 4.5 Κτηνοτροφική δραστηριότητα στο Δήμο Ιτάμου

Δ/Δ	Βοοειδή		Αιγοπρόβατα		Πουλερικά		Χοιρινά		Κουνέλια	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Καστανιά	4		1350	1400	200	380			15	125
Σύνολο	4		1350	1400	200	380			15	125

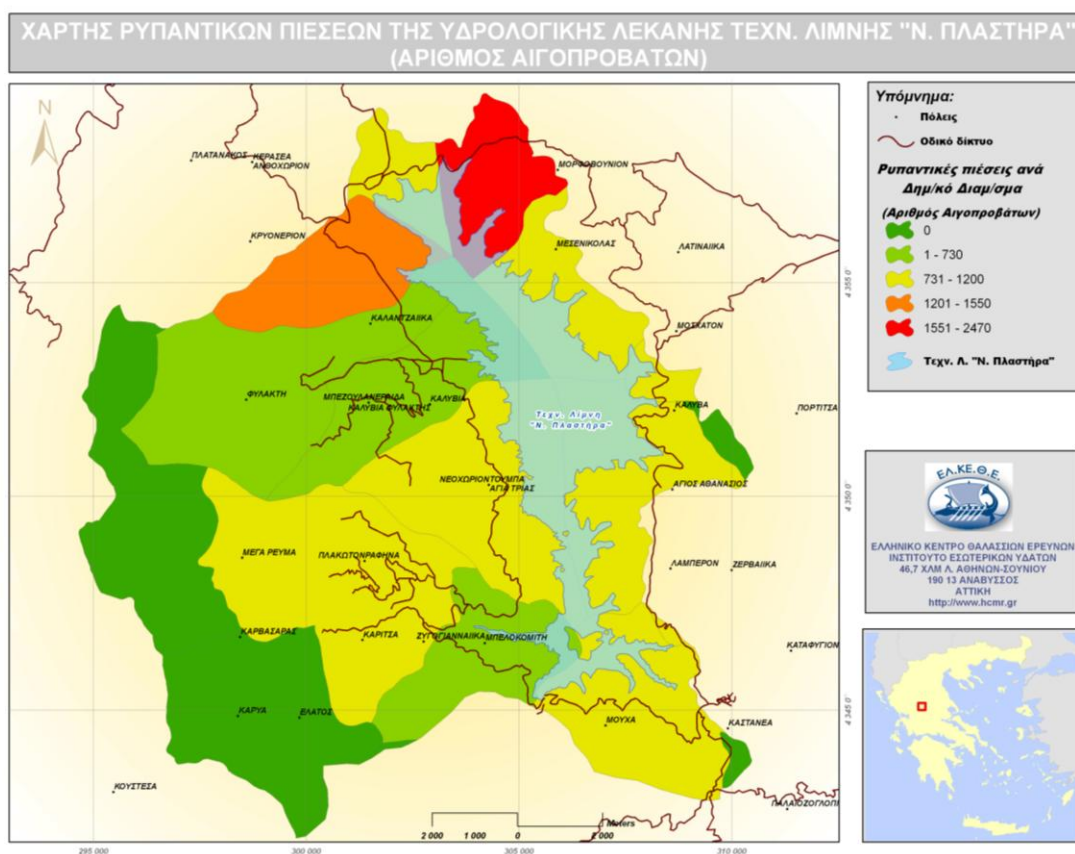
(1) Αριθμός ζώων με παρουσία στην περιοχή όλο τον χρόνο (2) Αριθμός ζώων με παρουσία στην περιοχή περί τους 6 μήνες

Λόγω της μορφολογίας του εδάφους, η παρουσία και η παραμονή των ζώων στην ευρύτερη περιοχή της υδρολογικής λεκάνης είναι συνήθως σε μικρή σχετικά απόσταση από τις όχθες της λίμνης. Έτσι η απόθεση και αποδόμηση επί του εδάφους καθώς και η απόπλυση των περιττωμάτων τους έχει και την ανάλογη συμμετοχή στην είσοδο των θρεπτικών ουσιών στη λίμνη.



Εικόνα 4.3 Κατανομή των βοοειδών ανά Δημοτικό Διαμέρισμα στην περιοχή μελέτης.

Σε διαρκή οπισθοδρομική πορεία βρίσκονται τα δάση οξιάς, τα οποία απειλούνται με πλήρη κατάρρευση και εξαφάνιση. Ο σημαντικότερος παράγοντας υποβάθμισης της οξιάς σήμερα είναι η ανεξέλεγκτη βόσκηση (Ε.Π.Ε.Μ., 2001). Η ανάπτυξη της κτηνοτροφίας, λόγω της μη οριοθέτησης των βοσκοτόπων, αποτελεί κίνδυνο για τη διατήρηση των χορτολιβαδικών εκτάσεων και των σπάνιων ειδών χλωρίδας που φύονται στη ζώνη αυτή. Το πρόβλημα δημιουργείται αφ’ ενός από την εντατικοποίηση των κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων αφ’ ετέρου από τη μη χωροθέτηση της εν λόγω δραστηριότητας (Ε.Π.Ε.Μ., 2001).



Εικόνα 4.4 Κατανομή των αιγοπροβάτων ανά Δημοτικό Διαμέρισμα στην περιοχή μελέτης.

4.1.1.4 Γεωργία

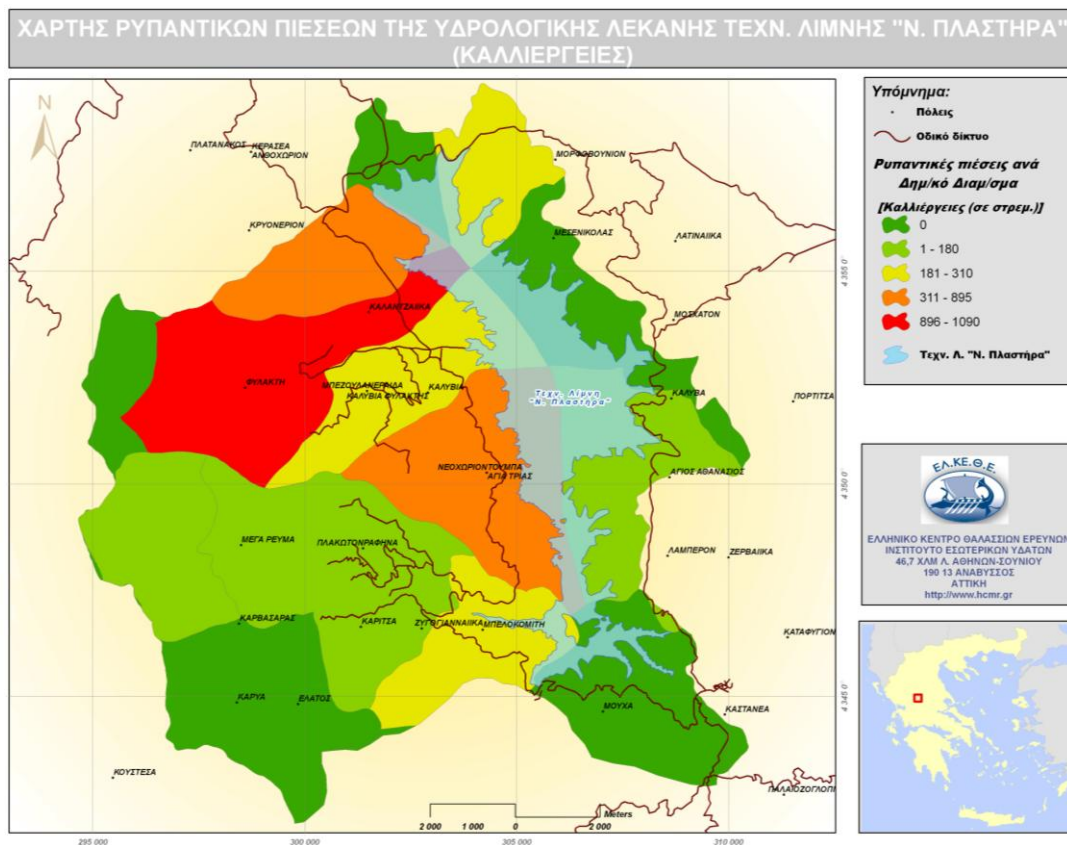
Στον τομέα της γεωργικής δραστηριότητας θετικό στοιχείο αποτελεί η μη εντατική χρήση φυτοφαρμάκων στις καλλιέργειες, οπότε η ρύπανση του υπεδάφους και των υδάτινων πόρων είναι σχετικά περιορισμένη.

Από την άποψη των γεωργικών εκτάσεων κυρίως εκείνες του Δήμου Νεβρόπολης βρίσκονται εντός της λεκάνης απορροής της λίμνης, καθώς και μικρά τμήματα του Δήμου Ιτάμου και του Δήμου Πλαστήρα. Σύμφωνα με την ετήσια στατιστική του έτους 2007 τα είδη και η έκταση των καλλιεργειών του Δήμου Νεβρόπολης φαίνονται στον Πίνακα 4.6.

Όσον αφορά τις γεωργικές εκτάσεις των άλλων δύο δήμων μόνο μερικά στρέμματα του Δήμου Πλαστήρα έχουν απορροή προς τη λίμνη, ενώ στο μικρό αντίστοιχο τμήμα του Δήμου Ιτάμου δεν υπάρχουν αξιόλογες γεωργικές καλλιέργειες.

Τα είδη των καλλιεργειών που απαντώνται στην περιοχή είναι, κτηνοτροφικά φυτά, κηπευτικά και δενδρώδεις καλλιέργειες. Ένα μέρος από τις καλλιέργειες αυτές είναι αρδευόμενες όπως φαίνεται στους κατωτέρω πίνακες.

Δήμος Νεβρόπολης			
Κατηγορίες Καλλιιεργειών	Εκτάσεις σε στρέμματα		
	Εκταση	Σύνολο	Αρδευόμενες
Δημητριακά	115	3355	1582
Οσπρια	275		
Τριφύλια	1115		
Αραβόσιτος	285		
πατάτες	555		
Κτηνοτροφικά φυτά για καρπό	10		
λιβάδια	1220		
Κηπευτικά	417	417	417
Δενδρώδεις καλλιέργειες	286	286	246
Αμπέλια			
Θερμοκήπια	409	409	409
Δημοτικά Λιβάδια	25100	25100	



Εικόνα 4.5 Κατανομή των καλλιεργειών ανά Δημοτικό Διαμέρισμα στην περιοχή μελέτης.

4.1.1.5 Ιχθυοκαλλιέργεια

Η ιχθυοκαλλιέργεια στην περιοχή είναι περιορισμένη. Λειτουργούν τρία ιδιωτικά ιχθυοτροφεία στα οποία εκτρέφονται κυρίως πέστροφες και ολίγου σολωμού με συνολική ετήσια παραγωγή 63 τόνων, σύμφωνα με στοιχεία του 2008. Το ένα βρίσκεται στην Φυλακτή και είναι πολύ καλά οργανωμένο, ενώ τα άλλα δύο στον Μπελοκομίτη. Στον τομέα της αλιείας, σύμφωνα με στοιχεία του 1992 (Σταματογιαννόπουλος, 1992), απασχολούνται 31 άτομα, ενώ

υπάρχει και εποχιακά απασχολούμενος πληθυσμός (ΕΠΕΜ, 2001). Οι μονάδες ιχθυοκαλλιέργειών αποτελούν, για την περιοχή γενικά και για τα νερά των ποταμών και των χειμάρρων ειδικά, ρυπογόνες δραστηριότητες (Παλιούρας, 2006).

4.1.2. Εκτίμηση ρυπαντικών φορτίων

Η εκτίμηση των ρυπαντικών πιέσεων και ο υπολογισμός των παραγομένων ρυπαντικών φορτίων στην λεκάνη απορροής της λίμνης προσεγγίσθηκε με βάση τα δεδομένα της παγκόσμιας οργάνωσης υγείας, στοιχεία από την ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία, πληροφορίες από τους τοπικούς φορείς για την χρήση των λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στα είδη των καλλιεργειών που απαντώνται στην περιοχή, καθώς και επιτόπιες παρατηρήσεις. και τους τοπικούς φορείς.

4.1.2.1 Αστικά λύματα

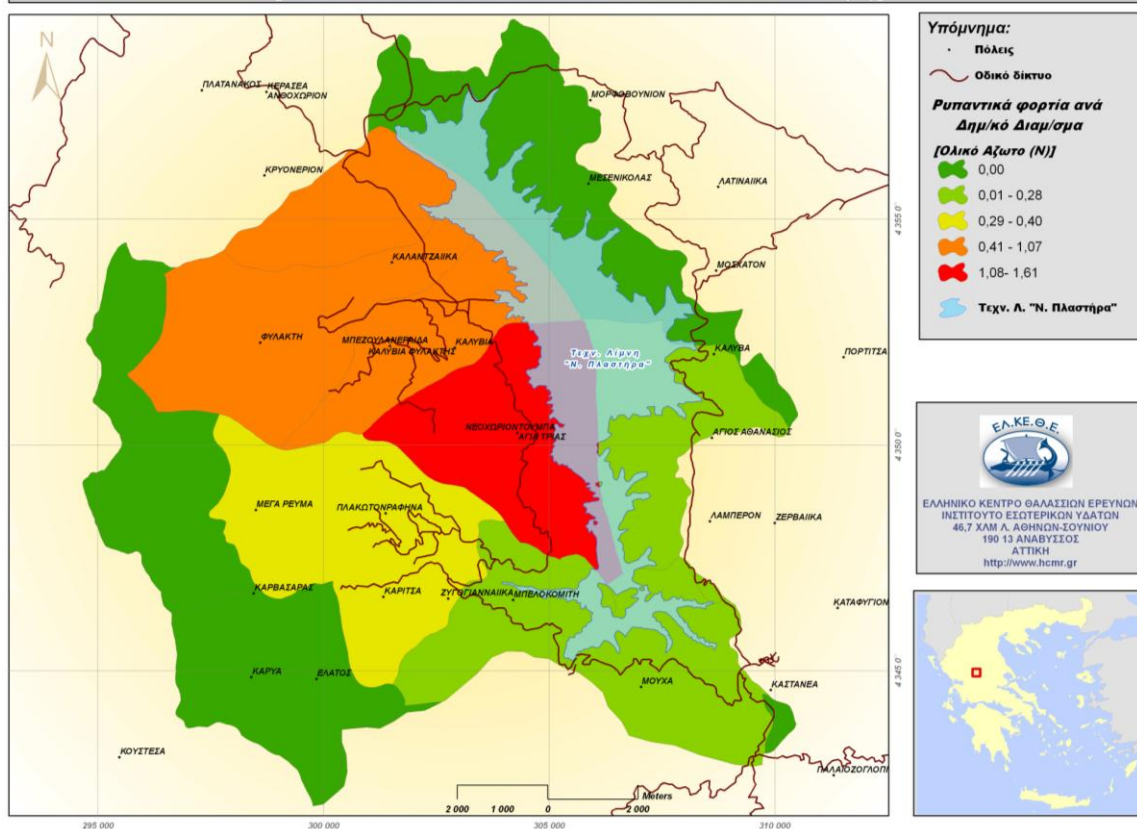
Ενα σημαντικό ποσοστό των παραγόμενων αστικών ρυπαντικών φορτίων οφείλεται στην παρουσία των πολλών ξενοδοχειακών μονάδων στην περιοχή που σε συνδιασμό με τους οικισμούς κυρίως του Δήμου Νεβρόπολης που βρίσκονται κοντά στη λίμνη, καθώς και η χρήση βόθρων για την διάθεση των αστικών λυμάτων τους δημιουργούν κατ’ αρχάς μια σημαντική υπεδάφια πίεση, ή και επιφανειακή αν θεωρήσουμε ότι είναι πιθανή η υπερχειλίση των βόθρων λόγω των πολλών βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων στην περιοχή. Τα αστικά λύματα περιέχουν αιωρούμενες και διαλυμένες ανόργανες και οργανικές ουσίες που προέρχονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η πυκνότητα τους εξαρτάται από τις συνθήκες διαβίωσης των κατοίκων καθώς και από την ημερήσια κατανάλωση νερού. Η κατανάλωση νερού ποικίλει και μπορεί να κυμαίνεται από 100-500 lt / ημέρα / κάτοικο (Μαρκαντωνάτος 1990). Επίσης σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία μπορούν να χαρακτηρισθούν ως ασθενή ή και μέτρια ανάλογα με την περιεκτικότητα τους σε ρυπαντές. Η σύσταση ενός αστικού λύματος σύμφωνα με την βιβλιογραφία φαίνεται στον Πίνακα 4.7. Η χρήση νερού για τους μονίμους κατοίκους βασισμένη σε εκτίμηση της ΕΥΔΑΠ εκτιμάται ότι αντιστοιχεί σε κατανάλωση νερού 70 m³/ άτομο / έτος. Για αυτούς που διανυκτερεύουν στις ξενοδοχειακές μονάδες η κατανάλωση εκτιμάται σε 100 lt / άτομο / ημέρα και για τους επισκέπτες στο ¼ της ποσότητας αυτής.

Στο παρακάτω Πίνακα 4.8 φαίνεται η παραγωγή αστικών λυμάτων από τους οικισμούς γύρω από τη λίμνη, τις διανυκτερεύσεις στις ξενοδοχειακές μονάδες σύμφωνα με τα στατιστικά του έτους 2006 (τα τελευταία χρόνια η στατιστική υπηρεσία υπολογίζει τις διανυκτερεύσεις πλέον σε επίπεδο νομού) καθώς και στις αφίξεις επισκεπτών στην περιοχή. Τα αποτελέσματα εκτιμώνται τόσο σε επίπεδο δημοτικού διαμερίσματος όσο και σε συνολική ετήσια φόρτιση στη λίμνη.

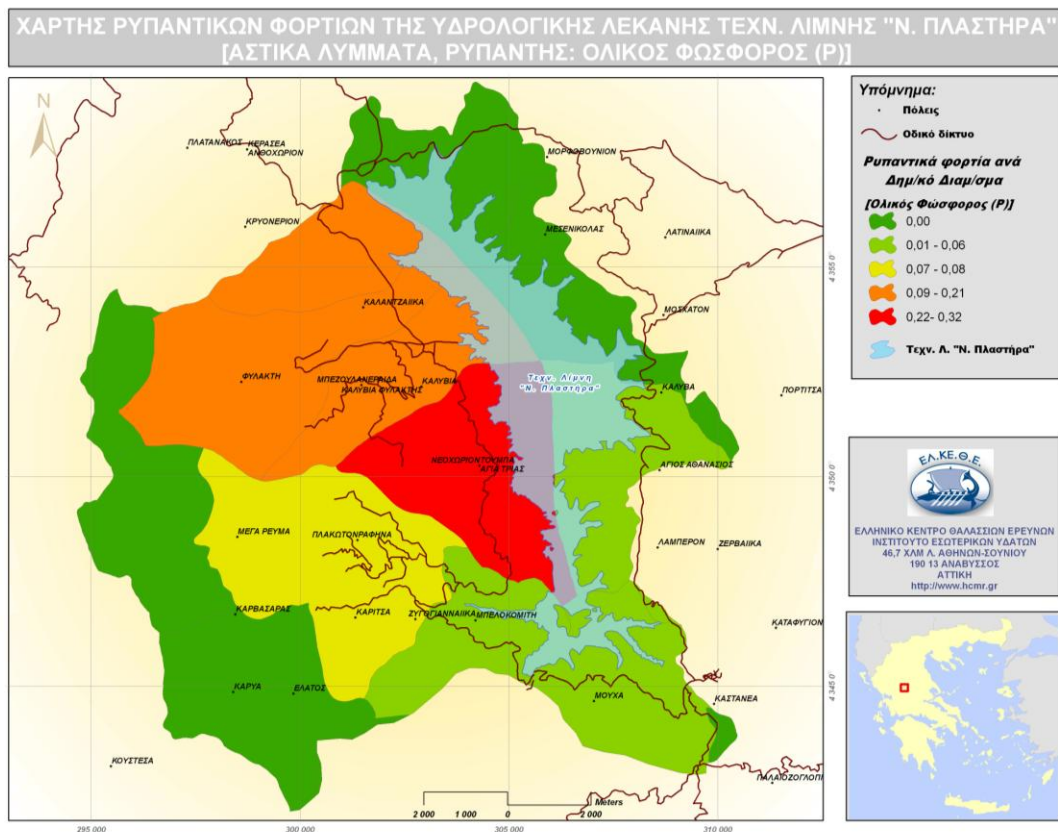
Πίνακας 4.7 Συγκέντρωση ρύπων σε μέσης ισχύος αστικό λύμα (Metcalf and Eddy, 1991)

Είδος Ρυπαντού (Kg/ m ³)	Μέσης ισχύος
Στερεά , ολικά	0,72
Διαλελυμένα, Ολικά	0,5
Μη πτητικά	0,3
Πτητικά	0,2
Αιωρούμενα σωματίδια	0,22
Μη πτητικά	0,055
Πτητικά	0,165
BOD5(20 °C)	0,22
TOC	0,16
COD	0,5
Αζωτο (Ολικό ως N)	0,04
Οργανικό	0,015
Ελεύθερη αμμωνία	0,025
Νιτρώδη	0
Νιτρικά	0
Φώσφορος (Ολικός ως P)	0,008
Οργανικός	0,003
Ανόργανος	0,005
Cl	0,05
SO4	0,03
Αλκαλικότητα	0,1
Λίπος	0,1

ΧΑΡΤΗΣ ΡΥΠΑΝΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΕΧΝ. ΛΙΜΝΗΣ "Ν. ΠΛΑΣΤΗΡΑ"
[ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΜΑΤΑ, ΡΥΠΑΝΤΗΣ: ΟΛΙΚΟ ΑΖΩΤΟ (N)]



Εικόνα 4.6 Ρυπαντικά φορτία αζώτου από αστικά λύματα.



Εικόνα 4.7 Ρυπαντικά φορτία φωσφόρου από αστικά λύματα.

Πίνακας 4.8 Εκτίμηση ρυπαντικών φορτίων αστικών λυμάτων στα ΔΔ της λίμνης «Ν. Πλαστήρα»

Είδος Ρυπαντού	ΔΔ Πεζούλας	ΔΔ Καρίτσας	ΔΔ Κρουονερίου	ΔΔ Μπελεκομήτη	ΔΔ Νεοχωρίου	ΔΔ Φυλακτής	ΔΔ Λαμπερού	ΔΔ Καστανιάς	Ετήσιο Σύνολο (τον)
Στερεά , ολικά	13,99	7,21	19,32	4,49	29,01	14,57	5,10	5,12	98,80
Διαλελυμένα, Ολικά	9,71	5,01	13,41	3,12	20,15	10,12	3,54	3,56	68,61
Μη πτητικά	5,83	3,00	8,05	1,87	12,09	6,07	2,13	2,13	41,17
Πτητικά	3,89	2,00	5,37	1,25	8,06	4,05	1,42	1,42	27,44
Αιωρούμενα σωματίδια	4,27	2,20	5,90	1,37	8,87	4,45	1,56	1,56	30,19
Μη πτητικά	1,07	0,55	1,48	0,34	2,22	1,11	0,39	0,39	7,55
Πτητικά	3,21	1,65	4,43	1,03	6,65	3,34	1,17	1,17	22,64
BOD5(20 °C)	4,27	2,20	5,90	1,37	8,87	4,45	1,56	1,56	30,19
TOC	3,11	1,60	4,29	1,00	6,45	3,24	1,13	1,14	21,96
COD	9,71	5,01	13,41	3,12	20,15	10,12	3,54	3,56	68,61
Αζωτο (Ολικό ως N)	0,78	0,40	1,07	0,25	1,61	0,81	0,28	0,28	5,49
Οργανικό	0,29	0,15	0,40	0,09	0,60	0,30	0,11	0,11	2,06
Ελεύθερη αμμωνία	0,49	0,25	0,67	0,16	1,01	0,51	0,18	0,18	3,43
Νιτρώδη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Νιτρικά	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Φώσφορος (Ολικός ως P)	0,16	0,08	0,21	0,05	0,32	0,16	0,06	0,06	1,10
Οργανικός	0,06	0,03	0,08	0,02	0,12	0,06	0,02	0,02	0,41
Ανόργανος	0,10	0,05	0,13	0,03	0,20	0,10	0,04	0,04	0,69
Cl	0,97	0,50	1,34	0,31	2,01	1,01	0,35	0,36	6,86
SO4	0,58	0,30	0,80	0,19	1,21	0,61	0,21	0,21	4,12
Αλκαλικότητα	1,94	1,00	2,68	0,62	4,03	2,02	0,71	0,71	13,72
Λίπος	1,94	1,00	2,68	0,62	4,03	2,02	0,71	0,71	13,72

ΔΔ : Δημοτικό διαμέρισμα

4.1.2.2 Κτηνοτροφία

Όπως αναφέρθηκε στην περιοχή της λίμνης υπάρχει και εκτεταμένη κτηνοτροφία. Λόγω της μορφολογίας του εδάφους και της ανάγκης ποτίσματος των ζώων, η παρουσία και η παραμονή των ζώων στην ευρύτερη περιοχή της υδρολογικής λεκάνης είναι σε μικρή σχετικά απόσταση από τις όχθες της λίμνης. Έτσι η απόθεση και αποδόμηση επί του εδάφους καθώς και η απόπλυση των περιττωμάτων τους δημιουργούν ρυπαντικές πιέσεις στην λίμνη.

Στον πίνακα 4.9 φαίνονται τα χαρακτηριστικά των κτηνοτροφικών αποβλήτων, ενώ στους πίνακες 4.10-4.12 φαίνεται η εκτίμηση των παραγόμενων ρύπων από την δραστηριότητα της κτηνοτροφίας στην περιοχή

Πίνακας 4.9 Χαρακτηριστικά ζωικών αποβλήτων (WHO, 1982)

Χαρακτηριστικά Αποβλήτων	Παραγωγή Αποβλήτων			
	Βοοειδή	Χοίροι	Αιγοπρόβατα ανά τον. σωματικού βάρους	Πουλερικά
kg / ημέρα				
Όγκος αποβλήτων	46	51.00	36.00	66.00
B.O.D.5	1.3	2.20	0.90	3.60
C.O.D.	7.4	7.30	11.50	15.50
Ολικά Στερεά	7.9	6.90	10.70	16.80
Άζωτο	0.55	0.39	0.43	0.99
Φώσφορος	0.035	0.075	0.066	0.34
Κάλιο	0.108	0.083	0.26	0.29
Ισοδύναμο Πληθ.	24	41	16.7	67

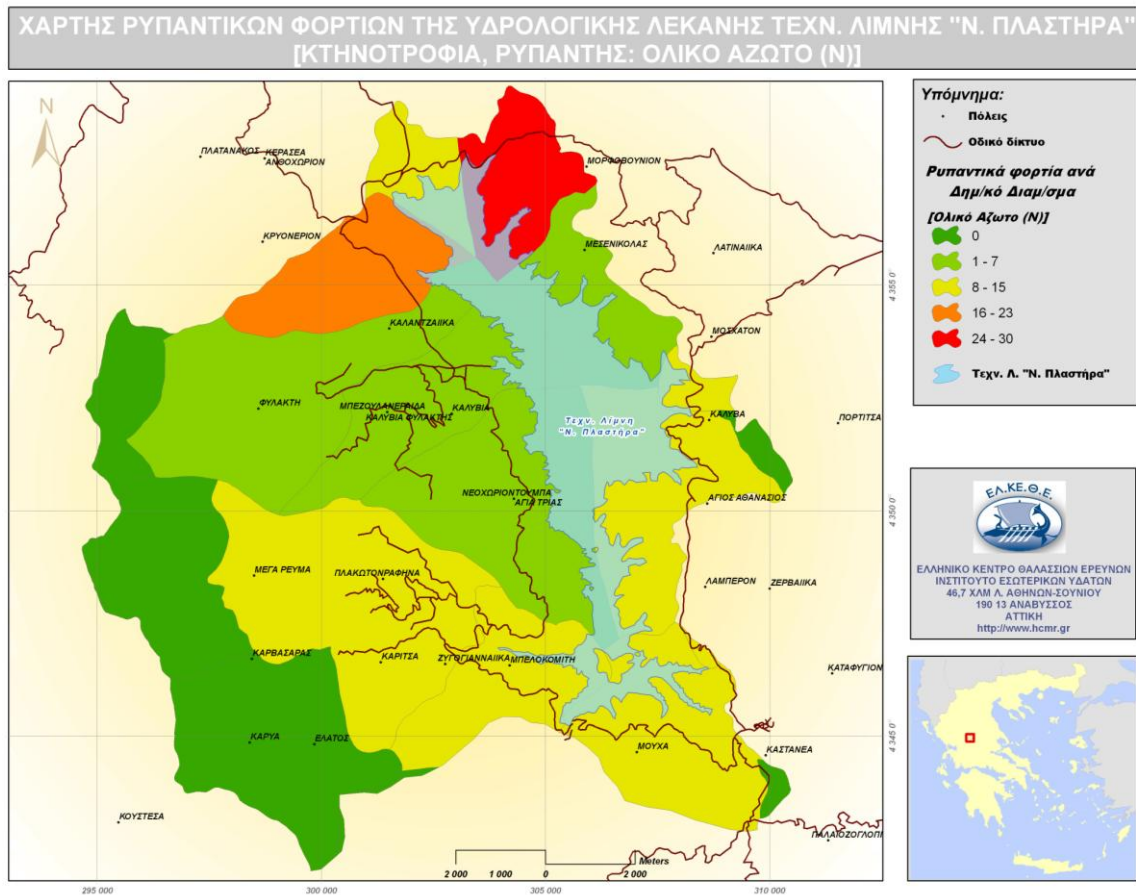
Με βάση την συγκέντρωση των συστατικών που απαντώνται στα ζωικά απόβλητα η εκτίμηση για την συνολική ποσότητα σε ένα έτος φαίνεται στους ακόλουθους πίνακες 4.10-4.12.

Πίνακας 4.10 Εκτίμηση παραγόμενων ρύπων από την κτηνοτροφική δραστηριότητα στο Δήμο Πλαστήρα

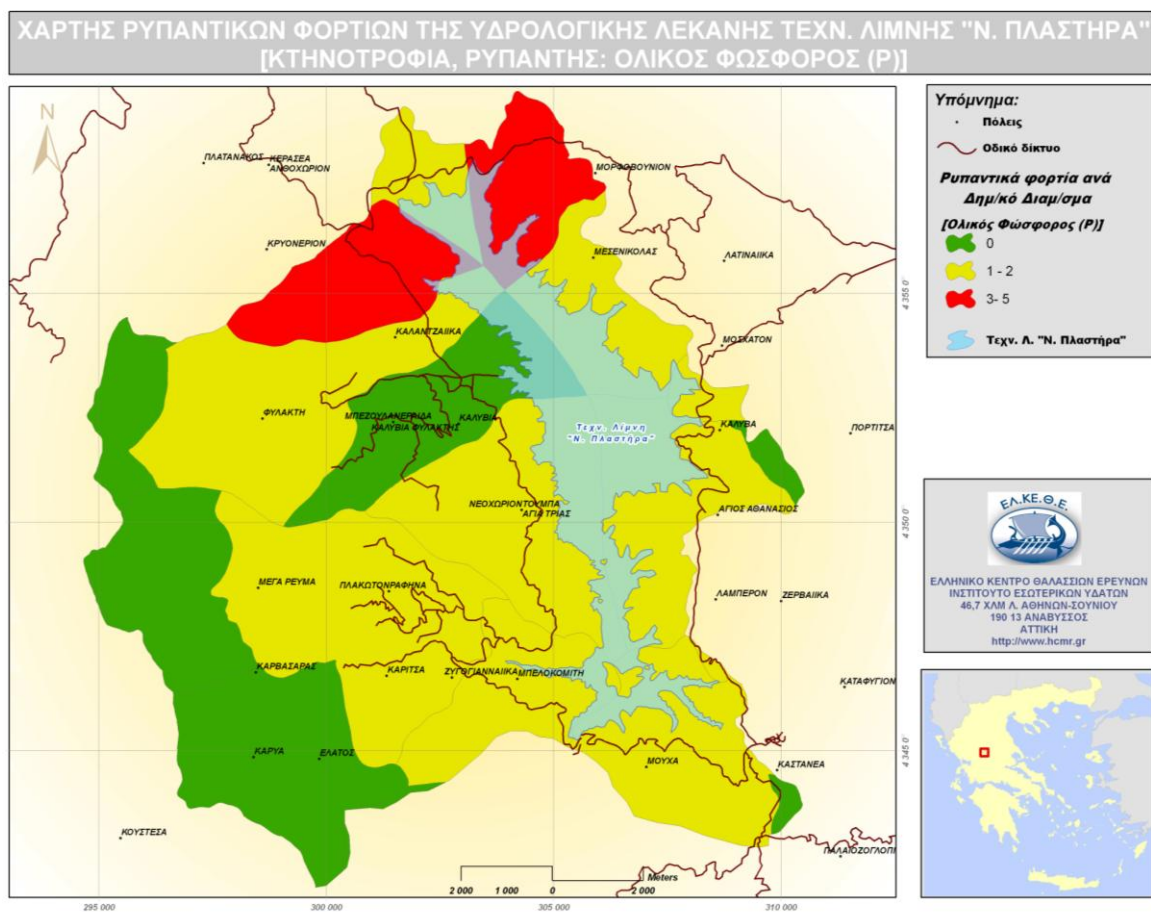
ΔΔ	Μορφοβούνιο		Κερασιά		Μοσχάτο		Μεσενικόλα		Λαμπερό		Ετήσιο Σύνολο ανά ρύπο
Είδος ρυπαντών (τόννοι)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
Υγρά απόβλητα	1946	587	611	220	425	250	370	199	486	225	5317
BOD ₅	53	16	17	6	12	7	10	6	13	6	143
COD	468	166	165	65	133	74	113	56	154	71	1466
Ολικά στερεά	458	157	159	61	125	69	106	53	144	66	1398
N	23	7	7	3	5	3	4	2	6	3	64
P	4	1	1	0	1	0	1	0	1	0	10
K	10	4	4	1	3	2	3	1	3	2	32
Ισοδύναμο Πληθυσμού	977	292	312	106	214	129	178	106	233	110	2658

(1) Αριθμός ζώων με παρουσία στην περιοχή όλο τον χρόνο

(2) Αριθμός ζώων με παρουσία στην περιοχή περί τους 6 μήνες



Εικόνα 4.8 Ρυπαντικά φορτία αζώτου από την κτηνοτροφία.



Εικόνα 4.9 Ρυπαντικά φορτία φωσφόρου από την κτηνοτροφία.

Πίνακας 4.11 Εκτίμηση παραγομένων ρύπων από την κτηνοτροφική δραστηριότητα στο Δήμο Νεβρόπολης

ΔΔ	Πεζούλα		Καρίτσα		Κρυονέρι		Μπελοκομίτη		Νεοχώρι		Φυλακτή		Ετήσιο Σύνολο ανά ρύπο
Είδος ρυπαντών (τόννοι)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
Υγρά απόβλητα	159	95	898	103	1336	537	595	152	391	162	322	92	4842
BOD ₅	5	3	24	3	37	15	17	4	11	5	9	2	134
COD	48	30	214	17	311	145	125	31	118	50	95	28	1212
Ολικά στερεά	46	28	209	18	307	140	126	31	112	47	90	27	1180
N	2	1	11	1	16	7	7	2	5	2	4	1	59
P	0	0	2	0	3	1	1	0	1	0	1	0	9
K	1	1	4	0	6	3	2	1	3	1	2	1	26
Ισοδύναμο Πληθυσμού	92	50	444	55	684	282	308	79	196	85	161	44	2481

(1) Αριθμός ζώων με παρουσία στην περιοχή όλο τον χρόνο
τους 6 μήνες

(2) Αριθμός ζώων με παρουσία στην περιοχή περί

Πίνακας 4.12 Εκτίμηση παραγομένων ρύπων από την κτηνοτροφική δραστηριότητα στο Δήμο Ιτάμου

ΔΔ Είδος ρυπαντών (τόννοι)	Καστανιά		Ετήσιο Σύνολο ανά ρύπο
	(1)	(2)	
Υγρά απόβλητα	568	283	851
BOD ₅	15	7	22
COD	177	89	266
Ολικά στερεά	165	84	249
N	7	3	10
P	1	1	2
K	4	2	6
Ισοδύναμο Πληθυσμού	270	137	407

(1) Αριθμός ζώων με παρουσία στην περιοχή όλο τον χρόνο

(2) Αριθμός ζώων με παρουσία στην περιοχή περί τους 6 μήνες

4.1.2.3 Ιχθυοτροφεία

Όπως αναφέρθηκε στην περιοχή της λίμνης υπάρχουν 3 ιχθυοτροφεία με συνολική ετήσια παραγωγή 63 τόννων κυρίως πέστροφας και ολίγων σολωμών. Τα δύο από αυτά βρίσκονται στο δημοτικό διαμέρισμα του Μπελοκομίτη και το τρίτο στο δημοτικό διαμέρισμα της Φυλακτής. Η ετήσια παραγωγή τους με τα στοιχεία του 2008 είναι:

Ιχθυοτροφείο 1 : 30 τόννοι (Θέση: Μπελοκομίτη)

Ιχθυοτροφείο 2 : 18 τόννοι (Θέση Μπελοκομίτη)

Ιχθυοτροφείο 3 : 15 τόννοι (Θέση Φυλακτή)

Σύμφωνα με τον Ζιώγα και Συν. (1986) απαιτήσεις σε νερό ανέρχονται σε 5lt /sec /τόνο πέστροφας και συνεπώς ένας τόνος παραγόμενης πέστροφας απαιτεί 157680 m³ / νερό /έτος. Με βάση τα δεδομένα αυτά εκτιμάται ότι ανά τόνο παραγόμενης πέστροφας τα νερά μεταφέρουν:

BOD 5 : 110,2 Kg / τόνο παραγόμενης πέστροφας

SS : 474,5 Kg / τόνο παραγόμενης πέστροφας

N-NH₃ : 63,15 Kg / τόνο παραγόμενης πέστροφας

P-PO₄ : 6,21 Kg / τόνο παραγόμενης πέστροφας

Ετσι για την παραγόμενη ποσότητα των αντιστοιχών τόννων πέστροφας ετησίως, έχουμε και την παράλληλη παραγωγή αντιστοιχών ρύπων.

Ιχθυοτροφείο 1 : παραγωγή 30 τόννοι (ΔΔ Μπελοκομίτη)

BOD 5 : 3306 Kg / έτος

SS : 14235 Kg / έτος

N-NH₃ : 1894,5 Kg / έτος

P-PO₄ : 186,3 Kg / έτος

Ιχθυοτροφείο 2 : παραγωγή 28 τόννοι (ΔΔ Μπελεκομίτη)

BOD 5 : 3085,6 Kg / έτος

SS : 13286 Kg / έτος

N-NH₃ : 1768,2 Kg / έτος

P-PO₄ : 173,9 Kg / έτος

Ιχθυοτροφείο 3 : παραγωγή 15 τόννοι (ΔΔ Φυλακτής)

BOD 5 : 1653 Kg / έτος

SS : 7117,5 Kg / έτος

N-NH₃ : 947,3 Kg / έτος

P-PO₄ : 93,15 Kg / έτος

Οι ρύποι αυτοί μεταφέρονται στη λίμνη με τη ροή των ρεμάτων και την έκπλυση των λεκανών διατροφής των ψαριών.

4.1.2.4 Γεωργία

Η λίπανση του εδάφους είναι πρωταρχικής σημασίας για την αύξηση της παραγωγής των αγροτικών προϊόντων και η προσθήκη θρεπτικών συστατικών κατά τη διάρκεια της γεωργικής περιόδου γίνεται με την χρήση λιπασμάτων. Η προσέγγιση της εκτίμησης της ποσότητας των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων στη περιοχή έγινε με βάση τις προτεινόμενες από τους γεωπόνους ποσότητες για τα είδη των καλλιεργειών που απαντώνται στην περιοχή γύρω από τη λίμνη. Είναι δυνατόν οι ποσότητες των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων να είναι και μεγαλύτερες λόγω της προσωπικής τακτικής του κάθε αγρότη. Στον πίνακα 4.13 φαίνονται οι ποσότητες του αζώτου, φωσφόρου και καλίου που εφαρμόζονται επί του εδάφους σε ετήσια βάση, καθώς και η συνολική ποσότητα λιπασμάτων τόσο ανά δημοτικό διαμέρισμα όσο και συνολικά στη περιοχή της λεκάνης απορροής της λίμνης.

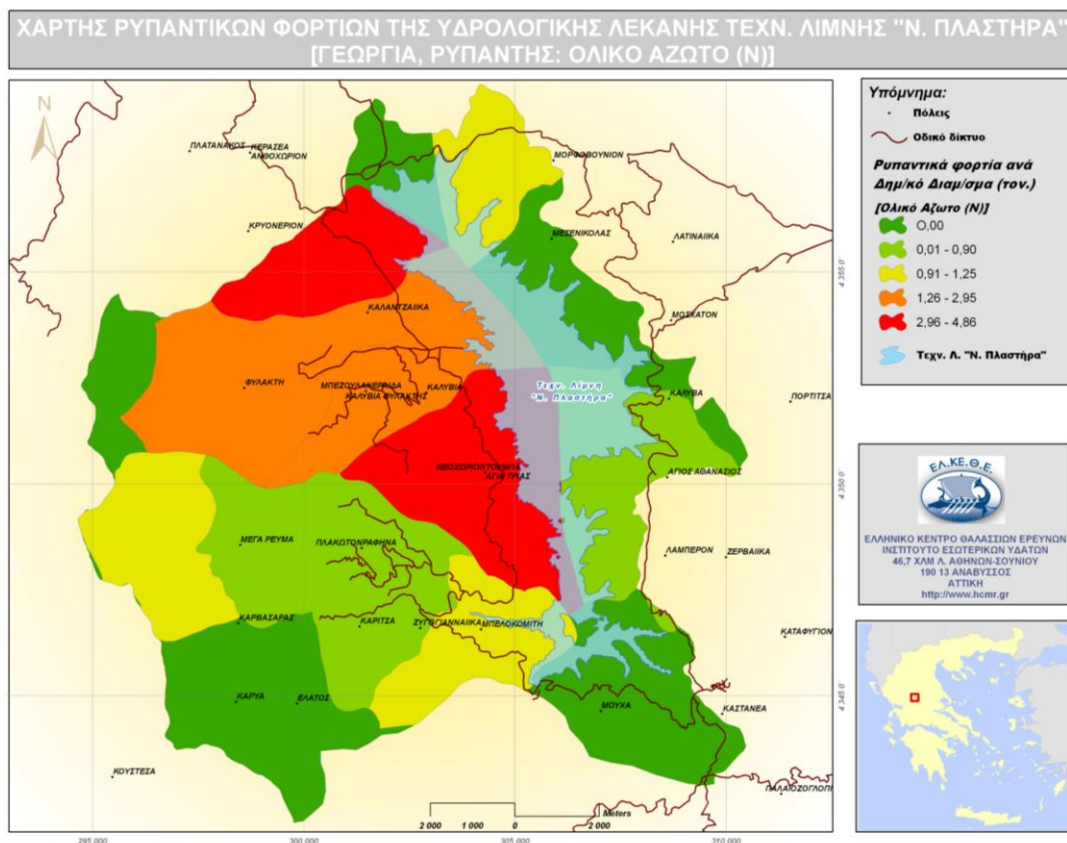
Από τις εφαρμοζόμενες αυτές ποσότητες ένα μέρος τους απορροφάται από τα φυτά και το υπόλοιπο παραμένει στο έδαφος και μεταφέρεται με τις ατμοσφαιρικές κατακρημνήσεις στον παρακείμενο υδάτινο αποδέκτη. Η ποσότητα που απορροφάται κάθε φορά από τα φυτά εξαρτάται πάντα από την σύσταση του εδάφους. Ακριβέστερη προσέγγιση στη χρήση των λιπασμάτων δεν είναι εύκολο να γίνει λόγω της αγοράς τους από διάφορες πηγές κάνοντας έτσι δύσκολη έως αδύνατη τη ορθότερη εκτίμηση των φορτίων.

Πίνακας 4.13. Ποσότητες χρησιμοποιούμενων θρεπτικών συστατικών σε ετήσια βάση στη Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα».

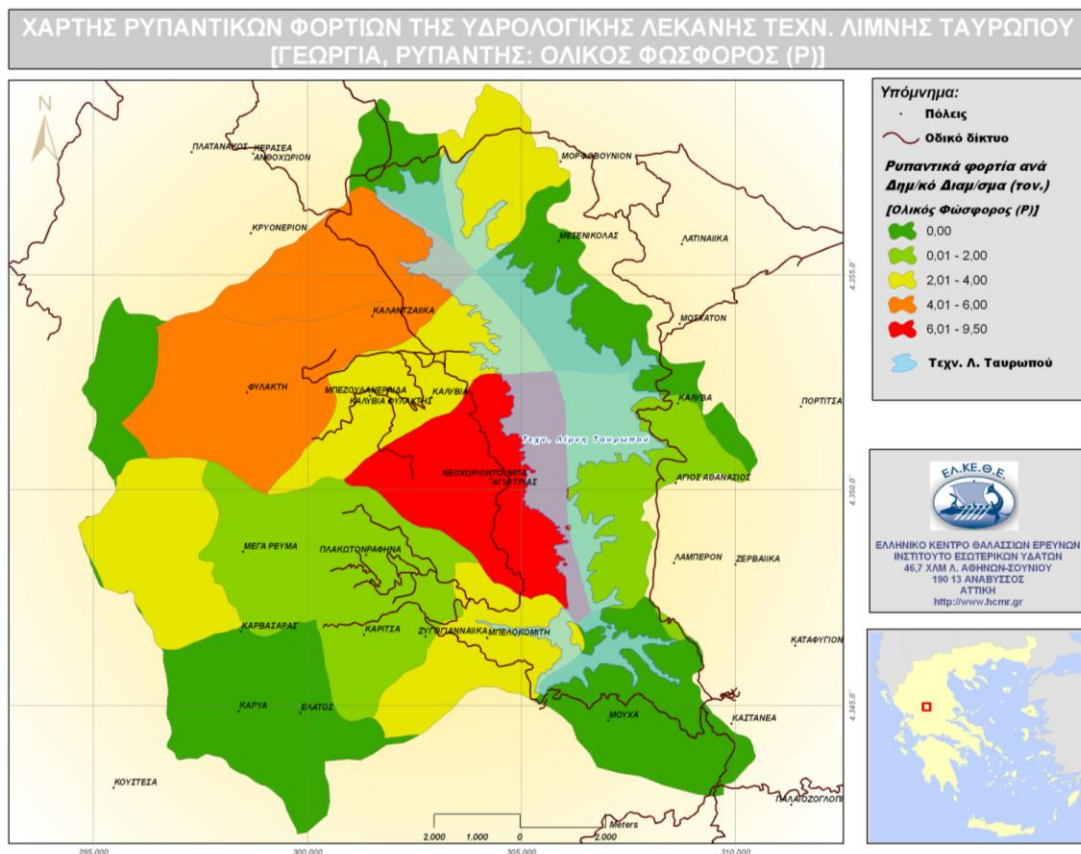
ΔΔ	Αζωτο (τον)	Φώσφορος (τον)	Κάλιο (τον)	Ολική ποσότητα Λιπάσματος (τον)
Καρίτσα	0,78	0,84	0,77	6,01
Καρβασαρά	1,08	2,11	1,54	13,13
Πεζούλα	2,19	2,57	2,27	18,03
Μπελεκομίτη	1,25	2,47	1,94	15,43
Φυλακτή	2,87	5,73	4,1	35,85
Νεοχώριο	4,85	9,29	7,14	58,03
Κρυονέριο	4,34	4,59	4,32	33,84
Μορφοβούνιο	1,19	2,35	1,62	14,66
Λαμπερό	0,8	1,34	1,0	8,51
Σύνολα	19,4	31,3	24,7	203,5

ΔΔ: Δημοτικό διαμέρισμα

Από τις μέχρι τώρα αναλύσεις των δειγμάτων του νερού της λίμνης τόσο επιφανειακά όσο και σε βάθος δεν φαίνεται η ποιότητα του να επηρεάζεται από την συγκέντρωση οιονδήποτε ρύπων δημιουργούνται στην λεκάνη απορροής. Τούτο οφείλεται στις αυξημένες ατμοσφαιρικές κατακρημνήσεις που παρατηρούνται στη περιοχή και τη συχνή ανανέωση του νερού της λίμνης.



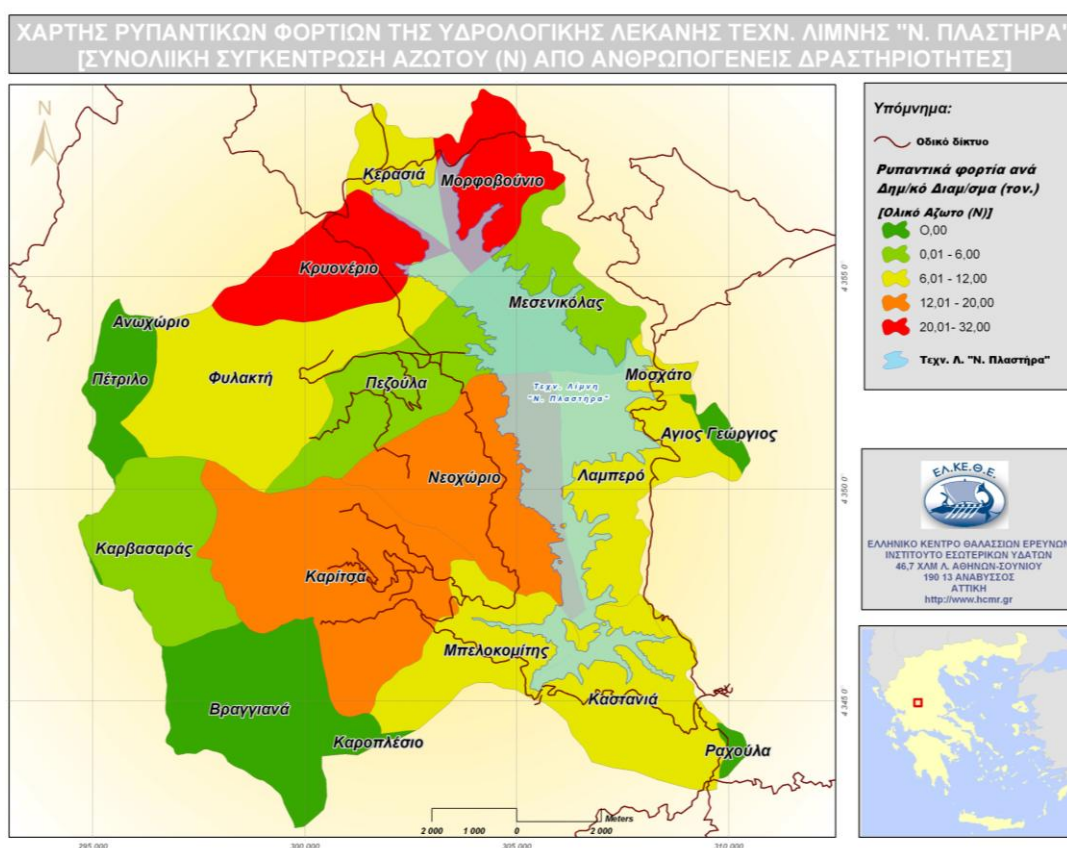
Εικόνα 4.10 Ρυπαντικά φορτία αζώτου από την γεωργία.



Εικόνα 4.11 Ρυπαντικά φορτία φωσφόρου από την γεωργία.

4.1.3. Συνολικά φορτία αζώτου και φωσφόρου στην υδρολογική λεκάνη της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα»

Το συνολικό φορτίο αζώτου στην περιοχή μελέτης κυμαίνεται σημαντικά ανά Δημοτικό Διαμέρισμα (εικόνα 4.12). Τα μεγαλύτερα φορτία παράγονται στο Δ.Δ. Μορφοβουνίου και στο Κρυονέρι κυρίως λόγω του σημαντικού αριθμού οικόσιτων ζώων (31 τόν. και 28 τόν. αζώτου αντίστοιχα). Τα ορεινά Δ.Δ. καθώς και αυτά που βρίσκονται στο νότιο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης δεν παρουσιάζουν σημαντικά φορτία αζώτου αφού δεν έχουν και σημαντικές ανθρωπογενείς δραστηριότητες.



Εικόνα 4.12 Συνολικά ρυπαντικά φορτία αζώτου ανά Δ.Δ. στην υδρολογική λεκάνη.

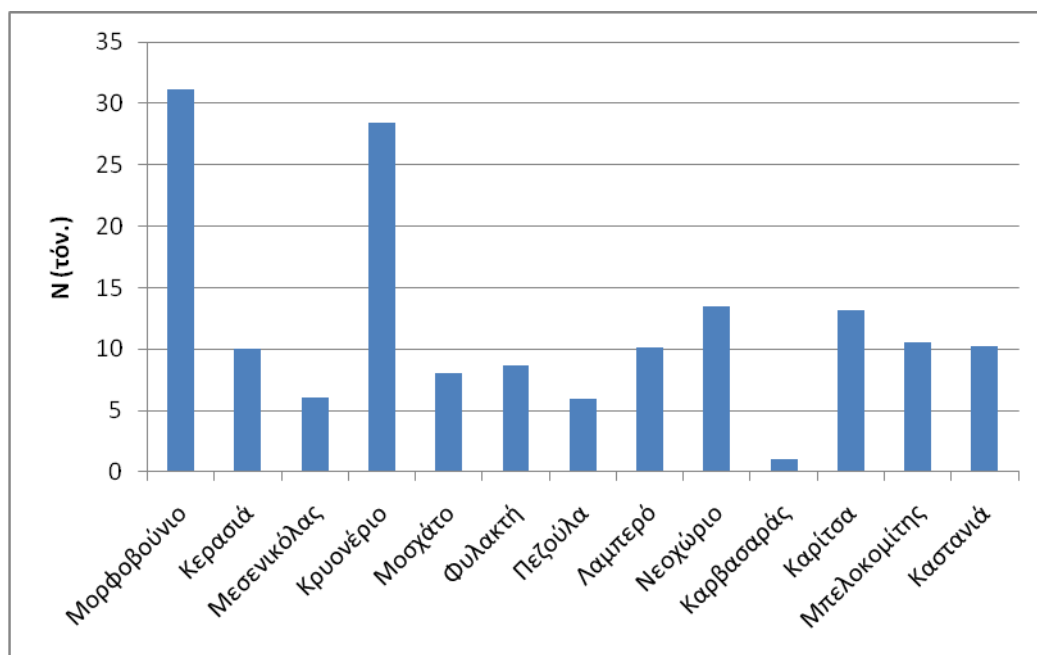
Στην περιοχή συνολικά παράγονται 157 τόν. Αζώτου ετησίως από όλες τις ανωτέρω δραστηριότητες και ένα σημαντικό ποσοστό από αυτό καταλήγει στην Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» λόγω και της έκπλυσης των εδαφών μέσω του επιφανειακού και υπόγειου νερού. Η ποσότητα αυτή του αζώτου δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή αφού ακόμη και αν ολόκληρη μεταφέρονταν στην λίμνη χωρίς να δεσμευθεί καθόλου από τα φυτά και από το έδαφος η συγκέντρωση των επιφανειακών υδάτων που θα εισέρεαν στην λίμνη θα ήταν περίπου 1mg/l (TN: συνολικό άζωτο). Όμως, το μεγαλύτερο ποσοστό από την παραγόμενη ποσότητα αζώτου αποροφάται από

τα φυτά, δεσμεύεται στο έδαφος και υπόκεινται σε απονιτροποίηση κτλ. Έτσι το νερό των ρεμμάτων που καταλήγουν στην λίμνη έχουν συγκέντρωση TN μικρότερη από 0.2 mg/l (περίπου το 20% της παραγόμενης ποσότητας στην υδρολογική λεκάνη).

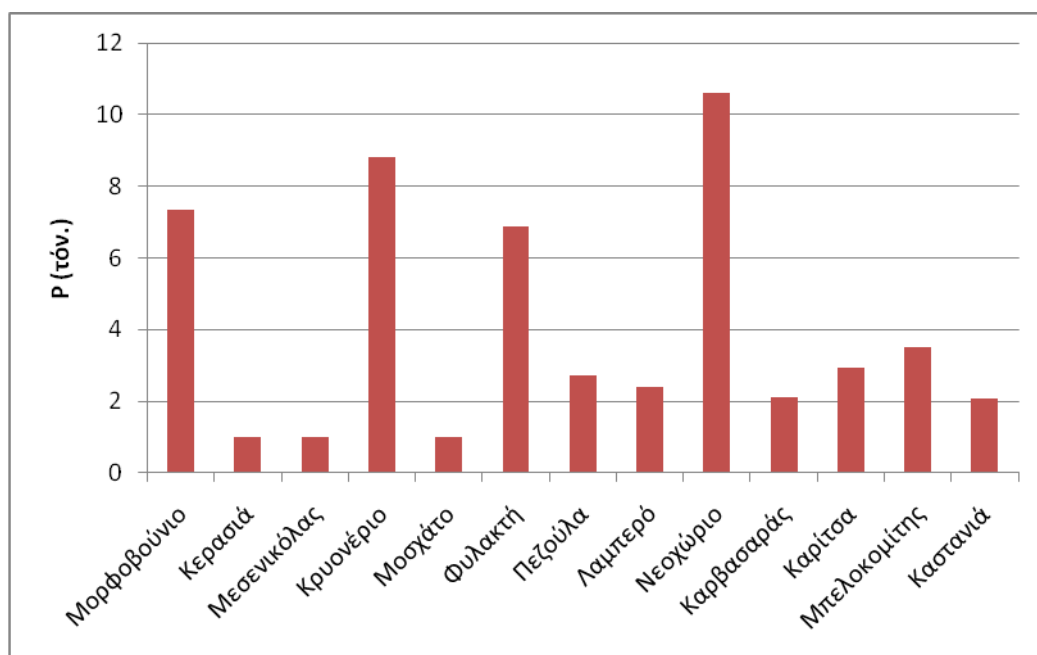
Πίνακας 4.14 Κατανομή φορτίων αζώτου και φωσφόρου ανά δραστηριότητα και Δ.Δ. στην περιοχή μελέτης

	Κτηνοτροφία		Αστικά Λύμματα		Καλλιέργειες		Σύνολο	
Δ.Δ.	N (τόν.)	P (τόν.)	N (τόν.)	P (τόν.)	N (τόν.)	P (τόν.)	N (τόν.)	P (τόν.)
Μορφοβούνιο	30	5	0	0	1,19	2,35	31,19	7,35
Κερασιά	10	1	0	0	0	0	10	1
Μεσενικόλας	6	1	0	0	0	0	6	1
Κρυονέριο	23	4	1,07	0,21	4,34	4,59	28,41	8,8
Μοσχάτο	8	1	0	0	0	0	8	1
Φυλακτή	5	1	0,81	0,16	2,85	5,73	8,66	6,89
Πεζούλα	3	0	0,78	0,16	2,19	2,57	5,97	2,73
Λαμπερό	9	1	0,28	0,06	0,8	1,34	10,08	2,4
Νεοχώριο	7	1	1,61	0,32	4,85	9,29	13,46	10,61
Καρβασαράς	0	0	0	0	1,08	2,11	1,08	2,11
Καρίτσα	12	2	0,4	0,08	0,78	0,84	13,18	2,92
Μπελοκομίτης	9	1	0,25	0,05	1,25	2,47	10,5	3,52
Καστανιά	10	2	0,28	0,06	0	0	10,28	2,06
Σύνολο	132	20	5,48	1,1	19,33	31,29	156,81	52,39

Για το φώσφορο το μεγαλύτερο φορτίο παρουσιάζεται στο Νεοχώρι όπως είναι αναμενόμενο διότι εκεί υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού και ξενοδοχειακών μονάδων και επομένως παράγεται σημαντικός όγκος αστικών λυμμάτων. Ακολουθεί σε φορτίο φωσφόρου το Κρυονέρι και έπειτα κατατάσσεται το Μορφοβούνιο λόγω της ιδιαίτερα ανεπτυγμένης κτηνοτροφίας.

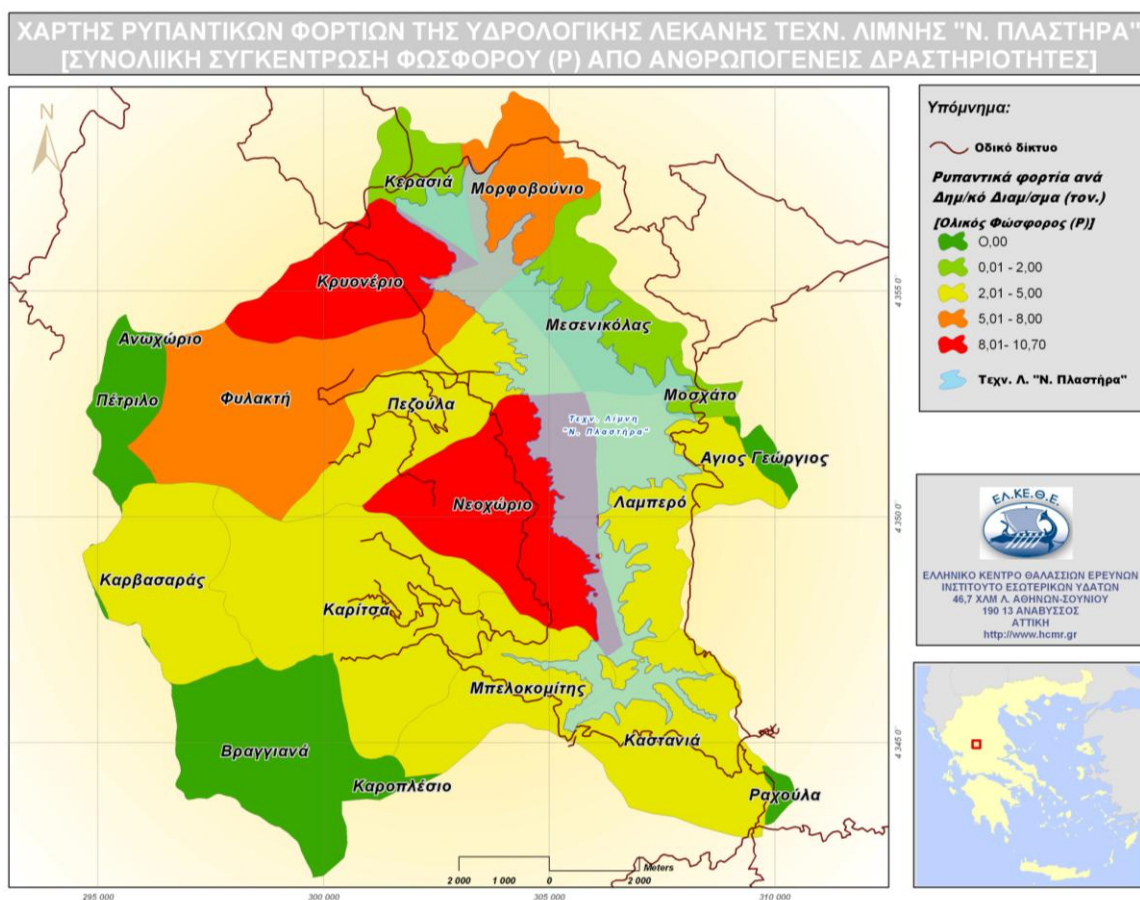


Εικόνα 4.13 Κατανομή συνολικού φορτίου αζώτου ανά Δ.Δ. στην περιοχή μελέτης



Εικόνα 4.14 Κατανομή συνολικού φορτίου Φωσφόρου ανά Δ.Δ. στην περιοχή μελέτης

Το συνολικό φορτίο φωσφόρου στην υδρολογική λεκάνη φτάνει τους 52 τόννους ετησίως τιμή που μπορεί να θεωρηθεί αρκετά υψηλή και εξηγείται από την σημαντική πίεση που υπάρχει μέσω των ανθρωπογενών και ζωικών λυμάτων που είναι ιδιαίτερα αυξημένα σε σχέση με τις υπόλοιπες ρυπαντικές πιέσεις.



Εικόνα 4.15 Συνολικά ρυπαντικά φορτία φωσφόρου ανά Δ.Δ. στην υδρολογική λεκάνη.

4.2.Κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής μελέτης

Το κλίμα της περιοχής Ταυρωπού επηρεάζεται από την παρουσία της τεχνητής λίμνης και χαρακτηρίζεται ηπειρωτικό, ψυχρό και ύφυγρο, με χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές βροχοπτώσεις κατά τη χειμερινή περίοδο και με ελάχιστες βροχοπτώσεις και υψηλή θερμοκρασία κατά τη θερινή περίοδο. Ο καιρός κατά το 43% των ημερών του έτους είναι αίθριος, 24% νεφελώδης, 26% βροχερός και 7% χιονοσκεπής. Τα στοιχεία για τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής έχουν παρθεί από το σταθμό του Φράγματος της Λ. «Ν. Πλαστήρα» (Λ. Ταυρωπού) (Δ.Ε.Η.).

4.2.1. Θερμοκρασία

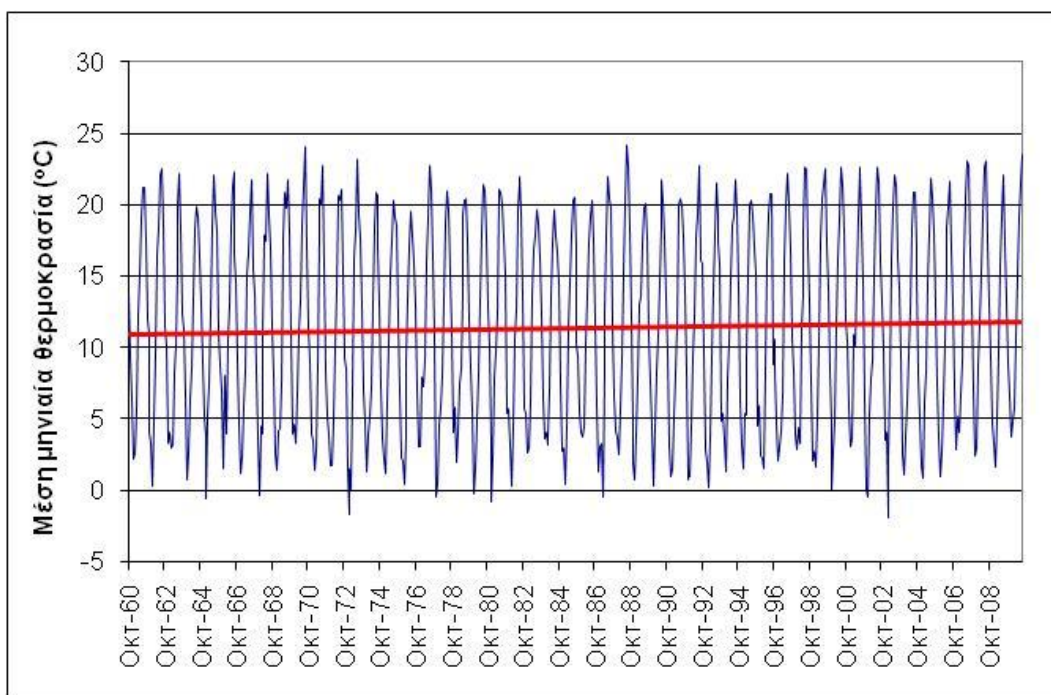
Οι θερμοκρασίες είναι αρκετά υψηλές το καλοκαίρι και δημιουργούν προβλήματα παγετού το χειμώνα και νωρίς την άνοιξη. Παρακάτω στον πίνακα 4.15 και στην εικόνα 4.16 παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες που μετρήθηκαν στον Μετεωρολογικό Σταθμό του Φράγματος (ΔΕΗ) για 49 υδρολογικά έτη (1960/61 έως 2008/09). Από τον πίνακα 4.15

μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ο ψυχρότερος μήνας του χρόνου είναι ο Ιανουάριος και ο θερμότερος ο Ιούλιος.

Πίνακας 4.15 Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες περιοχής Τεχν. Λίμνης ‘‘Ν. Πλαστήρα’’.

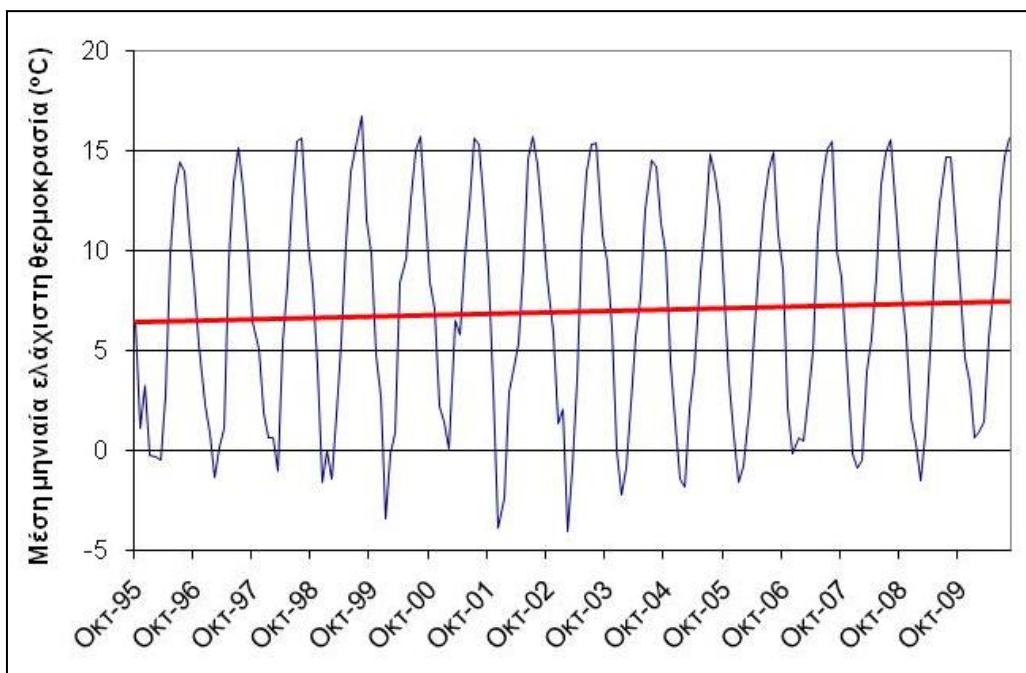
ΜΗΝΑΣ	Μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα (°C)
	Σταθμός Φράγματος (1960/61-2008/09)
Οκτώβριος	12,6
Νοέμβριος	7,8
Δεκέμβριος	3,8
Ιανουάριος	2,1
Φεβρουάριος	2,7
Μάρτιος	5,3
Απρίλιος	9,6
Μάιος	14,7
Ιούνιος	18,8
Ιούλιος	21,1
Αύγουστος	20,9
Σεπτέμβριος	17,0
Μέση ετήσια	11,4

Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.16 παρατηρείται ελαφρά αυξητική τάση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας.



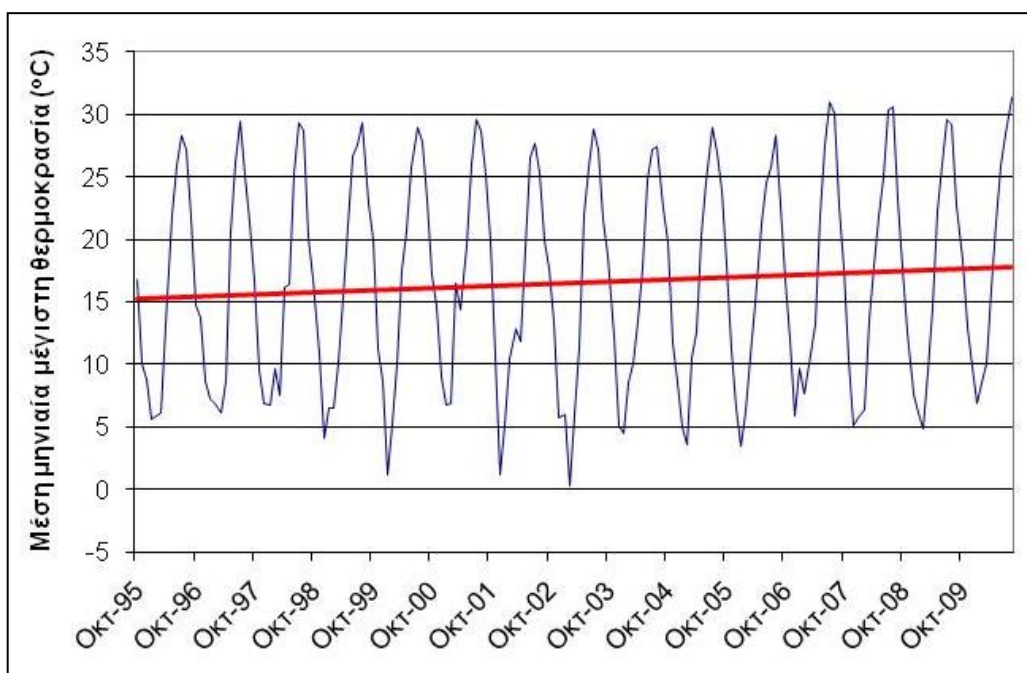
Εικόνα 4.16 Διακύμανση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας στη θέση Φράγματος την περίοδο 10/1960-09/2010.

Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.17 παρουσιάζεται ελαφρώς αυξητική τάση της μέσης μηνιαίας ελάχιστης θερμοκρασίας κατά την περίοδο 10/1995-09/2010.



Εικόνα 4.17 Διακύμανση της ελάχιστης μηνιαίας θερμοκρασίας στη θέση Φράγματος την περίοδο 10/1995-09/2010.

Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.18 παρουσιάζεται αυξητική τάση της μέσης μηνιαίας μέγιστης θερμοκρασίας μεγαλύτερη από την αντίστοιχη τάση της μέσης μηνιαίας μέγιστης θερμοκρασίας της προηγούμενης εικόνας, κατά την περίοδο 10/1995-09/2010.



Εικόνα 4.18 Διακύμανση της μέγιστης μηνιαίας θερμοκρασίας στη θέση Φράγματος την περίοδο 10/1995-10/2008.

Στον πίνακα 4.16, που αφορά στις ακραίες τιμές, παρατηρούμε γενικά μια αύξηση των μέσων μηνιαίων ελάχιστων και μέγιστων τιμών θερμοκρασίας συγκρίνοντας τις τριετίες 1995-1998 και 2005-2009. Μεγαλύτερες αυξήσεις παρατηρούνται στους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο ενώ μεγαλύτερες μειώσεις παρατηρούνται στους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο και Ιανουάριο. Κατά μέσο όρο όμως γενικά παρατηρείται αύξηση των μέσων ελάχιστων και μέγιστων τιμών θερμοκρασίας κατά 0,4°C και 1,0°C, αντίστοιχα.

Πίνακας 4.16 Μέσες μηνιαίες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες στο σταθμό Φράγμα «Ν. Πλαστήρα», για τα υδρολογικά έτη 1995-1998 και 2005-2009.

Μήνες	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ (°C)					
	10/1995-09/1998		10/2005-09/2009		Μεταβολή θερμοκρασίας	
	min	max	min	max	min	max
Οκτώβριος	7,1	16,1	8,4	17,5	1,3	1,4
Νοέμβριος	3,8	11,1	3,7	11,5	-0,1	0,4
Δεκέμβριος	2,5	8,1	0,5	6,3	-2,0	-1,9
Ιανουάριος	0,4	6,6	-0,4	6,2	-0,8	-0,4
Φεβρουάριος	-0,4	7,4	-0,6	6,2	-0,2	-1,2
Μάρτιος	-0,4	6,5	2,4	11,1	2,8	4,6
Απρίλιος	3,1	12,7	5,4	15,2	2,3	2,5
Μάιος	9,2	19,6	9,6	21,8	0,4	2,2
Ιούνιος	13,1	25,8	12,9	25,8	-0,2	0,0
Ιούλιος	15,0	29,1	14,7	29,2	-0,3	0,1
Αύγουστος	14,2	27	15,2	29,6	1,0	2,6
Σεπτέμβριος	10,5	21,1	10,9	22,8	0,4	1,7
Μ.Ο.	6,5	15,9	6,9	16,9	0,4	1,0

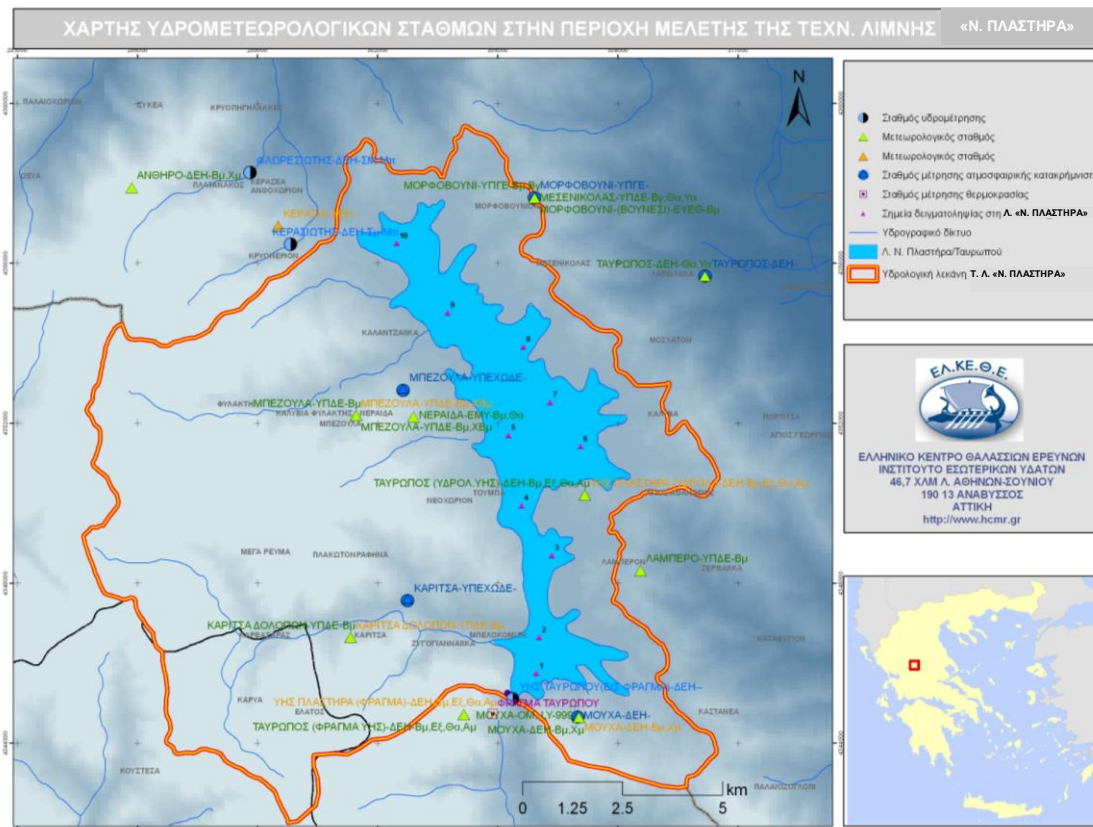
4.2.2. Βροχοπτώσεις

Τα υδρομετεωρολογικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν ημερήσιες ή μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης που προήλθαν από στοιχεία της ΔΕΗ (ΤΥΔ) αλλά και άλλων υπηρεσιών (ΥΠΕΧΩΔΕ). Στην περιοχή της υδρολογικής λεκάνης βρίσκονται αρκετοί βροχομετρικοί σταθμοί. Στον Πίνακα 4.17 και στην Εικόνα 4.19 παρουσιάζονται τα στοιχεία των βροχομετρικών σταθμών Καρίτσας, Μορφοβουνίου, Μούχας, Μπεζούλας και Φράγματος «Ν. Πλαστήρα».

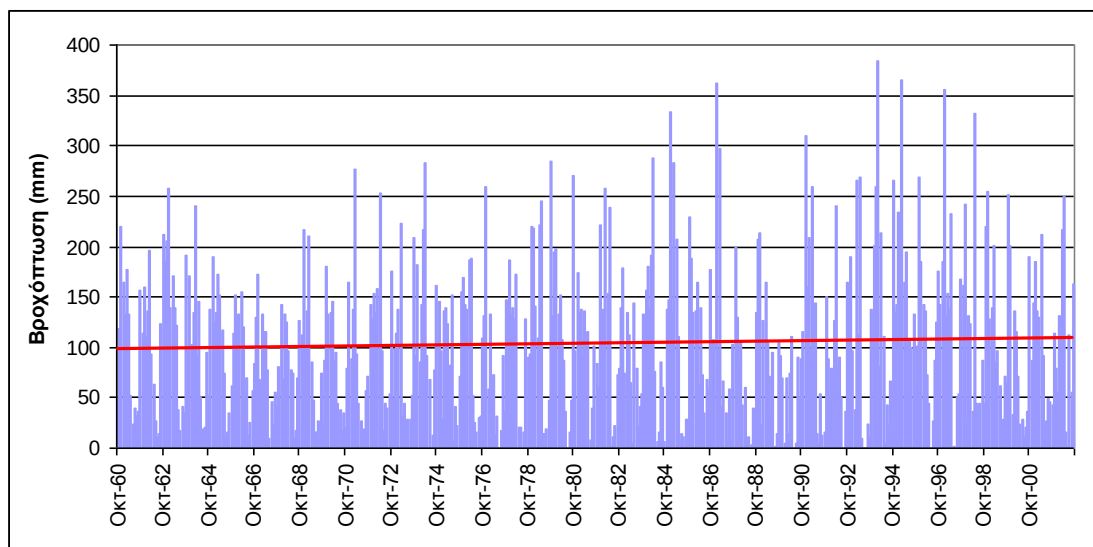
Πίνακας 4.17 Βροχομετρικοί σταθμοί στην περιοχή μελέτης.

Σταθμός	Φορέας	X ΕΓΣΑ87	Y ΕΓΣΑ88	Υψόμετρο (m)	Διαθέσιμη χρονοσειρά	Χρονικό βήμα
ΚΑΡΙΤΣΑ	ΥΠΕΧΩΔΕ	301118	4347487	1074	10/1960-09/2002	Μηνιαίο
ΜΠΕΖΟΥΛΑ	ΥΠΕΧΩΔΕ	300616	4352928	931	10/1960-09/2002	Μηνιαίο
ΦΡ. ΤΑΥΡΩΠΟΥ	ΔΕΗ	305733	4345337	801	10/1995-08/2010	Ημερήσιο
ΜΟΡΦΟΒΟΥΝΙ	ΥΠΓΕ	305607	4358449	862	10/1960-09/2002	Μηνιαίο
ΜΟΥΧΑ	ΔΕΗ	306988	4344652	870	10/1960-09/2002	Μηνιαίο

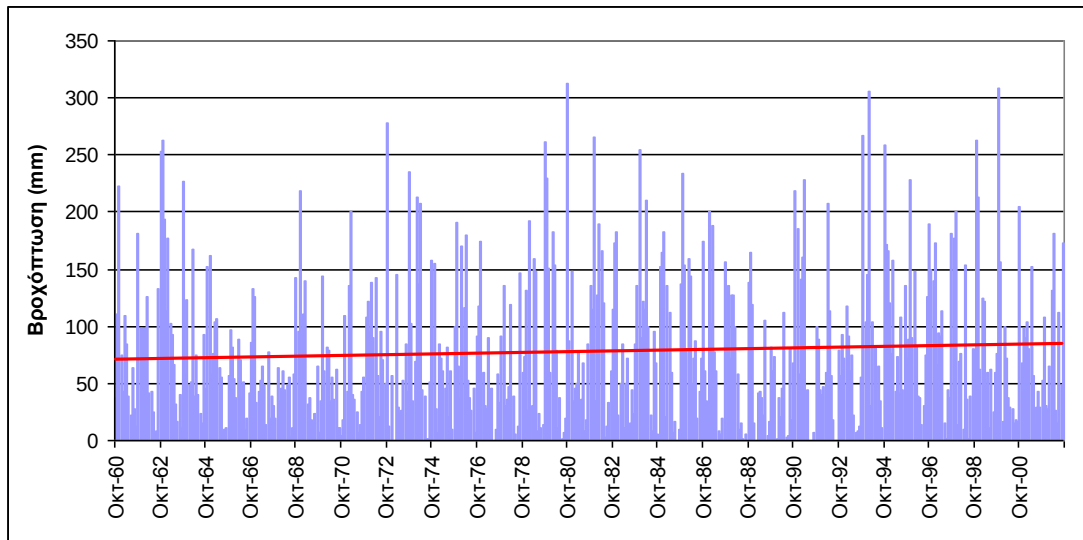
Στις εικόνες 4.20 - 4.24 που ακολουθούν παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης για τους παραπάνω σταθμούς και για τις περιόδους που υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα. Ελαφρά αυξητική τάση της βροχόπτωσης παρατηρείται στους σταθμούς Καρίτσας, Μορφοβουνίου, Μούχας, ενώ ελαφρώς μειωτική τάση της βροχόπτωσης παρατηρείται στους σταθμούς Μπεζούλας και Φράγματος «Ν. Πλαστήρα».



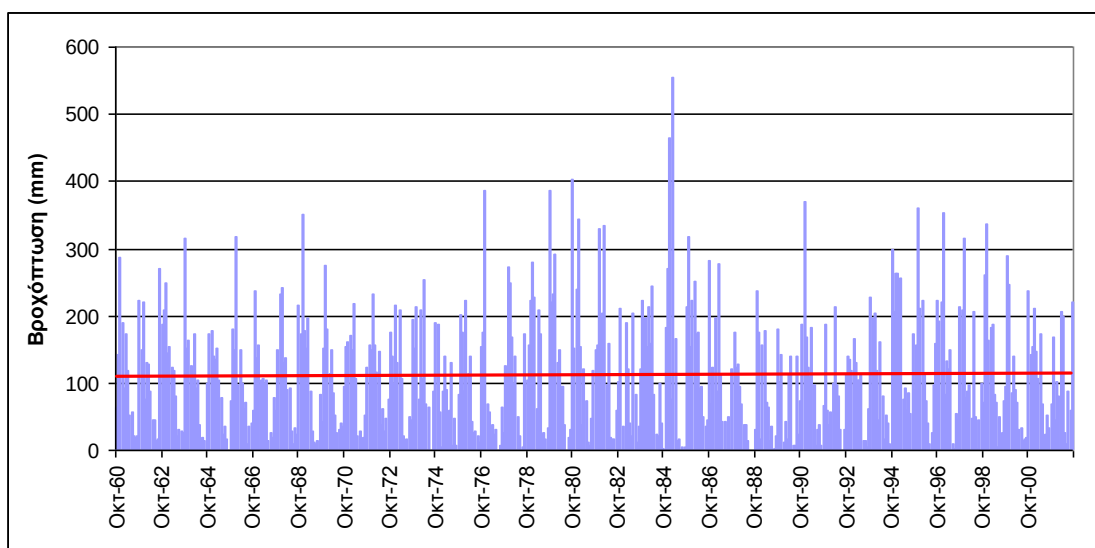
Εικόνα 4.19 Χάρτης μετεωρολογικών σταθμών στην περιοχή μελέτης



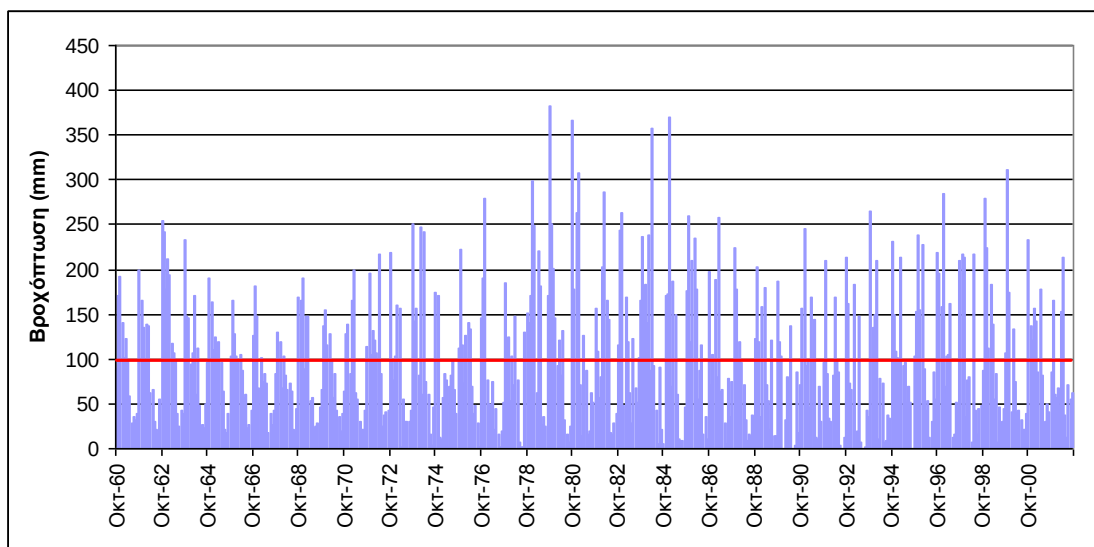
Εικόνα 4.20 Διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης στη θέση Καρίτσας την περίοδο 10/1960-09/2002.



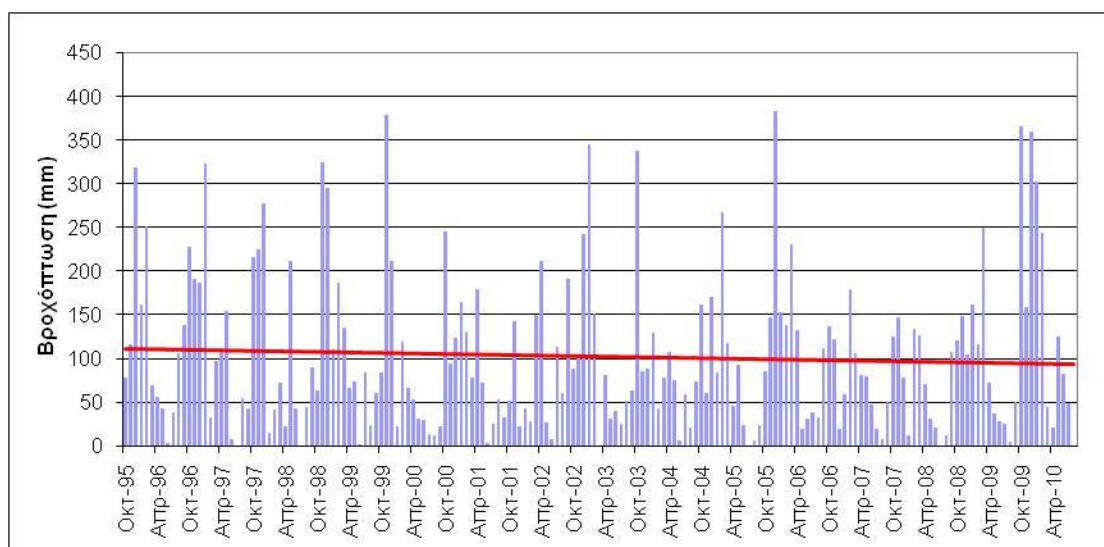
Εικόνα 4.21 Διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης στη θέση Μορφοβούνι την περίοδο 10/1960-09/2002.



Εικόνα 4.22 Διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης στη θέση Μούχα την περίοδο 10/1960-09/2002.



Εικόνα 4.23 Διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης στη θέση Μπεζούλα την περίοδο 10/1960-9/2002.



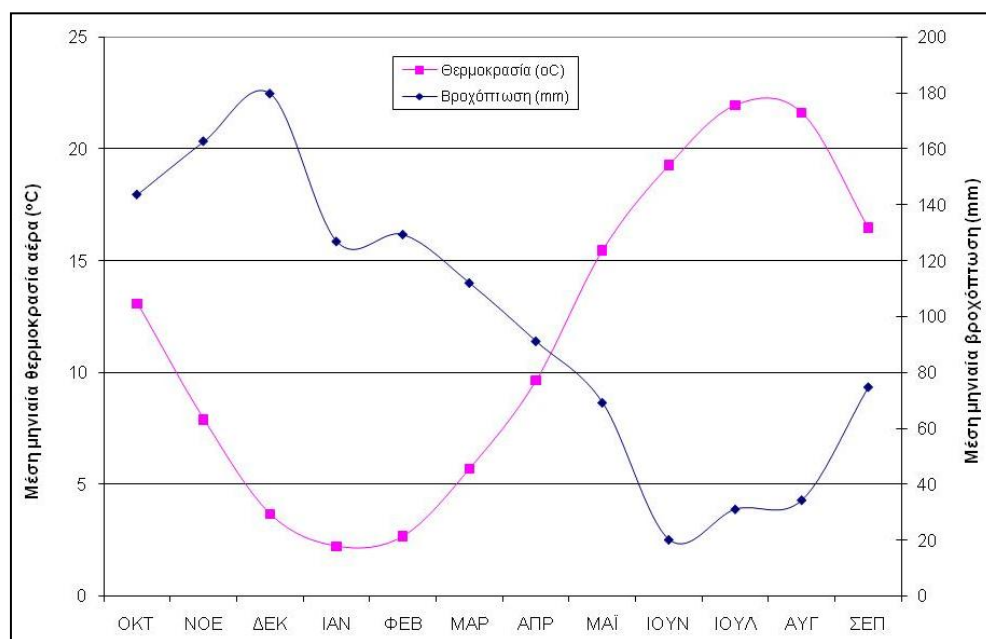
Εικόνα 4.24 Διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης στη θέση Φράγμα «Ν. Πλαστήρα» την περίοδο 10/1995-08/2010.

Στον πίνακα 4.18 παρουσιάζονται βροχομετρικά στοιχεία από τον μετεωρολογικό σταθμό Φράγμα «Ν. Πλαστήρα» για τα υδρολογικά έτη 1995/96 έως 2008/09. Όπως φαίνεται η ετήσια βροχόπτωση των υδρολογικών ετών 2006/07 και 2007/08 υπολείπεται κατά ~200 mm της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στο συγκεκριμένο σταθμό. Οι βροχοπτώσεις στην περιοχή διαρκούν όλο το χρόνο με αιχμές τον Οκτώβριο - Νοέμβριο για το φθινόπωρο και το Δεκέμβριο - Φεβρουάριο για το χειμώνα, ενώ το ελάχιστο των βροχοπτώσεων σημειώνεται στο διάστημα Ιουνίου-Αυγούστου.

Πίνακας 4.18 Δεδομένα μηνιαίας βροχόπτωσης στη θέση Φράγμα «Ν. Πλαστήρα» για τα υδρολογικά έτη 1995/96-2008/09.

ΥΔΡΟΛΟΓ.ΕΤΟΣ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1995-1996	78	116	318	161	251	69	55	43	3	37	106	138	1373
1996-1997	227	191	187	323	32	96	108	153	7	0	54	42	1418
1997-1998	215	224	277	15	41	71	21	211	42	0	44	89	1249
1998-1999	63	325	295	110	186	135	66	74	1	84	23	59	1418
1999-2000	83	378	212	22	119	66	53	31	29	13	12	22	1038
2000-2001	244	94	123	164	130	77	178	71	3	24	52	33	1192
2001-2002	51	142	22	42	28	149	211	26	7	113	60	190	1039
2002-2003	87	102	242	345	150	0	81	30	39	25	51	62	1214
2003-2004	337	85	88	129	42	78	107	75	6	58	21	74	1098
2004-2005	162	60	170	83	267	118	45	92	23	0	6	23	1046
2005-2006	85	147	383	152	138	230	132	19	30	38	32	112	1496
2006-2007	136	122	19	59	179	106	80	79	46	19	7	49	898
2007-2008	125	146	78	12	133	126	70	30	20	0	11	107	856
2008-2009	120	147.3	103	161	116	249	71	36	27	25	4	49.5	1109
Μ.Ο.	144	163	180	127	129	112	91	69	20	31	34	75	1174
ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ	83	91	113	104	76	65	52	54	16	34	29	48	198

Στη συνέχεια δίνεται το ομβροθερμικό διάγραμμα για την περιοχή της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα». Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η περιοχή παρουσιάζει μικρή περίοδο ξηρασίας από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο.



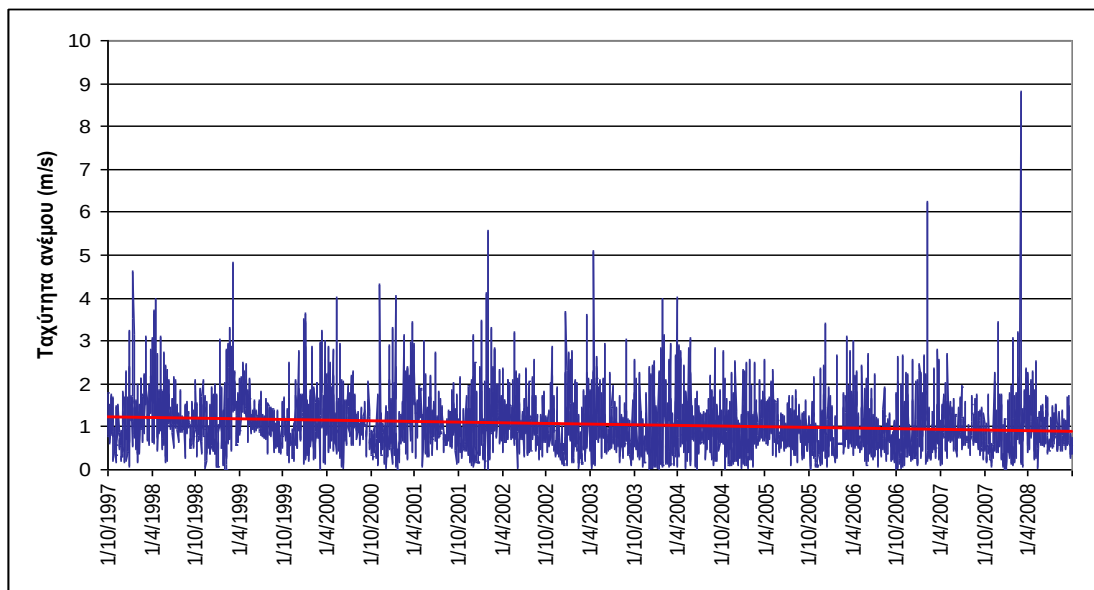
Εικόνα 4.25 Ομβροθερμικό διάγραμμα στη θέση Φράγμα «Ν. Πλαστήρα» για τα υδρολογικά έτη 1995/96-2008/09.

4.2.3. Άνεμοι

Οι συχνότεροι άνεμοι κατά τη διάρκεια του έτους είναι οι νότιοι και ακολουθούν οι βόρειοι και οι νοτιοδυτικοί. Λόγω της μορφολογίας του εδάφους, οι άνεμοι αλλάζουν χαρακτήρα και γι'

αυτό κατά τόπους αλλάζουν οι μικροκλιματικές συνθήκες. Γενικά στη συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, λόγω των γεωμορφολογικών ορεινών συνθηκών, πνέουν πάντοτε άνεμοι, άλλοτε ασθενείς και άλλοτε ισχυροί (ΕΠΕΜ, 2001).

Στην εικόνα 4.26 παρουσιάζεται η διακύμανση της ταχύτητας του ανέμου στη θέση Φράγμα «Ν. Πλαστήρα» τα υδρολογικά έτη 1995/96-2007/08. Όπως φαίνεται παρατηρείται ελαφρώς μειωτική τάση της έντασης του ανέμου στη συγκεκριμένη θέση.



Εικόνα 4.26 Ταχύτητα ανέμου στη θέση Φράγμα «Ν. Πλαστήρα» για την περίοδο 10/1997-9/2008.

Πίνακας 4.19 Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες περιοχής Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

ΜΗΝΑΣ	Μέση μηνιαία ταχύτητα ανέμου (m/sec)
	Σταθμός Φράγματος (1997/98 - 2007/08)
Οκτώβριος	0.9
Νοέμβριος	0.8
Δεκέμβριος	0.9
Ιανουάριος	1.1
Φεβρουάριος	1.1
Μάρτιος	1.3
Απρίλιος	1.3
Μάιος	1.1
Ιούνιος	1.0
Ιούλιος	1.0
Αύγουστος	1.0
Σεπτέμβριος	0.9
Μέση ετήσια	1,0

Παραπάνω, στον πίνακα 4.19, παρουσιάζεται η μέση μηνιαία ταχύτητα ανέμου που μετρήθηκε στο Μετεωρολογικό Σταθμό του Φράγματος για 11 υδρολογικά έτη από 1997/98 έως 2007/08. Από τον πίνακα 4.19 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι μήνες με τη μεγαλύτερη ένταση ανέμου στο έτος είναι οι Μάρτιος και Απρίλιος, ενώ οι μήνες με τη μικρότερη ένταση ανέμου είναι οι φθινοπωρινοί μήνες Σεπτέμβριος-Δεκέμβριος.

4.3. Υδρολογία της περιοχής μελέτης

Βασικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης είναι το τραχύ κλίμα με τις έντονες και πολλές βροχοπτώσεις, το έντονο μορφολογικό ανάγλυφο, ιδιαίτερα στις περιοχές των μεγάλων ρεμάτων, και το ευπαθές σε χειμαρρικά φαινόμενα γεωλογικό υπόβαθρο (φλύσχης). Τα χαρακτηριστικά αυτά έχουν ως συνέπεια τη διαμόρφωση ενός έντονα χειμαρρικού περιβάλλοντος, η έντονη δράση του οποίου αποτρέπεται μόνο από την καλή δασοκάλυψη του χώρου (Χουλιάρας κ.α., 2007).

4.3.1. Χρήσεις υδάτων

Οι υδατικοί πόροι του ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών της περιοχής. Η κυριότερη χρήση νερού είναι η αρδευτική.

Η άρδευση στην περιοχή μελέτης γίνεται με τρεις τρόπους: α) με αυλάκια, β) με τεχνητή βροχή και γ) με αντλίες. Από τα στοιχεία της στατιστικής υπηρεσίας, διαπιστώνεται ότι το αρδευτικό δίκτυο συνεχώς επεκτείνεται τα τελευταία 30 χρόνια (ΕΠΕΜ, 2001). Το Υπουργείο Γεωργίας εκτιμά ότι πάνω από 150.000 στρέμματα ετησίως αρδεύονται από τον ταμιευτήρα (ΥΒΕΤ, 1996). Σύμφωνα με το ΕΜΠ (2002β) οι ανάγκες των αρδευτικών δικτύων, έκτασης 120.000 στρεμμάτων, εκτιμώνται σε περίπου 80 hm³, ενώ οι υπόλοιπες ποσότητες ζητούνται για τις ανάγκες των κατάντη περιοχών Καρδίτσας και Τρικάλων και, κυρίως, της Λάρισας. Οι συνολικές αρδευτικές ανάγκες υπολογίζονται σε 145 hm³.

Η τεχν. λίμνη «Ν. Πλαστήρα» αποτελεί δίκτυο ύδρευσης υπερτοπικής εμβέλειας αφού η Καρδίτσα, οι Σοφάδες και άλλες 36 κοινότητες υδρεύονται από αυτή με διύλιση νερού χωρίς ποιοτικά και ποσοτικά προβλήματα (TEAM 4, 2001 σε ΕΠΕΜ, 2001). Κατά το έτος 1993, οι ανάγκες ύδρευσης του Συνδέσμου Καρδίτσας και των πέριξ κοινοτήτων (συνολικά 37 Δήμοι και Κοινότητες) ανήλθαν στα 15 hm³ (Κουτσογιάννης κ.ά., 1995). Στην περιοχή μελέτης (υδρολογική λεκάνη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα») δεν υπάρχουν έντονα προβλήματα ύδρευσης. Το νερό ύδρευσης των κοινοτήτων προέρχεται από πηγές καθώς και τον Κερασιώτη ποταμό. Η

κατάσταση των δικτύων ύδρευσης θεωρείται καλή έως πολύ καλή με εξαίρεση τις κοινότητες Μεσενικόλα, Πεζούλας και Φυλακτής, ενώ οι δεξαμενές βρίσκονται σε πολύ καλή κατάσταση με εξαίρεση αυτή της κοινότητας Πεζούλας (ANKA ΑΕ, 1997 σε ΕΠΕΜ, 2001).

4.3.2. Λειτουργία ταμιευτήρα

Ο ταμιευτήρας «Ν. Πλαστήρα», αν και σχεδιάστηκε ως υδροηλεκτρικό έργο (με εντυπωσιακό για τα ελληνικά δεδομένα μάλιστα ύψος πτώσης, που κατά μέγιστο φτάνει τα 577 m), εδώ και αρκετά χρόνια λειτουργεί ως έργο αρδευτικού, κατά βάση, σκοπού. Το υφιστάμενο καθεστώς λειτουργίας του ταμιευτήρα χαρακτηρίζεται από απολήψεις που εξαρτώνται άμεσα από τις υδρολογικές εισροές. Ως εκ τούτου, ο ταμιευτήρας δεν καλύπτει συγκεκριμένη ζήτηση νερού, αλλά αντίθετα η ζήτηση διαμορφώνεται ανάλογα με την υδροφορία του εκάστοτε υδρολογικού έτους, (ΕΜΠ, 2002β).

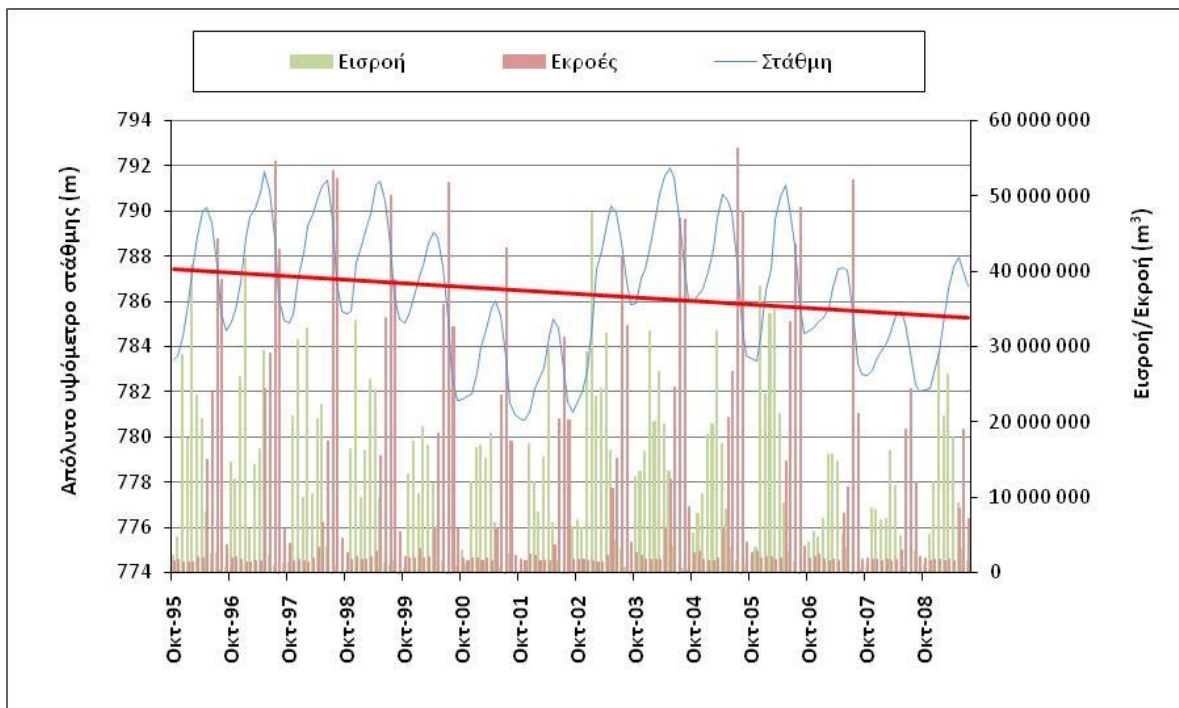
Η στάθμη υδροληψίας του ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 776.0 m, ενώ η στάθμη υπερχειλίσσης βρίσκεται στα 792.0 m. Με βάση την καμπύλη στάθμης-αποθέματος, η μικτή χωρητικότητα του ταμιευτήρα ανέρχεται σε περίπου 400 hm³, ενώ ο νεκρός του όγκος φτάνει τα 100 hm³. Κατά συνέπεια, η ωφέλιμη χωρητικότητα του ταμιευτήρα εκτιμάται σε περίπου 300 hm³.

Θέτοντας την ελάχιστη στάθμη λειτουργίας στα +782 m μπορούν να εξασφαλιστούν 134.0 ή 144.4 hm³ ετησίως, με αξιοπιστία 90 και 80% αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι οι υφιστάμενες υδατικές ανάγκες, οι οποίες εκτιμώνται σε 160 hm³/έτος (145 hm³ άρδευση, 15 hm³ ύδρευση), είναι αδύνατο να καλυφθούν, ανεξαρτήτως ελαχίστου ορίου στάθμης, δεδομένου ότι ξεπερνούν ακόμα και τη μέση ετήσια καθαρή εισροή των 153.2 hm³. Ωστόσο, η εγγυημένη σταθερή απόληψη των 134.0 hm³/έτος επαρκεί για να ικανοποιήσει τις πραγματικές ανάγκες της περιοχής μελέτης, εφόσον συνοδευτεί από κατάλληλα μέτρα εξοικονόμησης νερού (ΕΜΠ, 2002β).

Η ελάχιστη υδάτινη στάθμη που προτάθηκε από τους Stamou & Hadjibiros (2007) είναι +784 m. Η τιμή αυτή εξασφαλίζει την πολύ καλή ποιότητα υδάτων διατηρώντας τον ταμιευτήρα σε κατάσταση «λίγο πέρα από oligοτροφική» καθώς και την ετήσια εκροή 127.5 hm³ σε επίπεδο αξιοπιστίας 90%. Αυτή η ποσότητα μπορεί να θεωρηθεί ως αποδεκτή από πλευράς χρήσης/ζήτησης υδάτων (Stamou et al, 2007).

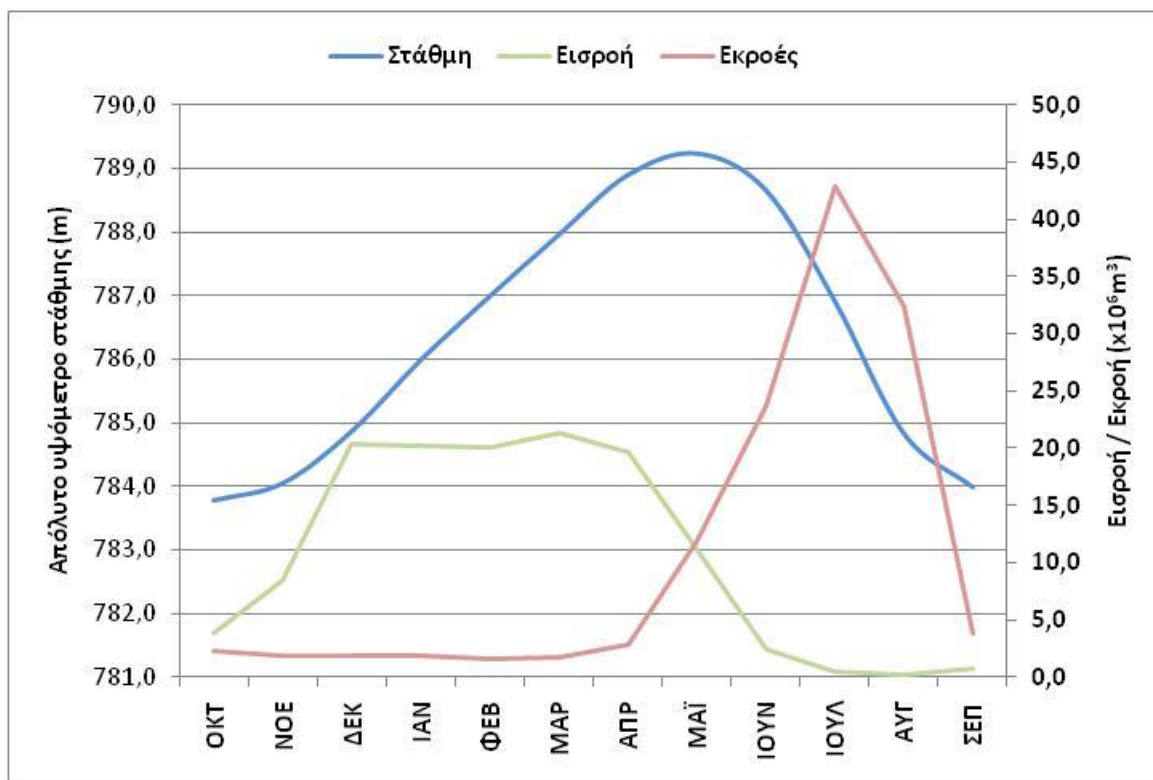
Η διακύμανση της μέσης μηνιαίας στάθμης της λίμνης, της εισροής και της εκροής την περίοδο 1995/96-2008/09 παρουσιάζεται στην εικόνα 4.27. Όπως φαίνεται παρατηρείται ελαφρά πτωτική τάση της στάθμης στην περίοδο αυτή, ενώ διακρίνονται τα υδρολογικά έτη 1999-2001

και 2006-2008 στα οποία οι εισροές είναι ιδιαίτερα χαμηλές ενώ το ίδιο διάστημα οι εκροές είναι υψηλές και ως εκ τούτου παρατηρήθηκε σημαντική πτώση της στάθμης (κατά περίπου 5m).



Εικόνα 4.27 Διακύμανση μέσης μηνιαίας στάθμης, μηνιαίας εισροής και μηνιαίας εκροής την περίοδο 1995/96-2008/09 στον ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα»

Η διακύμανση της μέσης μηνιαίας στάθμης της λίμνης, της μέσης μηνιαίας εισροής και της μέσης μηνιαίας εκροής στο υδρολογικό έτος, την περίοδο 1995/96-2008/09, παρουσιάζεται στην εικόνα 4.28 και στον πίνακα 4.20. Παρατηρείται ότι η μέση στάθμη ανέρχεται άνω των 786 m την περίοδο Ιανουάριος-Ιούλιος, οι εισροές είναι ιδιαίτερα χαμηλές την περίοδο Ιουνίου - Νοεμβρίου ως αποτέλεσμα των χαμηλών βροχοπτώσεων ενώ οι εκροές μεγιστοποιούνται τη θερινή περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου.



Εικόνα 4.28 Διακύμανση μέσης μηνιαίας στάθμης, μέσης μηνιαίας εισροής και εκροής την περίοδο 1995/96-2008/09 στον ταμιευτήρα Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

Πίνακας 4.20 Διακύμανση μέσης μηνιαίας στάθμης, μέσης μηνιαίας εισροής και μέσης μηνιαίας εκροής στο υδρολογικό έτος για την περίοδο 1995/96-2008/09.

Μήνας	Μέση μηνιαία στάθμη (m)	Μέση μηνιαία εισροή (x10 ⁶ m ³)	Μέση μηνιαία εκροή (x10 ⁶ m ³)
Οκτώβριος	783,78	3,80	2,22
Νοέμβριος	784,05	8,41	1,94
Δεκέμβριος	784,87	20,37	1,85
Ιανουάριος	785,99	20,26	1,81
Φεβρουάριος	786,99	20,03	1,62
Μάρτιος	787,95	21,27	1,78
Απρίλιος	788,89	19,70	2,80
Μάιος	789,23	11,10	11,98
Ιούνιος	788,66	2,45	23,77
Ιούλιος	786,91	0,53	42,93
Αύγουστος	784,83	0,21	32,35
Σεπτέμβριος	783,99	0,70	3,78

4.4.Υδατικό ισοζύγιο της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα»

Το υδατικό ισοζύγιο της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» υπολογίστηκε αρχικά σε ημερήσια βάση έχοντας διαθέσιμα στοιχεία από 1/1/1995 έως 31/08/2010. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν ημερήσια βροχομετρικά και μετεωρολογικά στοιχεία από τον μετεωρολογικό σταθμό της ΔΕΗ στη θέση Φράγματος και συγκεκριμένα δεδομένα ατμοσφαιρικής κατακρήμνισης και θερμοκρασίας. Τα τελευταία χρησιμοποιήθηκαν από κοινού με στοιχεία ηλιακής ακτινοβολίας (εξωγήινη ηλιακή ακτινοβολία και λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης) για την εκτίμηση της εξάτμισης / δυνητικής εξατμισοδιαπνοής με χρήση της μεθόδου Hargreaves. Παρά το γεγονός ότι υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα μέτρησης του ανέμου στη θέση φράγματος, η έλλειψη δεδομένων σχετικής υγρασίας απέκλεισε τη δυνατότητα υπολογισμού της εξάτμισης της λίμνης με τη βοήθεια της μεθόδου Penman, που αποτελεί και την πιο έγκυρη και κοινά αποδεκτή μέθοδο υπολογισμού εξάτμισης από ελεύθερη υδατική επιφάνεια.

Άλλες γνωστές παράμετροι του υδατικού ισοζυγίου ήταν η αποταμιευμένη ημερήσια ποσότητα υδάτινου όγκου (μεταβολή όγκου) με βάση στοιχεία της ΔΕΗ (2009), καθώς και οι ημερήσιοι όγκοι εκροών μέσω της υδροληψίας για αρδευτικούς και υδρευτικούς σκοπούς. Μοναδική άγνωστη παράμετρος του υδατικού ισοζυγίου της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» αποτελεί η εισροή (επιφανειακή και υπόγεια απορροή) από την υδρολογική λεκάνη περιμετρικά της λίμνης και καταλήγει σε αυτή.

Για το υδατικό ισοζύγιο της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» παρουσιάζονται παρακάτω: α) Διάγραμμα και σχετικός Πίνακας του Μέσου Μηνιαίου Ισοζυγίου για την περίοδο ανάλυσης 1995/96 - 2008/09, β) Διάγραμμα και σχετικός Πίνακας του Ετήσιου Ισοζυγίου κάθε υδρολογικού έτους για την περίοδο ανάλυσης 1995/96 - 2008/09. Οι μεταβλητές που αναφέρονται στα Διαγράμματα και τους Πίνακες είναι οι ακόλουθες:

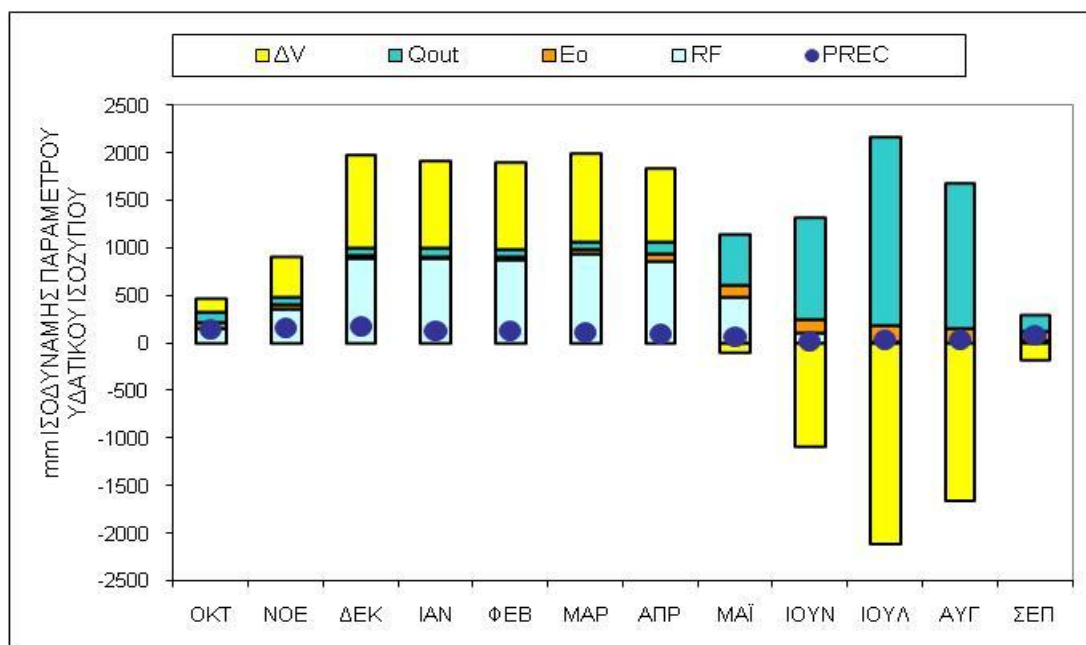
PREC:	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗ ΕΠΙ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ
RF:	ΕΙΣΡΟΕΣ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΠΟΥ ΚΑΤΑΛΗΓΟΥΝ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ)
Eo:	ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΛΙΜΝΗΣ (ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΗ ΚΑΤΑ HARGREAVES)
Qout:	ΕΚΡΟΕΣ ΠΡΟΣ ΓΕΙΤΟΝΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ (ΧΡΗΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ: ΑΡΔΕΥΣΗ, ΥΔΡΕΥΣΗ)
ΔV:	ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ ΕΚΑΣΤΟΤΕ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ (ΜΗΝΙΑΙΟΥ Ή ΕΤΗΣΙΟΥ) Η ΘΕΤΙΚΗ ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΔΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΕ ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ ΕΚΑΣΤΟΤΕ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ, Η ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΤΙΜΗ ΣΕ ΕΛΛΕΙΜΜΑ

Όλες οι ανωτέρω ποσότητες δίδονται στους σχετικούς Πίνακες και Διαγράμματα σε χιλιοστά (mm) ισοδύναμης παραμέτρου του υδατικού ισοζυγίου αλλά και σε όγκο ύδατος (m³). Η βασική εξίσωση του υδατικού ισοζυγίου της λίμνης βάσει της οποίας υπολογίζονται οι παραπάνω ποσότητες είναι η εξής:

$$PREC + RF - Eo - Qout = \pm \Delta V$$

Η ποσότητα ΔV αντιπροσωπεύει τη μεταβολή στην αποθήκευση της λίμνης στο τέλος του εκάστοτε εξεταζόμενου χρονικού βήματος (ημερήσιου, μηνιαίου ή ετήσιου) και ισοσκελίζει την ως άνω εξίσωση. Ως τιμή έχει περισσότερο νόημα όταν εξετάζεται σε σχέση με κάποιο συγκεκριμένο χρονικό βήμα ή περίοδο (π.χ., έναν συγκεκριμένο μήνα του έτους, τους υγρούς ή ξηρούς μήνες του έτους αθροιστικά ή μια συγκεκριμένη χρονιά), καθώς αθροιστικά τείνει στο μηδέν στο τέλος της περιόδου ανάλυσης (είτε ως μέσες μηνιαίες τιμές, είτε ως ετήσιες τιμές), διότι θεωρείται ότι σε βάθος χρόνου οι επιμέρους περίσσειες και τα ελλείμματα συνήθως ισοσκελίζονται.

Η εικόνα 4.29 παρουσιάζει το μέσο μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» για την περίοδο 1995/96 - 2008/09. Όπως φαίνεται περίσσεια της αποθήκευσης στην Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» παρατηρείται τους μήνες Οκτώβριο - Απρίλιο, ενώ αντίθετα έλλειμμα παρατηρείται τους μήνες Ιούνιο - Σεπτέμβριο λόγω της αυξημένης εκροής για άρδευση / ύδρευση την περίοδο αυτή. Υψηλές τιμές απορροής παρατηρούνται τους μήνες Δεκέμβριο - Απρίλιο.



Εικόνα 4.29 Μέσο μηνιαίο Υδατ. Ισοζύγιο της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» για την περίοδο 1995/96-2008/09

Στους Πίνακες 4.21 και 4.22 παρουσιάζονται αναλυτικά οι συνιστώσες του μέσου μηνιαίου υδατικού ισοζυγίου της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» για την περίοδο 1995/96-2008/09. Η εξάτμιση/δυσνητική εξατμισοδιαπνοή αποτελεί το 85% της ατμοσφαιρικής κατακρήμνισης. Οι επιφανειακές και υπόγειες εισροές είναι υψηλές και σχεδόν ισοσκελίζουν τις εκροές για άρδευση/ύδρευση.

Πίνακας 4.21 Μέσο μηνιαίο Υδατ. Ισοζύγιο της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» για την περίοδο 1995/96-2008/09 (mm)

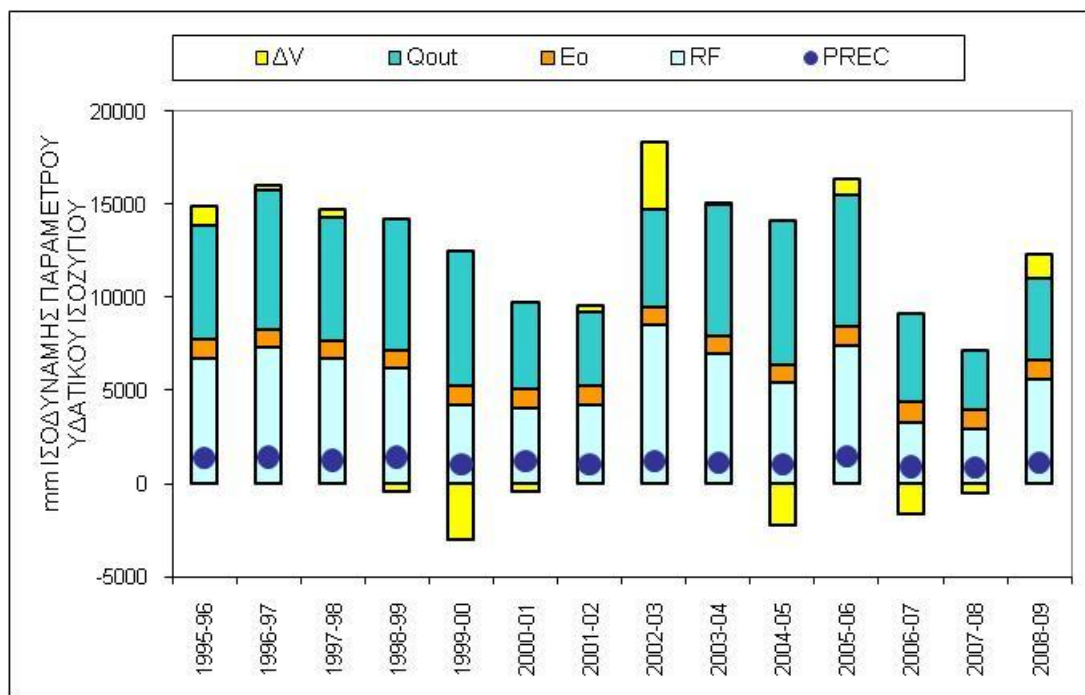
ΜΗΝΑΣ	PREC	RF	Eo	Qout	ΔV
ΟΚΤ	144	168	62	99	152
ΝΟΕ	163	373	33	86	417
ΔΕΚ	180	904	21	82	981
ΙΑΝ	127	899	22	80	923
ΦΕΒ	129	889	29	72	918
ΜΑΡ	112	944	54	79	923
ΑΠΡ	91	874	78	124	763
ΜΑΪ	69	493	124	532	-94
ΙΟΥΝ	20	109	155	1055	-1081
ΙΟΥΛ	31	23	174	1977	-2097
ΑΥΓ	34	7	152	1524	-1634
ΣΕΠ	75	34	98	174	-163
ΣΥΝΟΛΟ	1176	5718	1003	5883	7

Πίνακας 4.22 Μέσο μηνιαίο Υδατ. Ισοζύγιο της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» για την περίοδο 1995/96-2008/09 ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

ΜΗΝΑΣ	PREC	RF	Eo	Qout	ΔV
ΟΚΤ	3,24	3,80	1,40	2,22	3,42
ΝΟΕ	3,67	8,41	0,74	1,94	9,41
ΔΕΚ	4,05	20,37	0,47	1,85	22,10
ΙΑΝ	2,86	20,26	0,50	1,81	20,81
ΦΕΒ	2,91	20,03	0,65	1,62	20,68
ΜΑΡ	2,52	21,27	1,21	1,78	20,80
ΑΠΡ	2,06	19,70	1,77	2,80	17,19
ΜΑΪ	1,56	11,10	2,81	11,98	-2,12
ΙΟΥΝ	0,45	2,45	3,50	23,77	-24,37
ΙΟΥΛ	0,70	0,52	3,92	44,54	-47,25
ΑΥΓ	0,77	0,16	3,42	34,34	-36,83
ΣΕΠ	1,70	0,77	2,22	3,92	-3,68
ΣΥΝΟΛΟ	26,49	128,84	22,60	132,57	0,16

Η εικόνα 4.30 παρουσιάζει το ετήσιο υδατικό ισοζύγιο της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» για την περίοδο 1995/96 - 2008/09. Όπως φαίνεται μικρή περίσσεια της αποθήκευσης της λίμνης παρατηρείται τα υδρολογικά έτη 1995-96, 2002-2003, 2005-2006 και 2008-2009, ενώ αντίθετα

έλλειμμα παρατηρείται τα υδρολογικά έτη 1999-2000, 2004-2005, 2006-2007 και 2007-2008. Χαμηλές τιμές εκροών για αρδευτικούς και υδρευτικούς σκοπούς λόγω των αντίστοιχα χαμηλών τιμών επιφανειακής και υπόγειας απορροής - εισροών προς τη λίμνη συγκριτικά παρατηρούνται τα υδρολογικά έτη 2000-2002 και 2006-2008.



Εικόνα 4.30 Ετήσιο Υδατ. Ισοζύγιο της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» για την περίοδο 1995/96 - 2008/09

Πίνακας 4.23 Ετήσιο Υδατ. Ισοζύγιο της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» για την περίοδο 1995/96-2008/09 (mm)

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	PREC	RF	Eo	Qout	ΔV
1995-96	1373	6777	998	6099	1053
1996-97	1418	7331	954	7473	322
1997-98	1252	6740	976	6634	382
1998-99	1426	6214	1001	7029	-391
1999-00	1039	4253	1017	7242	-2967
2000-01	1193	4068	1049	4644	-432
2001-02	1043	4288	951	3986	395
2002-03	1214	8590	951	5186	3667
2003-04	1098	7017	967	6989	158
2004-05	1046	5430	1005	7691	-2221
2005-06	1497	7462	990	7041	928
2006-07	898	3339	1065	4751	-1578
2007-08	856	2920	1074	3222	-521
2008-09	1111	5621	1044	4382	1305
M.O.	1176	5718	1003	5883	7

Στους Πίνακες 4.23 και 4.24 παρουσιάζονται αναλυτικά οι συνιστώσες του ετήσιου υδατικού ισοζυγίου της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» για την περίοδο 1995/96 - 2008/09.

Πίνακας 4.24 Ετήσιο Υδατ. Ισοζύγιο της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» για την περίοδο 1995/96-2008/09 ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

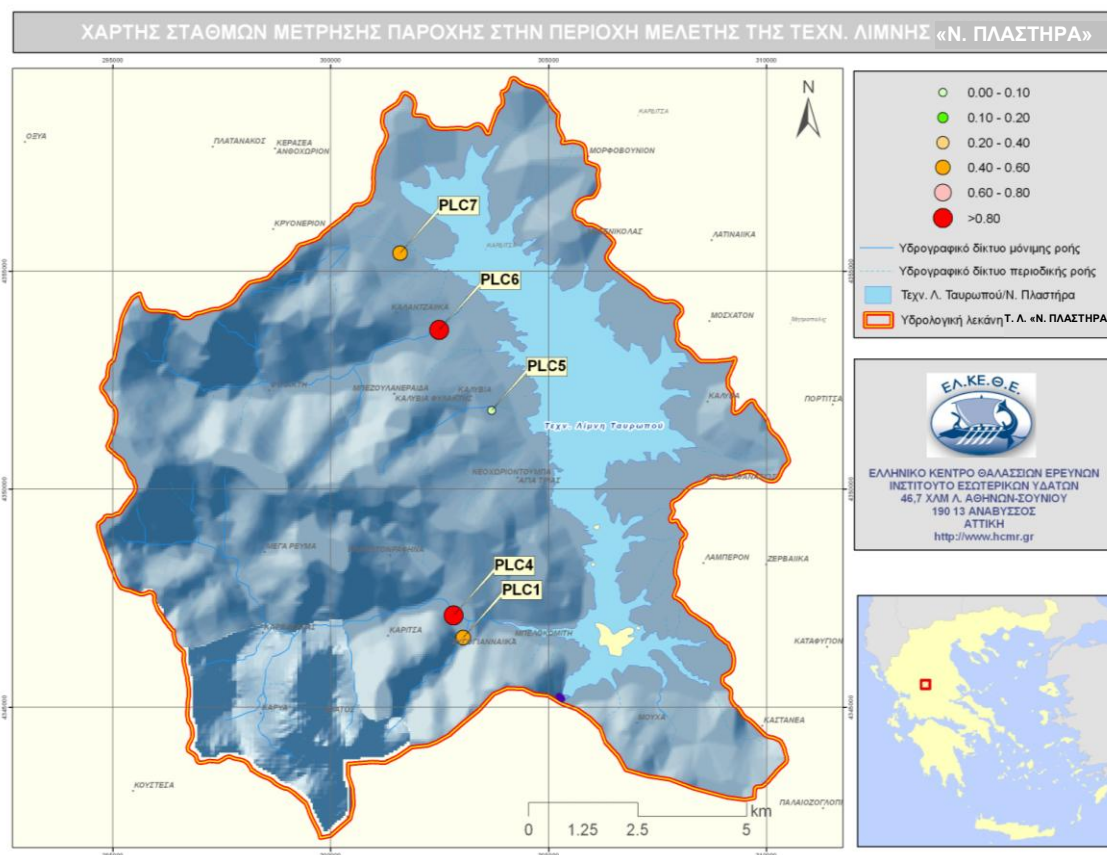
ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	PREC	RF	Eo	Qout	ΔV
1995-96	30,93	152,71	22,49	137,43	23,72
1996-97	31,95	165,19	21,49	168,38	7,26
1997-98	28,20	151,87	21,98	149,48	8,61
1998-99	32,12	140,01	22,57	158,38	-8,82
1999-00	23,40	95,83	22,91	163,18	-66,86
2000-01	26,87	91,66	23,64	104,64	-9,74
2001-02	23,51	96,63	21,42	89,82	8,89
2002-03	27,34	193,56	21,43	116,85	82,62
2003-04	24,75	158,11	21,79	157,49	3,57
2004-05	23,56	122,36	22,65	173,31	-50,04
2005-06	33,73	168,14	22,31	158,66	20,90
2006-07	20,23	75,25	23,99	107,04	-35,55
2007-08	19,29	65,79	24,21	72,59	-11,73
2008-09	25,03	126,66	23,53	98,75	29,41
M.O.	26,49	128,84	22,60	132,57	0,16

Με βάση όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι σε υπερετήσια κλίμακα το φράγμα δέχεται εισροές οι οποίες οφείλονται κατά 17,1% στα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και κατά 82,9% στην επιφανειακή και υπόγεια τροφοδοσία από τα ρέματα και τους υπόγειους υδροφορείς αντίστοιχα. Από τις εισροές αυτές, το 14,5% συμμετέχει στο φαινόμενο της εξατμισοδιαπνοής, το 85,3% καταναλίσκεται για την κάλυψη των υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών και το 0,2% συμμετέχει στη μεταβολή της αποθηκευτικότητας του φράγματος.

4.5. Αποτελέσματα μέτρησης παροχής σε ρέματα της υδρολογικής λεκάνης

Τα ρέματα της περιοχής είναι κατά βάση χειμαρώδους ροής εκτός από το Μεγάλο ποτάμι, τον Καριτσιώτη, τον Μπελάγια και τον Κερασιώτη ο οποίος εκτρέπεται και εισέρχεται στην υδρολογική λεκάνη της λίμνης στο βόρειο τμήμα αυτής. Κατά τις μετρήσεις της παροχής καταγράφηκαν όπως ήταν αναμενόμενο υψηλότερες παροχές κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009 σε σχέση με αυτές του Ιουλίου και του Σεπτεμβρίου 2009. Κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009 (Εικόνα 4.31) οι τιμές της παροχής κυμαίνονταν γενικά σε

υψηλά επίπεδα (μέσος όρος $1.27 \text{ m}^3/\text{s}$), ιδιαίτερα στις θέσεις PLC4, PLC6 και PLC7, γεγονός που οφείλεται στις υψηλές βροχοπτώσεις της εποχής.

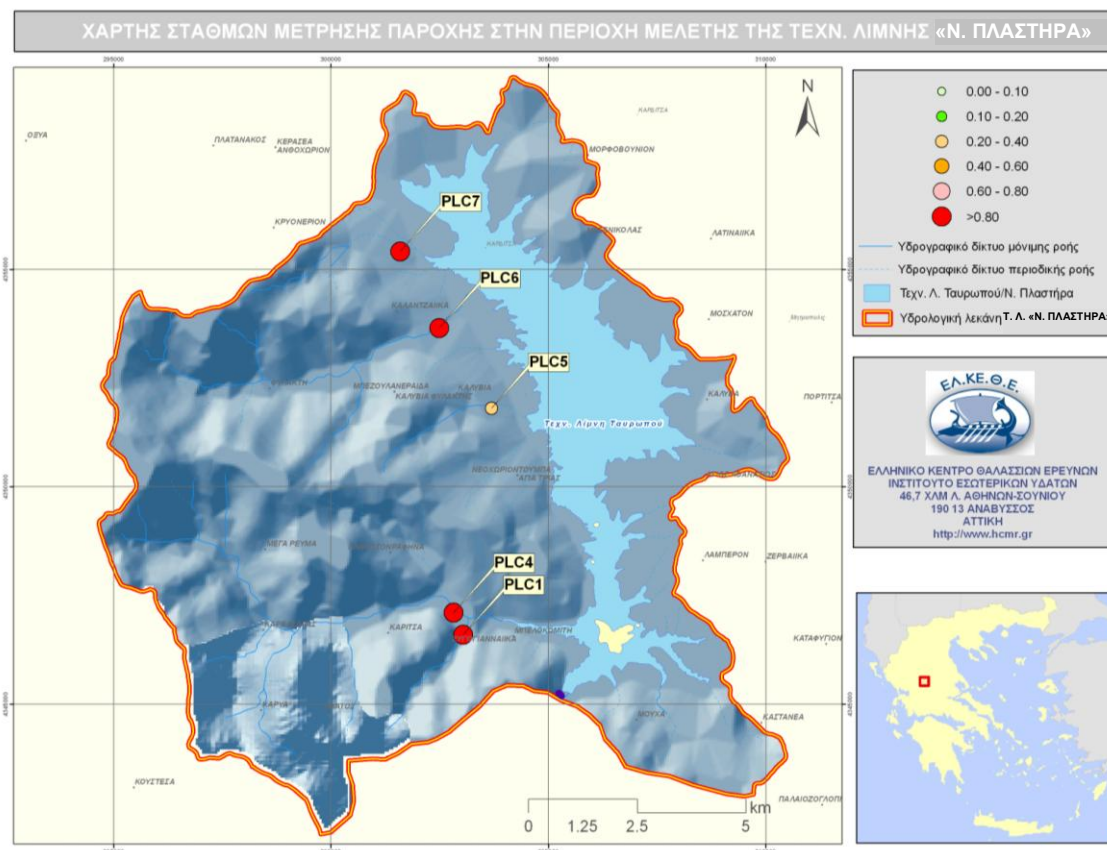


Εικόνα 4.31 Κατανομή της παροχής (m^3/s) στις θέσεις δειγματοληψίας PLC1, PLC4-PLC7 σε ρέματα της υδρολογικής λεκάνης, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.

Τον Μάρτιο 2010 παρατηρήθηκαν ακόμη υψηλότερες παροχές σε σχέση με τις προηγούμενες δειγματοληψίες των θερινών και φθινοπωρινών μηνών του 2009 με μέσο όρο τιμών για όλους τους σταθμούς τα $2.25 \text{ m}^3/\text{s}$. Οι θέσεις PLC4, PLC6 και PLC7, εμφάνισαν σχεδόν διπλάσιες τιμές σε σχέση με το Νοέμβριο 2009, γεγονός που οφείλεται στην ατμοσφαιρική κατακρήμνιση της εποχής και σε μεγάλο βαθμό στο λιώσιμο του χιονιού.

Τον Μάιο 2010 οι παροχές όλων των ρεμμάτων μειώθηκαν αισθητά και η μέση τιμή για όλους τους σταθμούς είναι $0,76 \text{ m}^3/\text{s}$. Ο σταθμός PLC04 παρουσίασε την μεγαλύτερη παροχή ($2,80 \text{ m}^3/\text{s}$) ενώ ο σταθμός PLC05 την μικρότερη ($0,04 \text{ m}^3/\text{s}$). Τον Ιούλιο η μείωση της παροχής επιδεινώθηκε και η μέση τιμή όλων των ρεμμάτων έφτασε τα $0,21 \text{ m}^3/\text{s}$, ενώ ο σταθμός PLC05 παρουσίασε μηδενική παροχή. Κατά τον Αύγουστο μήνα τα περισσότερα από τα ρέματα της περιοχής ξεράθηκαν. Η ανωτέρω διακύμανση της παροχής υποδεικνύει μικρή σχετικά επίδραση του υπόγειου υδροφόρου στα ρέματα της περιοχής αφού στους περισσότερους σταθμούς η μέγιστη τιμή παροχής παρατηρήθηκε κατά την περίοδο Μαρτίου- Απριλίου (λιώσιμο χιονιού και

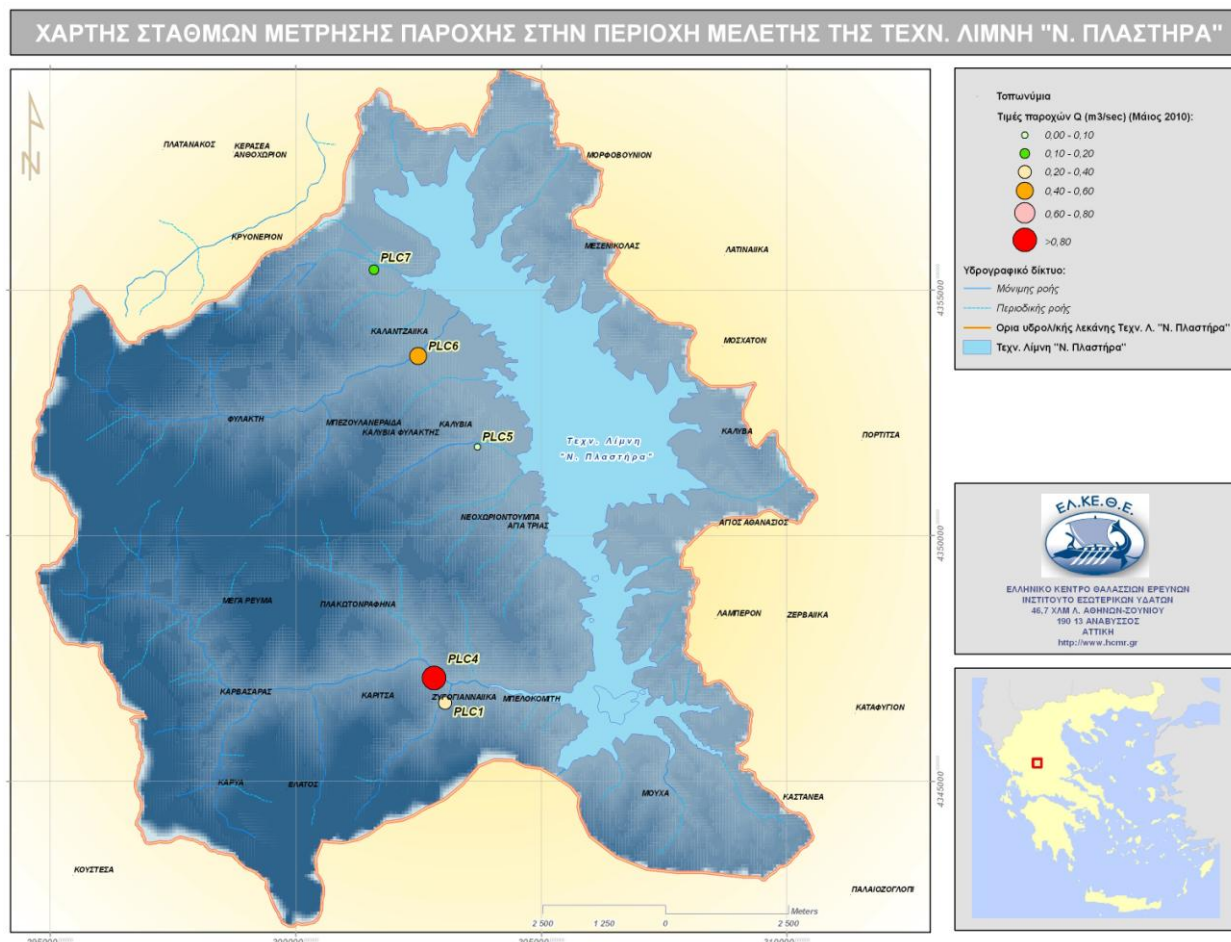
επιφανειακή απορροή) ενώ η παροχή μειώθηκε απότομα αμέσως μετά (δεν συντηρήθηκε σε μεγάλο βαθμό από το υπόγειο νερό).



Εικόνα 4.32 Κατανομή της παροχής (m^3/s) στις θέσεις δειγματοληψίας PLC1, PLC4-PLC7 σε ρέματα της υδρολογικής λεκάνης, κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010.

Η κατάταξη της παροχής κατά μέσο όρο και θέση είναι: $PLC4 > PLC6 > PLC7 > PLC1 > PLC5 > PLC2$. Οι χαμηλότεροι μέσοι όροι που παρατηρούνται στους σταθμούς PLC2 και PLC1 αποδίδονται στην ημιορεινή φύση των θέσεων με μικρότερα υδατορέματα, ενώ για το σταθμό PLC5 στη μικρή έκταση της υπολεκάνης απορροής του συγκεκριμένου σταθμού. Η υψηλότερη παροχή που παρατηρείται στη θέση PLC4 (Καριτσιώτης) οφείλεται στη μεγαλύτερη υπολεκάνη απορροής του συγκεκριμένου σταθμού.

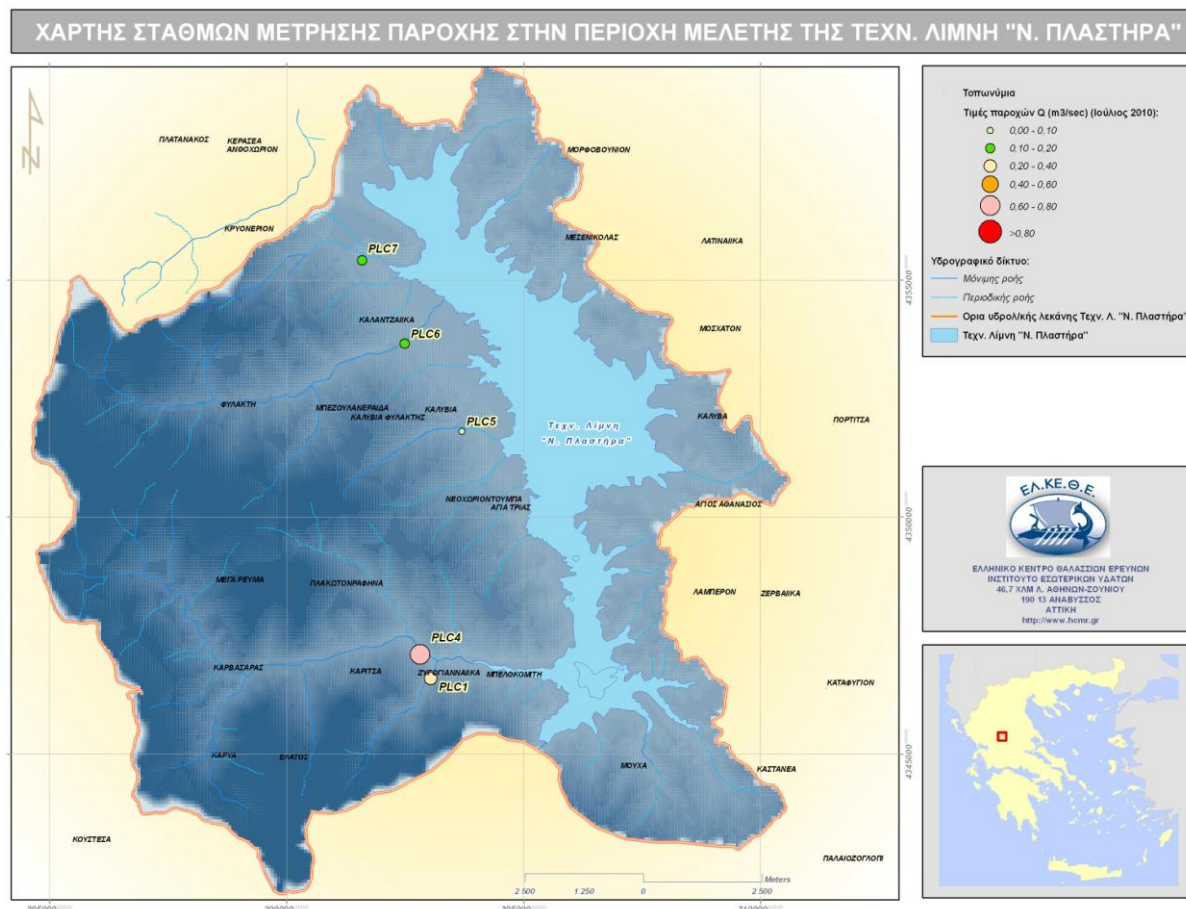
Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η διακύμανση της υπολογισμένης παροχής στις θέσεις δειγματοληψίας PLC1-PLC7 για τους μήνες Ιούλιο 2009, Σεπτέμβριο 2009, Νοέμβριο 2009, Μάρτιο 2010, Μάιο 2010 και Ιούλιο 2010, όπου φαίνεται η διαφορά μεταξύ της υψηλής παροχής που παρατηρήθηκε στους σταθμούς PLC4 και PLC6 και της χαμηλότερης παροχής στους υπόλοιπους σταθμούς δειγματοληψίας.



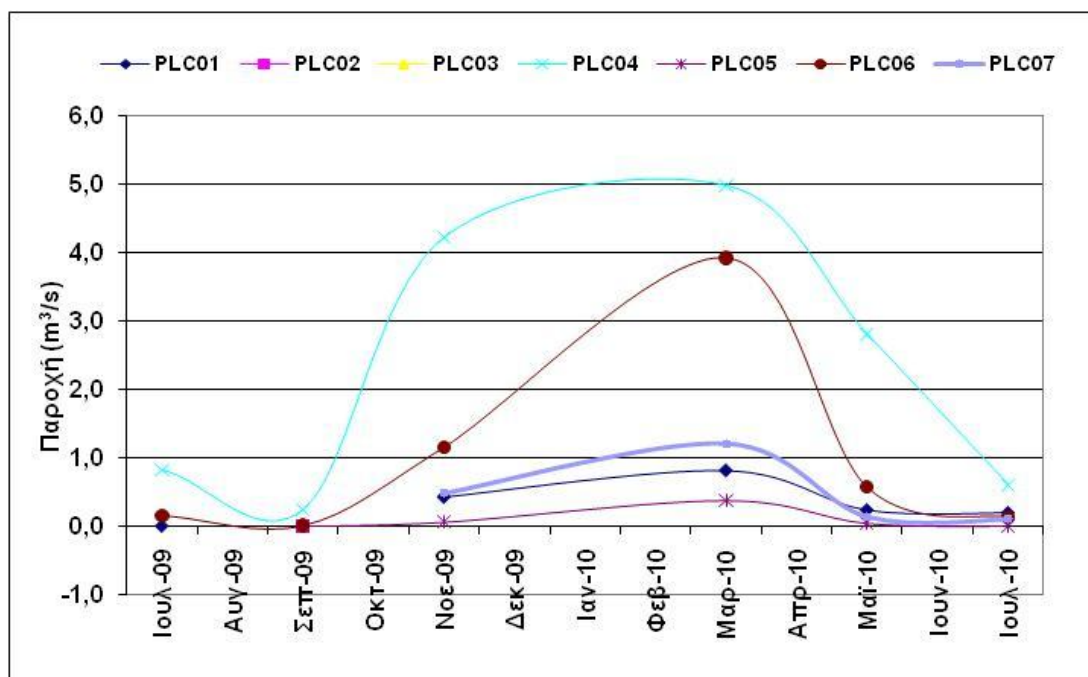
Εικόνα 4.33 Κατανομή της παροχής (m^3/s) στις θέσεις δειγματοληψίας PLC1, PLC4-PLC7 σε ρέματα της υδρολογικής λεκάνης, κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2010.

Πίνακας 4.25 Αποτελέσματα υπολογισμένης παροχής (m^3/s) σε διάφορες θέσεις στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

Κωδικός Σταθμού	Ιουλ-09	Σεπ-09	Νοε-09	Μαρ-10	Μαϊ-10	Ιουλ-10	Μ.Ο.
PLC01	0,01	-	0,43	0,81	0,24	0,20	0,34
PLC02	-	0,002	-	-	-	-	-
PLC04	0,81	0,24	4,22	4,97	2,80	0,60	2,28
PLC05		0,002	0,06	0,37	0,04	0,00	0,09
PLC06	0,15	0,01	1,16	3,92	0,57	0,13	0,99
PLC07	-	-	0,48	1,20	0,14	0,10	0,48
Μ.Ο.	0,33	0,06	1,27	2,25	0,76	0,21	0,81



Εικόνα 4.34 Κατανομή της παροχής (m^3/s) στις θέσεις δειγματοληψίας PLC1, PLC4-PLC7 σε ρέματα της υδρολογικής λεκάνης, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2010.



Εικόνα 4.35 Διακύμανση της παροχής (m^3/s) στις θέσεις δειγματοληψίας PLC1-PLC7 στην υδρολογική λεκάνη, σε όλες τις δειγματοληψίες της μελέτης.

Από τις ανωτέρω μετρήσεις προκύπτει ότι το υδρολογικό έτος 2009-2010 είναι σχετικά πλούσιο αφού οι μέσες τιμές των παροχών υποδεικνύουν μια ετήσια ποσότητα επιφανειακής απορροής που καταλήγει στην λίμνη (περίπου $160 \times 10^6 \text{ m}^3$), η οποία είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την αντίστοιχη μέση τιμή της περιόδου 1995-2008 ($130 \times 10^6 \text{ m}^3$).

4.6.Αποτελέσματα φυσικοχημικών μετρήσεων

Στους Πίνακες 4.26 και 4.27 δίνονται τα στατιστικά στοιχεία των φυσικοχημικών παραμέτρων στα υδρορέματα της υδρολογικής λεκάνης της λίμνης «Ν. Πλαστήρα και της λίμνης αντίστοιχα. Στις Εικόνες 4.37, 4.38, 4.39 και 4.40 παρουσιάζεται η εποχιακή διακύμανση του pH, του διαλυμένου οξυγόνου, της αγωγιμότητας και της θερμοκρασίας αντίστοιχα, στις θέσεις δειγματοληψίας.

Πίνακας 4.26 Στατιστικά στοιχεία των φυσικοχημικών παραμέτρων στα υδρορέματα της υδρολογικής λεκάνης της λίμνης Πλαστήρα

Παράμετρος	Μονάδες	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση
Θερμοκρασία	°C	24,0	6,8	12,4	4,3
pH	-	8,9	6,7	7,9	0,7
Αγωγιμότητα	μS/cm	415,0	187,0	266,9	57,1
Διαλυμένο Οξυγόνο	mg/l	10,9	6,4	9,3	1,1

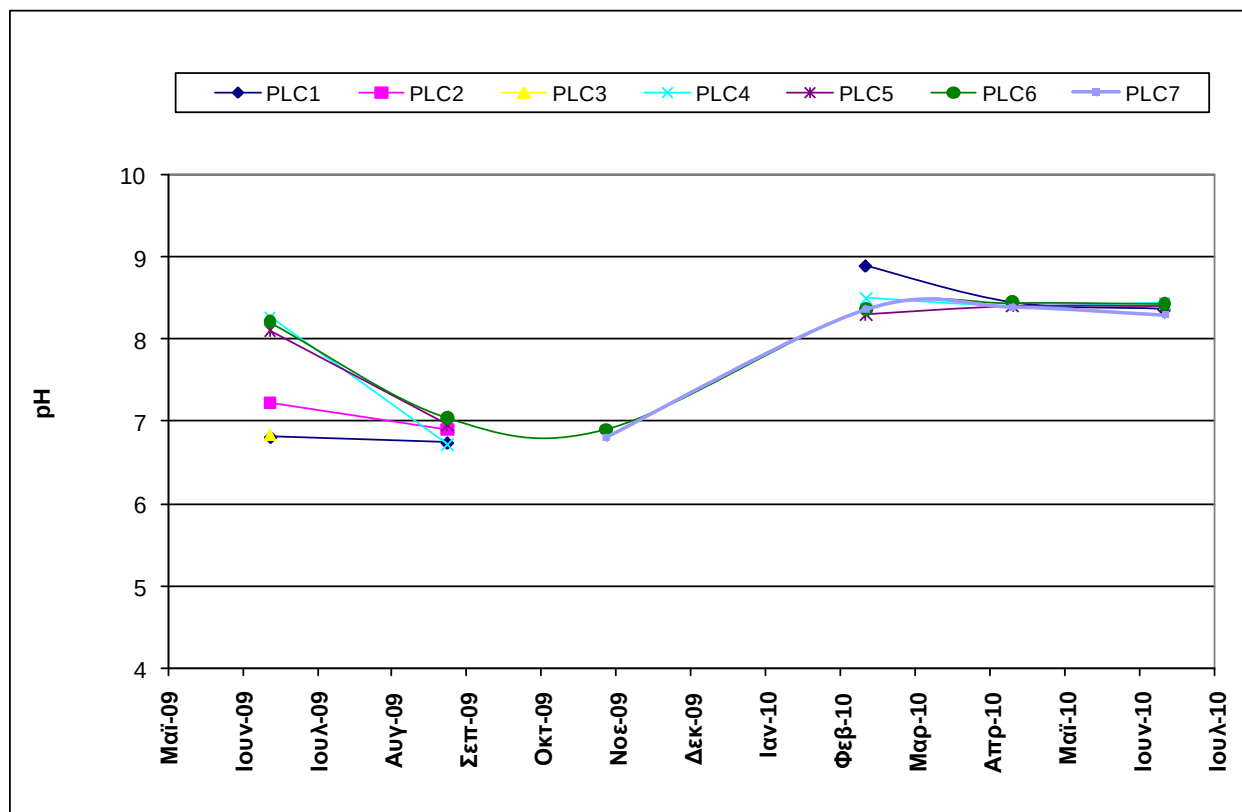
Πίνακας 4.27 Στατιστικά στοιχεία των φυσικοχημικών παραμέτρων της 'τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα».

Παράμετρος	Μονάδες	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση
Θερμοκρασία	°C	26,9	7,2	18,3	6,6
pH	-	9,03	8,0	8,6	0,3
Αγωγιμότητα	μS/cm	300,7	145,6	195,1	31,6
Διαλυμένο Οξυγόνο	mg/l	11,3	5,0	7,8	1,4

Με βάση τον παραπάνω πίνακα, το νερό των υδρορεμάτων της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται ελαφρά όξινο έως βασικό ($6,7 < \text{pH} < 8,9$) ενώ το pH της Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» χαρακτηρίζεται ως βασικό ($8,0 < \text{pH} < 9,03$).

Γενικά το pH στα υδρορέματα (Εικόνα 4.36) παρουσιάζει μείωση από τον Ιούλιο έως τον Σεπτέμβριο, γεγονός που ενδεχομένως να οφείλεται στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες (κυρίως αστικά λύματα) στην υδρολογική λεκάνη, ενώ η αύξηση μετά τον Νοέμβριο οφείλεται κυρίως στην έκπλυση των γεωργικών και κτηνοτροφικών γαιών από τις φθινοπωρινές βροχές. Μεγαλύτερη μείωση του pH κατά την καλοκαιρινή περίοδο παρατηρείται στις θέσεις PLC4 - PLC6, ενώ μικρότερη στους σταθμούς PLC1 - PLC3. Αξιοσημείωτο είναι ότι στις θέσεις PLC6

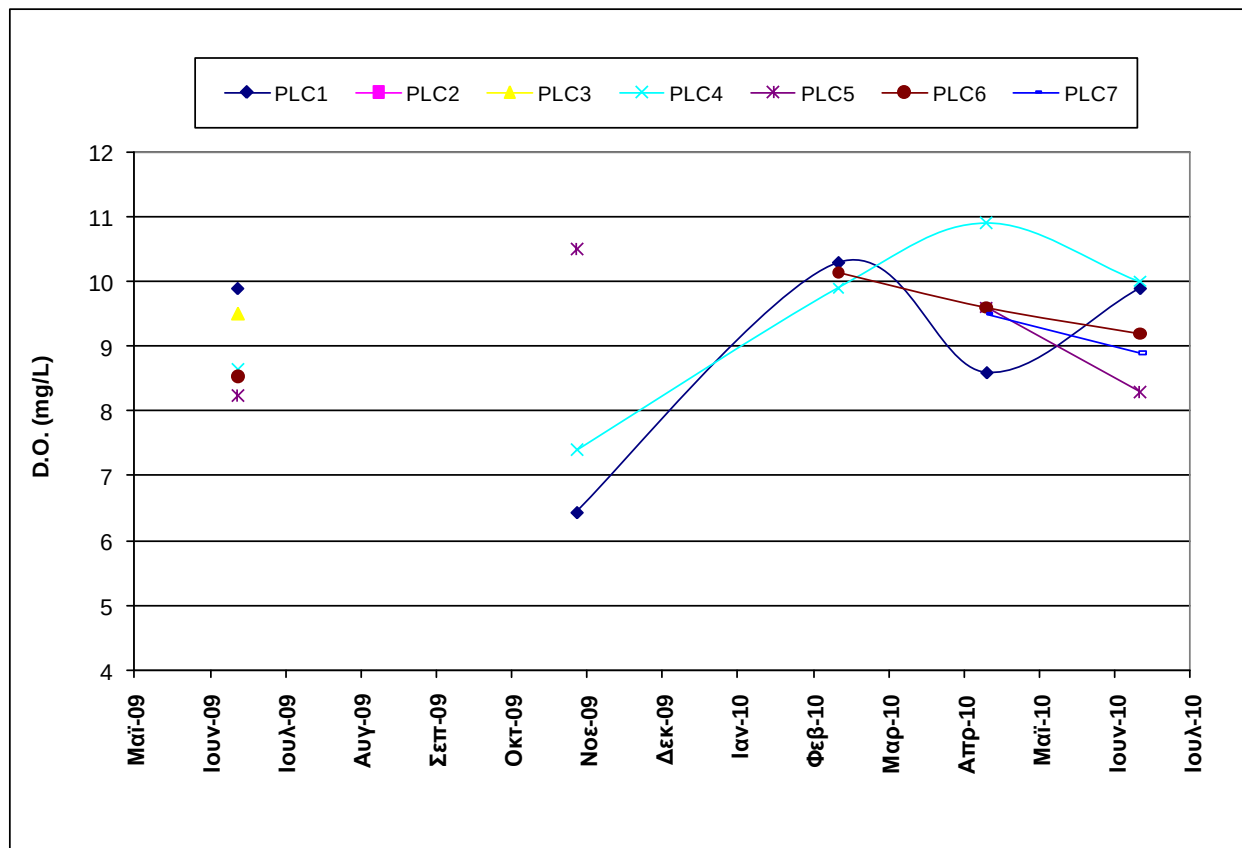
και PLC7 η χρονική διακύμανση του pH παρουσιάζει διαφορές σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς και συγκεκριμένα τον Νοέμβριο 2009 οι τιμές εξακολουθούσαν να μένουν σε χαμηλά επίπεδα και παρουσίασαν αύξηση τον Μάρτιο 2010. Αυτό υποδεικνύει πιθανά μεγαλύτερη πίεση από ανθρωπογενή λύματα στις περιοχές του Κερασιώτη και του Μεγάλου ποταμού η οποία μειώνεται με τις μεγάλες παροχές του Μαρτίου. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από τις μετρήσεις των μικροβιολογικών παραμέτρων όπως θα δούμε παρακάτω.



Εικόνα 4.36 Εποχιακή διακύμανση του pH στις θέσεις δειγματοληψίας PLC1-PLC7 στην υδρολογική λεκάνη τους μήνες Ιούλιο 2009, Σεπτέμβριο 2009, Νοέμβριο 2009, Μάρτιο 2010, Μάιο 2010 και Ιούλιο 2010.

Το διαλυμένο οξυγόνο στα ρέματα δεν αναμένεται να παρουσιάζει ιδιαίτερες διακυμάνσεις ούτως ή άλλως (Εικόνα 4.37) αλλά είναι ενδεικτικές οι υψηλές τιμές στις θέσεις PLC1, PLC3 κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009 και οι σχετικά χαμηλές τιμές στις θέσεις PLC4-PLC6, κάτι που μπορεί να αποδοθεί στις μεγαλύτερες πιέσεις που παρατηρούνται στο βόρειο παρά στο νότιο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης (οικισμοί Φυλακτής, Πεζούλας, Κρυονερίου, κτλ). Παρ' όλα αυτά οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου στα ρέματα της περιοχής τον Ιούλιο 2009 ήταν πάνω από 8 mg/l που θεωρούνται αρκετά υψηλές. Το Νοέμβριο 2009 παρατηρείται μέγιστο του διαλυμένου οξυγόνου στη θέση PLC5 και ελάχιστο στις θέσεις PLC1 και PLC4. Μεταξύ του

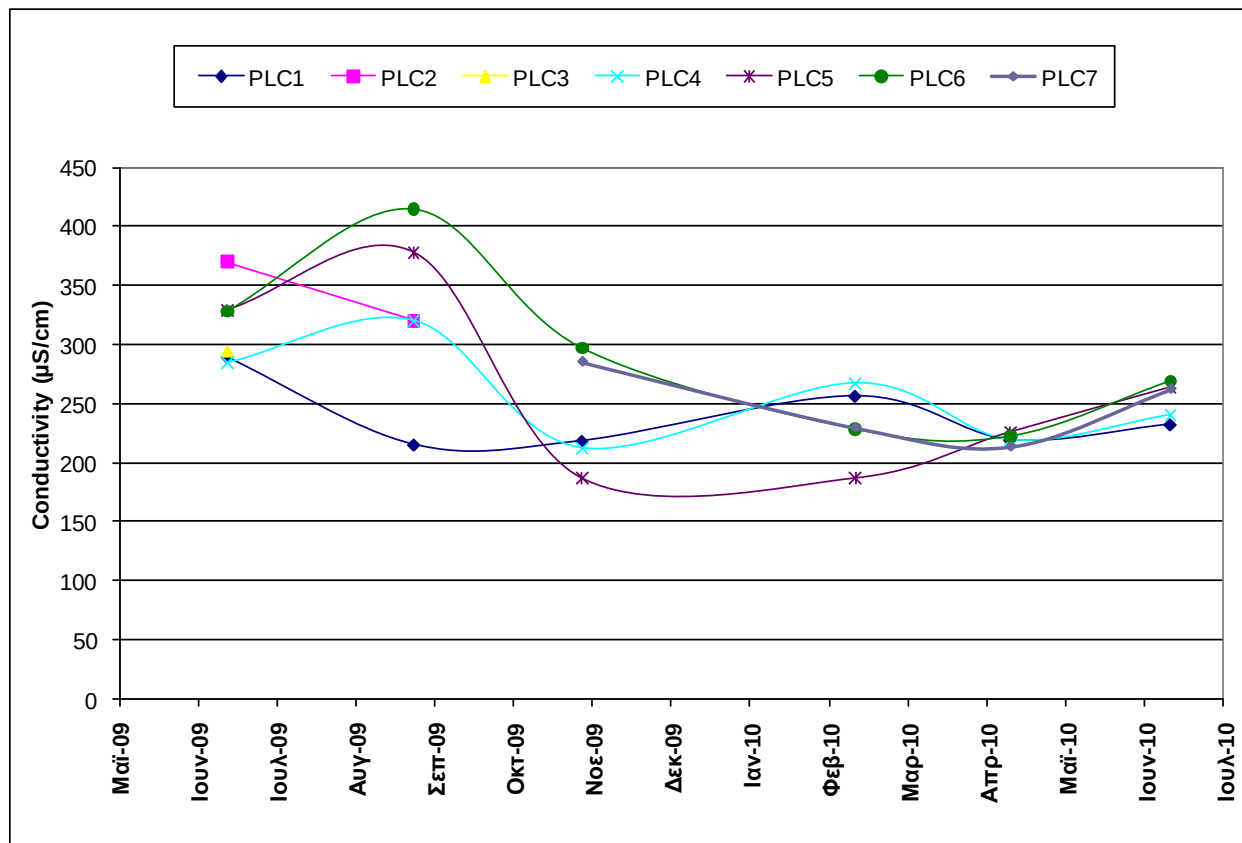
Νοεμβρίου 2009 και του Μαρτίου 2010 παρατηρούνται αυξημένες τιμές του διαλυμένου οξυγόνου στις θέσεις PLC1, PLC6 και PLC4.



Εικόνα 4.37 Εποχιακή διακύμανση του διαλυμένου οξυγόνου (mg/L) στις θέσεις δειγματοληψίας PLC1-PLC7 στην υδρολογική λεκάνη τους μήνες Ιούλιο 2009, Νοέμβριο 2009, Μάρτιο 2010, Μάιο 2010 και Ιούλιο 2010.

Η αγωγιμότητα (Εικόνα 4.38) κατά την περίοδο Ιουλίου και Σεπτεμβρίου 2009 παρουσίασε τις μεγαλύτερες τιμές του έτους για την συντριπτική πλειοψηφία των σταθμών (εκτός του PLC1). Μέγιστο και ελάχιστο παρατηρείται στους σταθμούς PLC6 και PLC1 τον Σεπτέμβριο, και στους σταθμούς PLC2 και PLC4 τον Ιούλιο, αντίστοιχα. Οι τιμές της αγωγιμότητας είναι αρκετά χαμηλές αφού κυμαίνονται από 215 - 378 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ενώ και πάλι στα ρέματα του βόρειου τμήματος της υδρολογικής λεκάνης η αγωγιμότητα παρουσιάζεται ελαφρώς αυξημένη σε σχέση με τα ρέματα του νότιου τμήματος αυτής. Στη συνέχεια και μεταξύ των δειγματοληψιών του Σεπτεμβρίου 2009 και Νοεμβρίου 2009 παρατηρείται γενικά σημαντική μείωση της αγωγιμότητας (με εξαίρεση ίσως τον σταθμό PLC1 ο οποίος παρουσίαζε ελάχιστο το Σεπτέμβριο 2009 και παρέμεινε στα ίδια επίπεδα τον Νοέμβριο) με τις τιμές του Νοεμβρίου 2009 να κυμαίνονται μεταξύ 187-297 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Στη συνέχεια μεταξύ του Νοεμβρίου 2009 και του Ιουλίου 2010 παρατηρείται μικρή μεταβολή των τιμών της αγωγιμότητας σε όλες τις θέσεις με

χαμηλές σχετικά τιμές, ελάχιστο στη θέση PLC5 (187 $\mu\text{S}/\text{cm}$) και μέγιστο στη θέση PLC6 (269 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

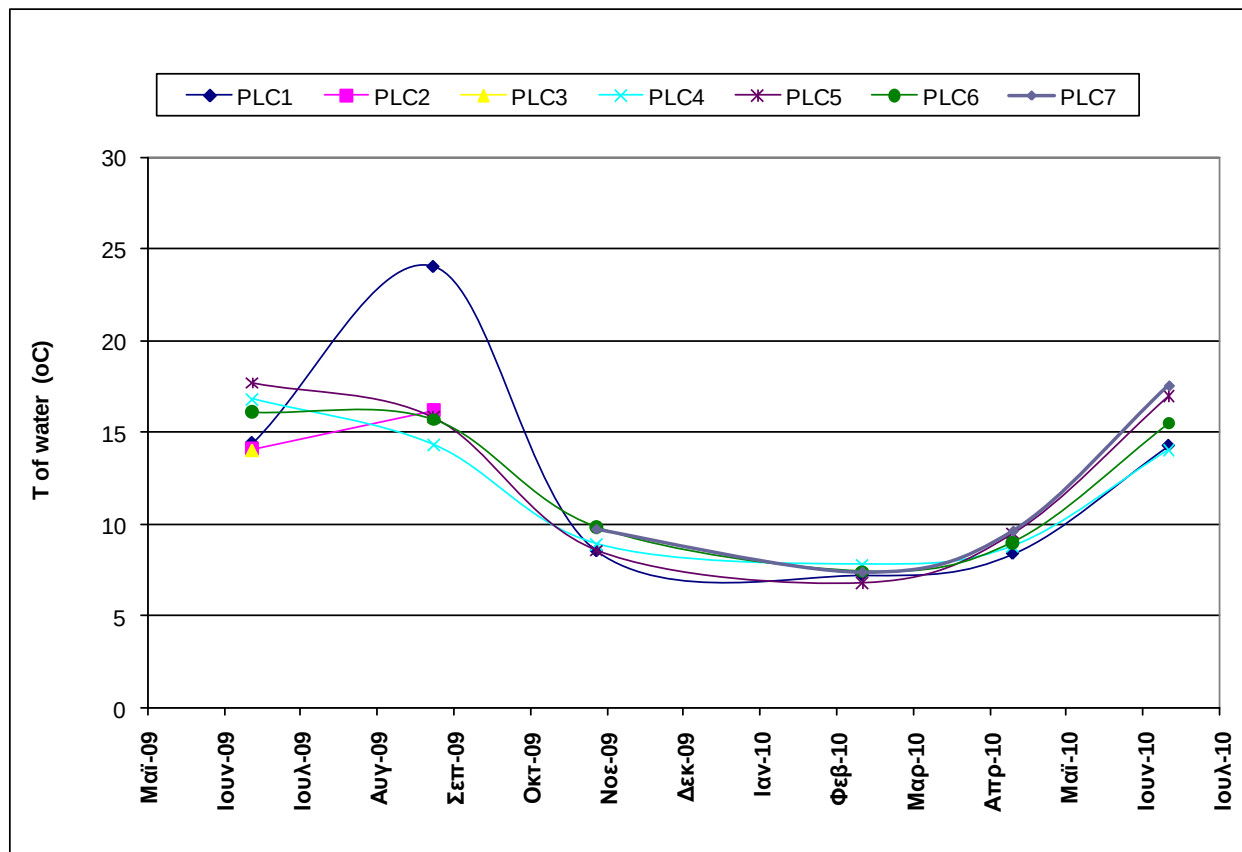


Εικόνα 4.38 Εποχιακή διακύμανση της αγωγιμότητας ($\mu\text{S}/\text{cm}$) στις θέσεις δειγματοληψίας PLC1-PLC7 στην υδρολογική λεκάνη τους μήνες Ιούλιο 2009, Σεπτέμβριο 2009, Νοέμβριο 2009, Μάρτιο 2010, Μάιο 2010 και Ιούλιο 2010.

Οι ανωτέρω διακυμάνσεις υποδεικνύουν την ύπαρξη επιπτώσεων από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες στην υδρολογική λεκάνη (κυρίως αστικά λύματα) αφού οι σταθμοί PLC6, PLC5 και λιγότερο ο σταθμός PLC4 παρουσιάζουν αυξητικές τάσεις κατά την καλοκαιρινή περίοδο σε αντίθεση με τους υπόλοιπους σταθμούς που παρουσιάζουν μείωση κατά περίοδο αυτή. Παρόλα αυτά η εν λόγω επίδραση είναι σχετικά μικρή και δεν μεταβάλλει σημαντικά τις τιμές της αγωγιμότητας. Η αύξηση των τιμών του σταθμού PLC4 τον Μάρτιο του 2010 οφείλεται στις πλημμυρικές παροχές και τις σχετικές διαβρωτικές διεργασίες του φλύσχη που προσέφεραν τεράστιους όγκους φερτών υλών στο συγκεκριμένο ρέμα.

Η θερμοκρασία (Εικόνα 4.39) παρουσιάζει παρόμοια διακύμανση σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας. Έτσι μεταξύ του Ιουλίου και του Σεπτεμβρίου 2009 παρατηρείται γενικά μικρή μεταβολή της θερμοκρασίας (με εξαίρεση τη θέση PLC1 όπου παρουσιάζεται μέγιστο (24 °C) το

Σεπτέμβριο 2009), ενώ στη συνέχεια παρατηρείται καθοδική τάση μεταξύ του Σεπτεμβρίου 2009 και του Νοεμβρίου 2009 και σχετικά μικρή μείωση των τιμών μεταξύ του Νοεμβρίου 2009 και του Μαρτίου 2010. Μετά τον Μάρτιο σημειώνεται σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας.



Εικόνα 4.39 Εποχιακή διακύμανση της θερμοκρασίας (°C) στις θέσεις δειγματοληψίας PLC1-PLC7 στην υδρολογική λεκάνη τους μήνες Ιούλιο 2009, Σεπτέμβριο 2009, Νοέμβριο 2009, Μάρτιο 2010, Μάιο 2010 και Ιούλιο 2010.

Τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών μετρήσεων των ρεμάτων για τις δειγματοληψίες του Ιουλίου, Σεπτεμβρίου και Νοεμβρίου 2009 και Μαρτίου, Μαΐου και Ιουλίου 2010 στις θέσεις PLC1-PLC7 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους πίνακες 4.17-4.22.

Πίνακας 4.28 Αποτελέσματα φυσικοχημικών μετρήσεων σε ρέματα στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» κατά τη δειγματοληψία Ιουλίου 2009.

Παράμετρος	PLC1	PLC2	PLC3	PLC4	PLC5	PLC6
pH	6.81	7.23	6.84	8.27	8.1	8.21
Διαλυμ. οξυγόνο (mg/l)	9.9	-	9.5	8.65	8.24	8.53
Αγωγιμότητα (μS/cm)	289	370	294	284	329	328
Θερμοκρασία νερού (°C)	14.4	14.1	14	16.8	17.7	16.1

Πίνακας 4.29 Αποτελέσματα φυσικοχημικών μετρήσεων σε ρέματα στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» κατά τη δειγματοληψία Σεπτεμβρίου 2009.

Παράμετρος	PLC1	PLC2	PLC3	PLC4	PLC5	PLC6
pH	6.74	6.9	-	6.72	6.96	7.04
Διαλυμ. οξυγόνο (mg/l)	-	-	-	-	-	-
Αγωγιμότητα (μS/cm)	215	320	-	320	378	415
Θερμοκρασία νερού (°C)	24	16.2	-	14.3	15.8	15.7

Πίνακας 4.30 Αποτελέσματα φυσικοχημικών μετρήσεων σε ρέματα στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» κατά τη δειγματοληψία Νοεμβρίου 2009.

Παράμετρος	PLC1	PLC2	PLC3	PLC4	PLC5	PLC6	PLC7	PLD2
pH	-	-	-	-	-	6.9	6.8	9.6
Διαλυμ. οξυγόνο (mg/l)	6.44	-	-	7.4	10.5	-	-	8.6
Αγωγιμότητα (μS/cm)	218	-	-	212	187	297	285	159
Θερμοκρασία νερού (°C)	8.5	-	-	8.9	8.56	9.8	9.7	13.2

Πίνακας 4.31 Αποτελέσματα φυσικοχημικών μετρήσεων σε ρέματα στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» κατά τη δειγματοληψία Μαρτίου 2010.

Παράμετρος	PLC1	PLC2	PLC3	PLC4	PLC5	PLC6	PLC7	PLD2
pH	8.9	-	-	8.5	8.3	8.37	8.37	8.38
Διαλυμ. οξυγόνο (mg/l)	10.3	-	-	9.9	10.3	10.14	10.04	11.1
Αγωγιμότητα (μS/cm)	256	-	-	267	187	228	229	211
Θερμοκρασία νερού (°C)	7.2	-	-	7.8	6.8	7.4	7.37	8.2

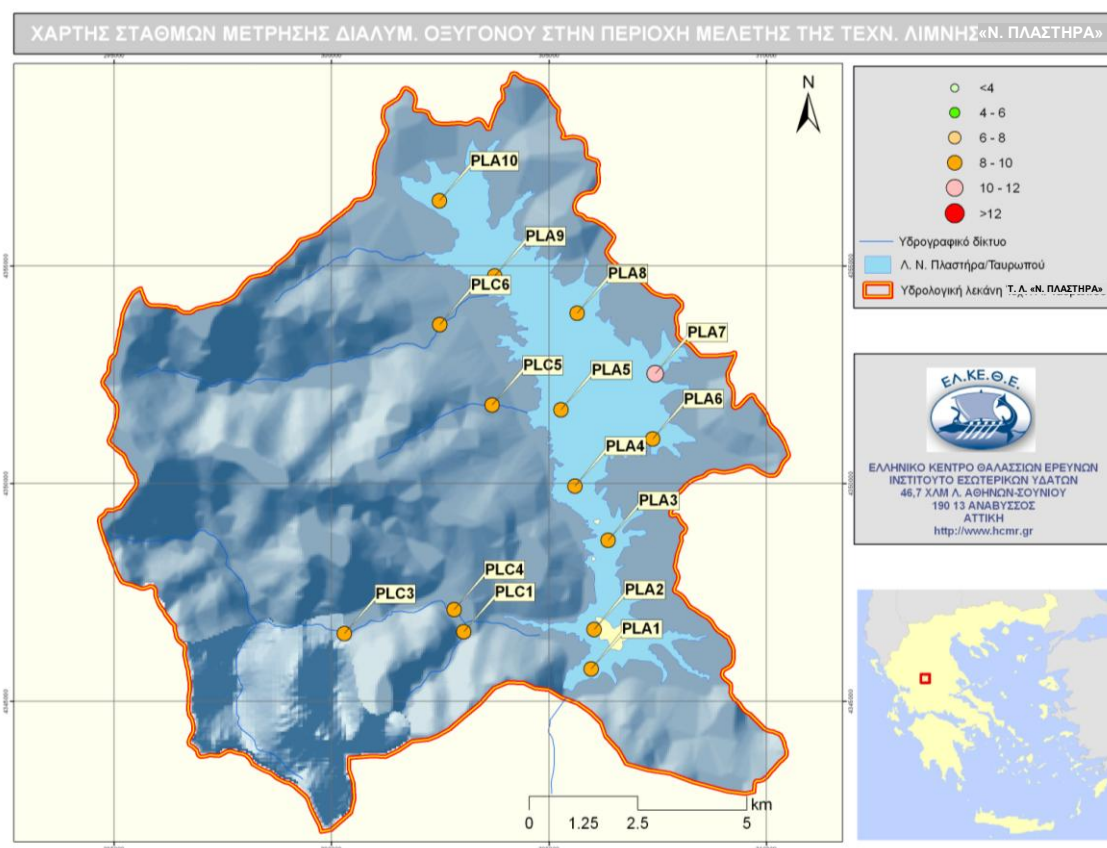
Πίνακας 4.32 Αποτελέσματα φυσικοχημικών μετρήσεων σε ρέματα στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» κατά τη δειγματοληψία Μαΐου 2010.

Παράμετρος	PLC1	PLC2	PLC3	PLC4	PLC5	PLC6	PLC7	PLD2
pH	8,37	-	-	8,44	8,4	8,44	8,3	8,37
Διαλυμ. οξυγόνο (mg/l)	8,6	-	-	10,9	9,6	9,6	9,5	8,6
Αγωγιμότητα (μS/cm)	232	-	-	240	264	269	262	232
Θερμοκρασία νερού (°C)	8,36	-	-	8,8	9,5	9	9,6	8,36

Πίνακας 4.33 Αποτελέσματα φυσικοχημικών μετρήσεων σε ρέματα στην υδρολογική λεκάνη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» κατά τη δειγματοληψία Ιουλίου 2010.

Παράμετρος	PLC1	PLC2	PLC3	PLC4	PLC5	PLC6	PLC7	PLD2
pH	8,37	-	-	8,44	8,4	8,44	8,3	8,37
Διαλυμ. οξυγόνο (mg/l)	9,9	-	-	10	8,3	9,2	8,9	9,9
Αγωγιμότητα (μS/cm)	232	-	-	240	264	269	262	232
Θερμοκρασία νερού (°C)	14,24	-	-	14,04	17	15,5	17,5	14,24

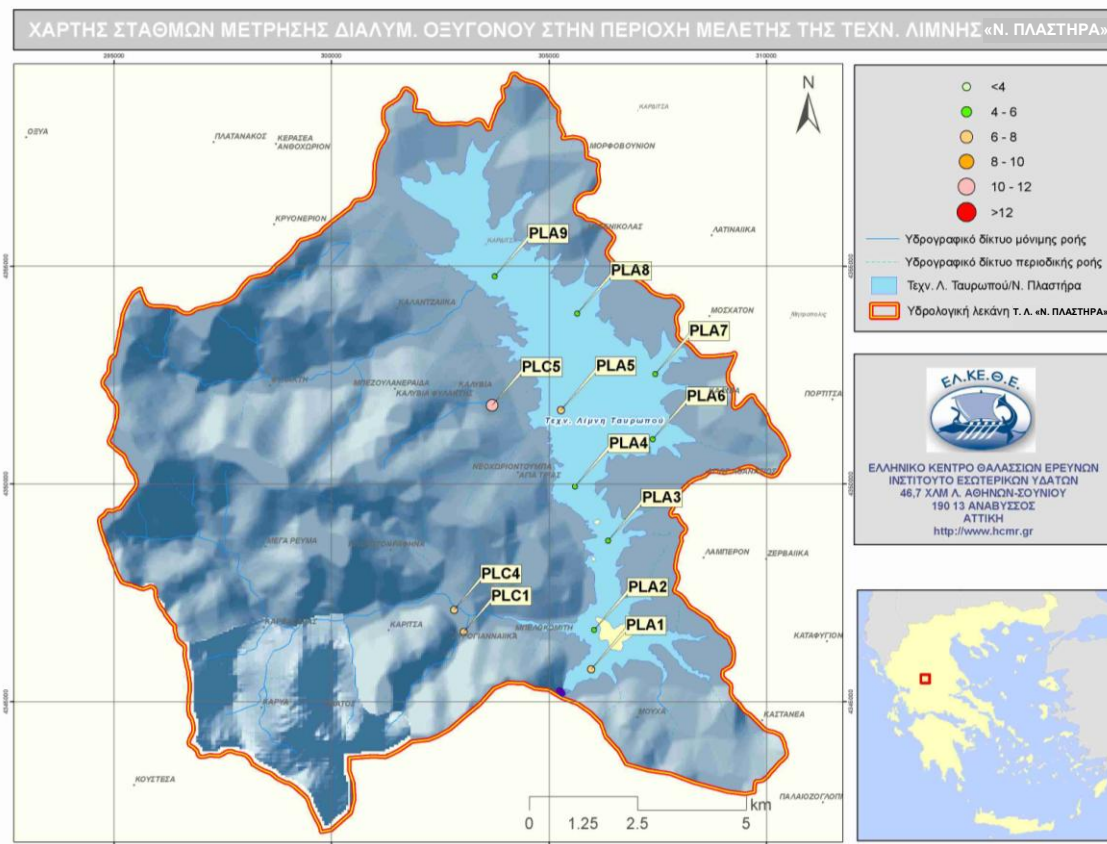
Στην εικόνα 4.40 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των μετρήσεων του διαλυμένου οξυγόνου κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009 στην περιοχή μελέτης περιλαμβάνοντας τους σταθμούς στην υδρολογική λεκάνη περιμετρικά της Τεχν. Λίμνης «Ν. Πλαστήρα» καθώς και τους σταθμούς εντός της λίμνης (οι τιμές της παραμέτρου στη λίμνη είναι μέσοι όροι στην υδάτινη στήλη). Όπως φαίνεται οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου που παρατηρήθηκαν, τόσο στα ρέματα όσο και στη λίμνη, είναι γενικά στα ίδια, σχετικά υψηλά, επίπεδα, μεταξύ 8-10 mg/L, με εξαίρεση το σταθμό PLA7 όπου παρατηρήθηκε μέγιστο με ελαφρά υψηλότερη τιμή (10,3 mg/L).



Εικόνα 4.40 Κατανομή του διαλυμένου οξυγόνου (mg/L) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» PLA1-PLA10 και στα ρέματα στην υδρολογική λεκάνη PLC1-PLC6, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009.

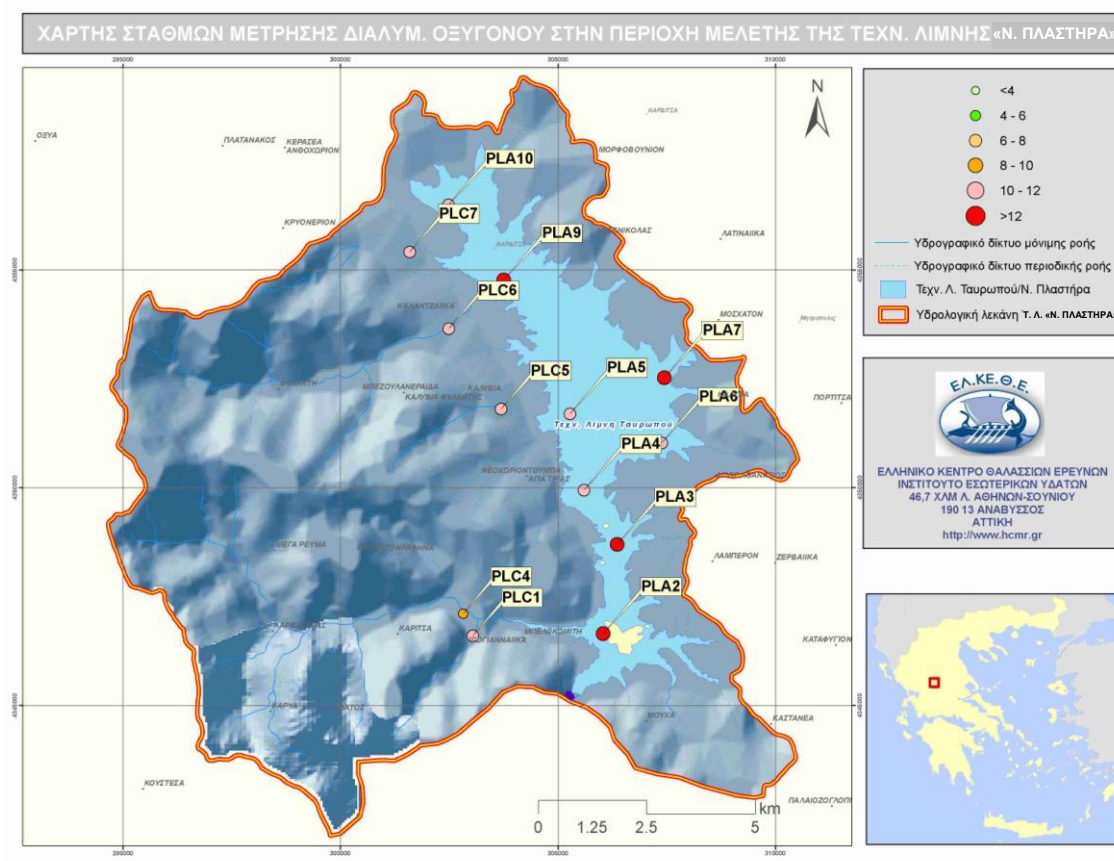
Στην εικόνα 4.41 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των μετρήσεων του διαλυμένου οξυγόνου κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009 στην περιοχή μελέτης περιλαμβάνοντας τους σταθμούς στην υδρολογική λεκάνη περιμετρικά της Τεχν. Λίμνης «Ν. Πλαστήρα» καθώς και τους σταθμούς εντός της λίμνης (οι τιμές της παραμέτρου στη λίμνη είναι μέσοι όροι στην υδάτινη στήλη). Όπως φαίνεται οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου που παρατηρήθηκαν, στη

λίμνη, είναι γενικά σε σχετικά χαμηλά, επίπεδα, μεταξύ 4-7 mg/L, ενώ σε τρεις θέσεις σε ρέματα στην υδρολογική λεκάνη παρατηρήθηκαν ελαφρά υψηλότερες τιμές (6,4-8,6 mg/L).



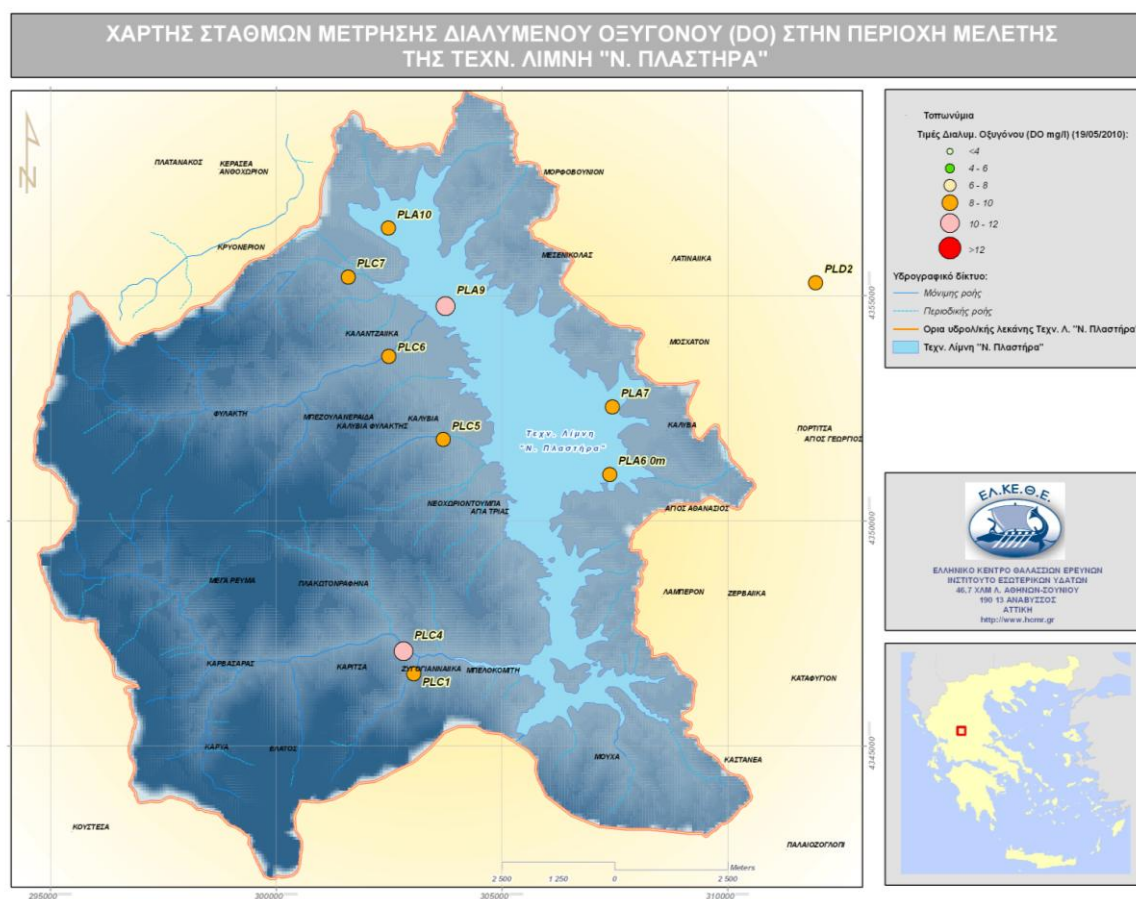
Εικόνα 4.41 Κατανομή του διαλυμένου οξυγόνου (mg/L) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» PLA1-PLA10 και στα ρέματα στην υδρολογική λεκάνη PLC1-PLC7, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.

Στην εικόνα 4.42 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των μετρήσεων του διαλυμένου οξυγόνου κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010 στην περιοχή μελέτης περιλαμβάνοντας τους σταθμούς στην υδρολογική λεκάνη περιμετρικά της Τεχν. Λίμνης «Ν. Πλαστήρα» καθώς και τους σταθμούς εντός της λίμνης (οι τιμές της παραμέτρου στη λίμνη είναι μέσοι όροι στην υδάτινη στήλη). Όπως φαίνεται οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου που παρατηρήθηκαν στη λίμνη (μεταξύ 10,7-12,3 mg/L), είναι γενικά σε πολύ υψηλά επίπεδα λόγω της μεγάλης εισροής γλυκού νερού από το λιώσιμο του χιονιού και τις χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες που επικρατούν.



Εικόνα 4.42 Κατανομή του διαλυμένου οξυγόνου (mg/L) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» PLA1-PLA10 και στα ρέματα στην υδρολογική λεκάνη PLC1-PLC7, κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010.

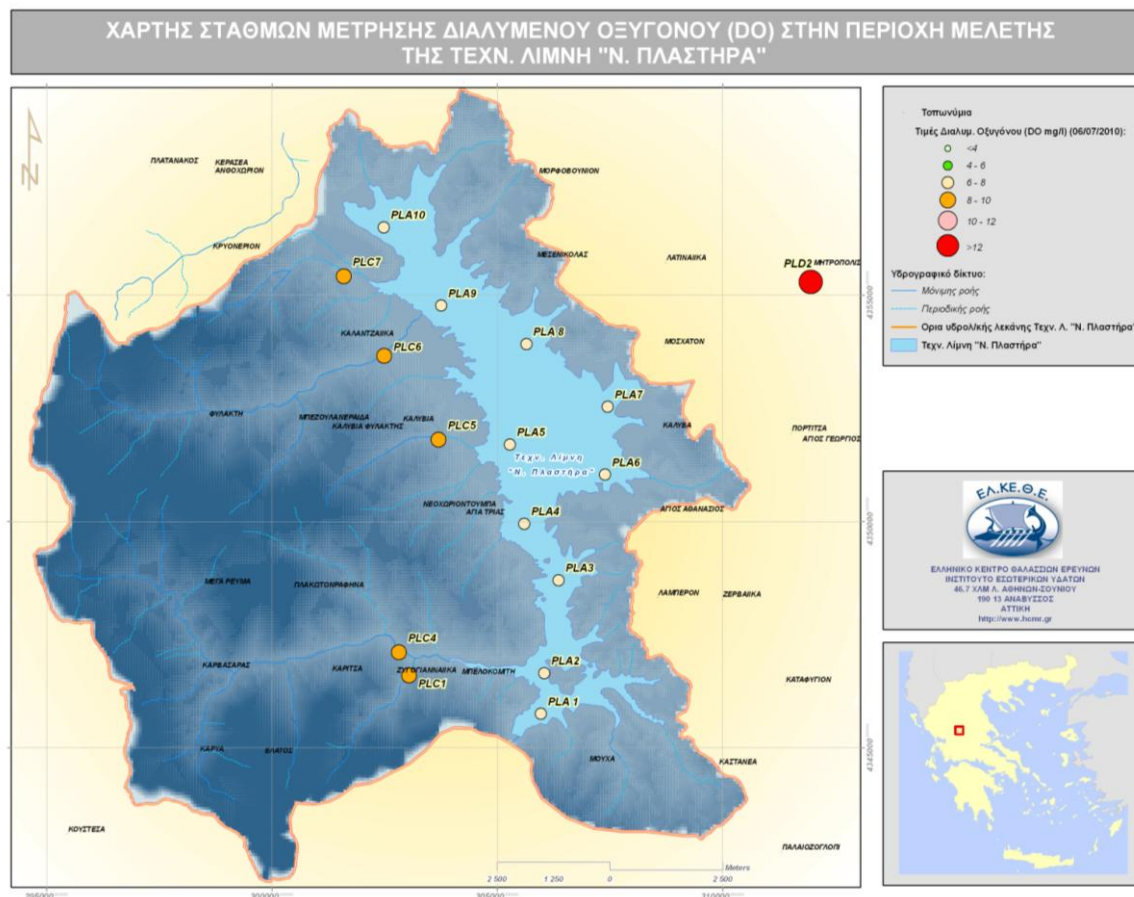
Στην εικόνα 4.43 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των μετρήσεων του διαλυμένου οξυγόνου (mg/L) στην περιοχή μελέτης περιλαμβάνοντας τους σταθμούς στην υδρολογική λεκάνη περιμετρικά της Τεχν. Λίμνης «Ν. Πλαστήρα» καθώς και τους σταθμούς εντός της λίμνης (οι τιμές της παραμέτρου στη λίμνη είναι μέσοι όροι στην υδάτινη στήλη). Όπως φαίνεται η κατάταξη του μηνιαίου μέσου όρου του διαλυμένου οξυγόνου ακολουθεί τη σειρά: Νοέμβριος 2009 < Αύγουστος 2009 < Ιούλιος 2010 < Σεπτέμβριος 2009 < Ιούλιος 2009 < Μάιος 2010 < Μάρτιος 2010, ενώ η κατάταξη μεταξύ των σταθμών ακολουθεί τη σειρά: PLA4 < PLA3 < PLA2 < PLA1 < PLA8 < PLA7 < PLA9 < PLA6 < PLA10 < PLC1 < PLC5 < PLA6 < PLC4 < PLC5 < PLC7 < PLC3 < PLD2.



Εικόνα 4.43 Κατανομή του διαλυμένου οξυγόνου (mg/L) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» PLA1-PLA10 και στα ρέματα στην υδρολογική λεκάνη PLC1-PLC7, κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2010.

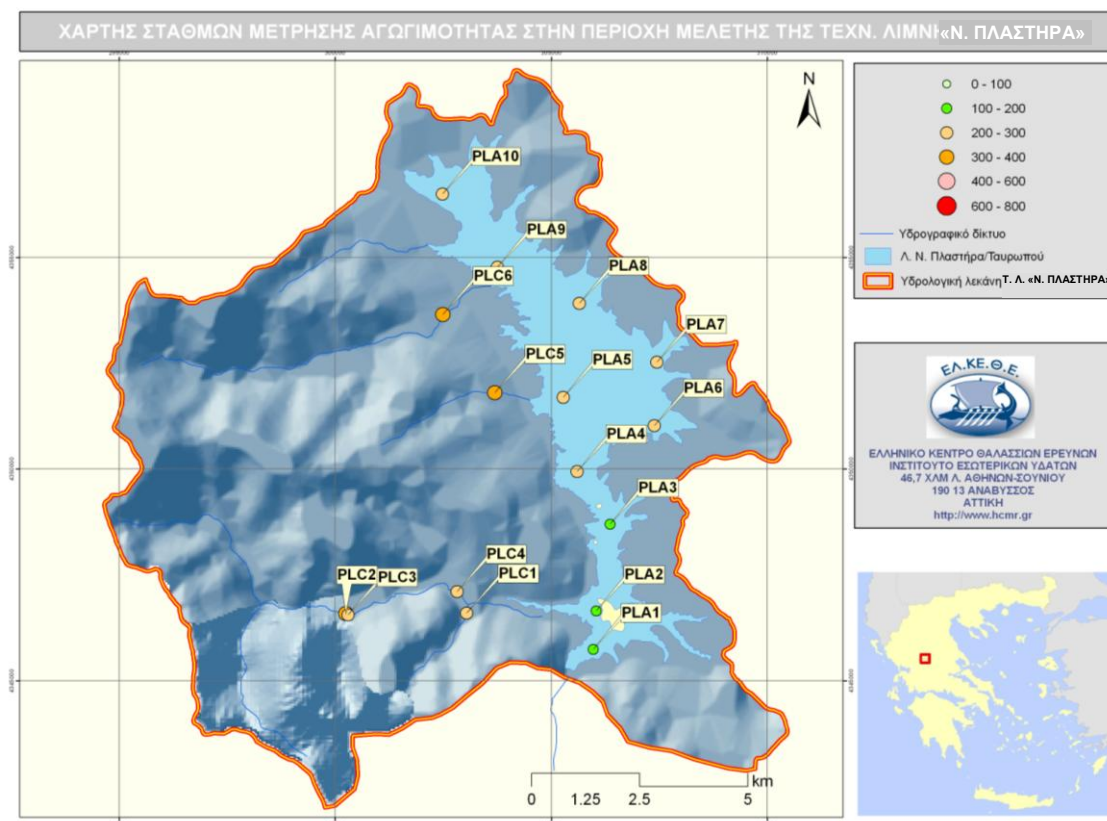
Πίνακας 4.34 Αποτελέσματα μετρήσεων διαλυμένου οξυγόνου (mg/L) στην υδρολογική λεκάνη Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» (συμπεριλαμβανομένης της Λίμνης).

Κωδικός σταθμού	Ιούλ-09	Αύγ-09	Σεπ-09	Νοέ-09	Μάρ-10	Μάι-10	Ιουλ-10	Μ.Ο.
PLA1	8,91	-	8,60	6,13	-	-	7,87	7,9
PLA2	8,10	8,06	7,67	5,62	-	-	7,80	7,5
PLA3	8,20	-	7,23	5,59	-	-	7,55	7,1
PLA4	8,04	-	6,16	5,31	-	-	7,50	6,8
PLA5	9,89	-	9,81	6,93	11,59	-	7,63	9,2
PLA6	8,41	-	9,49	5,33	10,74	9,47	7,55	8,5
PLA7	10,32	6,86	11,76	4,71	-	8,41	7,68	8,3
PLA8	9,55	-	10,50	4,70	-	-	7,60	8,1
PLA9	9,37	-	-	5,72	-	10,82	7,55	8,4
PLA10	9,01	7,79	-	-	11,40	9,12	7,58	9,0
PLC1	9,90	-	-	6,44	10,30	8,60	9,90	9,0
PLC3	9,50	-	-	-	-	-	-	9,5
PLC4	8,65	-	-	7,40	9,90	10,90	10,00	9,4
PLC5	8,24	-	-	10,50	10,30	9,60	8,30	9,4
PLC6	8,53	-	-	-	10,14	9,60	9,20	9,4
PLC7	-	-	-	-	10,04	9,50	8,90	9,5
PLD2	-	-	-	8,60	11,10	9,50	12,14	10,3
Μ.Ο.	9,0	7,6	8,9	6,4	10,6	9,6	8,4	8,7



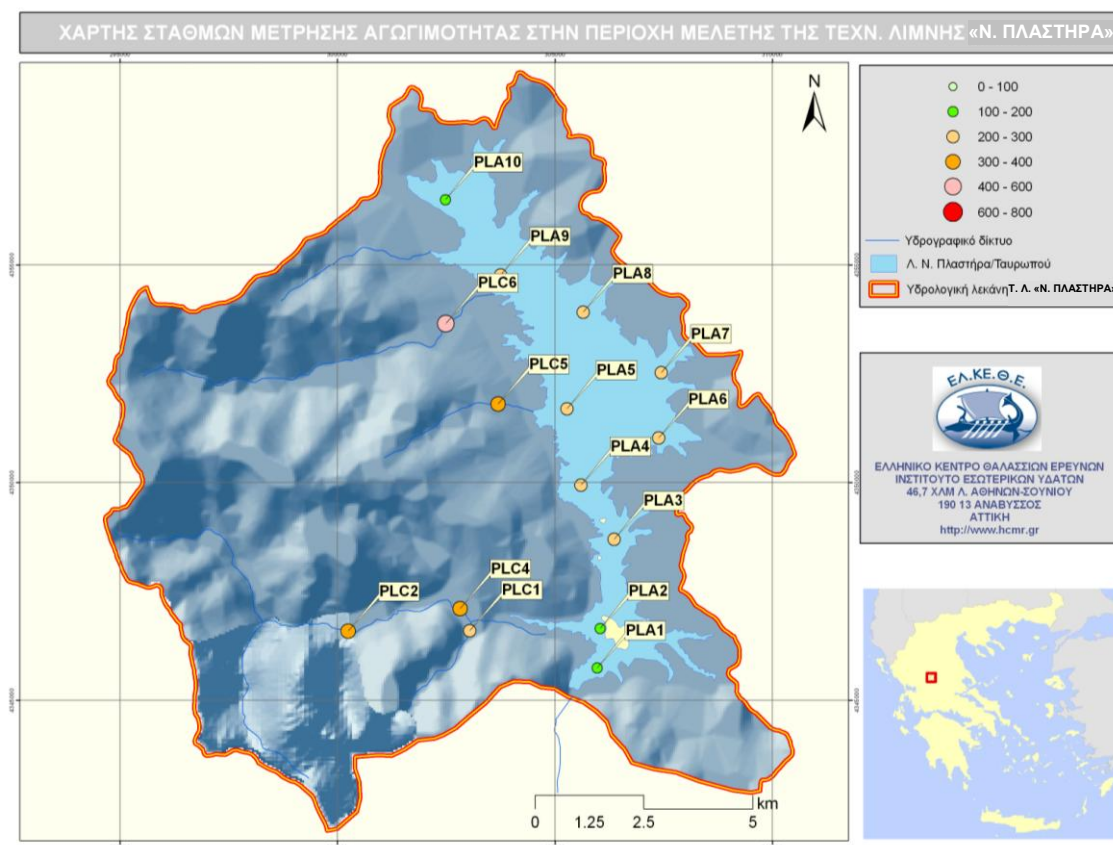
Εικόνα 4.44 Κατανομή του διαλυμένου οξυγόνου (mg/L) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» PLA1-PLA10 και στα ρέματα στην υδρολογική λεκάνη PLC1-PLC7, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2010.

Στην εικόνα 4.45 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των μετρήσεων της αγωγιμότητας στην περιοχή μελέτης περιλαμβάνοντας τους σταθμούς στην υδρολογική λεκάνη περιμετρικά της Τεχν. Λίμνης «Ν. Πλαστήρα» καθώς και τους σταθμούς εντός της λίμνης (οι τιμές της παραμέτρου στη λίμνη είναι μέσοι όροι στην υδάτινη στήλη) τον Ιούλιο 2009 (διακύμανση τιμών: 190 – 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Όπως φαίνεται οι τιμές της αγωγιμότητας που παρατηρήθηκαν κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009, παρουσιάζονται ελαφρώς αυξημένες στα ρέματα σε σχέση με τη λίμνη όπου υπάρχει μεγαλύτερη διάλυση και καθίζηση των στερεών. Χαμηλότερες τιμές αγωγιμότητας παρατηρήθηκαν στο νότιο τμήμα της Λίμνης (PLA1-PLA3) όπου παρατηρούνται και οι μικρότερες ανθρωπογενείς πιέσεις.



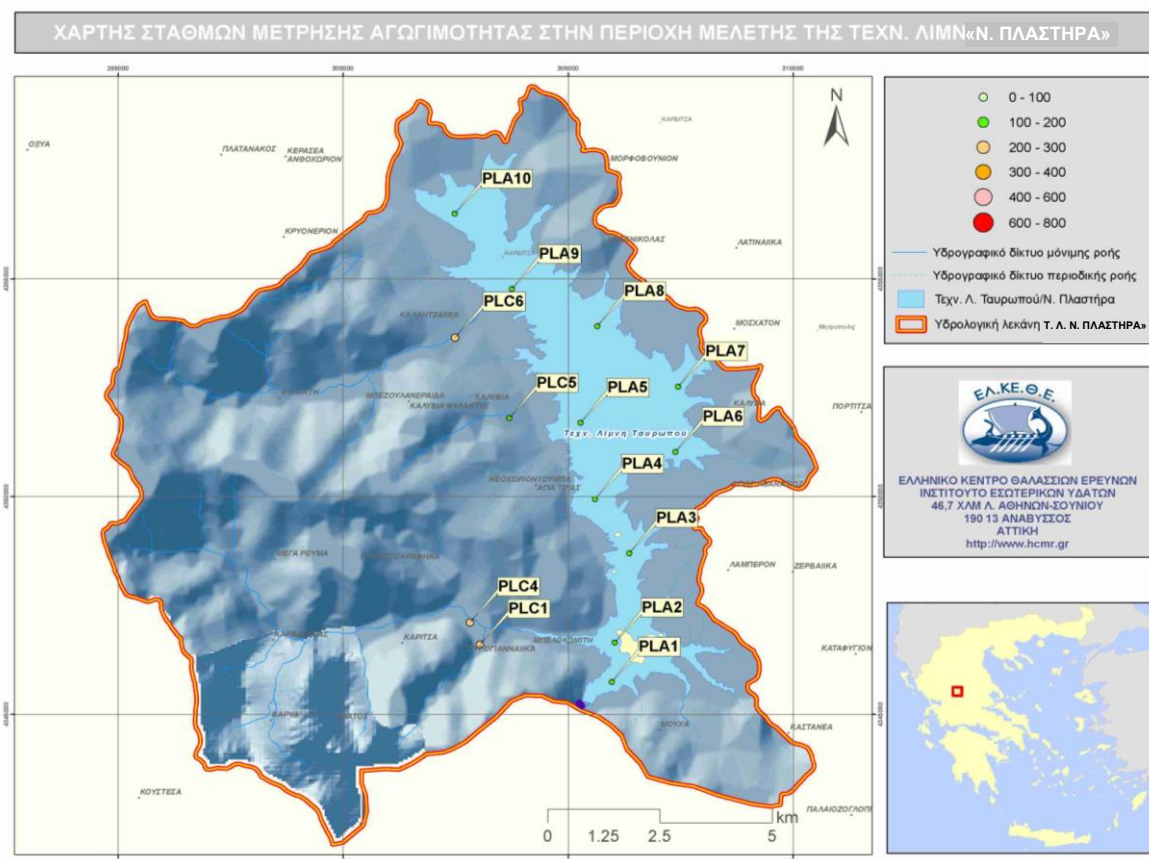
Εικόνα 4.45 Κατανομή της αγωγιμότητας ($\mu\text{S}/\text{cm}$) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» PLA1-PLA10 και στα ρέματα στην υδρολογική λεκάνη PLC1-PLC6, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009.

Στην εικόνα 4.46 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των μετρήσεων της αγωγιμότητας στην Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» (οι τιμές της παραμέτρου στη λίμνη είναι μέσοι όροι στην υδάτινη στήλη) το Σεπτέμβριο 2009. Όπως φαίνεται οι τιμές της αγωγιμότητας που παρατηρήθηκαν κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2009, είναι ελαφρώς υψηλότερες στους σταθμούς που βρίσκονται στο χερσαίο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης σε σχέση με τους λιμναίους σταθμούς, με μέγιστο στο σταθμό PLC6 ($415 \mu\text{S}/\text{cm}$) ο οποίος βρίσκεται στο ρέμα που διέρχεται από τα Καλύβια Φυλακτής (πιθανή επίδραση από αστικά λύματα). Όσον αφορά το λιμναίο τμήμα (διακύμανση τιμών: $185 - 281 \mu\text{S}/\text{cm}$), υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στο κεντρικό τμήμα της Λίμνης PLA3-PLA9 ενώ ελαφρώς χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στους σταθμούς PLA1, PLA2 (νότιο, βαθύ τμήμα) και PLA10 (βόρειο τμήμα της Λίμνης) όπου δεν υπάρχει κάποιο εισρέων ρέμα πλησίον.



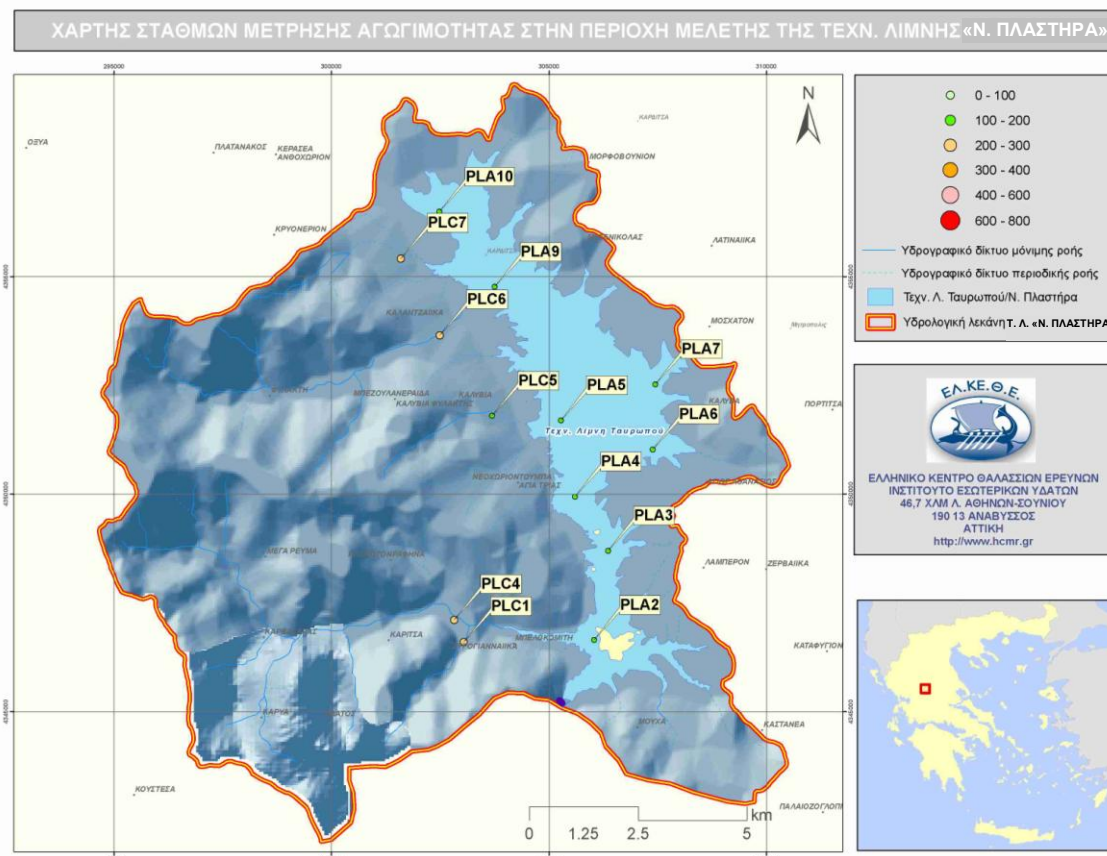
Εικόνα 4.46 Κατανομή της αγωγιμότητας ($\mu\text{S}/\text{cm}$) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Α. «Ν. Πλαστήρα» PLA1-PLA10 και στα ρέματα στην υδρολογική λεκάνη PLC1-PLC6, κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2009.

Οι τιμές της αγωγιμότητας που παρατηρήθηκαν κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009 (εικόνα 4.47), είναι χαμηλότερες σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας ($157\text{--}177\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ στη λίμνη) σε σχέση με τις προηγούμενες δειγματοληψίες τον Ιούλιο και Σεπτέμβριο 2009. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στην αραίωση που προέκυψε από την εισροή νερού της βροχόπτωσης κατά τους φθινοπωρινούς μήνες. Οι τιμές στο χερσαίο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης είναι και πάλι ελαφρώς υψηλότερες ($159\text{--}297\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$) σε σχέση με αυτές που παρατηρήθηκαν στη Λίμνη όπως είναι αναμενόμενο λόγω διαβρωτικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στην υδρολογική λεκάνη. Το PLC6 έχει και σε αυτή την δειγματοληψία την μεγαλύτερη τιμή γεγονός που ενισχύει την πιθανότητα της ανθρώπινης επίδρασης στο εν λόγω ρέμα αφού οι γεωλογικοί σχηματισμοί και η διαβρωσιμότητα των εδαφών της περιοχής του ρέματος είναι παραπλήσια με των υπολοίπων ρεμάτων της υδρολογικής λεκάνης και δεν δικαιολογούν σημαντικές διαφοροποιήσεις στην αγωγιμότητα.



Εικόνα 4.47 Κατανομή της αγωγιμότητας ($\mu\text{S}/\text{cm}$) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» PLA1-PLA10 και στα ρέματα στην υδρολογική λεκάνη PLC1-PLC7, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.

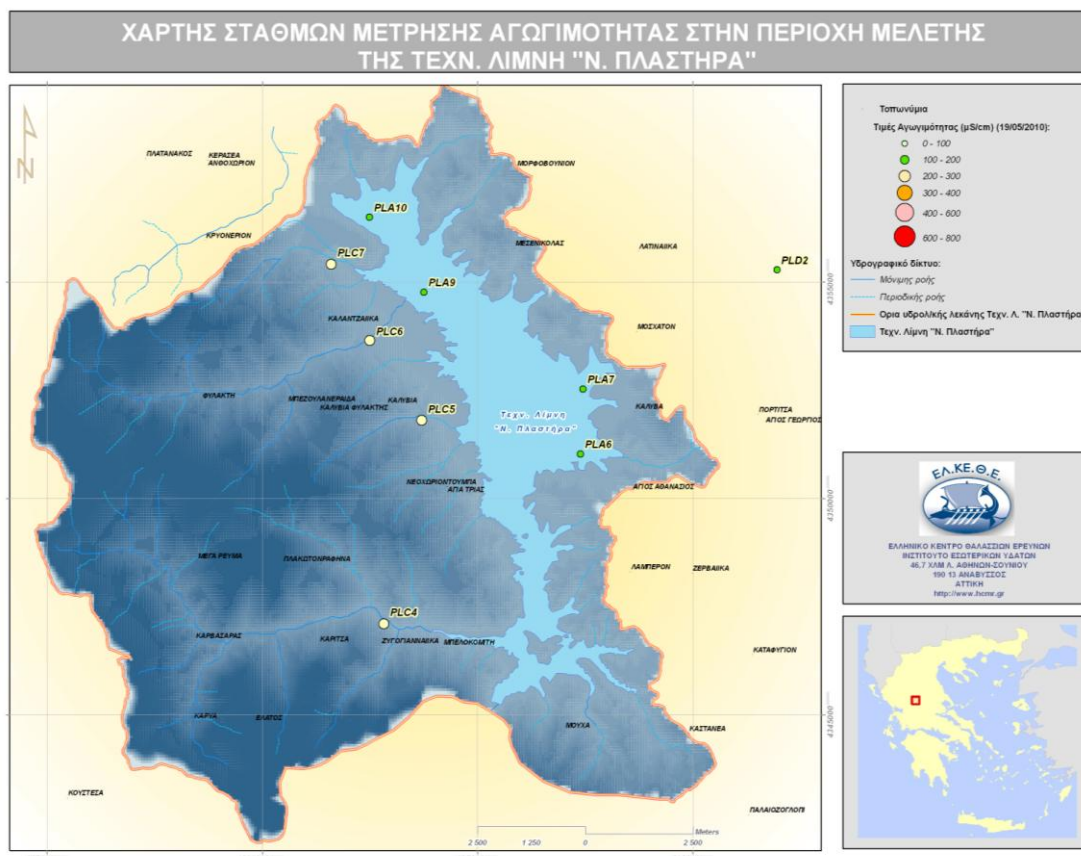
Στην εικόνα 4.48 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των μετρήσεων της αγωγιμότητας στην Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» τον Μάρτιο 2010. Όπως φαίνεται οι τιμές της αγωγιμότητας που παρατηρήθηκαν κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010, είναι γενικά στα ίδια επίπεδα ($146\text{--}173 \mu\text{S}/\text{cm}$ στη λίμνη) σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας σε σχέση με την προηγούμενη δειγματοληψία τον Νοέμβριο 2009 ($157\text{--}177 \mu\text{S}/\text{cm}$ στη λίμνη). Οι σχετικά χαμηλές τιμές προκύπτουν από την μεγάλη αραίωση που συντελέστηκε κατά την διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης λόγω εισροής μεγάλων ποσοτήτων ‘καθαρού’ νερού από την βροχή και το λιώσιμο του χιονιού. Οι τιμές στο χερσαίο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης είναι ελαφρώς υψηλότερες ($187\text{--}256 \mu\text{S}/\text{cm}$) σε σχέση με αυτές που παρατηρήθηκαν στη Λίμνη. Γενικότερα, φαίνεται από τις μετρήσεις ότι κατά την διάρκεια του καλοκαιριού οι τιμές της αγωγιμότητας αυξάνονται λόγω μείωσης των αποθεμάτων νερού. Οι τιμές της λίμνης δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις από σταθμό σε σταθμό ενώ στα ρέματα οι τιμές είναι αισθητά μεγαλύτερες από την λίμνη και με ελαφρώς μεγαλύτερες διαφοροποιήσεις τιμών από σταθμό σε σταθμό.



Εικόνα 4.48 Κατανομή της αγωγιμότητας ($\mu\text{S}/\text{cm}$) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» PLA1-PLA10 και στα ρέματα στην υδρολογική λεκάνη PLC1-PLC7, κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010.

Στον πίνακα 4.35 παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων της αγωγιμότητας ($\mu\text{S}/\text{cm}$) στην υδρολογική λεκάνη (συμπεριλαμβανομένης της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα») για όλες τις δειγματοληψίες. Όπως φαίνεται η κατάταξη του μηνιαίου μέσου όρου της αγωγιμότητας ακολουθεί τη σειρά: Νοέμβριος 2009 < Μάρτιος 2010 < Μάιος 2010 < Ιούλιος 2010 < Αύγουστος 2009 < Ιούλιος 2009 < Σεπτέμβριος 2009, ενώ η κατάταξη μεταξύ των σταθμών ακολουθεί τη σειρά:

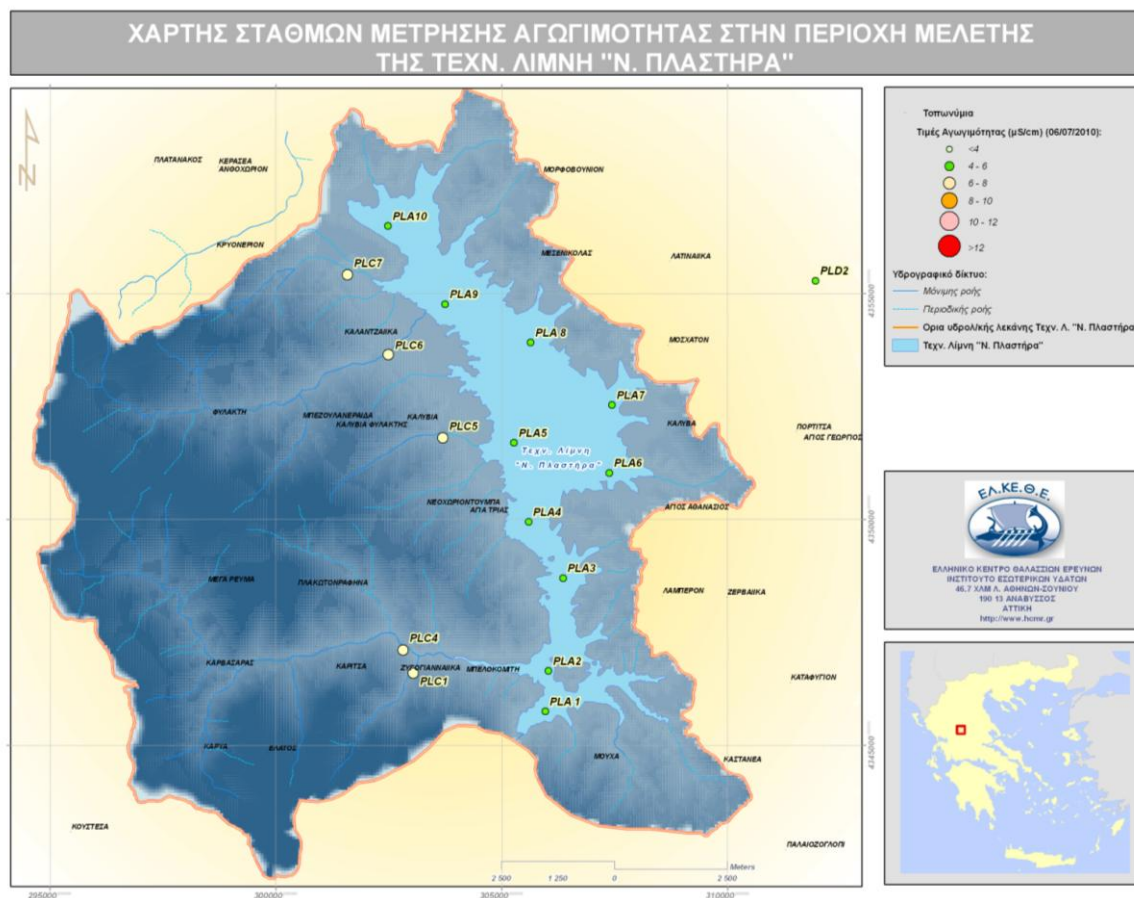
PLA2 < PLA9 < PLA5 < PLA1 < PLA7 < PLA6 < PLA8 < PLA10 < PLA4 < PLA3 < PLC7 < PLC1 < PLC4 < PLC5 < PLC6 < PLC3 < PLC2.



Εικόνα 4.49 Κατανομή της αγωγιμότητας (μS/cm) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» PLA1-PLA10 και στα ρέματα στην υδρολογική λεκάνη PLC1-PLC7, κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2010.

Πίνακας 4.35 Αποτελέσματα μετρήσεων αγωγιμότητας (μS/cm) στην υδρολογική λεκάνη Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα» (συμπεριλαμβανομένης της Λίμνης).

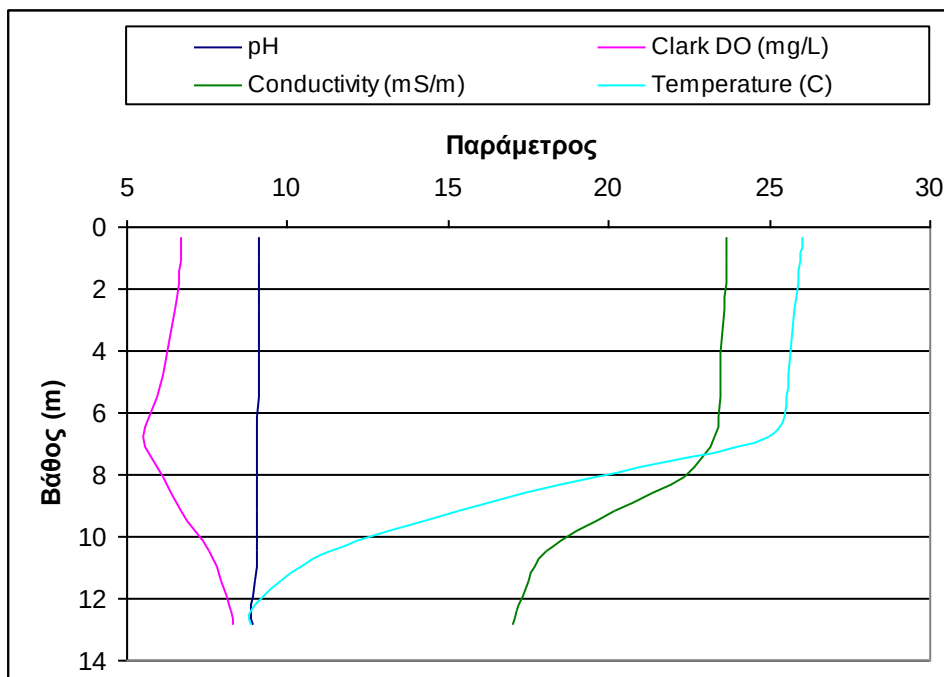
Κωδικός σταθμού	Αγωγιμότητα (μS/cm)							
	Ιουλ-09	Αύγ-09	Σεπ-09	Νοέ-09	Μάρ-10	Μάι-10	Ιουλ-10	Μ.Ο.
PLA1	199.80	-	188.90	174.60	-	-	182.50	186.5
PLA2	170.10	182.30	185.30	176.20	165.30	-	183.00	177.0
PLA3	181.50	-	281.50	176.80	156.20	-	184.00	196.0
PLA4	251.60	-	208.60	171.90	155.20	-	184.00	194.3
PLA5	200.70	-	232.40	166.80	146.30	-	182.00	185.6
PLA6	217.80	-	211.10	166.10	173.00	177.28	182.00	187.9
PLA7	204.60	211.10	207.70	166.70	149.50	183.55	185.00	186.9
PLA8	206.60	-	207.00	167.50	-	-	182.50	190.9
PLA9	220.90	-	205.70	172.10	146.30	182.94	181.50	184.9
PLA10	222.60	235.60	193.60	157.70	166.50	179.92	185.50	191.6
PLC1	289.00	-	215.00	218.00	256.00	219.00	232.00	238.2
PLC2	370.00	-	320.00	-	-	-	-	345.0
PLC3	294.00	-	-	-	-	-	-	294.0
PLC4	284.00	-	320.00	212.00	267.00	219.00	240.00	257.0
PLC5	329.00	-	378.00	187.00	187.00	226.00	264.00	261.8
PLC6	328.00	-	415.00	297.00	228.00	222.00	269.00	293.2
PLC7	-	-	-	-	229.00	213.00	262.00	234.7
PLD2	-	203.00	-	159.00	211.00	172.00	184.00	185.8
M.O.	248.1	208.0	251.3	184.6	188.3	199.5	205.2	221.7



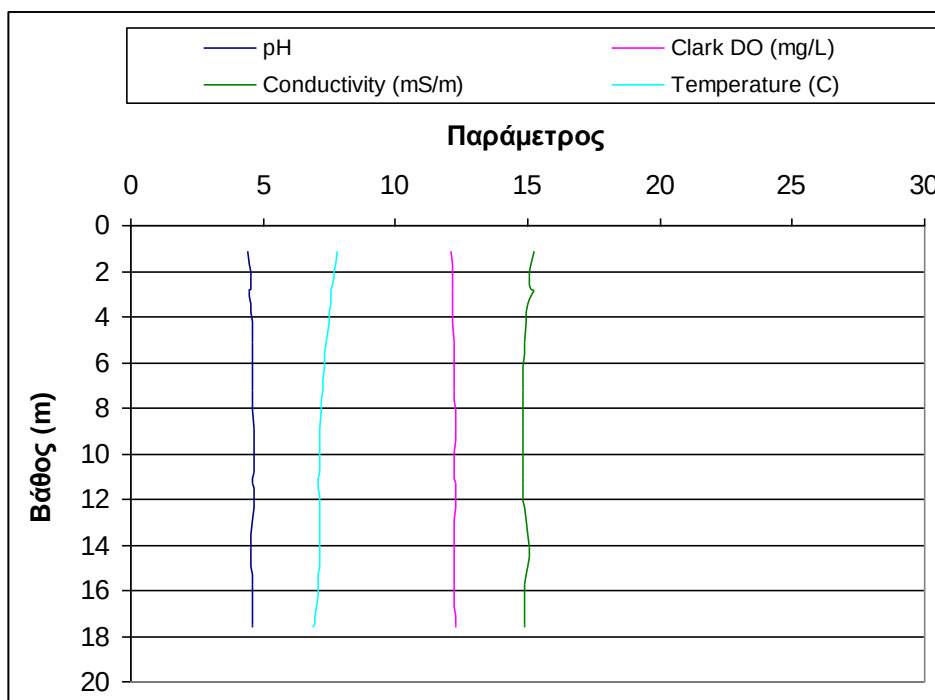
Εικόνα 4.50 Κατανομή της αγωγιμότητας ($\mu\text{S}/\text{cm}$) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» PLA1-PLA10 και στα ρέματα στην υδρολογική λεκάνη PLC1-PLC7, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2010.

Στο Παράρτημα παρατίθενται τα γραφήματα μεταβολής των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στις θέσεις δειγματοληψίας PLA1-PLA10 στη Λ. «Ν. Πλαστήρα», κατά τις δειγματοληψίες του Ιουλίου 2009, Αυγούστου 2009, Σεπτεμβρίου 2009, Μαρτίου 2010 και Μάιο 2010. Ενδεικτικά παρουσιάζεται στην εικόνα 4.51 η μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA7. Στις περισσότερες θέσεις παρατηρήθηκε στρωμάτωση της λίμνης με το θερμοκλινές να κυμαίνεται σε βάθη 7-8 m από την επιφάνεια του νερού κατά τους θερινούς μήνες. Το pH, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες φυσικοχημικές παραμέτρους, δεν παρουσιάζει σχεδόν καμία μεταβολή με το βάθος στους περισσότερους σταθμούς δειγματοληψίας κατά τους θερινούς μήνες. Το οξυγόνο κατά τους μήνες Ιούλιο- Αύγουστο 2009 παρουσιάζεται αυξημένο στο υπολίμνιο σε σχέση με το επιλίμνιο κάτι που είναι αναμενόμενο σε διμικτικές λίμνες με όχι πολύ μεγάλη βιολογική δραστηριότητα (ολιγο-μεσότροφες).

Το θερμοκλινές διαταράσσεται και τα νερά της λίμνης αναμιγνύονται κατά βάθος τους μήνες Νοέμβριο 2009 και Μάρτιο 2010 όπου παρατηρούνται ελάχιστες μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων με το βάθος (εικόνα 4.53).



Εικόνα 4.51 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση PLA7 στη Τ. Α. «Ν. Πλαστήρα», κατά τη δειγματοληψία του Αυγούστου 2009.



Εικόνα 4.52 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση PLA7 στη Τ. Α. «Ν. Πλαστήρα», κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010.

4.7. Χημική κατάσταση

4.7.1. Θρεπτικά

4.4.1.1 Ρέμματα

Στα πλαίσια της υδροχημικής έρευνας εξετάζονται τα αποτελέσματα έξι δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν σε επτά σημεία δειγματοληψίας στα υδρορέματα της περιοχής μελέτης.

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα στατιστικά στοιχεία των χημικών αναλύσεων νερού που πραγματοποιήθηκαν στα υδρορέματα:

Πίνακας 4.36. Στατιστικά χαρακτηριστικά των χημικών αναλύσεων στα υδρορέματα.

Παράμετρος	Μονάδες	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση
NO ₃ ⁻	mg/l	0,40	0,02	0,18	0,10
NO ₂ ⁻	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,00
NH ₄ ⁺	mg/l	0,06	0,01	0,02	0,01
Ολικό N	mg/l	3,60	1,00	1,57	0,92
SO ₄ ²⁻	mg/l	12,65	4,63	7,64	2,36
PO ₄ ³⁻	mg/l	0,89	0,06	0,14	0,16
Ολικός P	mg/l	0,08	0,03	0,05	0,02
Cl ⁻	mg/l	5,20	0,76	2,28	1,09
SiO ₄ ⁴⁻	mg/l	7,90	1,97	5,51	1,50
HCO ₃ ⁻	meq/l	3,51	1,81	2,85	0,45
CO ₃ ²⁻	meq/l	0,00	0,00	0,00	0,00
Σκληρότητα	mmol/l CaCO ₃	1,85	0,94	1,48	0,24
Ca ²⁺	mg/l	67,50	31,47	54,07	9,07
Na ⁺	mg/l	5,14	1,49	2,82	1,06
K ⁺	mg/l	0,89	0,19	0,45	0,17
Mg ²⁺	mg/l	6,55	1,66	3,26	1,47

Με βάση τις μετρήσεις ολικής σκληρότητας που πραγματοποιήθηκαν σε δείγματα από ρέμματα στην υδρολογική λεκάνη της τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα», το νερό χαρακτηρίζεται ως μέτρια σκληρό - σκληρό (κατά Sawyer - Mc Carty, 1967). Οι συγκεντρώσεις όλων των στοιχείων είναι εντός των ορίων που θέτει η νομοθεσία για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης ενώ σε γενικές γραμμές δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες χωροχρονικές διακυμάνσεις τιμών. Παρόλα αυτά όμως υπάρχουν ενδείξεις ρυπαντικών πιέσεων όπως θα αναλυθεί παρακάτω.

Στον Πίνακα 4.37 παρατίθενται οι συντελεστές συσχέτισης των παραμέτρων των χημικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν σε δείγματα νερού στα ρέματα της υδρολογικής λεκάνης της τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα». Με βάση τα δεδομένα αυτά προκύπτουν τα παρακάτω ανά ομάδα ιόντων (Douglas and Leo, 1977, Rao, Reddy, and Nayudu, 1996):

Πίνακας 4.37 Συντελεστές συσχέτισης των χημικών αναλύσεων και των φυσικοχημικών παραμέτρων των ρεμάτων της υδρολογικής λεκάνης της τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα».

Παράμετρος	Θερμο- κρασία	pH	Αγωγι- μότητα	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Ολικό N	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	Ολικός P	Cl ⁻	SiO ₄ ⁴⁻	HCO ₃ ⁻	Σκλη- ροτητα	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺
Θερμοκρασία	1	-0,495	0,484	-0,009	0,009	0,147	0,840	0,329	0,291	0,505	0,703	0,016	0,827	0,253	0,764	0,725	0,609	0,567
pH		1	-0,639	0,012	0,310	-0,072	-0,163	-0,044	-0,078	-0,172	-0,105	0,081	0,022	0,109	0,092	-0,412	-0,529	-0,396
Αγωγιμότητα			1	0,051	-0,358	0,028	0,591	0,215	0,094	0,189	0,560	0,272	0,636	0,461	0,631	0,233	0,189	0,213
NO ₃ ⁻				1	0,164	0,093	0,534	-0,336	0,087	0,329	-0,006	-0,072	0,513	0,369	0,547	0,117	0,519	0,051
NO ₂ ⁻					1	0,112	0,438	0,128	-0,092	0,653	-0,058	0,043	0,796	0,516	0,753	0,617	0,477	0,388
NH ₄ ⁺						1	0,170	-0,252	0,199	-0,267	-0,018	-0,173	0,256	0,176	0,308	-0,103	-0,214	-0,300
Ολικό N							1	0,317	0,565	0,334	0,651	0,388	0,705	0,711	0,652	0,515	0,549	0,418
SO ₄ ²⁻								1	-0,198	0,611	0,589	0,578	0,308	0,280	0,120	0,938	0,625	0,953
PO ₄ ³⁻									1	0,440	0,098	-0,168	0,580	0,173	0,623	0,214	0,245	0,035
Ολικός P										1	0,475	0,045	0,593	0,622	0,507	0,689	0,576	0,608
Cl ⁻											1	0,572	0,677	0,517	0,579	0,774	0,655	0,642
SiO ₄ ⁴⁻												1	0,026	0,277	-0,067	0,484	0,558	0,519
HCO ₃ ⁻													1	0,994	0,976	0,559	0,416	0,353
Σκληρότητα														1	0,970	0,600	0,456	0,397
Ca ²⁺															1	0,393	0,286	0,163
Na ⁺																1	0,777	0,954
K ⁺																	1	0,771
Mg ²⁺																		1

- Το κόκκινο χρώμα υποδεικνύει στατιστικά σημαντική συσχέτιση

- Ιόντα ίδιου φορτίου και διαφορετικού σθένους

Πολύ μεγάλος συντελεστής συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ των ιόντων Na^+ και Mg^{2+} ($r = 0,954$), ενώ μεγάλος συντελεστής συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ των ιόντων Mg^{2+} και K^+ ($r = 0,771$).

Μέτρια συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ των ιόντων HCO_3^- και Cl^- ($r = 0,677$), SO_4^{2-} και Cl^- ($r = 0,589$), HCO_3^- και PO_4^{3-} ($r = 0,580$), SiO_4^{4-} και SO_4^{2-} ($r = 0,578$) και SiO_4^{4-} και Cl^- ($r = 0,572$).

- Ιόντα διαφορετικού φορτίου και ίδιου σθένους

Πολύ μεγάλος συντελεστής συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ των ιόντων Mg^{2+} και SO_4^{2-} ($r = 0,953$), ενώ μεγάλος συντελεστής συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ των ιόντων Cl^- και Na^+ ($r = 0,774$).

Μέτρια συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ των ιόντων Cl^- και K^+ ($r = 0,655$), NO_2^- και Na^+ ($r = 0,617$), HCO_3^- και Na^+ ($r = 0,559$), και K^+ και NO_3^- ($r = 0,519$).

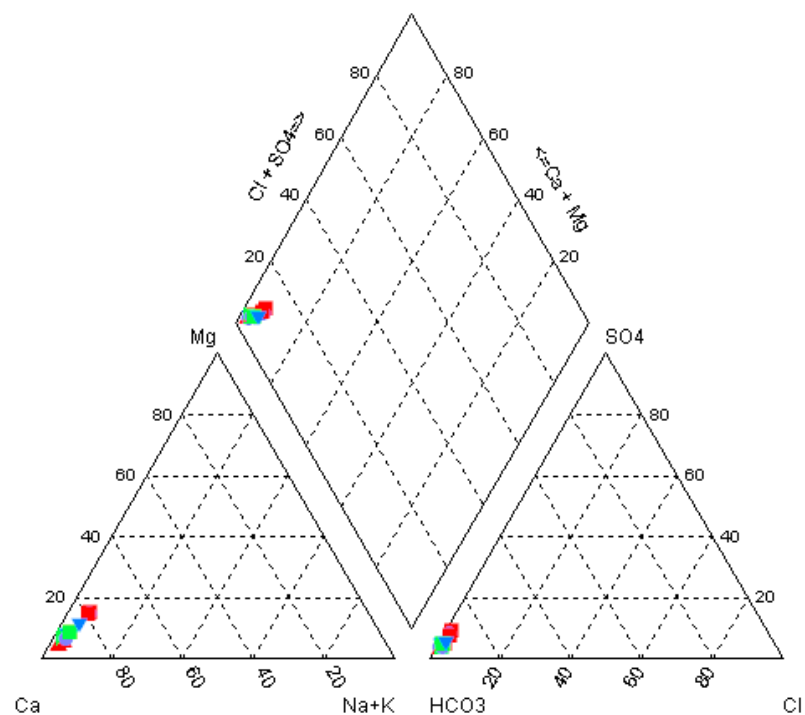
- Ιόντα ίδιου φορτίου και ίδιου σθένους

Μεγάλος συντελεστής συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ των ιόντων NO_2^- και HCO_3^- ($r = 0,796$) και K^+ και Na^+ ($r = 0,777$).

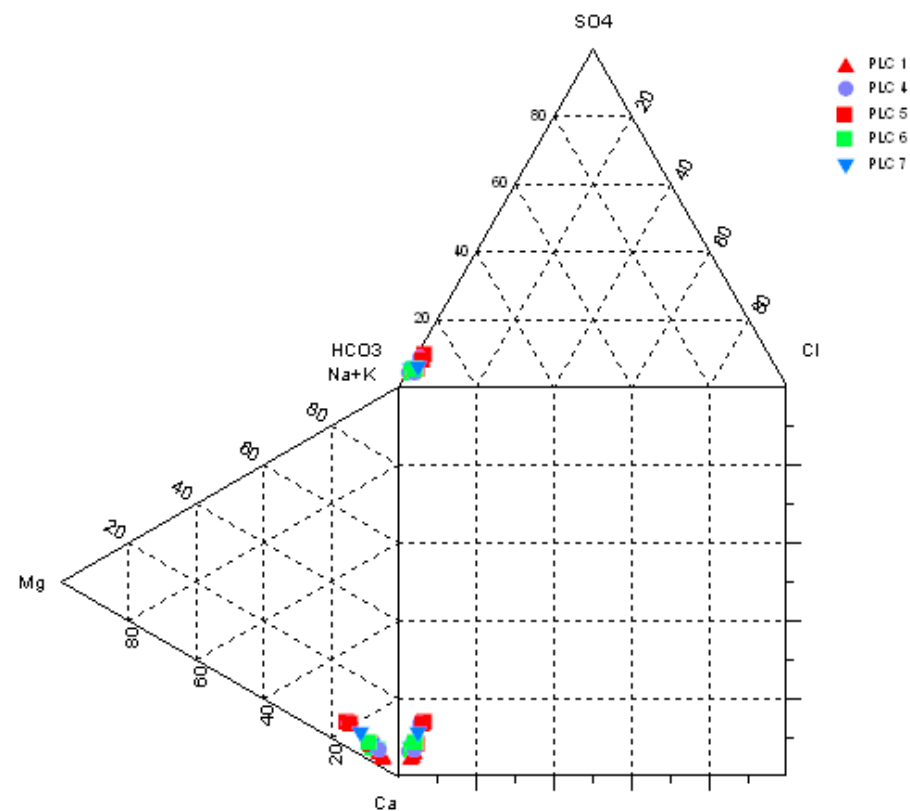
Μέτρια συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ των ιόντων NO_3^- και HCO_3^- ($r = 0,513$).

Παρακάτω ακολουθούν τα διαγράμματα Piper και Durov (Εικ. 4.53 και 4.54). Από την απεικόνιση των χημικών αναλύσεων των επιφανειακών νερών στα διαγράμματα αυτά, προκύπτει ότι επικρατούν τα ιόντα Ca^{2+} και HCO_3^- (κυρίαρχη επίδραση των πετρωμάτων) και το νερό χαρακτηρίζεται ως ασβεστούχο και οξυανθρακικό. Επίσης, η υψηλή συσχέτιση μεταξύ των Mg^{2+} και SO_4^{2-} Na^+ υποδεικνύει σχετικά μικρή επίδραση από λιπάσματα και αστικά λύματα κάτι που επιβεβαιώνεται και από τις σχετικά αυξημένες τιμές των ανωτέρω στοιχείων κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, στα ρέματα PLC6 και PLC7 που διέρχονται από οικισμούς και δέχονται ρυπαντικές πιέσεις όπως προκύπτει και από τις υπόλοιπες μετρήσεις.

Στο παράρτημα παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι μετρήσεις των θρεπτικών στα ρέματα και στην λίμνη καθώς επίσης δίδεται και η ταξινόμηση της ποιότητας τους κατά Skoulikidis et al., 2006.



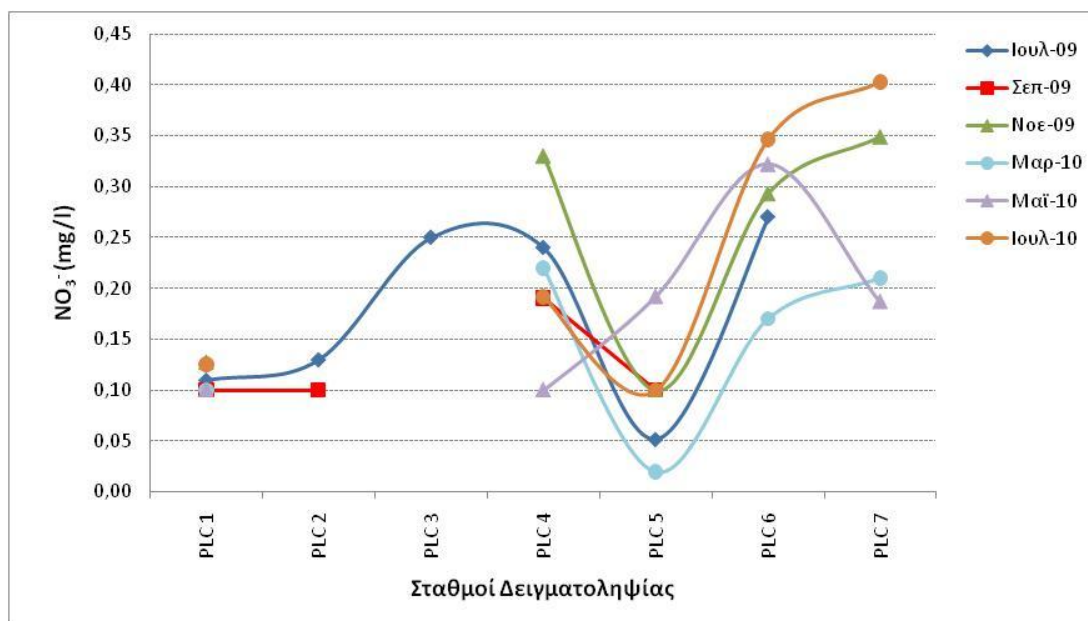
Εικ 4.53



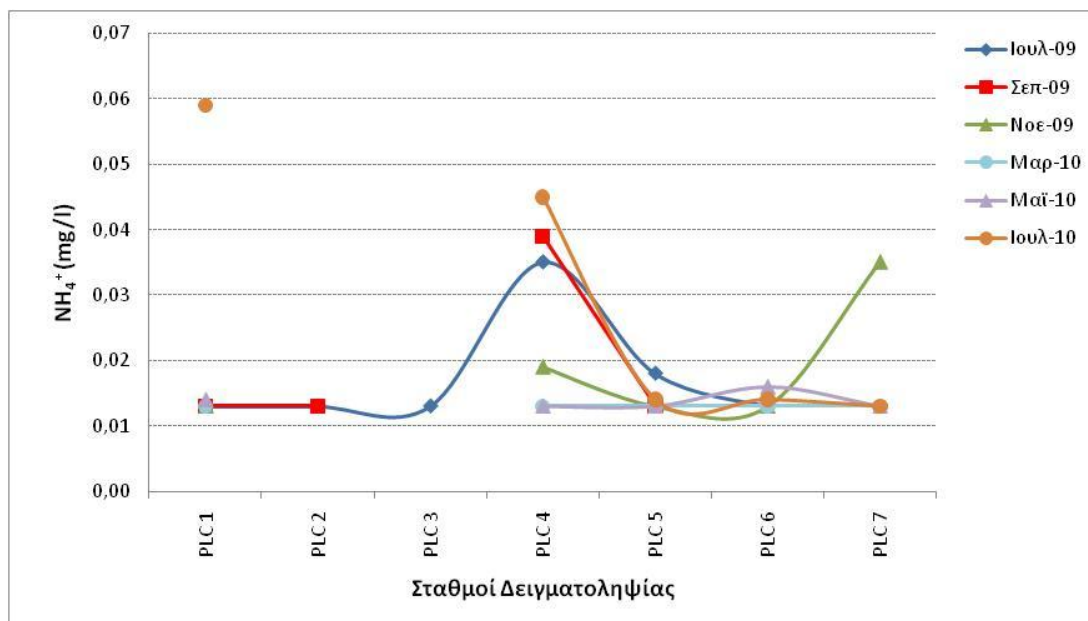
Εικ 4.54

Εικόνες 4.53 και 4.54 Διαγράμματα απεικόνισης των χημικών αναλύσεων Piper και Durov στα υδρορέματα της υδρολογικής λεκάνης της τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα».

Από τις χημικές αναλύσεις των δειγμάτων νερού των ρεμμάτων ως προς τα θρεπτικά άλατα προκύπτουν σημαντικές διαφοροποιήσεις από σταθμό σε σταθμό που μπορούν να συσχετισθούν με τις ρυπαντικές πιέσεις στην υδρολογική λεκάνη. Κατ' αρχήν ως προς τα νιτρικά στην εικόνα 4.55 παρουσιάζεται σημαντική αύξηση των τιμών στους σταθμούς PLC4, 6 και 7 σε όλες τις χρονικές περιόδους δειγματοληψίας. Οι αυξημένες αυτές τιμές ενδέχεται να σχετίζονται για τον σταθμό PLC 6 με αστικά λύματα αφού πρόκειται για το Μεγάλο Ποταμό, ο οποίος διέρχεται από τους οικισμούς Φυλακτή, Πεζούλα και Καλύβια Φυλακτής. Ο σταθμός PLC7 αφορά την εκτροπή του Κερασιώτη προς την Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» και έχει διαπιστωθεί υποβαθμισμένη ποιότητα νερού ακόμη και οπτικά ενώ οι σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών στον σταθμό PLC4 μπορεί να σχετίζονται με την ύπαρξη ιχθυοτροφείου ακριβώς ανάντη του σταθμού δειγματοληψίας. Παρόλα αυτά οι τιμές των νιτρικών θεωρούνται χαμηλές και η ταξινόμηση της ποιότητας νερού των σταθμών με βάση τα νιτρικά είναι υψηλή για όλες τις δειγματοληψίες.

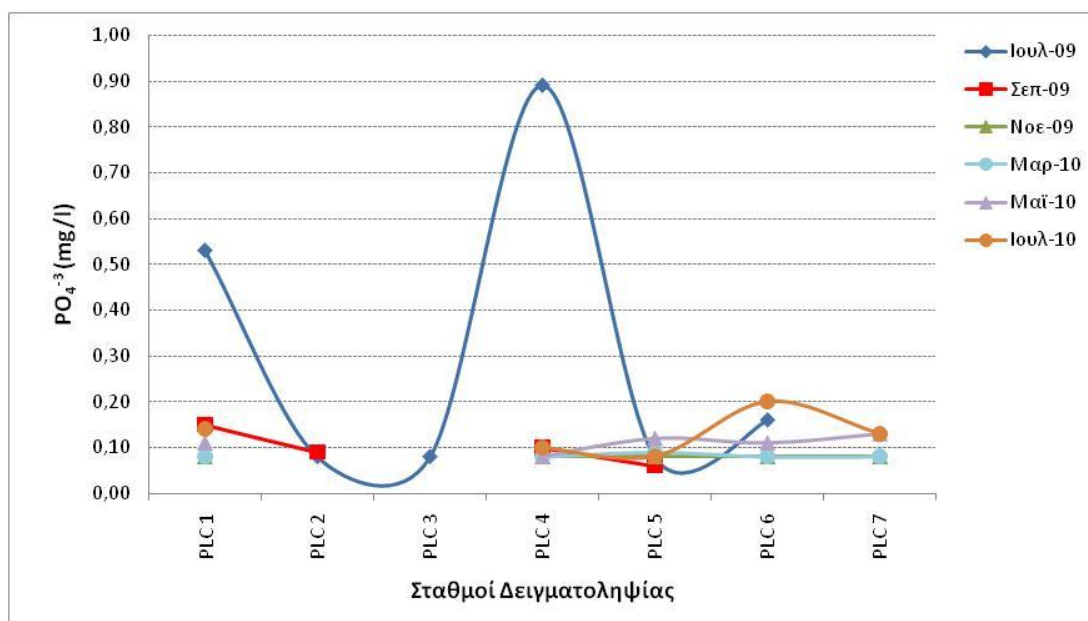


Εικόνα 4.55 Διακύμανση νιτρικών αλάτων στους σταθμούς δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα»



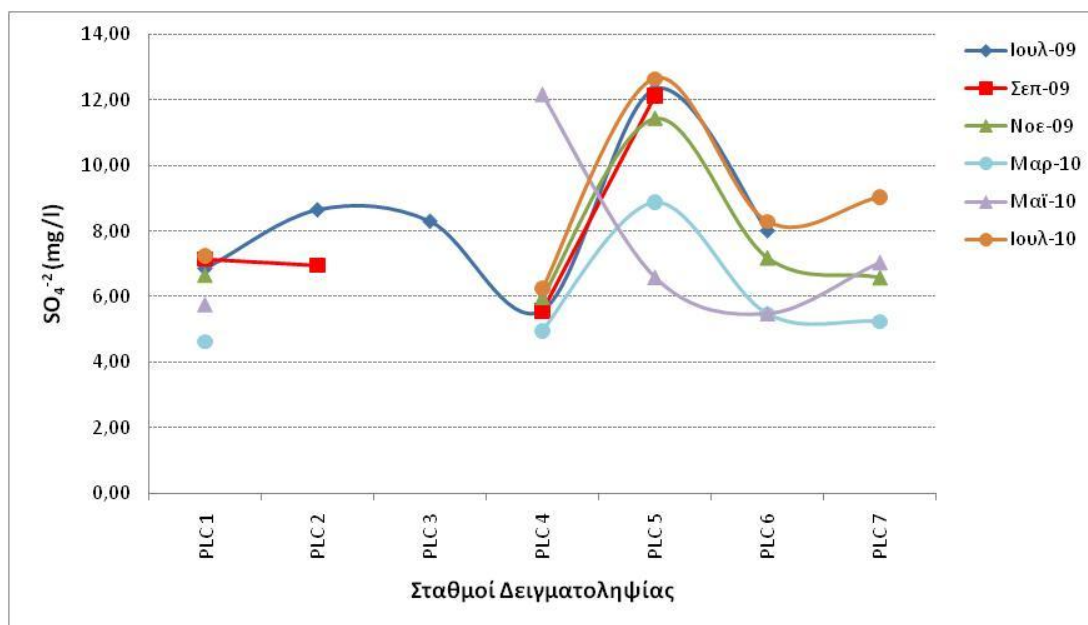
Εικόνα 4.56 Διακύμανση αμμωνιακών αλάτων στους σταθμούς δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης Τ. Α. «Ν. Πλαστήρα»

Η αμμωνία στις μέχρι τώρα δειγματοληψίες παρουσιάζει γενικώς πολύ χαμηλές τιμές στα ρέματα με εξαίρεση τον σταθμό PLC4 ο οποίος εμφανίζει σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις γεγονός που πρέπει να σχετίζεται με την ύπαρξη ιχθυοτροφείου ανάντη της θέσης δειγματοληψίας (ρ. Καριτσιώτης). Όσο αφορά την ταξινόμηση της ποιοτικής κατάστασης ως προς την αμμωνία αυτή χαρακτηρίζεται σαν υψηλή με εξαίρεση τον σταθμό PLC4 ο οποίος χαρακτηρίζεται σαν καλής ποιοτικής κατάστασης.



Εικόνα 4.57 Διακύμανση φωσφορικών αλάτων στους σταθμούς δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης Τ. Α. «Ν. Πλαστήρα»

Τα φωσφορικά παρουσιάζουν επίσης χαμηλές τιμές με εξαίρεση και πάλι τον σταθμό PLC4 ο οποίος παρουσιάζει διπλάσια συγκέντρωση το καλοκαίρι του 2009 σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς. Όλοι οι σταθμοί χαρακτηρίζονται σαν καλής ή υψηλής ποιότητας κατάστασης με εξαίρεση τον PLC1 (κακή κατάσταση) και τον PLC4 (φτωχή κατάσταση) στην δειγματοληψία του Ιουλίου 2009 (βλεπε Παράρτημα).



Εικόνα 4.58 Διακύμανση θεικών αλάτων στους σταθμούς δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

Τα θειικά άλατα όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.58, εμφανίζονται να έχουν σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις στον σταθμό PLC5 (διπλάσια περίπου από των υπολοίπων σταθμών κατά την καλοκαιρινή περίοδο) ενώ αυτή η διαφοροποίηση διατηρείται σε όλες τις μέχρι τώρα δειγματοληψίες. Πρέπει να τονιστεί ότι οι απόλυτες τιμές όλων των ανωτέρω χημικών παραμέτρων είναι πολύ χαμηλότερες από τα θεσπισμένα όρια ποιότητας για το πόσιμο νερό αλλά παρόλα αυτά οι διαφοροποιήσεις τους από σταθμό σε σταθμό και οι αποκλίσεις τους από τις αναμενόμενες τιμές υποδεικνύουν σαφείς σχέσεις με πηγές ρύπανσης.

Πίνακας 4.38 Διακύμανση θρεπτικών αλάτων στους σταθμούς δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα»

Τιμή	Ημερομηνία Δειγματοληψίας	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	SiO ₄ ⁴⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)
Μέγιστη	7/7/2009	0,27	0,02	7,76	0,89	0,04	12,33	5,20
Μέση		0,18	0,02	5,86	0,30	0,02	8,29	3,56
Ελάχιστη		0,05	0,02	4,10	0,08	0,01	5,59	2,50
Μέγιστη	16/9/2009	0,19	0,02	7,59	0,15	0,04	12,14	-
Μέση		0,12	0,02	4,91	0,10	0,02	7,96	-
Ελάχιστη		0,10	0,02	1,97	0,06	0,01	5,57	-
Μέγιστη	19/11/2009	0,35	0,02	7,90	0,08	0,04	11,44	3,32
Μέση		0,24	0,02	5,71	0,08	0,02	7,56	2,36
Ελάχιστη		0,10	0,02	4,77	0,08	0,01	5,97	1,98
Μέγιστη	3/3/2010	0,22	0,02	7,60	0,09	0,01	8,88	1,54
Μέση		0,14	0,02	5,19	0,08	0,01	5,84	1,08
Ελάχιστη		0,02	0,02	3,93	0,08	0,01	4,63	0,76
Μέγιστη	19/5/2010	0,32	0,02	7,54	0,13	0,02	12,17	2,64
Μέση		0,18	0,02	5,07	0,11	0,01	7,42	1,90
Ελάχιστη		0,10	0,02	3,60	0,08	0,01	5,49	1,58
Μέγιστη	6/7/2010	0,40	0,02	7,47	0,20	0,06	12,65	3,25
Μέση		0,23	0,02	6,12	0,13	0,03	8,69	2,52
Ελάχιστη		0,10	0,02	4,86	0,08	0,01	6,25	1,90

4.4.1.2 Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα»

Στα πλαίσια της υδροχημικής έρευνας εξετάζονται τα αποτελέσματα επτά δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν σε δέκα σημεία δειγματοληψίας στη τεχν. λίμνη «Ν. Πλαστήρα» και σε διάφορα βάθη.

Όπως και στα ρέματα έτσι και στην τεχν. λίμνη «Ν. Πλαστήρα» οι χημικές αναλύσεις έδειξαν ότι οι μετρούμενες παράμετροι είναι εντός των ορίων ποιότητας νερού για ανθρώπινη κατανάλωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία ενώ και οι απόλυτες τιμές των εν λόγω παραμέτρων είναι ιδιαίτερος χαμηλές και παρουσιάζουν μικρές χωροχρονικές διακυμάνσεις. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ενδείξεις ρυπαντικών πιέσεων σε ορισμένα τμήματα της λίμνης που συμπίπτουν με τις περιοχές κοντά στις εκβολές των σχετικά επιβεβαρυμένων ρεμμάτων που προαναφέρθηκαν.

Με βάση τις μετρήσεις ολικής σκληρότητας που πραγματοποιήθηκαν σε δείγματα στην υδρολογική λεκάνη της τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα», το νερό χαρακτηρίζεται ως μέτρια σκληρό (κατά Sawyer - Mc Carty, 1967).

Πίνακας 4.39 Στατιστικά χαρακτηριστικά των χημικών αναλύσεων στη τεχν. λίμνη «Ν. Πλαστήρα».

Παράμετρος	Μονάδες	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέσος Όρος	Τυπική απόκλιση
NO ₃ ⁻	mg/l	0,24	0,02	0,11	0,05
NO ₂ ⁻	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,00
NH ₄ ⁺	mg/l	0,18	0,01	0,02	0,03
Ολικό N	mg/l	2,10	1,00	1,25	0,36
SO ₄ ²⁻	mg/l	9,49	6,92	7,84	0,43
PO ₄ ³⁻	mg/l	0,16	0,08	0,09	0,02
Ολικός P	mg/l	0,06	0,03	0,04	0,01
Cl ⁻	mg/l	8,70	1,00	2,78	1,02
SiO ₄ ⁴⁻	mg/l	4,24	1,09	2,47	0,64
HCO ₃ ⁻	meq/l	2,27	1,94	2,15	0,10
CO ₃ ²⁻	meq/l	0,00	0,00	0,00	0,00
Σκληρότητα	mmol/l CaCO ₃	1,22	0,99	1,12	0,06
Ca ²⁺	mg/l	42,27	35,32	40,12	2,09
Na ⁺	mg/l	3,12	2,26	2,64	0,22
K ⁺	mg/l	0,93	0,45	0,63	0,13
Mg ²⁺	mg/l	4,60	3,01	3,33	0,31

Στον Πίνακα 4.40 παρατίθενται οι συντελεστές συσχέτισης των παραμέτρων των χημικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν σε δείγματα νερού της τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα». Με βάση τα δεδομένα αυτά προκύπτουν τα παρακάτω ανά ομάδα ιόντων (Douglas and Leo, 1977, Rao, Reddy, and Nayudu, 1996):

- Ιόντα ίδιου φορτίου και διαφορετικού σθένους

Μεγάλος συντελεστής συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ των ιόντων Na⁺ και Ca²⁺ (r = 0,720).

Μέτρια αρνητική συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ των ιόντων NO₃⁻ και SO₄²⁻ (r = -0,678), ενώ μέτρια θετική συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ των ιόντων NO₃⁻ και SiO₄⁴⁻ (r = 0,604) και Ca²⁺ και K⁺ (r = 0,601).

- Ιόντα διαφορετικού φορτίου και ίδιου σθένους

Μεγάλος αρνητικός συντελεστής συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ των ιόντων Na⁺ και NO₃⁻ (r = -0,872), ενώ μεγάλος θετικός συντελεστής συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ των ιόντων Cl⁻ και Na⁺ (r = 0,823).

Μέτρια συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ των ιόντων Ca²⁺ και SO₄²⁻ (r = 0,636), HCO₃⁻ και Na⁺ (r = 0,625) και Cl⁻ και K⁺ (r = 0,554).

- Ιόντα ίδιου φορτίου και ίδιου σθένους

Μέτριος αρνητικός συντελεστής συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ των ιόντων NO₃⁻ και Cl⁻ (r = -0,617).

Μέτρια συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ των ιόντων Na⁺ και K⁺ (r = 0,543).

Πίνακας 4.40 Συντελεστές συσχέτισης των χημικών αναλύσεων και των φυσικοχημικών παραμέτρων της Τεχν. Λίμνης “Ν. Πλαστήρα”.

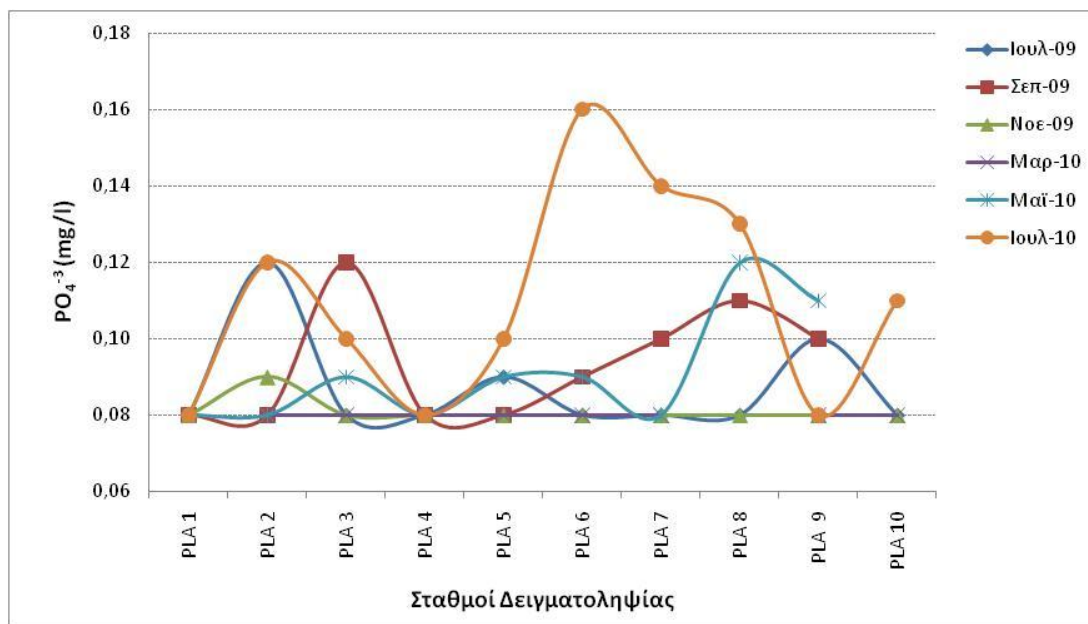
Παράμετρος	Θερμοκρασία	pH	Αγωγιμότητα	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Ολικό N	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	Ολικός P	Cl ⁻	SiO ₄ ⁴⁻	HCO ₃ ⁻	Σκληρότητα	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺
Θερμοκρασία	1	-0,231	0,710	-0,743	0,185	0,583	0,673	0,382	0,587	0,501	-0,519	0,649	0,456	0,780	0,843	0,701	0,161
pH		1	-0,214	0,291	-0,045	-0,144	-0,134	-0,091	-0,155	-0,217	0,214	-0,303	-0,530	-0,412	-0,258	-0,227	-0,194
Αγωγιμότητα			1	-0,657	0,308	0,406	0,354	0,141	0,614	0,401	-0,447	0,648	-0,168	0,773	0,792	0,472	0,026
NO ₃ ⁻				1	-0,117	-0,431	-0,678	-0,167	-0,591	-0,617	0,601	-0,732	0,003	-0,792	-0,872	-0,445	-0,067
NH ₄ ⁺					1	0,224	0,095	-0,124	-0,159	-0,024	-0,005	0,000	-0,184	0,205	0,214	0,169	0,205
Ολικό N						1	0,602	-0,007	0,175	0,398	-0,365	0,356	0,134	0,406	0,515	0,446	0,175
SO ₄ ²⁻							1	0,272	0,596	0,410	-0,279	0,492	0,549	0,636	0,762	0,651	0,124
PO ₄ ³⁻								1	0,671	0,062	-0,167	0,387	0,292	0,455	0,363	0,439	0,083
Ολικός P									1	0,434	-0,430	0,522	0,068	0,601	0,632	0,479	0,095
Cl ⁻										1	-0,384	0,419	0,439	0,512	0,823	0,554	-0,120
SiO ₄ ⁴⁻											1	-0,346	0,326	-0,535	-0,711	-0,647	-0,227
HCO ₃ ⁻												1	0,136	0,840	0,625	0,330	0,058
Σκληρότητα													1	0,747	0,279	0,472	0,447
Ca ²⁺														1	0,720	0,534	0,261
Na ⁺															1	0,543	0,084
K ⁺																1	0,178
Mg ²⁺																	1

- Το κόκκινο χρώμα υποδεικνύει στατιστικά σημαντική συσχέτιση

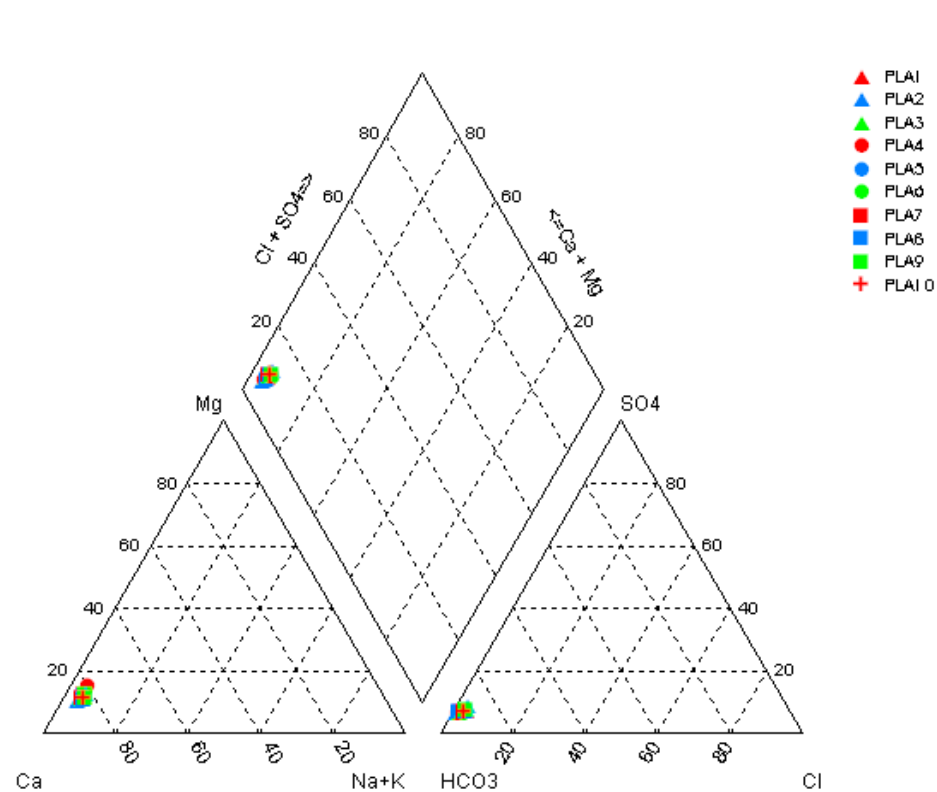
Παρακάτω ακολουθούν τα διαγράμματα Piper και Durov (Εικ. 4.60 και 4.61). Από την απεικόνιση των χημικών αναλύσεων των επιφανειακών νερών στα διαγράμματα αυτά, προκύπτει ότι επικρατούν τα ιόντα Ca^{2+} και HCO_3^- (κυρίαρχη επίδραση των πετρωμάτων) και το νερό χαρακτηρίζεται ως ασβεστόχο και οξυανθρακικό.

Στην Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» οι τιμές των χημικών παραμέτρων έχουν γενικώς χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με τα ρέματα της υδρολογικής λεκάνης λόγω της αραιώσης, της κατακρήμνισης και των βιογεωχημικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα μέσα σε αυτή.

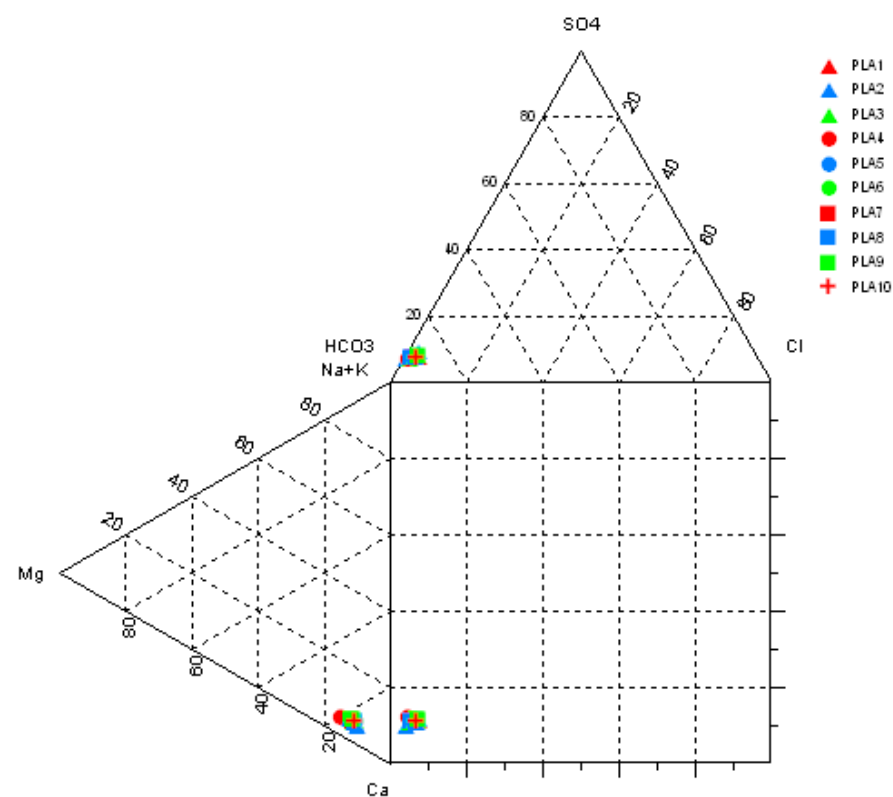
Συγκεκριμένα, τα νιτρικά παρουσιάζουν πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις που μάλιστα είναι μικρότερες του ορίου ανίχνευσης του εργαστηριακού οργάνου σε ορισμένες δειγματοληψίες (πχ 16/9/2009). Ακόμη και οι υψηλότερες τιμές που έχουν καταγραφεί έως τώρα κατατάσσονται στην υψηλή ποιοτική κατάσταση ενώ δεν υπάρχουν σημαντικές διακυμάνσεις τιμών από σταθμό σε σταθμό. Αξιοσημείωτη είναι η αύξηση των νιτρικών κατά βάθος στην λίμνη (τριπλάσιες συγκεντρώσεις σε πολλές θέσεις σε σχέση με την επιφάνεια), γεγονός που σημαίνει ότι διαδραματίζονται σχετικά έντονες διεργασίες αποσύνθεσης οργανικής ύλης κοντά στον πυθμένα της λίμνης.



Εικόνα 4.59 Διακύμανση φωσφορικών αλάτων στους σταθμούς δειγματοληψίας της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα»



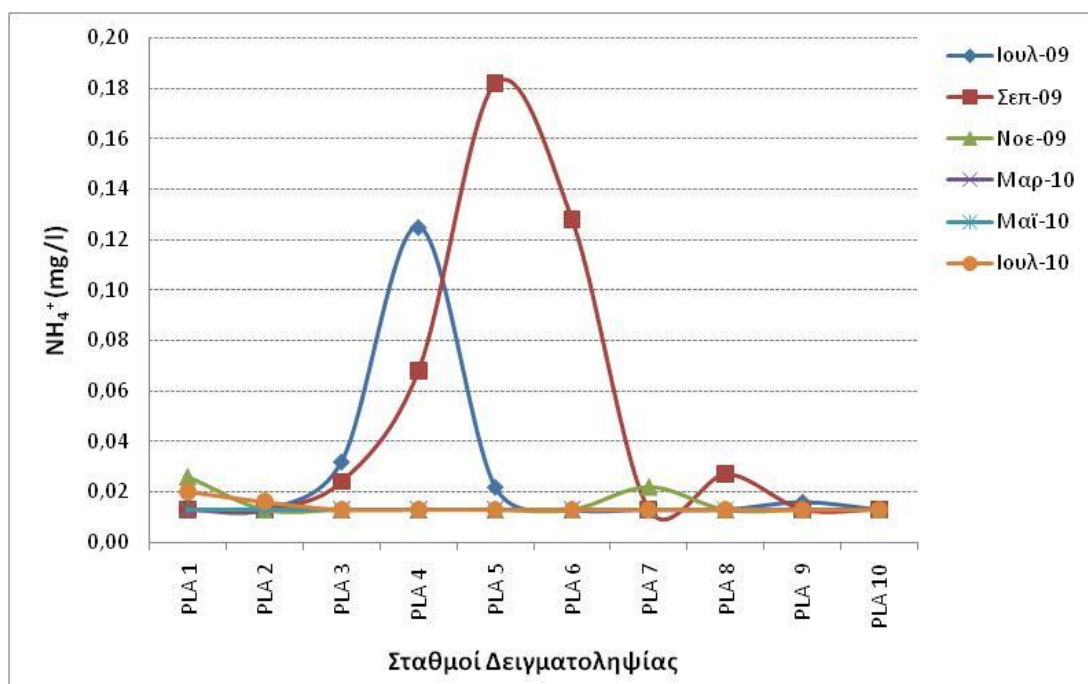
Εικ 4.60



Εικ 4.61

Εικόνες 4.60 και 4.61 Διαγράμματα απεικόνισης των χημικών αναλύσεων Piper και Durov της τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα».

Ως προς τα φωσφορικά άλατα, αυτά παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις κατά την καλοκαιρινή περίοδο αφού οι σταθμοί PLA2, PLA6, PLA7 και PLA8 εμφανίζουν σχετικά αυξημένες τιμές (εικόνα 4.59). Αν μαλιστα συνδυαστούν αυτές οι τιμές με τις σχετικά αυξημένες τιμές αμμωνιακών στους σταθμούς PLA6 και PLA7 προκύπτει ότι υπάρχει εντονότερη αποσύνθεση οργανικής ύλης στους ανωτέρω σταθμούς σε σχέση με τους υπόλοιπους. Παρόλα αυτά όλες οι μέχρι τώρα καταγραφείσες συγκεντρώσεις φωσφορικών κατατάσσουν τους σταθμούς στην υψηλή ποιοτική κατάσταση.



Εικόνα 4.62 Διακύμανση αμμωνιακών αλάτων στους σταθμούς δειγματοληψίας της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα»

Η αμμωνία παρουσιάζει επίσης σημαντικές διακυμάνσεις με ιδιαίτερα αυξημένες τιμές στους σταθμούς PLA4, PLA5 και PLA6 κατά την καλοκαιρινή περίοδο, περιοχές που γειτνιάζουν με οικισμούς. Σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης ποιότητας νερού κατά Skoulikidis et al (2006) όλοι οι σταθμοί κατατάσσονται σαν καλής ή υψηλής κατάστασης εκτός από τους ανωτέρω σταθμούς που κατατάσσονται στην μέτρια κατάσταση (βλέπε Παράρτημα).

Όπως στην υδρολογική λεκάνη έτσι και στη Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων είναι χαμηλές με εξαίρεση τα φωσφορικά και τα αμμωνιακά σε ορισμένους σταθμούς. Οι χωροχρονικές διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων αποκαλύπτουν τις ρυπαντικές πιέσεις (της υδρολογικής λεκάνης) που έχουν μικρή σχετικά επίδραση στην ποιότητα του νερού της λίμνης αλλά παρόλα αυτά πρέπει να τονιστεί ότι οι εν

λόγω συγκεντρώσεις είναι κατά πολύ χαμηλότερες από τα όρια ποιότητας νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

Πίνακας 4.41 Διακύμανση θρεπτικών αλάτων στους σταθμούς δειγματοληψίας της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα»

Τιμή	Ημερομηνία Δειγματοληψίας	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	SiO ₄ ⁴⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)
Μέγιστη	7/7/2009	0,33	0,02	4,00	0,12	0,13	12,26	8,70
Μέση		0,07	0,02	2,48	0,08	0,03	8,24	3,27
Ελάχιστη		0,02	0,02	1,62	0,08	0,01	7,28	2,50
Μέγιστη	16/9/2009	0,32	0,02	5,19	0,15	0,18	8,16	2,91
Μέση		0,12	0,02	2,55	0,09	0,05	7,62	2,69
Ελάχιστη		0,10	0,02	1,09	0,08	0,01	7,32	2,58
Μέγιστη	19/11/2009	0,42	0,02	3,88	0,15	0,03	7,88	3,39
Μέση		0,12	0,02	2,15	0,09	0,02	7,70	2,76
Ελάχιστη		0,10	0,02	1,18	0,08	0,01	7,15	2,58
Μέγιστη	3/3/2010	0,26	0,02	4,24	0,11	0,07	7,41	2,70
Μέση		0,22	0,02	3,38	0,08	0,02	6,91	1,80
Ελάχιστη		0,18	0,02	2,61	0,08	0,01	4,49	1,00
Μέγιστη	19/5/2010	0,23	0,02	3,86	0,12	0,04	8,13	3,05
Μέση		0,12	0,02	3,22	0,09	0,01	7,95	2,56
Ελάχιστη		0,10	0,02	2,88	0,08	0,01	7,68	2,32
Μέγιστη	6/7/2010	12,90	0,02	20,51	0,22	0,18	9,49	8,36
Μέση		0,66	0,02	3,35	0,12	0,02	8,04	3,37
Ελάχιστη		0,10	0,02	1,70	0,08	0,01	7,17	2,80

4.7.2. Βαρέα Μέταλλα

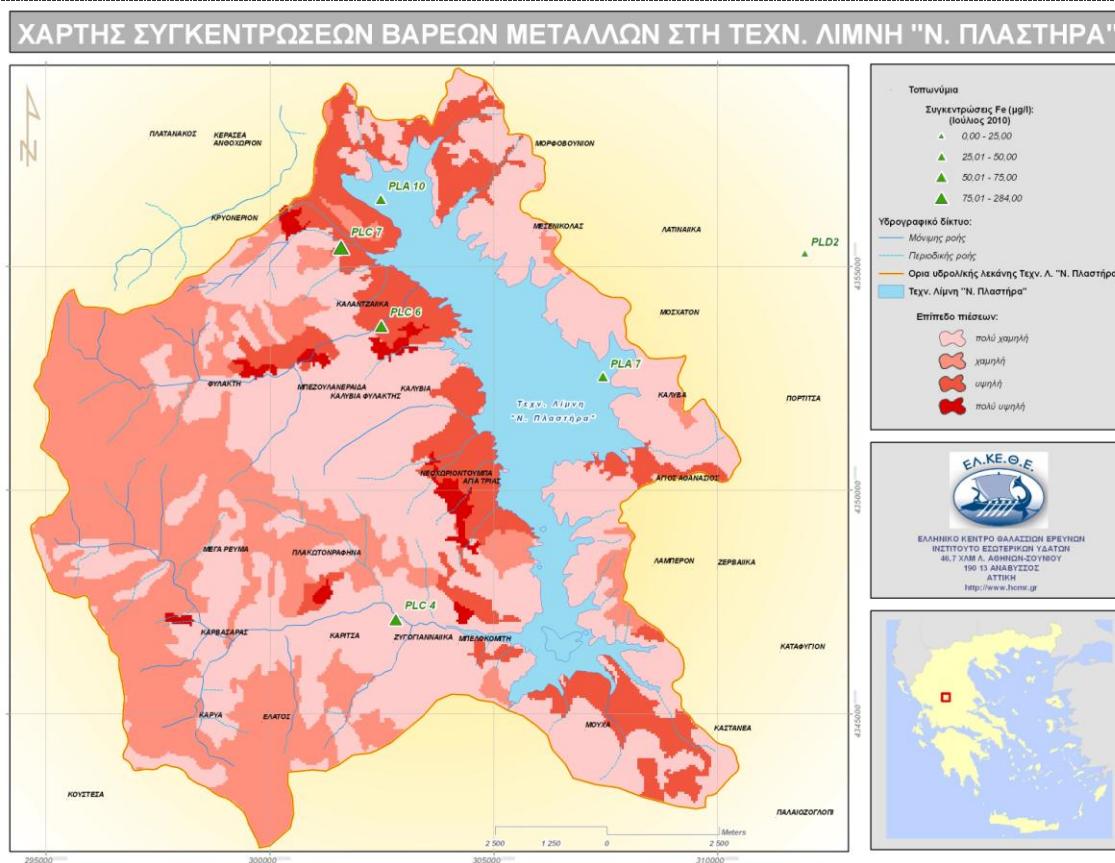
Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες και αναλύσεις νερού (Μάρτιος και Ιούλιος 2010) για βαρέα μέταλλα όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Οι σταθμοί δειγματοληψίας περιελάμβαναν 3 σταθμούς εντός της λίμνης, 3 στα ρέματα της υδρολογικής της λεκάνης και 1 σταθμό στην αναρρυθμιστική δεξαμενή. Για τα περισσότερα από τα στοιχεία που ανιχνεύθηκαν οι συγκεντρώσεις ήταν κάτω από τα όρια μέτρησης του εργαστηριακού εξοπλισμού ενώ το μόνο στοιχείο που ανευρέθηκε σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις ήταν ο Σίδηρος σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Ο Σίδηρος στην Φύση απαντάται σε σιδηρονικελιούχα πετρώματα που μπορεί να υπάρχουν στους σχηματισμούς του Φλύσχη που απαντώνται στην περιοχή. Παρόλα αυτά οι συγκεντρώσεις που ανιχνεύθηκαν είναι περίπου 4-7 φορές μικρότερες από το όριο για το πόσιμο νερό σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (200μg/l), εκτός από την περίπτωση του σημείου δειγματοληψίας PLC7 (εκτροπή Κερασιώτη). Στο σημείο αυτό η

συγκέντρωση Σιδήρου ήταν 284 $\mu\text{g/l}$ τον Ιούλιο 2010 και επομένως θα πρέπει να υπάρξει συνεχιζόμενη εποπτική παρακολούθηση. Επίσης η χωρική κατανομή των σταθμών με σχετικά αυξημένη συγκέντρωση Σιδήρου συνδυάζεται και με τις περιοχές της υδρολογικής λεκάνης όπου παρατηρείται αυξημένη εδαφική διάβρωση του φλύσχη (στα ρέματα Καριτσιώτης, Μεγάλο Ποτάμι και Κερασιώτης). Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι στην αναρρυθμιστική δεξαμενή και κοντά στην υδροληψία οι συγκεντρώσεις του Σιδήρου που ανιχνεύθηκαν ήταν μικρές.

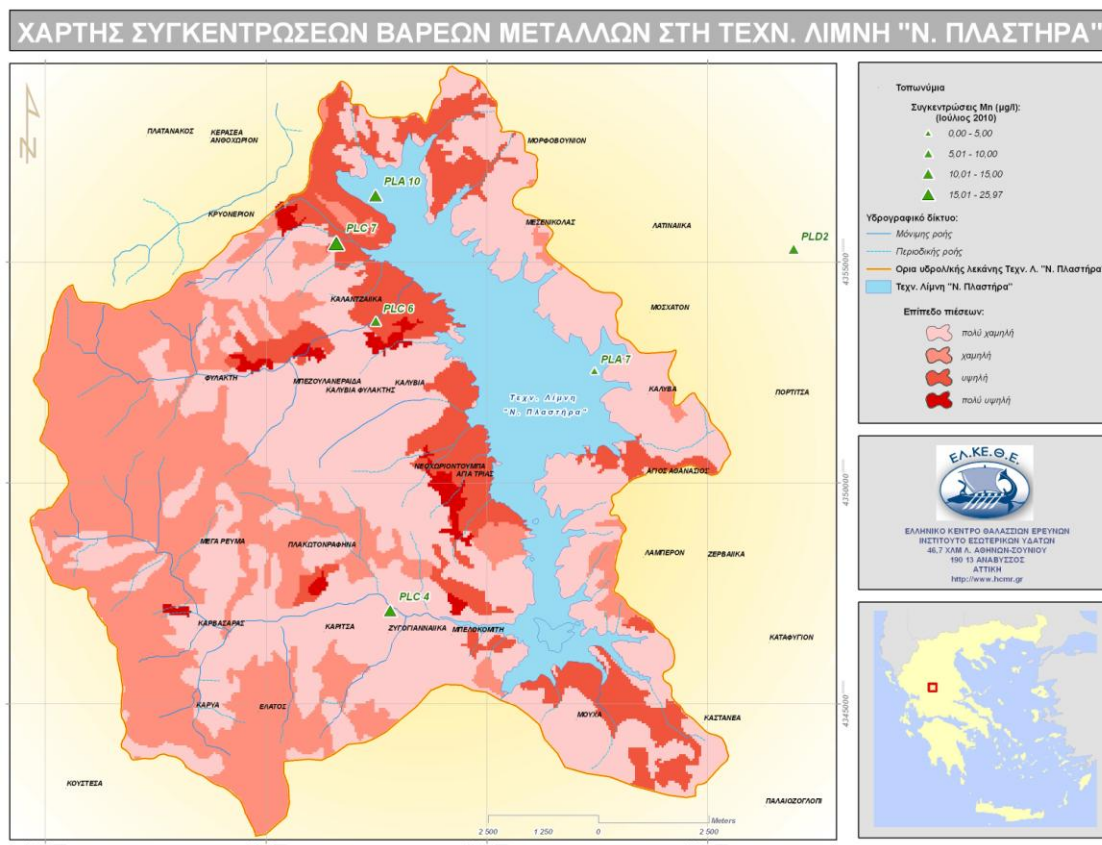
Όσο αφορά τα υπόλοιπα βαρέα μέταλλα, το Μαγγάνιο παρουσιάζει σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις στην θέση PLC7 (25,97 $\mu\text{g/l}$) που είναι περίπου το μισό από το επιτρεπόμενο όριο για το πόσιμο νερό ενώ τα υπόλοιπα βαρέα μέταλλα παρουσιάζουν πολύ μικρές συγκεντρώσεις και δεν δημιουργούν ιδιαίτερη ανησυχία.

Πίνακας 4.42 Συγκεντρώσεις Βαρέων Μετάλλων στη Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα», στην αναρρυθμιστική δεξαμενή και σε ρέματα της υδρολογικής λεκάνης της τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα».

Σημείο δειγματοληψίας	Δεξαμενή		PLA 2		PLA 7		PLA 10		PLC 4		PLC 6		PLC 7	
Ημερομηνία δειγματοληψίας	Μαρ-10	Ιουλ-10	Μαρ-10	Ιουλ-10	Μαρ-10	Ιουλ-10	Μαρ-10	Ιουλ-10	Μαρ-10	Ιουλ-10	Μαρ-10	Ιουλ-10	Μαρ-10	Ιουλ-10
ΣΙΔΗΡΟΣ Fe (μg/L)	<10	23,69	54		<10	26,11	28	40,28		60,69		71,84		284
ΜΑΓΓΑΝΙΟ Mn (μg/L)	<5.0	5,86	<5.0		<5.0	4,7	<5.0	11,88		10,59		8,73		25,97
ΧΑΛΚΟΣ Cu (μg/L)	0		0		0		0							
ΚΑΔΜΙΟ Cd (μg/L)	<0.4	<MDL	<0.4		<0.4	<MDL	<0.4	<MDL		<MDL		<MDL		<MDL
ΧΡΩΜΙΟ ΟΛΙΚΟ Cr (μg/L)	<1.0	0,9	<1.0		<1.0	<MDL	<1.0	<MDL		0,63		0,55		0,84
ΝΙΚΕΛΙΟ Ni (μg/L)	<1.0	1,09	<1.0		<1.0	<MDL	<1.0	<MDL		<MDL		<MDL		0,65
ΜΟΛΥΒΔΟΣ Pb (μg/L)	<1.0	0,64	<1.0		<1.0	<MDL	<1.0	<MDL		0,92		<MDL		0,75
ΑΡΣΕΝΙΚΟ As (μg/L)	<1.0	<MDL	<1.0		<1.0	<MDL	<1.0	<MDL		<MDL		<MDL		<MDL
ΑΝΤΙΜΟΝΙΟ Sb (μg/L)	<1.0		<1.0		<1.0		<1.0							
ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ Hg (μg/L)	<0.2		<0.2		<0.2		<0.2							
BENZOLIO PhH (μg/L)	<0.1		<0.1		<0.1		<0.1							
ΒΡΩΜΙΚΑ Br (μg/L)	<2.0		<2.0		<2.0		<2.0							
ΚΥΑΝΙΟΥΧΑ Cn (μg/L)	<5.0		<5.0		<5.0		<5.0							
MDL : Mean detection limit (Μέσο όριο ανίχνευσης)														



Εικόνα 4.63 Κατανομή της συγκέντρωσης Σιδήρου (Fe) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» και στα ρέματα, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2010.



Εικόνα 4.64 Κατανομή της συγκέντρωσης Μαγγανίου (Mn) στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» και στα ρέματα, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2010.



«N. Πλαστήρα» και στα ρέματα, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2010.

4.7.3. Μικροβιολογικές αναλύσεις

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες για μικροβιολογικές αναλύσεις στα ρέματα, τη λίμνη και την αναρρυθμιστική δεξαμενή (Μάρτιος, Μάιος και Ιούλιος 2010), όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.43.

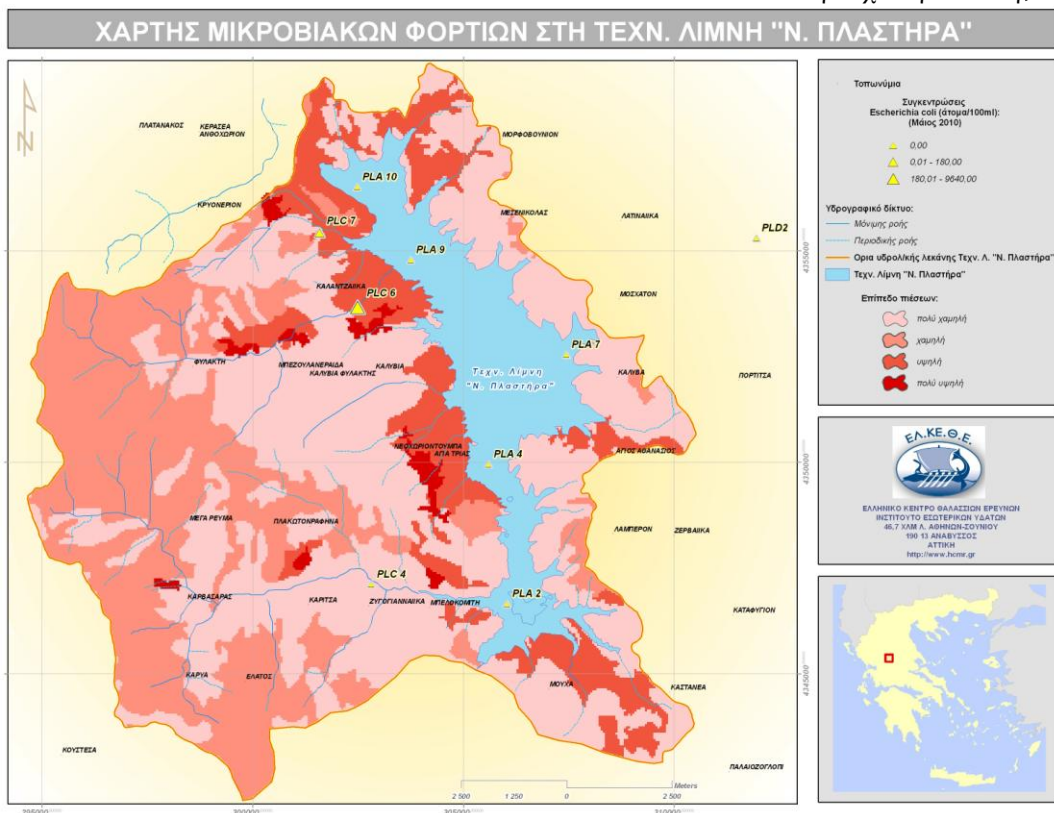
Οι μικροβιακές αναλύσεις που έγιναν σε ρέματα που καταλήγουν στη λίμνη έδειξαν την παρουσία έντονων μικροβιακών φορτίων σε ορισμένες θέσεις που παραπέμπουν στην διάθεση αστικών λυμάτων απ' ευθείας στα ρέματα αυτά με τελικό αποδέκτη τη λίμνη. Επίσης στη φωτογραφία 6 (Παράρτημα) φαίνεται χαρακτηριστικά και οπτικά η επιβάρυνση του ρέματος που προέρχεται από την περιοχή της Κερασιάς λίγο πριν μπει στην λίμνη (κατάντη του σταθμού PLC7). Συγκεκριμένα, στον σταθμό PLC 6 (Μεγάλο ποτάμι) τον Μάιο 2010 μετρήθηκαν 9.640 άτομα E. Coli / 100ml νερού ενώ στον σταθμό PLC 7 μετρήθηκαν 180 άτομα E. Coli / 100ml νερού και 631 ολικά κολοβακτηριοειδή / 100 ml νερού. Τον Ιούλιο 2010 στις ίδιες θέσεις μετρήθηκαν 800 ολικά κολοβακτηριοειδή / 100 ml νερού και 1.790 άτομα E. Coli / 100ml νερού αντίστοιχα. Οι ιδιαιτέρως αυξημένες τιμές μικροβιακού φορτίου συναντώνται σε 2 ρέματα, το ένα εκ των οποίων διέρχεται από τους οικισμούς Φυλακτή, Πεζούλα και Καλύβια Φυλακτής (PLC6) και το άλλο αφορά το ρέμα της εκτροπής του Κερασιώτη που διέρχεται και από τον

οικισμό Κρυονερίου (PLC7). Οι ανωτέρω τιμές μικροβιακών φορτίων δεν συναντώνται σε άλλα ρέματα της περιοχής, ούτε και είναι αναμενόμενες για ορεινά ρέματα που δέχονται επίδραση βόθρων μικρών οικισμών μέσω διήθησης ρύπων στον υδροφόρο και σταδιακή εκφόρτιση σε παρακείμενα ρέματα. Οι συγκεντρώσεις αυτές υποδεικνύουν άμεση διάθεση αστικών λυμμάτων στα εν λόγω ρέματα μέσω σημειακής πηγής ρύπανσης (αγωγού ή βυτιοφόρου). Επίσης, στην θέση PLC4 (κατάλητη ιχθυοτροφείου στον Καριτσιώτη), παρουσιάζονται σχετικά υψηλά μικροβιακά φορτία τον Ιούλιο 2010 με 373 ολικά κολοβακτηριοειδή / 100 ml νερού εκ των οποίων 159 άτομα E. Coli.

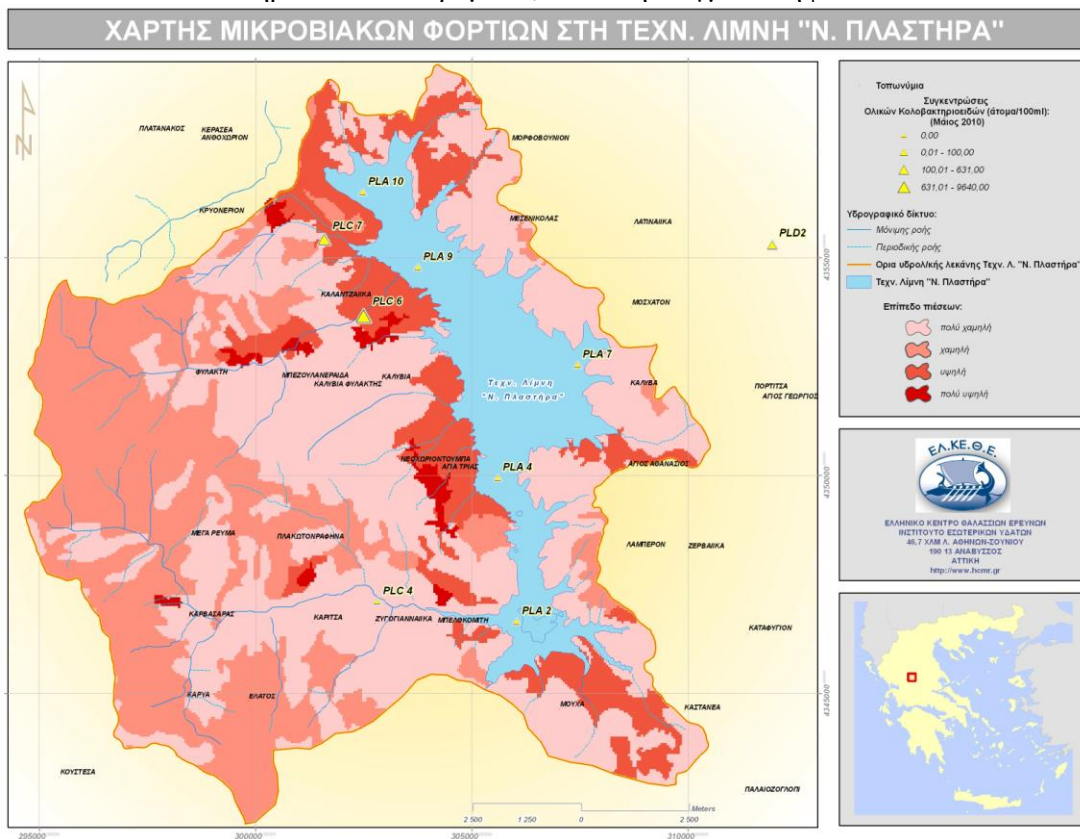
Οι μικροβιακές αναλύσεις σε διαφορετικές θέσεις μέσα στη λίμνη δείχνουν ότι η μεγάλη αραίωση που υφίστανται οι ρυπαντές λόγω των σημαντικών εισροών καθαρού νερού στη λίμνη ελαχιστοποιεί, τουλάχιστον για την ώρα, τις επιπτώσεις από την διάθεση των αστικών λυμάτων στα ρέματα. Θα πρέπει όμως να ληφθεί σοβαρά υπόψη ο καθορισμός ζωνών προστασίας της λίμνης από βόσκηση των κοπαδιών των ζώων που κινούνται στην περιοχή καθώς και η απαγόρευση της άμεσης διάθεσης λυμμάτων στα ρέματα της περιοχής. Για τον σκοπό αυτό πρέπει να γίνεται εποπτική παρακολούθηση σε τουλάχιστον εξαμηνιαία βάση για μικροβιακά φορτία στις θέσεις όπου παρουσιάστηκαν υψηλές συγκεντρώσεις ενώ θα πρέπει να τοποθετηθούν και 2 αυτόματοι σταθμοί παρακολούθησης φυσικοχημικών παραμέτρων ώστε να υπάρχει συνεχής πληροφόρηση για την ποιοτική κατάσταση των εν λόγω ρεμμάτων που συνεισφέρουν σε μεγάλο ποσοστό στην διαίτα της λίμνης.

Πίνακας 4.43 Μικροβιολογικές αναλύσεις στην Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα», στην αναρρυθμιστική δεξαμενή και σε ρέματα της υδρολογικής λεκάνης της τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα»

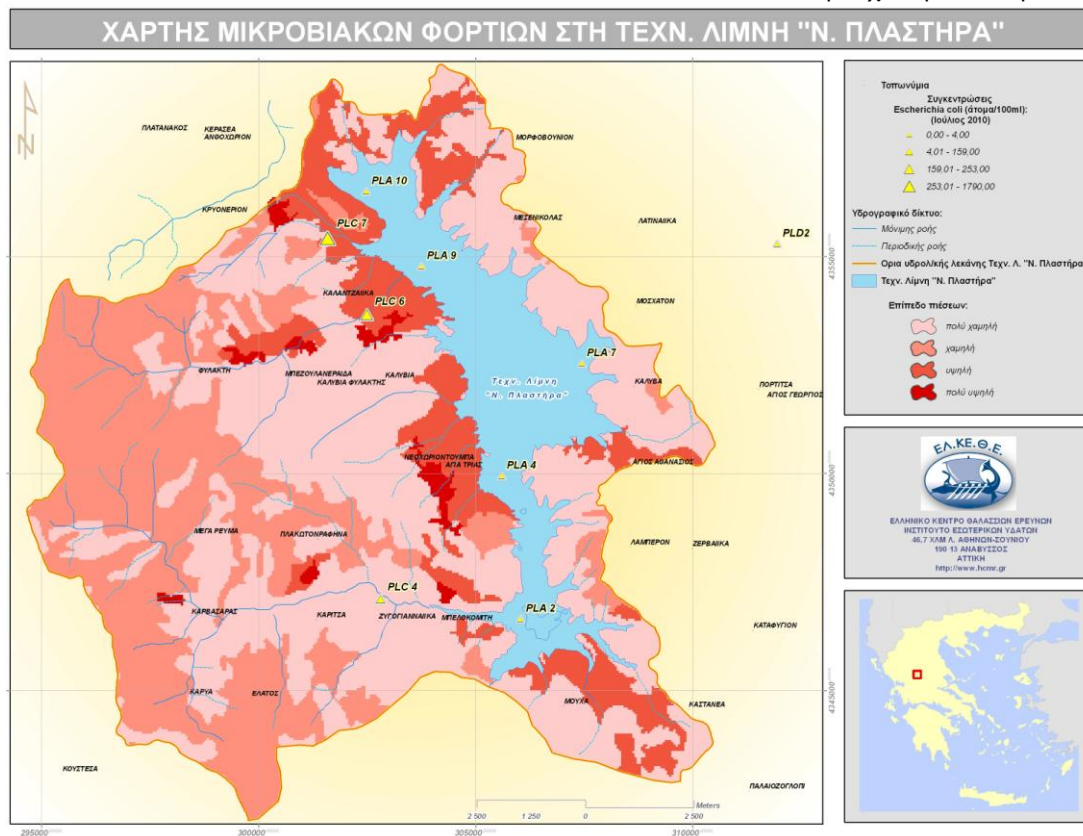
Μικροβιολογική ανάλυση	Ολικά Κολοβακτηριοειδή /100ml			E. coli / 100 ml			Εντερόκοκκοι / 100ml			Cl. Perfringens / 100ml		
	Μάρτιος 2010	Μάιος 2010	Ιούλιος 2010	Μάρτιος 2010	Μάιος 2010	Ιούλιος 2010	Μάρτιος 2010	Μάιος 2010	Ιούλιος 2010	Μάρτιος 2010	Μάιος 2010	Ιούλιος 2010
PLA 2	0		<4			<4	7		4-9			0
PLA 4			<4			0			0			0
PLA 7	0		0			0	0		0			
PLA 9			0			0			0			0
PLA 10	0		0			0	0		0			0
PLC 4			373			159			41			0
PLC 7		631	1790		180	1790		285	200		0	0
PLC 6		9640	800		9640	253		192	38		0	0
Δεξαμενή	0	<100			0		25	2			0	



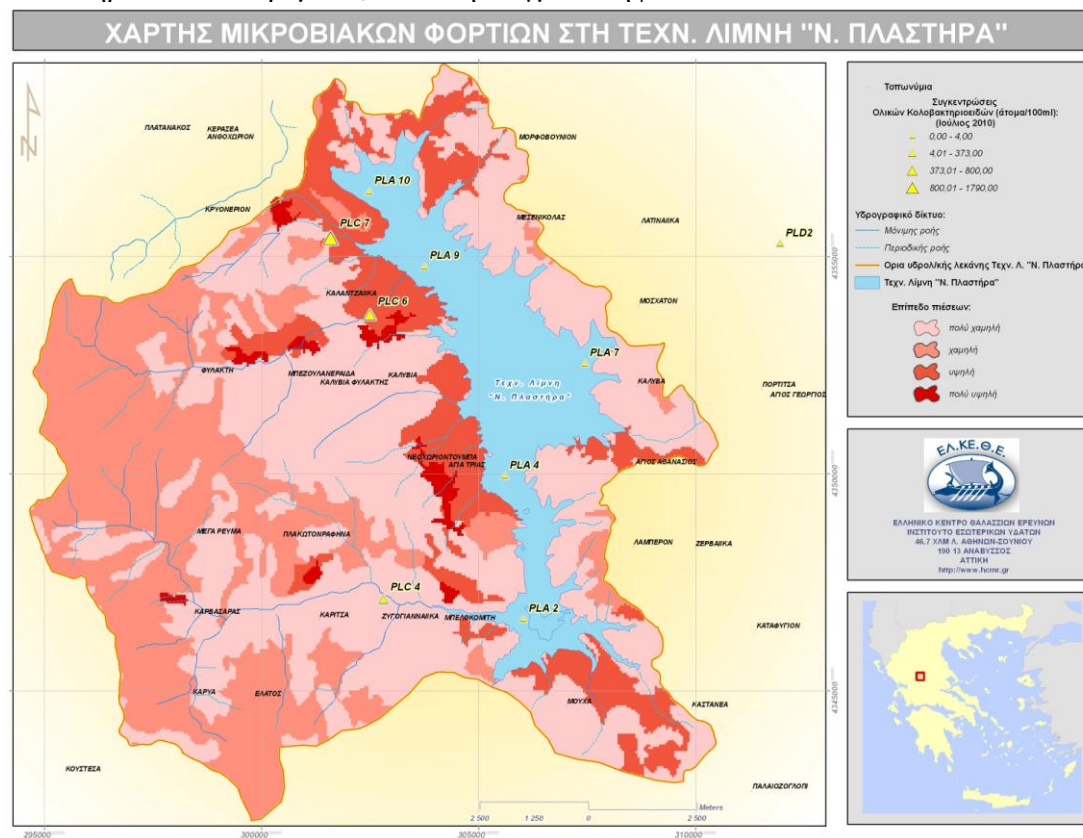
Εικόνα 4.66 Κατανομή της συγκέντρωσης *E. Coli* στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Α. «Ν. Πλαστήρα» και στα ρέματα, κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2010.



Εικόνα 4.67 Κατανομή της συγκέντρωσης ολικών κολοβακτηριοειδών στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Α. «Ν. Πλαστήρα» και στα ρέματα, κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2010.



Εικόνα 4.68 Κατανομή της συγκέντρωσης E. Coli στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» και στα ρέματα, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2010.



Εικόνα 4.69 Κατανομή της συγκέντρωσης ολικών κολοβακτηριοειδών στις θέσεις δειγματοληψίας στη Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» και στα ρέματα, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2010.

4.7.4. Εκτίμηση της χημικής ποιότητας

Στην Ελλάδα μέχρι σήμερα, δεν έχουν καθορισθεί τα όρια χημικής ποιότητας σε λίμνες, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας Πλαίσιο (2000/60/ΕΕ) για τα Ύδατα (όρια βασισμένα σε οικολογικές επιπτώσεις). Επίσης, δεν υπάρχουν σαφείς συνθήκες αναφοράς για Τεχνητές λίμνες με τα χαρακτηριστικά της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» (δεν έχουν μελετηθεί οι αδιατάρακτες συνθήκες της ως προς τις χημικές παραμέτρους). Επιπρόσθετα, η εν λόγω τεχνητή λίμνη, η οποία χαρακτηρίζεται σαν Ιδιαίτερος Τροποποιημένο Υδάτινο Σώμα σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα, χρησιμοποιείται για ύδρευση ενός μεγάλου ποσοστού του πληθυσμού του Ν. Καρδίτσας και ως εκ τούτου πρέπει να χαρακτηριστεί σαν προστατευόμενο υδάτινο σώμα και να εξασφαλισθεί μέσω διαχειριστικών σχεδίων και προγραμμάτων μέτρων το καλό οικολογικό δυναμικό της.

Ένας ταμιευτήρας χαρακτηρίζεται ως καλού οικολογικού δυναμικού όταν οι οικολογικές του συνθήκες πλησιάζουν σημαντικά το αντίστοιχο αδιατάρακτο φυσικό σύστημα (με βάση τους βιολογικούς του πόρους) ενώ και τα φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά πρέπει να είναι εντός των επιθυμητών ορίων για την υποστήριξη της καλής οικολογικής του κατάστασης. Όταν οι βιολογικοί του πόροι ή τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του απομακρύνονται ελαφρώς από την καλή κατάσταση (σχεδόν αδιατάρακτες συνθήκες) τότε το υδάτινο σώμα χαρακτηρίζεται σαν μέτριου οικολογικού δυναμικού.

Για την εκτίμηση της χημικής κατάστασης του Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» χρησιμοποιήθηκαν συστήματα ταξινόμησης από την βιβλιογραφία (OECD 1982, EPA 2000), τα οποία παρουσιάστηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια της παρούσας μελέτης.

Έτσι, προέκυψε από τα ανωτέρω αποτελέσματα ότι για τον Ολικό Φώσφορο, την διαφάνεια του νερού και το Ολικό Άζωτο, η ποιότητα νερού της λίμνης χαρακτηρίζεται ως μέτρια (με βάση τις μέσες ετήσιες τιμές) ενώ για τους υπόλοιπους εξεταζόμενους παραμέτρους η ποιότητα νερού χαρακτηρίζεται ως καλή. Ως εκ τούτου η συνολική χημική ποιότητα του Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» χαρακτηρίζεται ως μέτρια. Σε αυτό το συμπέρασμα συνηγορούν και η ύπαρξη μικροβιακών φορτίων καθώς και βαρέων μετάλλων στην υδρολογική λεκάνη και στην Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα». Όμως, εξαιτίας του γεγονότος ότι δεν υπάρχουν συνθήκες αναφοράς για την Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» και ορισμένοι από τους χημικούς ρύπους (Σίδηρος και Μαγγάνιο) συνδέονται και με την Γεωλογία της περιοχής καθώς και με τα έντονα φαινόμενα εδαφικής διάβρωσης (βλέπε Παράρτημα), υπάρχει μια επιφυλακτική στάση ως προς τον τελικό χαρακτηρισμό του οικολογικού δυναμικού που θα καθορισθεί κυρίως από τα βιολογικά χαρακτηριστικά του Ταμιευτήρα.

Πίνακας 4.44. Η εκτίμηση της χημικής ποιότητας νερού του Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα.

Εξεταζόμενοι παράμετροι	Μέσες Ετήσιες τιμές	Κατηγορία Ποιότητας
Μέση τιμή Ολικού Φωσφόρου	0.04 mg/l	Μέτρια
Μέση Τιμή Ολικού Αζώτου	1,2 mg/l	Μέτρια
Διαφάνεια νερού (Secchi disk)	2,1 m	Μέτρια
Διαλυμένο Οξυγόνο	8,7 mg/l	Καλή
Βαρέα Μέταλλα	-	Καλή
Μικροβιακά	-	Καλή

Κατηγορίες ποιότητας
Υψηλή
Καλή
Μέτρια
Φτωχή
Κακή

Εκτίμηση Συνολικής Χημικής Κατάστασης της Τ.Λ. Πλαστήρα	Μέτρια
---	--------

4.8.Αποτελέσματα σύνθεσης ειδών φυτοπλαγκτού

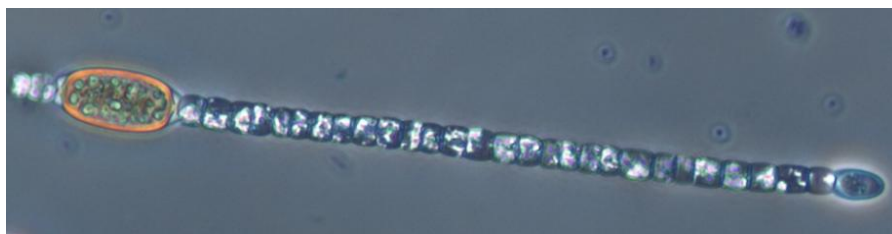
4.8.1. Κατάλογος και παρουσία ειδών στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα»

Στον Πίνακα 4.45 δίνεται η παρουσία των ειδών που αναγνωρίστηκαν στα δείγματα φυτοπλαγκτού σε όλη την εύρωτη ζώνη της στήλης νερού στους τρεις σταθμούς δειγματοληψίας (PLA2, PLA7 και PLA10) κατά την περίοδο Ιούλιος–Σεπτέμβριος και Νοέμβριος 2009 και τους μήνες Μάιο και Ιούλιο 2010.

Συνολικά 65 είδη φυτοπλαγκτού παρατηρήθηκαν στον ταμιευτήρα στις παραπάνω θέσεις. Ο αριθμός αυτός είναι μικρότερος από τον συνολικό διότι: α) δεν έχει γίνει ετήσιος κύκλος μελέτης και ως εκ τούτου είδη από άλλες περιόδους (χειμώνας, άνοιξη) δεν συμπεριλαμβάνονται και β) υπάρχουν πάντοτε ορισμένα είδη με πολύ μικρό αριθμό ατόμων που περνούν απαρατήρητα διότι βρίσκονται σε πληθυσμιακή πυκνότητα κάτω από το όριο ανίχνευσης. Επιπλέον, η απουσία ενός είδους σε ορισμένα χρονικά διαστήματα μπορεί να οφείλεται στην πτώση της πληθυσμιακής πυκνότητας κάτω από το όριο ανίχνευσης της μεθόδου καταμέτρησης. Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών (43) ανά δείγμα παρατηρήθηκε στη θέση **PLA10** τον **Αύγουστο του 2009**, ενώ ο χαμηλότερος (11) στη θέση **PLA2** το **Νοέμβριο του 2009**. Με εξαίρεση το Νοέμβριο του 2009 και το Μάιο του 2010, την υπόλοιπη περίοδο στο σταθμό **PLA10** καταγράφηκαν τα περισσότερα είδη συγκριτικά με τους άλλους δύο σταθμούς, ενώ ο σταθμός **PLA2** ήταν ο «φτωχότερος» σταθμός σε είδη φυτοπλαγκτού σχεδόν σε όλες τις ημερομηνίες. Διαφορά παρατηρήθηκε και στον αριθμό των ειδών που καταγράφηκαν στους τρεις σταθμούς το 2009 και 2010 κατά τον κοινό μήνα Ιούλιο με χαρακτηριστικά λιγότερα είδη παρόντα στους σταθμούς το 2010. Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η διαφορά αυτή στο σταθμό **PLA7**, όπου ο

αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν τον Ιούλιο του 2009 στο σταθμό ήταν σχεδόν διπλάσιος από τον αντίστοιχο τον Ιούλιο του 2010.

Συνολικά και στους τρεις σταθμούς, ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών καταγράφηκε κατά το μήνα Αύγουστο του 2009, ενώ χαρακτηριστική μείωση του αριθμού ειδών παρατηρήθηκε κατά τη μετάβαση προς την ψυχρή περίοδο του ίδιου χρόνου (Σεπτέμβριος→Νοέμβριος). Η κλάση των χλωροφυκών ήταν η πλουσιότερη σε αριθμό ειδών (32%), και ακολουθούν τα διάτομα (18%), συζυγή (14%), χρυσοφύκη (11%), κυανοβακτήρια (κυανοφύκη) (9%) και δινοφύκη (8%). Ο αριθμός των κρυπτοφυκών, αποφυκών και ευγληνοφυκών αποτελεί αθροιστικά το 8% του συνόλου. Στη σύνθεση του φυτοπλαγκτού στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» συμμετείχαν 6 είδη κυανοβακτηρίων από τα οποία το είδος *Anabaena bergii* (Εικ. 4.70) είναι γνωστό ως τοξικό και σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας είναι ενδεικτικό μιας ανεπιθύμητης ποιότητας νερού της λίμνης που μπορεί να εγκυμονεί κινδύνους για τον άνθρωπο και τους υδρόβιους οργανισμούς.



Εικόνα 4.70: Το κυανοβακτήριο *Anabaena bergii* που παρατηρήθηκε στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα».

Πίνακας 4.45 Κατάλογος των taxa φυτοπλαγκτού που αναγνωρίστηκαν στους σταθμούς PLA2 (P2), PLA7 (P7) και PLA10 (P10) στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» κατά τη χρονική περίοδο Ιούλιος-Σεπτέμβριος και Νοέμβριος 2009 και τους μήνες Μάιο και Ιούλιο 2010 (Τα δεδομένα αναφέρονται σε ενιαίο δείγμα που λήφθηκε από την εύρωτη ζώνη των προαναφερθέντων σταθμών).

	Ιούλιος			Αύγουστος			Σεπτέμβριος			Νοέμβριος		
	P2	P7	P10	P2	P7	P10	P2	P7	P10	P2	P7	P10
CYANOBACTERIA (ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ)												
<i>Anabaena bergii</i> OSTENFELD			√		√	√		√				
<i>Aphanocapsa</i> sp.		√	√	√	√		√				√	
<i>Limnothrix</i> sp.												
<i>Merismopedia tenuissima</i> LEMMERMANN			√		√	√			√			
<i>Planktolyngbya circumcreta</i> (G. S. WEST) ANAGN. & KOM.					√	√						
<i>Pseudoanabaena</i> sp.		√	√				√		√			√
CHLOROPHYCEAE (ΧΛΩΡΟΦΥΚΗ)												
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> CORDA		√	√									
<i>Ankyra ocellata</i> (KORSHIKOV) FOTT												
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (KIRCHNER) W. & G. S. WEST	√	√	√		√							
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> WOOD					√							
<i>Elakatothrix genevensis</i> (REVERDIN) HIND.	√	√	√	√	√	√				√	√	√
<i>Goniochloris</i> sp.						√						
<i>Koliella</i> cf. <i>spiculiformis</i> (VISCH.) HIND.	√	√	√		√	√	√	√	√			√
<i>Koliella longiseta</i> (VISCH.) HIND.												
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>duwoskowskyi</i>												
<i>Monoraphidium griffithii</i> (BERKELEY) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ		√	√			√						
<i>Monoraphidium minutum</i> (NÄG.) KOM.-LEGN.		√	√			√				√		
<i>Oocystis</i> sp.			√	√	√	√						
<i>Pandorina</i> sp.						√						
<i>Pediastrum boryanum</i> (TURP.) MENEH.			√		√							
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (TURP.) KÜTZ.						√						
<i>Scenedesmus obtusus</i> MEYEN			√			√						
<i>Scenedesmus</i> spp.	√		√		√	√			√			

<i>Schroederia setigera</i> (SCHRÖDER) LEMMERMANN				√	√	√						
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> CHOD.sensu auct.post.			√	√	√	√						
<i>Tetraedron minimum</i> (A. BR.) HANSG.			√		√	√		√	√	√	√	
<i>Treubaria triappendiculata</i> BERN.				√	√	√						
BACILLARIOPHYCEAE (ΔΙΑΤΟΜΑ)												
<i>Asterionella formosa</i> HASSALL	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√
<i>Aulacoseira granulata</i> (EHRENB.) RALFS	√	√	√	√	√	√		√	√			
<i>Cyclotella</i> sp.	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√
<i>Cymbella</i> sp.								√	√			
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (KUTZING) RABENHORST		√			√	√			√			
<i>Nitzschia acicularis</i> W. SMITH		√	√		√	√		√	√		√	√
<i>Nitzschia</i> sp.		√		√					√			
<i>Nitzschia palea</i> (KÜTZ.) W. SMITH	√				√	√		√	√			
<i>Rhizosolenia longiseta</i> ZACHARIAS	√	√	√		√	√		√			√	
<i>Synedra acus</i> KG.	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√
CRYPTOPHYCEAE (ΚΡΥΠΤΟΦΥΚΗ)												
<i>Cryptomonas</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
<i>Rhodomonas lens</i> PASCHER & RUTNER												
<i>Rhodomonas minuta</i> SKUJA		√	√		√	√	√	√	√	√	√	√
DESMIDIACEAE (ΣΥΖΥΓΗ ΦΥΚΗ)												
<i>Closterium gracile</i> BRÉB.		√	√			√						
<i>Cosmarium abbreviatum</i> RAC.												
<i>Cosmarium pygmaeum</i> REINSCH			√	√								
<i>Cosmarium phaseolus</i> BRÉB.		√	√	√	√	√						
<i>Mougeotia</i> sp.		√			√	√					√	
<i>Spondylosium planum</i> (WOLLE) W. et G. S. WEST					√	√						
<i>Staurostrum tetracerum</i> RALFS		√	√	√	√	√	√	√	√			
<i>Staurostrum</i> sp.					√							
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (BRÉB.) TEILING			√	√	√	√						
DINOPHYCEAE (ΔΙΝΟΦΥΚΗ)												
<i>Ceratium furcoides</i> (LEVANDER) LANGHANS	√	√	√	√	√				√			
<i>Ceratium hirundinella</i> O.F. MULLER												

<i>Gymnodinium helveticum</i> PENARD										✓	✓	✓
<i>Peridiniopsis</i> sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
<i>Peridinium</i> cf. <i>volzii</i> LEMM.		✓		✓	✓							
PRYMNESIOPHYCEAE (ΠΡΥΜΝΕΣΙΟΦΥΚΗ)												
<i>Chrysochromulina parva</i> LACKEY		✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓
CHRYSTOPHYCEAE (ΧΡΥΣΟΦΥΚΗ)												
<i>Bitrichia ollula</i> (FOTT) BOURRELLY	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓				
<i>Dinobryon bavaricum</i> IMHOF		✓		✓		✓	✓	✓				
<i>Dinobryon divergens</i> IMHOF		✓		✓		✓	✓	✓	✓			
<i>Dinobryon sertularia</i> EHRENBERG	✓	✓		✓		✓					✓	✓
<i>Kephyrion littorale</i> LUND												
<i>Micractinium</i> sp.			✓	✓	✓	✓						
<i>Ochromonas ludibunda</i> PASCHER				✓		✓	✓	✓			✓	✓
EUGLENOPHYCEAE (ΕΥΓΛΗΝΟΦΥΚΗ)												
<i>Euglena</i> sp.		✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓	✓
<i>Trachelomonas</i> sp.		✓	✓	✓	✓	✓			✓			
ΣΥΝΟΛΟ	15	32	32	26	38	43	14	20	22	11	16	15

Πίνακας 4.45 (συνέχεια):

	Μάιος			Ιούλιος		
	P2	P7	P10	P2	P7	P10
CYANOBACTERIA (ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ)						
<i>Anabaena bergii</i> OSTENFELD						
<i>Aphanocapsa</i> sp.						
<i>Limnothrix</i> sp.						✓
<i>Merismopedia tenuissima</i> LEMMERMANN						
<i>Planktolyngbya circumcreta</i> (G. S. WEST) ANAGN. & KOM.						
<i>Pseudoanabaena</i> sp.						✓
CHLOROPHYCEAE (ΧΛΩΡΟΦΥΚΗ)						
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> CORDA						

<i>Ankyra ocellata</i> (KORSHIKOV) FOTT						
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (KIRCHNER) W. & G. S. WEST						
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> WOOD						
<i>Elakatothrix genevensis</i> (REVERDIN) HIND.	√	√	√	√	√	√
<i>Goniochloris</i> sp.						
<i>Koliella</i> cf. <i>spiculiformis</i> (VISCH.) HIND.						
<i>Koliella longiseta</i> (VISCH.) HIND.	√	√	√	√	√	√
<i>Monoraphidium</i> cf. <i>duwoskowskyi</i>				√		
<i>Monoraphidium griffithii</i> (BERKELEY) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ						√
<i>Monoraphidium minutum</i> (NÄG.) KOM.-LEGN.	√	√	√			√
<i>Oocystis</i> sp.						
<i>Pandorina</i> sp.						
<i>Pediastrum boryanum</i> (TURP.) MENEGB.						
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (TURP.) KÜTZ.						
<i>Scenedesmus obtusus</i> MEYEN						
<i>Scenedesmus</i> spp.						√
<i>Schroederia setigera</i> (SCHRÖDER) LEMMERMANN						
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> CHOD.sensu auct.post.						
<i>Tetraedron minimum</i> (A. BR.) HANSG.	√					
<i>Treubaria triappendiculata</i> BERN.						
BACILLARIOPHYCEAE (DIATOMA)						
<i>Asterionella formosa</i> HASSALL		√				√
<i>Aulacoseira granulata</i> (EHRENB.) RALFS						√
<i>Cyclotella</i> spp.	√	√	√	√	√	√
<i>Cymbella</i> sp.						
<i>Fragilaria</i> sp.	√					
<i>Gyrodinium acuminatum</i> (KUTZING) RABENHORST						
<i>Nitzschia acicularis</i> W. SMITH	√	√	√		√	√
<i>Nitzschia</i> sp.	√	√	√	√	√	√
<i>Nitzschia palea</i> (KÜTZ.) W. SMITH						
<i>Rhizosolenia longiseta</i> ZACHARIAS						
<i>Synedra acus</i> KG.	√	√	√	√	√	√

CRYPTOPHYCEAE (ΚΡΥΠΤΟΦΥΚΗ)						
<i>Cryptomonas</i> sp.	√	√	√	√	√	√
<i>Rhodomonas lens</i> PASCHER & RUTNER			√			√
<i>Rhodomonas minuta</i> SKUJA	√	√	√	√	√	√
DESMIDIACEAE (ΣΥΖΥΓΗ ΦΥΚΗ)						
<i>Closterium gracile</i> BRÉB.						
<i>Cosmarium abbreviatum</i> RAC.						√
<i>Cosmarium pygmaeum</i> REINSCH					√	
<i>Cosmarium phaseolus</i> BRÉB.				√		√
<i>Mougeotia</i> sp.						√
<i>Spondylosium planum</i> (WOLLE) W. et G. S. WEST						
<i>Staurastrum tetracerum</i> RALFS					√	√
<i>Staurastrum</i> sp.						
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (BRÉB.) TEILING						
DINOPHYCEAE (ΔΙΝΟΦΥΚΗ)						
<i>Ceratium furcoides</i> (LEVANDER) LANGHANS						
<i>Ceratium hirundinella</i> O.F. MULLER		√		√	√	
<i>Gymnodinium helveticum</i> PENARD	√	√	√			
<i>Peridiniopsis</i> sp.		√		√		√
<i>Peridinium</i> cf. <i>volzii</i> LEMM.	√					√
PRYMNESIOPHYCEAE (ΠΡΥΜΝΕΣΙΟΦΥΚΗ)						
<i>Chrysochromulina parva</i> LACKEY		√				
CHRY SOPHYCEAE (ΧΡΥΣΟΦΥΚΗ)						
<i>Bitrichia ollula</i> (FOTT) BOURRELLY				√	√	√
<i>Dinobryon bavaricum</i> IMHOF			√	√	√	√
<i>Dinobryon divergens</i> IMHOF						
<i>Dinobryon sertularia</i> EHRENBURG	√	√			√	
<i>Kephyrion littorale</i> LUND		√	√			
<i>Micractinium</i> sp.						
<i>Ochromonas ludibunda</i> PASCHER			√			
EUGLENOPHYCEAE (ΕΥΓΛΗΝΟΦΥΚΗ)						

<i>Euglena</i> sp.						√
<i>Trachelomonas</i> sp.	√		√			√
ΣΥΝΟΛΟ	15	16	14	13	14	25

4.8.2. Είδη και ομάδες φυτοπλαγκτού ως οικολογικοί δείκτες

Ορισμένα είδη, παρόλο το μεγάλο εύρος προσαρμογής τους στο περιβάλλον, μπορούν μερικές φορές να είναι χρήσιμοι δείκτες των περιβαλλοντικών συνθηκών. Βέβαια μια ομάδα ειδών ή η κοινωνία ως σύνολο αποτελούν τους αξιόπιστους δείκτες. Από τις ομάδες φυκών που συμμετέχουν στο φυτοπλαγκτό του Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα», τα συζυγή από τα χλωροφύκη, τα χρυσοφύκη και τα κυανοβακτήρια (κυανοφύκη) χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο από κάθε άλλη ομάδα για το χαρακτηρισμό της τροφικής κατάστασης των λιμνών.

Από παλιά επισημαίνονταν με έμφαση ότι τα συζυγή αναπτύσσονται σε oligότροφα περιβάλλοντα. Ο δείκτης φυτοπλαγκτού του Nygaard προτάθηκε ως αποτέλεσμα της συχνά στενής σύνδεσης του μεγάλου αριθμού ειδών των συζυγών με τις oligότροφες λίμνες. Ο Nygaard προσπάθησε να χαρακτηρίσει την τροφική κατάσταση των λιμνών με βάση τις τιμές του πληθυσμού του αριθμού των ειδών τάξεων, κλάσεων ή αθροισμάτων σε μια λίμνη, με αύξηση της τιμής του πληθυσμού με τον ευτροφισμό. Ο Nygaard πρότεινε πέντε διαφορετικούς δείκτες:

1. Τον δείκτη των κυανοφυκών (κυανοβακτηρίων) (ο αριθμός των ειδών των κυανοφυκών διαιρούμενος με τον αριθμό των ειδών των συζυγών)
2. Τον δείκτη των κοκκοειδών χλωροφυκών (Chlorococcales) (ο αριθμός των ειδών των Chlorococcales διαιρούμενος με τον αριθμό των ειδών των συζυγών)
3. Τον δείκτη των διατόμων (ο αριθμός των ειδών των κεντρικών διατόμων διαιρούμενος με τον αριθμό των ειδών των pennate διατόμων)
4. Τον δείκτη των ευγληνοφυκών (ο αριθμός των ειδών των ευγληνοφυκών διαιρούμενος με τον αριθμό των ειδών των χλωροφυκών και κυανοφυκών μαζί)
5. Το σύνθετο δείκτη (ο αριθμός των ειδών των κυανοφυκών (κυανοβακτηρίων), των κοκκοειδών χλωροφυκών Chlorococcales, των κεντρικών διατόμων και ευγληνοφυκών μαζί ως σύνολο διαιρούμενος με τον αριθμό των ειδών των συζυγών)

Στον ταμιευτήρα, τα συζυγή που σε μεγάλο αριθμό ειδών αποτελούν δείκτες oligότροφης κατάστασης αποτελούν το 14% του συνόλου των ειδών. Τα χρυσοφύκη έχουν επίσης αναφερθεί ως δείκτες oligότροφων νερών. Στον ταμιευτήρα αποτελούν το 11% του αριθμού ειδών και λαμβάνοντας υπ' όψη το μεσογειακό κλίμα φαίνεται

ότι δείχνουν oligotrophe κατάσταση ή αποτελούν είδη οικολογικής μνήμης του ταμιευτήρα. Περισσότερο από κάθε άλλη ομάδα φυτοπλαγκτού τα κυανοφύκη (κυανοβακτήρια) έχουν συνδεθεί με τον ευτροφισμό των νερών και τα προβλήματα που δημιουργούν στην ποιότητα του νερού με τη μεγάλη ανάπτυξή τους. Στη σύνθεση του φυτοπλαγκτού στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» συμμετείχαν 6 είδη κυανοβακτηρίων. Αν και μικρός ο αριθμός ειδών κυανοβακτηρίων η παρουσία του αζωτοδεσμευτικού είδους *Anabaena bergii* (Εικ. 4.70), το οποίο είναι γνωστό ως τοξικό, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας είναι ενδεικτικό, εάν αυξηθεί, μιας ανεπιθύμητης ποιότητας νερού της λίμνης που μπορεί να εγκυμονεί κινδύνους για τον άνθρωπο και τους υδρόβιους οργανισμούς.

4.8.3. Αφθονία και Βιοόγκος Φυτοπλαγκτού

Στην Εικόνα 4.71 παρουσιάζεται η συνολική αφθονία (άτομα L^{-1}) του φυτοπλαγκτού σε όλη την εύρωτη ζώνη της στήλης νερού στους τρεις σταθμούς δειγματοληψίας PLA2, PLA7 και PLA10 του Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» κατά τη διάρκεια της περιόδου έρευνας (Ιούλιος–Σεπτέμβριος και Νοέμβριος 2009, Μάιος και Ιούλιος 2010). Συνολικά, στους τρεις σταθμούς κυμάνθηκε από $42 \cdot 10^4$ έως $581 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1} με υψηλότερη τιμή στο σταθμό PLA7 τον Ιούλιο του 2010 και χαμηλότερη στον ίδιο σταθμό το Μάιο του ίδιου χρόνου. Γενικά υψηλότερες τιμές αφθονίας καταγράφηκαν και τις δύο χρονιές μέσα στον Ιούλιο και συγκεκριμένα τον Ιούλιο του 2010 ενώ η χαμηλότερη τιμή και στους τρεις σταθμούς ήταν το Μάιο του 2010. Σχεδόν σε όλη την περίοδο έρευνας (με εξαίρεση τον Ιούλιο του 2010) ο σταθμός PLA10 παρουσίασε σταθερά την υψηλότερη αφθονία φυτοπλαγκτού συγκριτικά με τους άλλους δύο σταθμούς. Το πρότυπο μεταβολής της αφθονίας του φυτοπλαγκτού ήταν διαφορετικό στους τρεις σταθμούς κατά τη μετάβαση από τη θερμή στην ψυχρή περίοδο.

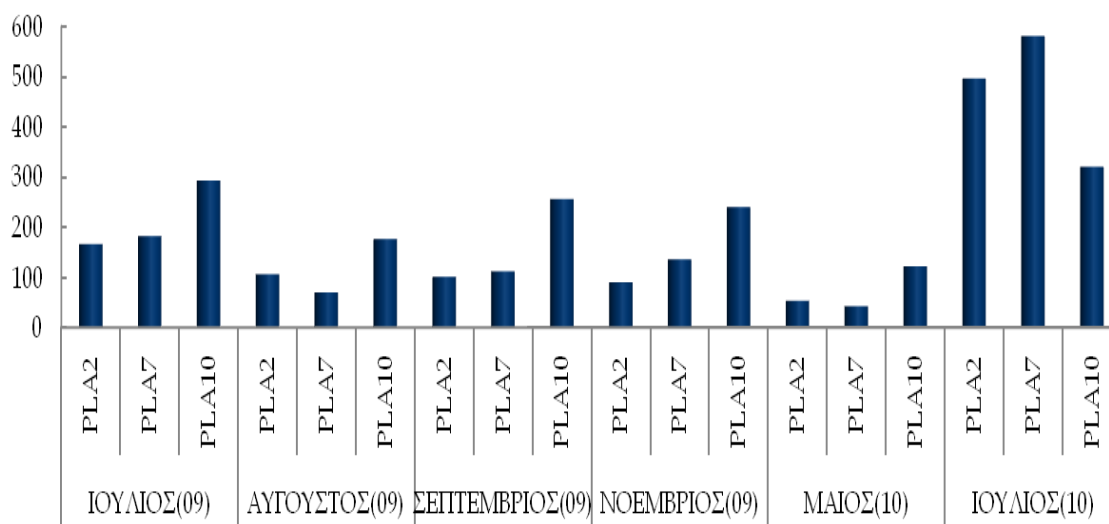
Ενδεικτικά, η συνολική αφθονία:

(i) στο σταθμό **PLA2** παρουσίασε μείωση από τον Ιούλιο (μέγιστη τιμή $166 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1}) προς το Νοέμβριο ($90 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1}) του 2009, με τη μικρότερη τιμή

να καταγράφεται το Μάιο του 2010 ($53 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1}) και την υψηλότερη τον Ιούλιο του 2010 ($496 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1})

(ii) στο σταθμό **PLA7** παρουσίασε μείωση από τον Ιούλιο ($182 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1}) μέχρι το Σεπτέμβριο ($112 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1}) του 2009 ενώ παρουσιάστηκε αυξημένη μέσα στο Νοέμβριο ($135 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1}). Όπως και στον προηγούμενο σταθμό, κατά την περίοδο έρευνας η μικρότερη τιμή στο σταθμό καταγράφηκε το Μάιο του 2010 ($42 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1}) και

(iii) στο σταθμό **PLA10** οι υψηλότερες τιμές καταγράφηκαν τους μήνες Ιούλιο και Σεπτέμβριο του 2009 ($293 \cdot 10^4$ και $255 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1} αντίστοιχα) και τον Ιούλιο του 2010 ($320 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1}) και τις χαμηλότερες τον Αύγουστο και Νοέμβριο ($178 \cdot 10^4$ και $240 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1} αντίστοιχα) του 2009 με χαμηλότερη το Μάιο του 2010 ($122 \cdot 10^4$ άτομα L^{-1}).

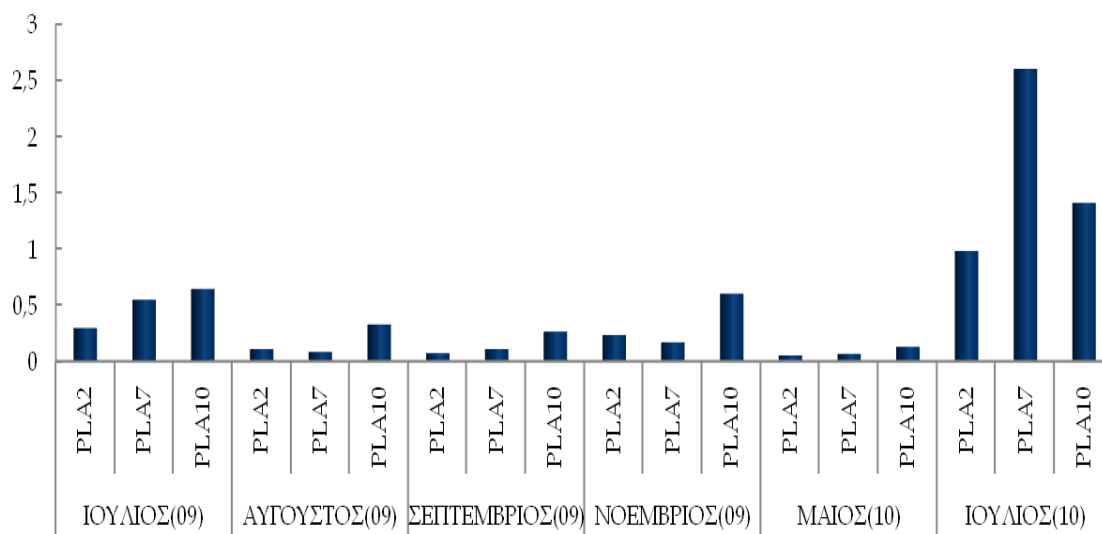


Εικόνα 4.71 Συνολική αφθονία του φυτοπλαγκτού (άξονας ψ: $x 10^4$ άτομα L^{-1}) στους σταθμούς PLA2, PLA7 και PLA10 (άξονας χ) στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» κατά τη διάρκεια της περιόδου έρευνας (Ιούλιος-Σεπτέμβριος και Νοέμβριος 2009, Μάιος και Ιούλιος 2010).

Στην Εικόνα 4.72 παρουσιάζεται ο συνολικός βιοόγκος ($mm^3 L^{-1}$) του φυτοπλαγκτού στους τρεις σταθμούς δειγματοληψίας (PLA2, PLA7 και PLA10) του ταμιευτήρα κατά τη διάρκεια της περιόδου έρευνας (Ιούλιος-Σεπτέμβριος και Νοέμβριος 2009, Μάιος και Ιούλιος 2010). Συνολικά, στους τρεις σταθμούς ο

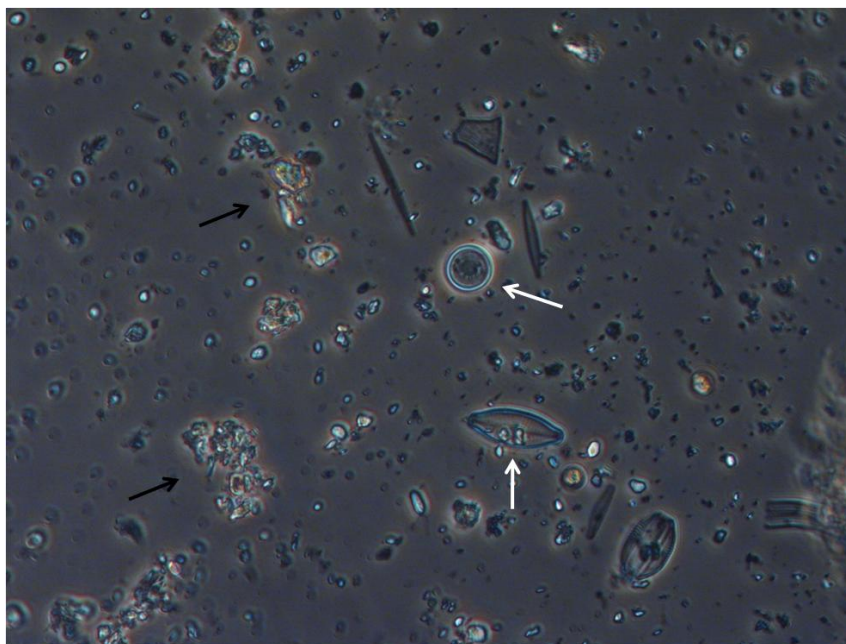
βιοόγκος κυμάνθηκε από 0.05 έως 2.6 mm³ L⁻¹. Η υψηλότερη τιμή καταγράφηκε στο σταθμό PLA7 τον Ιούλιο του 2010 ενώ η χαμηλότερη στο σταθμό PLA2 το Μάιο του ίδιου χρόνου. Ο βιοόγκος ήταν ο μέγιστος και στους τρεις σταθμούς τον Ιούλιο του 2010, ενώ η ελάχιστη τιμή καταγράφηκε επίσης και στους τρεις το Μάιο του 2010. Γενικά, σε όλους τους μήνες έρευνας με εξαίρεση τον Ιούλιο του 2010, ο σταθμός PLA10 παρουσίασε σταθερά τις υψηλότερες τιμές βιοόγκου συγκριτικά με τους άλλους δύο σταθμούς, ενώ στο σταθμό PLA2 με εξαίρεση το Νοέμβριο του 2009, καταγράφηκαν οι χαμηλότερες τιμές βιοόγκου ανάμεσα στους τρεις σταθμούς.

Το πρότυπο μεταβολής του βιοόγκου του φυτοπλαγκτού δεν ακολούθησε αυτό της αφθονίας σε κανένα από τους τρεις σταθμούς αλλά ήταν παρόμοιο ανάμεσα στους σταθμούς: δηλαδή παρουσίασε πτωτική τάση από τον Ιούλιο προς το Σεπτέμβριο και αύξηση μέσα στο Νοέμβριο του 2009, ενώ η ελάχιστη τιμή καταγράφηκε το Μάιο του 2010 και η μέγιστη τον Ιούλιο του ίδιου χρόνου όπως προαναφέρθηκε.



Εικόνα 4.72 Συνολικός βιοόγκος (mm³ L⁻¹) του φυτοπλαγκτού (άξονας ψ) στους σταθμούς PLA2, PLA7 και PLA10 (άξονας χ) στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» κατά τη διάρκεια της περιόδου έρευνας (Ιούλιος-Σεπτέμβριος και Νοέμβριος 2009, Μάιος και Ιούλιος 2010).

Στα δείγματα που ελήφθησαν από τους τρεις σταθμούς παρατηρήθηκε μεγάλος αριθμός νεκρών οργανισμών (έως και 50%) κυρίως διατόμων (γέννη *Cyclotella*, *Synedra*) και χρυσοφυκών (γένος *Dinobryon*) και άφθονα οργανικά θρύμματα (Εικ. 4.73).



Εικόνα 4.73 Νεκροί μικροοργανισμοί και οργανικά θρύμματα στα δείγματα νερού από τον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα». (με λευκά βέλη σημειώνονται νεκρά διάτομα, ενώ με μαύρα βέλη σημειώνονται τα οργανικά θρύμματα).

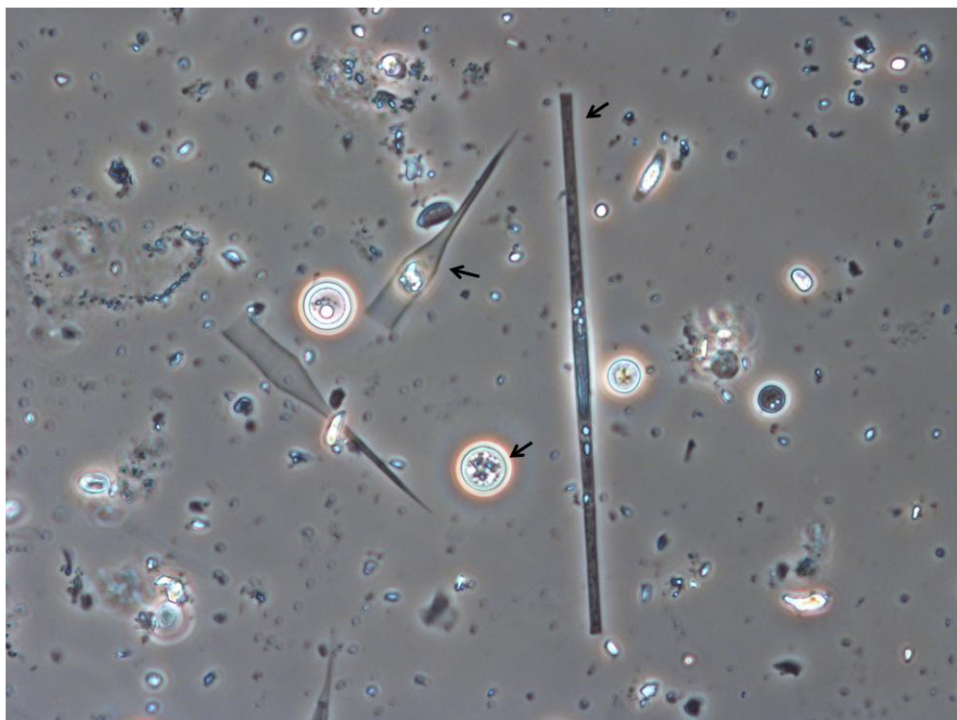


Εικόνα 4.74: Το διάτομο *Asterionella formosa* που παρατηρήθηκε στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα». (με μαύρα βέλη σημειώνονται οι παρασιτικοί μύκητες).

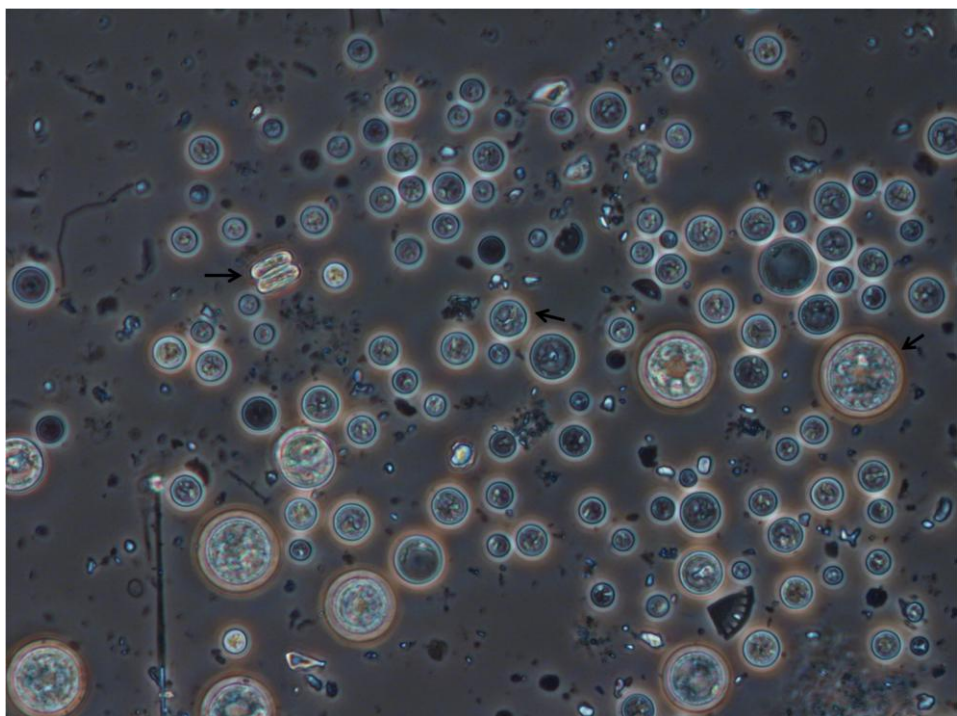
Επιπλέον, μεγάλος αριθμός ατόμων (50%) του γένους *Asterionella* (διάτομο) το οποίο ήταν άφθονο κατά τον Ιούλιο του 2009 ήταν προσβεβλημένα απο παρασιτικούς μύκητες chytridiales (Εικ. 4.74).

Η σύνθεση των κυρίαρχων ομάδων φυτοπλαγκτού παρουσίασε διαφορές τόσο ανάμεσα στους τρεις σταθμούς όσο και ανάμεσα στους μήνες σε κάθε σταθμό (Εικ. 8, 9, 10), με τα διάτομα, τα κρυπτοφύκη, τα δινοφύκη, τα συζυγή και τα δινοφύκη ως κυρίαρχες ομάδες. Αναλυτικότερα,

Στο σταθμό **PLA2** κυρίαρχη ταξινομική ομάδα ως προς το βιοόγκο σε όλη σχεδόν την περίοδο έρευνας ήταν τα διάτομα (>65%) με κυριότερους αντιπρόσωπους τα *Cyclotella* spp., *Asterionella formosa* και *Synedra acus* (Εικ. 4.75). Το είδος *Asterionella formosa* αν και ήταν ανάμεσα στα κυρίαρχα τον Ιούλιο του 2009, τον Ιούλιο του 2010 δεν παρατηρήθηκε στο συγκεκριμένο σταθμό. Κυρίαρχη θέση είχαν επιπλέον στο φυτοπλαγκτό του ταμιευτήρα μαζί με τα διάτομα, τα δινοφύκη (12%) τον Αύγουστο και τα κρυπτοφύκη (24%) το Σεπτέμβριο. Τον Νοέμβριο όμως η κυριαρχία πέρασε από διάτομα στα κρυπτοφύκη, τα οποία κυριάρχησαν στο φυτοπλαγκτό του ταμιευτήρα με ποσοστό 96% (Εικ. 4.77) και αντιπρόσωπους τα είδη *Cryptomonas* sp. και *Rhodomonas minuta*. Τους μήνες Μάιο και Ιούλιο του επόμενου έτους, τα διάτομα και συγκεκριμένα τα είδη *Cyclotella glomerata* και *Cyclotella comta* (Εικ. 4.76) ήταν οι πλέον κυρίαρχοι οργανισμοί (>95%) στο φυτοπλαγκτό του ταμιευτήρα.



Εικόνα 4.75: Το διάτομο *Synedra acus*, το χρυσοφύκος *Dinobryon bavaricum* και το διάτομο *Cyclotella* spp. (μαύρα βέλη), από τα κυρίαρχα είδη στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα».

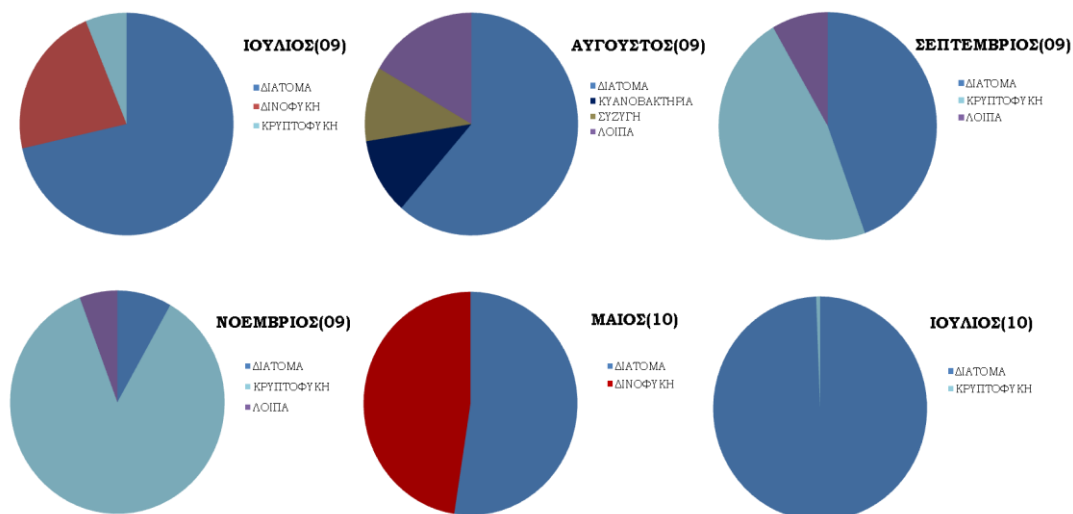


Εικόνα 4.76: Είδη του γένους *Cyclotella* (μαύρα βέλη), κυρίαρχα στο φυτοπλαγκτό του Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα».



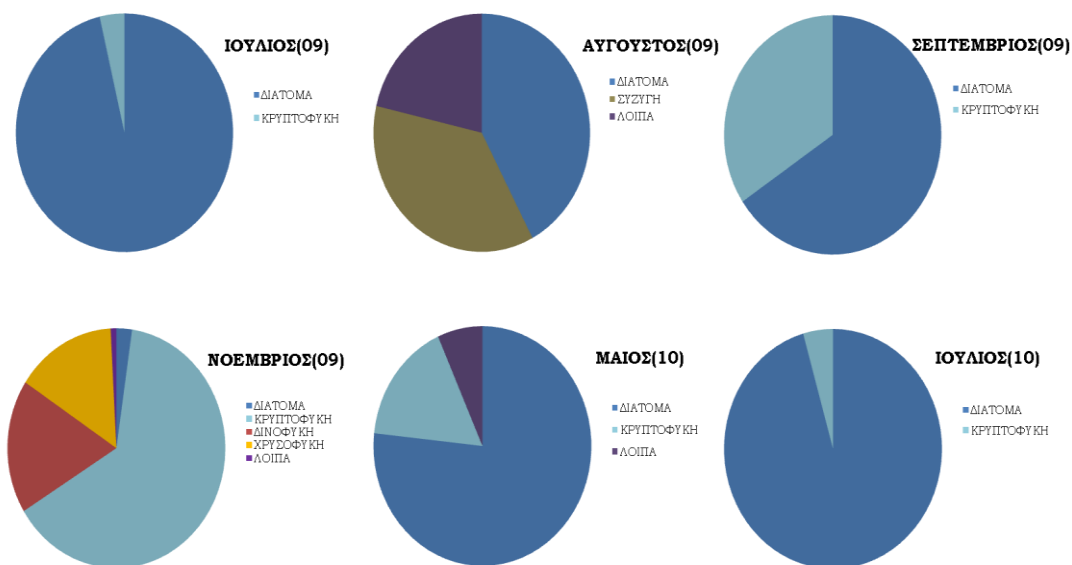
Εικόνα 4.77 Συμμετοχή των διαφόρων ταξινομικών ομάδων στα δείγματα που ελήφθησαν από την εύρωτη ζώνη στο σταθμό PLA2 στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» κατά τη διάρκεια της περιόδου έρευνας (Ιούλιος-Σεπτέμβριος και Νοέμβριος 2009, Μάιος και Ιούλιος 2010).

Στο σταθμό **PLA7**, κυρίαρχη ταξινομική ομάδα ως προς το βιοόγκο τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο του 2009 ήταν τα διάτομα (>60%) με κυριότερο αντιπρόσωπο το είδος *Cyclotella* sp. Μαζί με τα διάτομα κυρίαρχη θέση στο φυτοπλαγκτό του ταμιευτήρα είχαν: ι) τον Ιούλιο, τα δινοφύκη (22%) με κυριότερο αντιπρόσωπο το είδος *Peridinium* cf. *volzii* και ιι) τον Αύγουστο, τα κυανοβακτήρια (11%) με αντιπρόσωπο το είδος *Anabaena bergii* και τα συζυγή (11%) με αντιπρόσωπο το είδος *Staurastrum tetracerum* (Εικ. 4.78). Η κυριαρχία πέρασε σταδιακά κατά τους μήνες Σεπτέμβριο→Νοέμβριο από τα διάτομα στα κρυπτοφύκη, ώστε το Νοέμβριο του 2009 τα κρυπτοφύκη να είναι η πλέον κυρίαρχη ομάδα στο φυτοπλαγκτό του ταμιευτήρα με ποσοστό 86% και αντιπροσώπους τα είδη *Cryptomonas* sp. και *Rhodomonas minuta* (Εικ. 4.76). Τα διάτομα κυριάρχησαν στο φυτοπλαγκτό του ταμιευτήρα επίσης και τους μήνες Μάιο και Ιούλιο του 2010 (51% και 96% αντίστοιχα) λόγω της παρουσίας σε μεγάλη αφθονία του *Cyclotella* spp. Το Μάιο υψηλός βιοόγκος καταγράφηκε και για την ομάδα των δινοφυκών (49%) λόγω παρουσίας κύστεων από κάποιο είδος το οποίο δεν ήταν δυνατό να ταυτοποιηθεί.



Εικόνα 4.78 Συμμετοχή των διαφόρων ταξινομικών ομάδων στα δείγματα που ελήφθησαν από την εύρωτη ζώνη στο σταθμό PLA7 στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» κατά τη διάρκεια της περιόδου έρευνας (Ιούλιος-Σεπτέμβριος και Νοέμβριος 2009, Μάιος και Ιούλιος 2010).

Στο σταθμό **PLA10** κυρίαρχη ταξινομική ομάδα ως προς το βιοόγκο μέχρι και τον Αύγουστο ήταν τα διάτομα (40-96%) με κυριότερο αντιπρόσωπο το είδος *Cyclotella* sp. και επιπλέον το είδος *Synedra acus*. Παράλληλα με τα διάτομα, κυρίαρχη θέση στο φυτοπλαγκτό (Εικ. 4.80) είχαν ι) τον Αύγουστο, τα συζυγή (36%) με αντιπρόσωπο το είδος *Staurastrum tetracerum* και ιι) το Σεπτέμβριο, τα κρυπτοφύκη (34%) με αντιπροσώπους τα είδη *Cryptomonas* sp. και *Rhodomonas minuta*. Η κυριαρχία πέρασε σταδιακά κατά τους μήνες Σεπτέμβριο→Νοέμβριο από τα διάτομα στα κρυπτοφύκη. Το Νοέμβριο, τα κρυπτοφύκη ήταν η κυρίαρχη ομάδα (64% με αντιπροσώπους τα είδη *Cryptomonas* sp. και *Rhodomonas minuta*) με τα δινοφύκη (18% με αντιπρόσωπο το είδος *Peridiniopsis* sp.) και τα χρυσοφύκη (15% με αντιπροσώπους τα είδη *Dinobryon* spp. και *Ochromonas ludibunda*) να συνεπικρατούν. Όπως και στους δύο άλλους σταθμούς, τα διάτομα κυριάρχησαν στο φυτοπλαγκτό του ταμιευτήρα επίσης και τους μήνες Μάιο και Ιούλιο του 2010 λόγω της παρουσίας σε μεγάλη αφθονία του *Cyclotella* spp, με μικρή συμμετοχή από κρυπτοφύκη.



Εικόνα 4.79 Συμμετοχή των διαφόρων ταξινομικών ομάδων στα δείγματα που ελήφθησαν από την εύρωτη ζώνη στο σταθμό PLA10 στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» κατά τη διάρκεια της περιόδου έρευνας (Ιούλιος-Σεπτέμβριος και Νοέμβριος 2009, Μάιος και Ιούλιος 2010).

Συνολικά, και στους τρεις σταθμούς το γενικό πρότυπο κυριαρχίας ήταν η μετάβαση από τα κυρίαρχα διάτομα στα κυρίαρχα κρυπτοφύκη από τον Ιούλιο προς το Νοέμβριο του 2009 και ξανά στα διάτομα τους μήνες Μάιο και Ιούλιο του 2010. Παράλληλα παρουσιάστηκαν να συνεπικρατούν περιοδικά με τις δύο κύριες ομάδες και άλλες ομάδες φυτοπλαγκτού (συζυγή, δινοφύκη) με διαφορετικό όμως πρότυπο για κάθε σταθμό (Εικ. 4.77, 4.78, 4.79).

Συμπερασματικά, οι μεταβολές της συνολικής βιομάζας φυτοπλαγκτού καθώς και των κύριων ομάδων και κυρίαρχων ειδών φαίνεται ότι ερμηνεύονται με τη λειτουργία του ταμιευτήρα που δημιουργεί τις λιμνολογικές εκείνες συνθήκες για την αύξηση και εποχική μεταβολή του φυτοπλαγκτού. Η κυριαρχία στον ταμιευτήρα των διατόμων με r-στρατηγική ζωής ερμηνεύεται από την επίδραση της ταχύτητας ανανέωσης του νερού στη δυναμική του φυτοπλαγκτού. Ακόμη, η μεγαλύτερη βιομάζα στο σταθμό PLA10 το 2009 ανεξαρτήτως διαφορών μεταξύ των σταθμών και εποχικών διακυμάνσεων φαίνεται ότι συνδέεται με τη μεγαλύτερη απόσταση του σταθμού από τη θέση απομάκρυνσης νερού και τη μικρότερη επίδραση των διαταραχών στην αύξηση του φυτοπλαγκτού. Ο oligότροφος χαρακτήρας του

ταμιευτήρα διατηρείται με την ταχύτητα ανανέωσης του νερού. Παρ’ όλα αυτά η μεγάλη συγκέντρωση νεκρού υλικού φυτοπλαγκτού και το υψηλό ποσοστό παρασιτισμού αν και είναι χαρακτηριστικά φραγμαλισμών εν τούτοις μπορεί να υποβοηθήσουν τη μετάβαση σε μία λιγότερο oligότροφη ή mesότροφη κατάσταση σε περίπτωση που ο χρόνος παραμονής του νερού αυξηθεί. Αλλωστε, η παρουσία του γνωστού τοξικού κυανοβακτηρίου στον ταμιευτήρα υποδηλώνει και την πιθανότητα επικράτησής του σε περιόδους με μεγαλύτερο χρόνο παραμονής του νερού. Τέλος, η παρακολούθηση της φυτοπλαγκτικής κοινότητας του ταμιευτήρα έδειξε σημαντικές ομοιότητες (κυριαρχία των διατόμων *Cyclotella* και *Synedra*, κρυπτοφυκών και χρυσοφυκών) αλλά και διαφορές (παρουσία του γνωστού τοξικού κυανοβακτηρίου *Anabaena bergii* το 2009) με τα αποτελέσματα της περιόδου 1987-88 (Moustaka-Gouni & Nikolaidis 1992).

4.8.4. Εκτίμηση Οικολογικής Ποιότητας με βάση το Φυτοπλαγκτόν

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της διαβαθμονόμησης στην εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης λιμνών και φραγμαλισμών της Ευρώπης (Guidance document n. 14, και Intercalibration results, June 2007, Annex 1), οι μέχρι σήμερα παράμετροι-metrics που έχουν χρησιμοποιηθεί για το φυτοπλαγκτό είναι: α) βιομάζας: συγκέντρωση χλωροφύλλης *a* και βιοόγκος και β) σύνθεσης: ποσοστιαία συμμετοχή κυανοβακτηρίων στη συνολική βιομάζα φυτοπλαγκτού, δείκτες όπως για παράδειγμα ο δείκτης Catalan (Μεσογειακές χώρες), ο δείκτης Q (Ουγγαρία), ενώ δεν έχει προσδιοριστεί αν θα χρησιμοποιηθεί και πώς η άνθιση του φυτοπλαγκτού.

4.8.4.1 Ταξινόμηση με το φυτοπλαγκτό: προσδιορισμός συνθηκών αναφοράς και θεωρητική προσέγγιση καθορισμού ορίων

Η ταξινόμηση των φραγμαλισμών της Ελλάδας ως προς το οικολογικό δυναμικό με βάση το φυτοπλαγκτό, όπως προέκυψε από τη συμμετοχή της χώρας μας στην άσκηση διαβαθμονόμησης των Μεσογειακών χωρών θα στηρίζεται στις παραμέτρους βιομάζας (συγκέντρωση χλωροφύλλης *a* και βιοόγκος), σύνθεσης (ποσοστιαία συμμετοχή κυανοβακτηρίων στη συνολική βιομάζα φυτοπλαγκτού και στο δείκτη Catalan).

Για την ταξινόμηση, απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο προσδιορισμός τυποχαρακτηριστικών συνθηκών για το φυτοπλαγκτό. Οι συνθήκες αναφοράς μπορούν να προσδιοριστούν με τη χρήση χωρικών μεθόδων (δεδομένα φυτοπλαγκτού από τον τύπο του ταμιευτήρα σε μέγιστο οικολογικό δυναμικό), χρονοσειρών δεδομένων και παλαιο-οικολογικών δεδομένων, μαθηματικών μοντέλων και προσομοιώσεων καθώς και εισηγήσεων εμπειρογνομόνων ή και το συνδυασμό των παραπάνω μεθόδων. Επιπλέον, σύμφωνα με τα στοιχεία της άσκησης διαβαθμονόμησης (Intercalibration results, June 2007, Annex 1), υπάρχουν τυποχαρακτηριστικά στοιχεία για το φυτοπλαγκτό μόνο για τρεις τύπους φραγμαλιμνών. Για την Ελλάδα θέση αναφοράς αποτελεί η φραγμαλίμνη Ταυρωπού (Ταμιευτήρας «Ν. Πλαστήρα») για την οποία έχουν καθοριστεί οι συνθήκες αναφοράς για το φυτοπλαγκτό με βάση ερευνητικά μας αποτελέσματα της περιόδου 1987-88. Σύμφωνα με τα στοιχεία της άσκησης διαβαθμονόμησης η τιμή αναφοράς για τον βιοόγκο φυτοπλαγκτού είναι $0.36 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ και για την ποσοστιαία συμμετοχή των κυανοβακτηρίων είναι 0% στο συνολικό βιοόγκο φυτοπλαγκτού και προκύπτουν ως μέσες τιμές της περιόδου Ιούνιος – Σεπτέμβριος για όλη την εύρωτη ζώνη. Για το δείκτη Q 4.1-5.

Όσον αφορά στις τιμές βιοόγκου το ετήσιο εύρος μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 0.01 και $1.1 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$, χαρακτηριστικό oligότροφων λιμνών. Όσον αφορά στη συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο συνολικό βιοόγκο φυτοπλαγκτού μπορεί να φθάνει το πολύ 5% μόνο σε λιγότερο του 8% των δειγμάτων. Αντίθετα, οι κυρίαρχες ομάδες φυτοπλαγκτού ως προς τον βιο-όγκο θα είναι τα διάτομα (έως και >50% ετησίως), χρυσοφύκη (έως και >10% ετησίως), κρυπτοφύκη (έως και >10% ετησίως), και δινοφύκη (έως και >10% ετησίως). Η ομάδα των χλωροφυκών και των ευγληνοφυκών όπως και των κυανοβακτηρίων έχει μικρή συμμετοχή. Όσον αφορά στη σύνθεση των ειδών σε ετήσιο κύκλο ο συνολικός αριθμός ειδών από τα Χλωροφύκη και Κυανοβακτήρια θα αποτελεί το πολύ το 50% του συνολικού αριθμού ειδών. Όσον αφορά στα κυρίαρχα είδη φυτοπλαγκτού είναι πιθανόν αυτά να προέρχονται από τα γένη *Cyclotella*, *Synedra*, *Striatella*, *Asterionella* (Διάτομα), *Dinobryon*, *Chromulina* (Χρυσοφύκη). Από τα Χλωροφύκη μπορεί να έχουν μικρή συμμετοχή είδη του γένους *Cosmarium* από τα συζυγή. Στην περίπτωση παρουσίας κυανοβακτηρίων αυτά είναι περισσότερο πιθανόν να προέρχονται από την ομάδα των

Chroococcales. Η κυρίαρχη συμμετοχή των διατόμων στον βιο-όγκο φυτοπλαγκτού και ιδιαίτερα ειδών *Cyclotella* αποτελεί παράμετρο που υποστηρίζει συνθήκες αναφοράς για τη Φραγμαλίμνη Ταυρωπού (Ταμιευτήρας «Ν. Πλαστήρα»).

Στη συνέχεια για την ταξινόμηση, με βάση τα αποτελέσματα της διαβαθμονόμησης και την εμπειρία μας, προτείνουμε τιμές των παραμέτρων φυτοπλαγκτού για το κρίσιμο όριο καλού – μέτριου οικολογικού δυναμικού καθώς και το όριο μέτριου-ελλιπούς οικολογικού δυναμικού. Θα χρησιμοποιηθούν οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν και για τις συνθήκες αναφοράς στην άσκηση διαβαθμονόμησης στην Ευρώπη, δηλαδή βιοόγκος φυτοπλαγκτού και ποσοστιαία συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο συνολικό βιοόγκο φυτοπλαγκτού, ενώ δε θα χρησιμοποιηθούν η παράμετρος χλωροφύλλη a και ο δείκτης Catalan. Επιπλέον, θα χρησιμοποιηθεί ο δείκτης Q.

Ειδικότερα, για τον καθορισμό των ορίων και την ταξινόμηση, οι κανόνες και τα κριτήρια που θα ακολουθηθούν παρουσιάζονται παρακάτω:

- Η βασική παράμετρος ταξινόμησης είναι ο βιοόγκος διότι αντανακλά την πραγματική πρωτογενή παραγωγή. Η ίδια η μεθοδολογία προσδιορισμού του βιοόγκου φυτοπλαγκτού εμπεριέχει α) την ταξινομική σύνθεση ειδών, β) τη λειτουργική διαφοροποίηση ειδών, γ) την κατανομή μεγεθών των ειδών καθώς και δ) την αφθονία του κάθε είδους και ως εκ τούτου και ε) την παράμετρο άνθιση φυτοπλαγκτού. Τα όρια της παραμέτρου αυτής θα προταθούν με βάση την οικολογία φυτοπλαγκτού, την επίδραση των φυσικών διαταραχών στη διαδοχή του φυτοπλαγκτού από τις μεταβολές στην ταχύτητα ανανέωσης του νερού στον ταμιευτήρα και την αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής ως αποτέλεσμα της πίεσης του ευτροφισμού.
- Τα όρια της παραμέτρου της ποσοστιαίας συμμετοχής των κυανοβακτηρίων θα προκύψουν με βάση τα χαρακτηριστικά του τύπου του ταμιευτήρα, την επίδραση των φυσικών διαταραχών στην αύξηση των κυανοβακτηρίων, την επίδραση των παραγόντων του Μεσογειακού κλίματος στην αύξησή τους καθώς και τις κατευθυντήριες γραμμές του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας για ασφαλή χρήση νερού.

- Ο δείκτης Catalan δεν θα χρησιμοποιηθεί διότι δεν είναι αρκετά ασφαλής επειδή α) δεν στηρίζεται στο σύνολο των φυτοπλαγκτικών οργανισμών (π.χ. δεν συμπεριλαμβάνονται τα αποφύκη, ευγληνοφύκη, ραφιδιοφύκη) και β) στηρίζεται σε ομαδοποίηση του φυτοπλαγκτού σε αδρές ταξινομικές ομάδες με οικολογική μόνο χροιά.
- Ο δείκτης Q θα προκύψει με βάση τις τιμές για εύκρατες φυσικές λίμνες με τροποποίηση των τιμών του παράγοντα F για τον ταμιευτήρα (αφού δεν χρησιμοποιείται από Μεσογειακές χώρες και σε φραγμαλίμνες). Ο δείκτης αυτός αν και απαιτεί υψηλή εξειδίκευση έχει γενικευμένη εφαρμογή αφού μπορεί να συμπεριλάβει το σύνολο των ειδών του φυτοπλαγκτού και οδηγεί σε ασφαλέστερη εκτίμηση από ότι οι δείκτες των Μεσογειακών χωρών. Ο προσδιορισμός του εμπεριέχει α) την ταξινομική σύνθεση ειδών, β) τη λειτουργική διαφοροποίηση και ομαδοποίηση των ειδών, γ) τα μεγέθη ατόμων των ειδών καθώς και δ) την αφθονία του κάθε είδους και ως εκ τούτου και ε) την παράμετρο άνθιση φυτοπλαγκτού.
- Η παράμετρος της βιομάζας χλωροφύλλη a δε θα χρησιμοποιηθεί εφόσον χρησιμοποιηθούν οι βασικοί παράμετροι βιοόγκος, % συμμετοχή κυανοβακτηρίων και δείκτης Q με καθολική εφαρμογή και μεγάλη αποτελεσματικότητα. Η χλωροφύλλη αποτελεί εκτιμητήρια παράμετρο του βιοόγκου φυτοπλαγκτού και η περιεχομένη χλωροφύλλη ανά μονάδα βιοόγκου φυτοπλαγκτού μπορεί να μεταβάλεται έως και τρεις τάξεις μεγέθους (Moustaka-Gouni 1989) ανεξαρτήτως εποχικότητας. Η μεταβολή αυτή εξαρτάται από τη σύνθεση των ειδών, το μέγεθος και τους παράγοντες στη στήλη νερού όπως φως και θρεπτικά.

Οι τιμές των παραμέτρων θα αναφέρονται για την περίοδο Ιούλιος–Οκτώβριος και είναι σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές της ομάδας διαβαθμονόμησης.

4.8.4.2 Τιμές συνθηκών αναφοράς και ορίων κλάσεων ταξινόμησης οικολογικού δυναμικού

Με βάση τα προηγούμενα δίνονται παρακάτω οι συνθήκες αναφοράς και οι προτεινόμενες τιμές των ορίων των κλάσεων ταξινόμησης:

Συνθήκες αναφοράς (Μέγιστο οικολογικό δυναμικό):

Τιμές βιοόγκου φυτοπλαγκτού ($\text{mm}^3 \text{L}^{-1}$):	0.36
Ποσοστιαία συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο (%):	0
Τιμές δείκτη Q:	4.1-5.0

Όρια των κλάσεων ταξινόμησης:

Τιμές βιοόγκου φυτοπλαγκτού ($\text{mm}^3 \text{L}^{-1}$)

Καλό οικολογικό δυναμικό	<1.9
Οριο Καλού - Μέτριου	1.9
Οριο Μέτριου - Ελλιπούς	4.2
Οριο Ελλιπούς - Κακού	12.6

Ποσοστιαία συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο συνολικό βιοόγκο (%)

Καλό οικολογικό δυναμικό	<3
Οριο Καλού - Μέτριου	9.2
Οριο Μέτριου - Ελλιπούς	30
Οριο Ελλιπούς - Κακού	80

Ο δείκτης Q

Μέγιστο οικολογικό δυναμικό	4-5
Καλό οικολογικό δυναμικό	3-4
Μέτριο οικολογικό δυναμικό	2-3
Ελλιπές οικολογικό δυναμικό	1-2
Κακό οικολογικό δυναμικό	0-1

Με βάση τα παραπάνω και την ερμηνεία του παραρτήματος V της Οδηγίας προτείνονται παρακάτω οι κανόνες και τα όρια κλάσεων για την ταξινόμηση του οικολογικού δυναμικού της Τ. Λ «Ν. Πλαστήρα»:

- Οι τιμές βιοόγκου για το όριο καλού - μέτριου οικολογικού δυναμικού προσδιορίζονται με βάση τις τιμές που αποφασίσθηκαν στην άσκηση διαβαθμονόμησης για τον τύπο των φραγμαλισμένων L-M5/7.
- Οι τιμές βιοόγκου για το όριο μέτριου – ελλιπούς οικολογικού δυναμικού θα μεταβάλλονται σημαντικά από τις συνθήκες αναφοράς και σε μεγάλο βαθμό από το προηγούμενο όριο και αυτό θα υπολογίζεται με αύξηση των τιμών του ορίου καλού – μέτριου δυναμικού κατά 120%.
- Οι τιμές βιοόγκου για το όριο ελλιπούς - κακού οικολογικού δυναμικού θα μεταβάλλονται σημαντικά με αύξηση των τιμών του ορίου μέτριου – ελλιπούς δυναμικού κατά 200%.
- Οι τιμές βιοόγκου για οικολογικό δυναμικό κάτω του μετρίου καθορίζονται με βάση τα αποτελέσματα της διαβαθμονόμησης και την επικρατέστερη κατηγοριοποίηση των λιμνών ως προς την τροφική τους κατάσταση (Smith 2003: από Swedish EPA 2000) με τροποποιήσεις σε συνδυασμό με τα δεδομένα μας για Ελληνικές φραγμαλίσμενες.
- Οι τιμές ποσοστιαίας συμμετοχής των κυανοβακτηρίων στο συνολικό βιοόγκο φυτοπλαγκτού καθορίζονται με βάση τα αποτελέσματα της διαβαθμονόμησης και τη σχέση της γραφικής παράστασης της % συμμετοχής κυανοβακτηρίων και EQR, την επικρατέστερη σχέση συμμετοχής κυανοβακτηρίων στο φυτοπλαγκτό ως προς την τροφική κατάσταση των λιμνών (Smith 2003: από Swedish EPA 2000) καθώς και το ρόλο τους στις διαταραχές του τροφικού πλέγματος σε συνδυασμό με τα δεδομένα μας για Ελληνικές λίμνες και φραγμαλίσμενες και την επίδρασή τους στην ποιότητα του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Αυτή η συμμετοχή των κυανοβακτηρίων που προτείνεται στηρίχθηκε αφ’ ενός στην ιδιαιτερότητα της κάθε φραγμαλίσμενης με την επίδραση του Μεσογειακού κλίματος που ευνοεί την κυριαρχία των κυανοβακτηρίων στο φυτοπλαγκτό και αφ’ ετέρου στο μικρό χρόνο παραμονής του νερού στην κάθε φραγμαλίσμενη που παρεμποδίζει την αύξηση των κυανοβακτηρίων.

4.8.4.3 Δεδομένα και Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τις παραμέτρους βιομάζας φυτοπλαγκτού (βιοόγκος) είναι η ίδια με αυτήν που προτείνεται από την Ομάδα

Διαβαθμονόμησης. Όσον αφορά στην εκτίμηση της συμμετοχής των κυανοβακτηρίων αυτή προκύπτει με βάση τη μεθοδολογία υπολογισμού του βιοόγκου. Η μεθοδολογία για τον υπολογισμό του δείκτη Q είναι σύμφωνα με τους Padisák et al. (2006) και με τροποποιήσεις του παράγοντα F όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.46.

Πίνακας 4.46. Τα είδη φυτοπλαγκτού που λήφθηκαν υπόψη για τον υπολογισμό του δείκτη Q του φυτοπλαγκτού του Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα», οι οικολογικές ομάδες στις οποίες ανήκουν (Padisák et al. 2009) και ο αντίστοιχος παράγοντας μετατροπής F (με τροποποίηση από Padisák et al. 2006)

Είδη	Οικολογική ομάδα	Παράγοντας F
CYANOBACTERIA		
<i>Anabaena bergii</i>	H ₁	0
<i>Aphanocapsa</i> sp.	L ₀	3
CHLOROPHYCEAE		
<i>Koliella longiseta</i>	X ₃	5
<i>Koliella</i> cf. <i>spiculiformis</i>	X ₃	5
<i>Monoraphidium minutum</i>	X ₁	3
DESMIDIACEAE		
<i>Cosmarium phaseolus</i>	N	5
<i>Staurastrum tetracerum</i>	P	4
PRYMNESIOPHYCEAE		
<i>Chrysochromulina parva</i>	X ₂	3
CRYPTOPHYCEAE		
<i>Cryptomonas</i> spp.	Y	2
<i>Rhodomonas minuta</i>	X ₂	3
CHRYSTOPHYCEAE		
<i>Bitrichia ollula</i>	X ₃	5
<i>Dinobryon</i> spp.	E	4
<i>Ochromonas ludibunda</i>	X ₃	5
DINOPHYCEAE		
<i>Ceratium furcoides</i>	L _M	0
<i>Peridiniopsis</i> sp.	L ₀	3
<i>Peridinium</i> sp.	L ₀	3
<i>Gymnodinium helveticum</i>	L ₀	3
BACILLARIOPHYCEAE		
<i>Asterionella formosa</i>	C	5
<i>Aulacoseira granulata</i>	P	3
<i>Cyclotella</i> spp. (<i>C. glomerata</i> , <i>C. comta</i>)	B	3
<i>Synedra acus</i>	D	4

4.8.4.4 Αποτελέσματα Εκτίμησης Οικολογικού Δυναμικού Ταμιευτήρα με βάση το Φυτοπλαγκτό.

Από τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν για το φυτοπλαγκτό στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» για τη θερμή περίοδο Ιούλιος-Σεπτέμβριος του 2009 και Ιούλιος του 2010, για τις παραμέτρους βιοόγκος, συμμετοχή κυανοβακτηρίων και δείκτη Q στους τρεις σταθμούς προέκυψαν τα εξής:

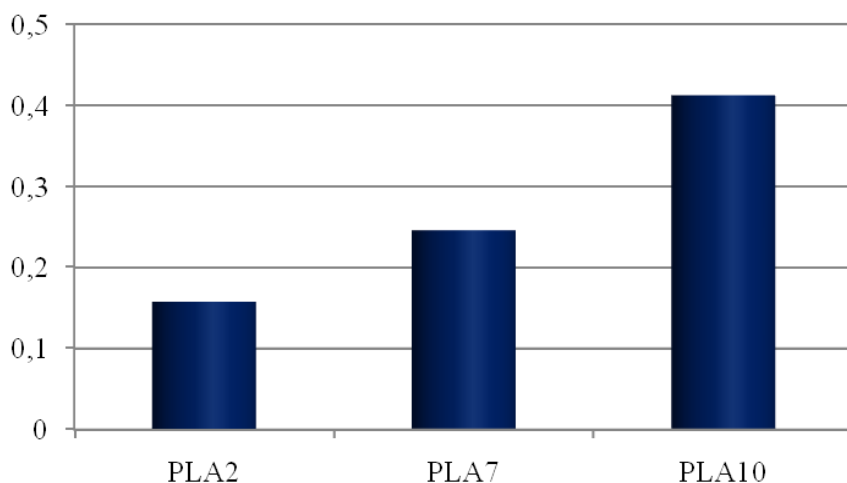
Θερμή περίοδος 2009 (Μέσες τιμές):

I) Σταθμός PLA2: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.16 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (Εικ. 4.81) (συνθήκες αναφοράς), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο $<3\%$ (καλό οικολογικό δυναμικό), δείκτης Q 3,3 (Εικ. 4.80) (καλό οικολογικό δυναμικό),

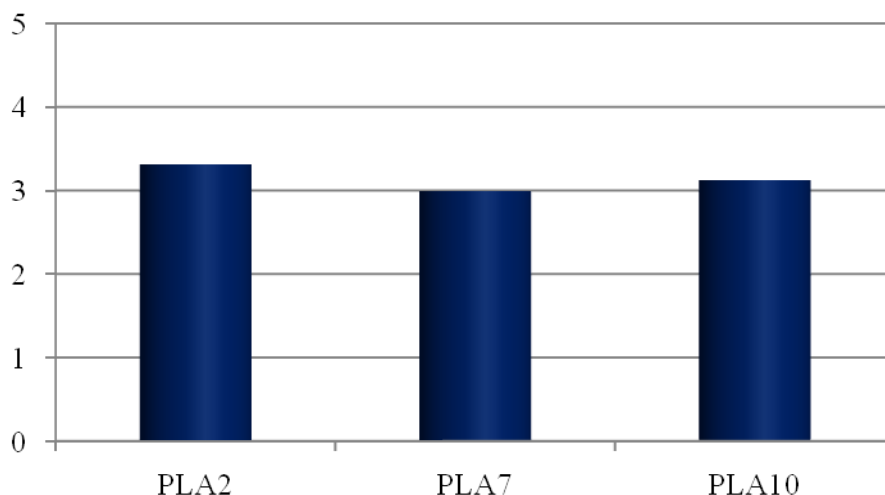
II) Σταθμός PLA7: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.25 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (Εικ. 4.82) (συνθήκες αναφοράς), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο $<4\%$ (καλό οικολογικό δυναμικό), δείκτης Q 3 (Εικ. 4.80) (καλό οικολογικό δυναμικό),

III) Σταθμός PLA10: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.41 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (Εικ. 4.81) (καλό οικολογικό δυναμικό), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο $<3\%$ (καλό οικολογικό δυναμικό), δείκτης Q 3.1 (Εικ. 4.82) (καλό οικολογικό δυναμικό),

Μέση Τιμή και στους τρεις σταθμούς: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.27 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (συνθήκες αναφοράς), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο $<3\%$ (καλό οικολογικό δυναμικό), δείκτης Q 3.1 (καλό οικολογικό δυναμικό).



Εικόνα 4.81 Μέση τιμή του συνολικού βιοόγκου του φυτοπλαγκτού (άξονας y) στους σταθμούς PLA2, PLA7 και PLA10 (άξονας x) στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου Ιούλιος-Σεπτέμβριος 2009.



Εικόνα 4.82 Μέση τιμή του δείκτη Q (άξονας y) στους σταθμούς PLA2, PLA7 και PLA10 (άξονας x) στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου Ιούλιος-Σεπτέμβριος 2009.

Νοέμβριος 2009:

Σταθμός PLA2: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.23 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (συνθήκες αναφοράς), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο 0% (συνθήκες αναφοράς), δείκτης Q 2.3 (Εικ. 4.83) (μέτριο οικολογικό δυναμικό)

Σταθμός PLA7: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.17 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (συνθήκες αναφοράς), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο 0% (συνθήκες αναφοράς), δείκτης Q 2.6 (Εικ. 4.83) (μέτριο οικολογικό δυναμικό)

Σταθμός PLA10: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.6 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (καλό οικολογικό δυναμικό), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο 0% (συνθήκες αναφοράς), δείκτης Q 2.6 (Εικ. 4.83) (μέτριο οικολογικό δυναμικό)

Μέση Τιμή και στους τρεις σταθμούς: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.33 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (συνθήκες αναφοράς), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο 0% (συνθήκες αναφοράς), δείκτης Q 2.5 (μέτριο οικολογικό δυναμικό).

Μάιος 2010:

Σταθμός PLA2: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.05 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (συνθήκες αναφοράς), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο 0% (συνθήκες αναφοράς), δείκτης Q 3.7 (Εικ. 4.83) (καλό οικολογικό δυναμικό)

Σταθμός PLA7: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.06 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (συνθήκες αναφοράς), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο 0% (συνθήκες αναφοράς), δείκτης Q 3.3 (Εικ. 4.83) (καλό οικολογικό δυναμικό)

Σταθμός PLA10: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.13 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (συνθήκες αναφοράς), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο 0% (συνθήκες αναφοράς), δείκτης Q 3.3 (Εικ. 4.83) (καλό οικολογικό δυναμικό)

Μέση Τιμή και στους τρεις σταθμούς: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.08 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (συνθήκες αναφοράς), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο 0% (συνθήκες αναφοράς), δείκτης Q 3.4 (καλό οικολογικό δυναμικό),

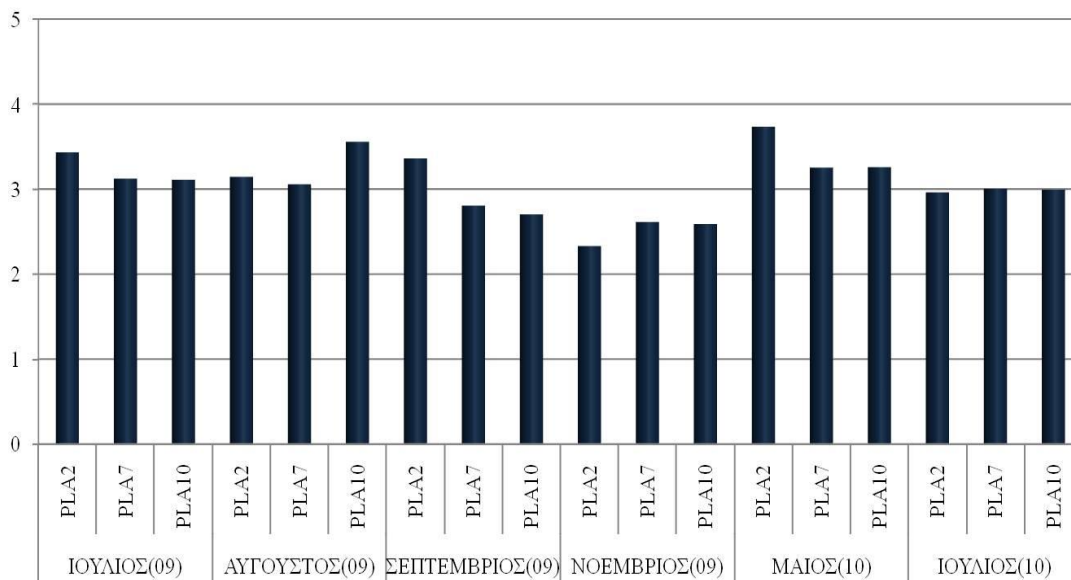
Ιούλιος 2010:

Σταθμός PLA2: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $0.98 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (καλό οικολογικό δυναμικό), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο 0% (συνθήκες αναφοράς), δείκτης Q 3 (Εικ. 4.83) (καλό οικολογικό δυναμικό)

Σταθμός PLA7: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $2.6 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (μέτριο οικολογικό δυναμικό), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο 0% (συνθήκες αναφοράς), δείκτης Q 3 (Εικ. 4.83) (καλό οικολογικό δυναμικό)

Σταθμός PLA10: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $1.4 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (καλό οικολογικό δυναμικό), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο 0% (συνθήκες αναφοράς), δείκτης Q 3 (Εικ. 4.83) (καλό οικολογικό δυναμικό)

Μέση Τιμή και στους τρεις σταθμούς: Συνολικός βιοόγκος φυτοπλαγκτού $1.67 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ (καλό οικολογικό δυναμικό), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο 0% (συνθήκες αναφοράς), δείκτης Q 3 (καλό οικολογικό δυναμικό),



Εικόνα 4.83: Μέση τιμή του δείκτη Q (άξονας y) στους σταθμούς PLA2, PLA7 και PLA10 (άξονας x) στον Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» κατά τη διάρκεια της περιόδου έρευνας (Ιούλιος-Σεπτέμβριος και Νοέμβριος 2009, Μάιος και Ιούλιος 2010).

Επειδή και οι 3 παράμετροι του φυτοπλαγκτού που χρησιμοποιούνται στην ταξινόμηση αποκρίνονται στην ίδια πίεση στη φραγμαλίμνη δηλαδή στον ευτροφισμό, για την ταξινόμηση ισχύει η αρχή του συνδυασμού τους και όχι η αρχή «ένα έξω, όλα έξω». Με βάση τα αποτελέσματα για τη θερμή περίοδο (περίοδος που έχει επιλεγεί κατά την άσκηση διαβαθμονόμησης για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης στις Μεσογειακές φραγμαλίμνες) και σύμφωνα με τα παραπάνω, οι μέσες τιμές της θερμής περιόδου του 2009 για τους τρεις σταθμούς του Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα» για τις παραμέτρους βιοόγκο (Εικ. 4.82) (PLA2, PLA7, PLA10: συνθήκες αναφοράς - καλό οικολογικό δυναμικό), συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στο βιοόγκο (PLA2, PLA7, PLA10: καλό οικολογικό δυναμικό), δείκτης Q (Εικ. 4.83) (PLA2, PLA7, PLA10: καλό οικολογικό δυναμικό), ταξινομούν το οικολογικό δυναμικό του ταμιευτήρα ως καλό. Για τις ίδιες παραμέτρους τον Ιούλιο του 2010 το οικολογικό δυναμικό του ταμιευτήρα ταξινομείται επίσης ως καλό.

Ωστόσο, η μία από τις δύο βασικές παραμέτρους φυτοπλαγκτού (% συμμετοχή κυανοβακτηρίων) τη θερμή περίοδο του 2009 (11% κυανοβακτήρια στο σταθμό PLA7 τον Αύγουστο) είναι ενδεικτική υποβάθμισης της οικολογικής

ποιότητας του ταμιευτήρα από τις συνθήκες αναφοράς που επικρατούσαν πριν 20 χρόνια. Είναι απαραίτητη η συνεχής παρακολούθηση για τυχόν αύξηση των κυανοβακτηρίων και επαγρύπνηση καθόσον συμμετείχε το γνωστό τοξικό είδος *Anabaena bergii* (*Aphanizomenon ovalisporum*).

4.9.Μελέτη των Μακροφύτων της Τεχνητής Λίμνης «Ν. Πλαστήρα»

Η ερευνηθέντα υδρόβια χλωρίδα που ανευρέθηκε στις δειγματοληψίες στην Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» περιλαμβάνει τα ακόλουθα είδη/οικογένειες:

BRYOPHYTA

Amblystegiaceae

Amblystegium riparium (Hedw.) Br. Eur.

(Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» - 15/8/2010)

(Συντεταγμένες: 003-03-148E, 043-57-668N)

Εντοπίζεται παντού παρόχθια της λίμνης, η πιο πάνω συντεταγμένη είναι μια από τις πολλές.

Εντοπίζεται στο έδαφος, πέτρες, πεσμένους κορμούς, κορμούς δέντρων, εκτεθειμένες ρίζες και ανάμεσα θρυμματισμένου φυτικού υλικού σε ελώδη τοποθεσίες, κοντά σε ρεύματα, λιμνούλες και σε υγρά ενδιαιτήματα.



Εικόνα 4.84 *Amblystegium riparium*
(Hedw.) Br. Eur.

PTERIDOPHYTA

Equisetaceae

Τα Equisetaceae έχουν ρίζωμα υπόγειο, που συνήθως είναι κονδυλώδες με ρίζες στα γόνατα. Οι βλαστοί είναι όρθιοι, ύψους συνήθως <1 m και σπανιότερα μέχρι 10 m και είναι αρθρωτοί. Τα φύλλα παρουσιάζουν ένα μόνο ίχνος αγγειώδους ιστού. Τα μεγάφυλλα είναι συμφυή, σε σπονδυλωτή διάταξη, ακριβώς επάνω από τα γόνατα. Οι

βλαστοί είναι με ή χωρίς διακλαδώσεις. Οι πλάγιοι κλάδοι εναλλάσσονται με τα φύλλα και όχι στις μασχάλες των φύλλων. Στο εσωτερικό του βλαστού υπάρχει σύστημα καναλιών, εντεριώνη, ξύλωμα endarch, ευστήλη στα μεσογονάτια διαστήματα και σιφωνοστήλη στα γόνατα. Τα σποριάγγεια είναι σε ομάδες, από 5-10, στην πίσω επιφάνεια ασπιδοειδών σποριαγγειοφόρων οι οποίοι μ’ ένα ποδίσκο παράλληλο προς τα σποριάγγεια που προσαρτώνται σπειροειδώς σε συμπαγείς στροβίλους. Οι στρόβιλοι σε μερικά είδη αναπτύσσονται στην κορυφή πράσινων φωτοσυνθετικών βλαστών, ενώ σε άλλα είδη σε ειδικούς άχρωμους αναπαραγωγικούς βλαστούς. Όλα είναι ομοιόσπορα.

Το *Equisetum* είναι το μοναδικό γένος που επιζεί από την κλάση Sphenopsida και στη Ελλάδα υπάρχουν 6 είδη. Τα είδη του *Equisetum* αναπτύσσονται σε υγρές θέσεις δασών και λιβαδιών, σε όχθες ποταμών, λιμνών ελών, τελμάτων, τάφρων κ.ά.

Στο γένος αυτό ανήκουν περίπου 15 είδη, τα οποία εξαπλώνονται κυρίως στη Β. εύκρατη ζώνη.

***Equisetum palustre* L.**

(Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» - 15/8/2010)

(Συντεταγμένες: 003-04-198 E, 043-58-108 N)

Σποραδικά εμφανιζόμενο σε έλη και υγρά λιβάδια, σε χαμηλά και μέσα υψόμετρα, μέχρι τα 1800 m.



Εικόνα 4.85 *Equisetum palustre* L.

Lythraceae

Εμφανίζονται ως δέντρα, θάμνοι ή πόες. Τα φύλλα τους είναι αντίθετα, λιγότερο συχνά σπονδυλωτά ή κατ’ εναλλαγή, ακέραια με πτεροειδή νεύρωση, με μικρά ή χωρίς παράφυλλα. Οι ταξιανθίες ποικίλλουν. Τα άνθη είναι συνήθως δίτυλα ή τρίτυλα, με καλώς αναπτυγμένο υπάνθιο, συχνά συνδεόμενο με έναν επικάλυκα.

Το περιάνθιο αποτελείται από σέπαλα και πέταλα συνεστραμμένα όταν το άνθος είναι κλειστό και ρυτιδωμένα όταν ωριμάζει. Τα πέταλα μπορεί και να απουσιάζουν.

Οι στήμονες προσαρτώνται στον σωλήνα του υπανθίου, σχεδόν στην κορυφή του και τα νήματά τους είναι ανισομήκη. Η ωοθήκη είναι επιφυής και σπανιότερα υποφυής, με αξονικό πλακούντα και 2 σπερμοβλάστες σε κάθε χώρο. Το περίβλημα των σπερμάτων είναι πολύστρωμο, πολλές φορές φέρει επιδερμικές τρίχες οι οποίες διαστέλλονται και γίνονται κολλώδεις όταν υγραίνονται.

Η οικογένεια Lythraceae περιλαμβάνει 30 γένη και 600 είδη, ευρέως εξαπλωμένα, αλλά τα περισσότερα είναι τροπικά. Πολλά είδη φύονται σε υδάτινα ή ημι- υδατικά ενδιαιτήματα και περιλαμβάνονται σε 8 γένη, όπου τα σπουδαιότερα και με αντιπροσώπους στην Ελλάδα είναι τα εξής: **Lythrum**, **Ammannia**, **Rotala**, και **Trapa**.

Lythrum salicaria L.

(Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» - 15/8/2010),

(Συντεταγμένες: 003-04-263 E, 043-58-112 N)

Εντοπίζεται ανάμεσα σε καλαμώνες στις όχθες λιμνών, ποταμών και ελών, σε αυλάκια, κοντά σε λίμνες και ξηρή κοίτη ποταμών. Σχηματίζει εκτενείς συστάδες, μέχρι τα 2000 m.



Εικόνα 4.86 *Lythrum salicaria* L.

Rosaceae

Στην οικογένεια αυτή ανήκουν πολλά φυτά οικονομικής σημασίας, που καλλιεργούνται ευρύτατα για τους καρπούς τους ή ως διακοσμητικά, όπως είναι η μηλιά, ή αχλαδιά, η αμυγδαλιά, η κερασιά, η τριανταφυλλιά και πολλά άλλα. Στα Rosaceae ανήκουν 100 γένη με 3.000 είδη που έχουν κοσμοπολιτική εξάπλωση.

Τα Rosaceae είναι δέντρα, θάμνοι, πόες, με φύλλα συνήθως κατ’ εναλλαγή, απλά ή σύνθετα, που συχνά έχουν παράφυλλα. Τα άνθη είναι συνήθως μεγάλα και εντυπωσιακά, εντομόγαμα, ερμαφρόδιτα, ακτινόμορφα και πενταμερή. Χαρακτηριστικό είναι η ύπαρξη σχεδόν επίπεδου, κυπελλοειδούς ή σωληνοειδούς υπανθίου. Ο κάλυκας έχει συνήθως 5 σέπαλα. Σε μερικά φυτά της οικογένειας υπάρχει επικάλυκας (επικαλύκιο), δηλ. ένα δεύτερο σπονδύλωμα από 5 σεπαλοειδή τμήματα που βρίσκονται κάτω από τον κανονικό κάλυκα.

Η στεφάνη συνήθως έχει 5 ελεύθερα πέταλα, ενώ μερικές φορές αυτά λείπουν εντελώς. Οι στήμονες είναι ελεύθεροι, συνήθως διπλάσιοι, τριπλάσιοι ή τετραπλάσιοι από τα σέπαλα, μερικές φορές 1-5 ή ακαθόριστοι σε αριθμό. Η ωοθήκη αποτελείται από 1 μέχρι πολυάριθμα ελεύθερα έως συμφυή καρπόφυλλα, δηλ. παρατηρούνται διάφοροι βαθμοί ένωσης των καρποφύλλων. Η σχετική θέση της ωοθήκης είναι μεσοφυής ή υποφυής. Σε σπάνιες δε περιπτώσεις δυνατόν να είναι και επιφυής και συναντώνται όλες οι ενδιάμεσες θέσεις. Οι στύλοι είναι ελεύθεροι και σπανίως ενωμένοι. Ο καρπός είναι συνήθως δρύπη ή σωροκάρπιο (συγκάρπιο) από δρύπες, αχάινια ή θυλάκους.

Οι καρποί των Rosaceae παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία και αποτελούν ένα από τα βασικά γνωρίσματα πάνω στα οποία στηρίζεται η παραπέρα συστηματική διαίρεση της οικογένειας. Λόγω της ποικιλομορφίας αυτής η ορολογία τους είναι κάπως πολύπλοκη. Στο σχηματισμό του καρπού συμμετέχει σε μερικές περιπτώσεις και το υπάνθιο, που γίνεται σαρκώδες και έγχρωμο. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι καρποί μερικών καλλιεργούμενων δέντρων, όπως η μηλιά, η αχλαδιά, η κυδωνιά κ.ά.

***Potentilla reptans* L.**

(Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλοαστήρα» - 15/8/2010)

(Συντεταγμένες: 003-03-187 E, 043-57-802 N)

Απαντά σε δρόμους, τάφρους, όχθες λιμνών και ρευμάτων, υγρά λιβάδια, υγρές αμμώδεις τοποθεσίες, συνήθως σε μη ασβεστούχα υποστρώματα. Κοινό στην Ηπειρωτική Ελλάδα και σε μερικά από τα μεγαλύτερα νησιά, σε χαμηλά και μέτρια υψόμετρα. Ευκαιριακά φθάνει μέχρι τα 1900 m περίπου, σε μικρές λίμνες και χειμάρους.



Εικόνα 4.87 *Potentilla reptans* L.

Alismataceae

Περιλαμβάνει υδρόβιες ή ελόβιες, συνήθως πολυετείς, ριζωματώδεις πόες. Τα φύλλα είναι κατ'εναλλαγή ή παράρριζα, απλά, ακέραια, συνήθως με καλά αναπτυγμένο έλασμα, μερικές φορές πολύμορφα, με βυθισμένα, επιπλέοντα και/ή αναδύομενα ελάσματα, χωρίς παράφυλλα, με μικρά λέπια στα γόνατα εσωτερικά του κολεού. Τα άνθη είναι διγενή ή μονογενή (φυτά μόνοικα), σε σκιάδια, βότρες ή φόβες, μερικές φορές με μακρείς ποδίσκους στις μασχάλες των φύλλων. Τα σπέρματα στερούνται ενδοσπερμίου, και τα έμβρυα είναι κυρτά.

Η οικογένεια αυτή περιλαμβάνει 16 γένη και 100 είδη ευρέως εξαπλωμένα σε γλυκά νερά (έλη ή αβαθή νερά στις άκρες των λιμνών, καναλιών ή αργά ρεόντων ποταμών).

Ο καρπός είναι σωροκάρπια από αχαίνια. Κυριότερα γένη: **Alisma**, **Echinodorus**, και **Sagittaria**.

***Alisma lanceolatum* With.**

(Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» - 15/8/2010),

(Συντεταγμένες: 003-03-500 E, 043-57-551 N

003-04-352 E, 043-58-204 N)

Εντοπίζεται σε αβαθή νερά και υγρές τοποθεσίες, στις όχθες αργά ρεόντων ποταμών, αρδευτικών καναλιών και τάφρων.



Εικόνα 4.88 *Alisma lanceolatum* With.

Juncaceae

Είναι φυτά ποώδη, συνήθως με ριζώματα και συνήθως πολυετή. Τα φύλλα είναι κατ' εναλλαγή σε 3 σειρές, στη βάση ή κατά μήκος του βλαστού, συνιστάμενα από κολεό και έλασμα. Ο κολεός είναι συνήθως ανοικτός, το έλασμα ακέραιο, παραλληλόνευρο, γραμμοειδές ή κυλινδρικό, χωρίς γλωσσίδα και παράφυλλα. Η ταξιανθία είναι ακραία, πολύ διακλαδισμένη, συχνά σε κεφάλαια. Τα άνθη είναι συνήθως διγενή, σε μερικά μονογενή (φυτά δίοικα), όχι όμως εμφανή. Τα τέπαλα γενικά είναι σκουρόχρωμα (πράσινα, ερυθρο-καστανά, μαύρα), μερικές φορές λευκά ή κιτρινωπά. Οι γυρεόκοκκοι έχουν ένα πόρο και αναπτύσσονται σε τετράδες. Ο πλακούντας είναι αξονικός ή επιτοίχιος. Οι σπερμοβλάστες είναι πολυάριθμες (σπανίως 3). Σπέρματα με ενδοσπέρμιο, συχνά μ' ένα εξάρτημα στη βάση. Καρπός κάψα.

Οι οικογένεια Juncaceae περιλαμβάνει 6 γένη με 400 είδη, ευρέως εξαπλωμένα σε όλη τη Γη, αλλά κυρίως στις εύκρατες και ορεινές τροπικές περιοχές. Αναπτύσσονται σε υγρά ενδιαιτήματα, αλλά με σημαντικές εξαιρέσεις, όπως το ζιζάνιο *Juncus trifidus*. Τα σημαντικότερα γένη είναι το *Juncus* και η *Luzula*.

***Juncus inflexus* L.**

(Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» - 15/8/2010)

(Συντεταγμένες: 003-03-177 E, 043-57-763 N

003-04-352 E, 043-58-204 N

Εντοπίζεται σε έλη με αποθέματα τύρφης, υγρά λιβάδια και ανοιχτά υγρά εδάφη, μάλλον ασβεστόφοβο. Στην Ελλάδα είναι ένα είδος των χαμηλών κυρίως υψομέτρων, εμφανίζεται όμως και στα βουνά μέχρι τα 2000 m τουλάχιστον (Σαρίκα 1999 από Snogerup 1991).



Εικόνα 4.89 *Juncus inflexus* L.

Potamogetonaceae

***Potamogeton gramineus* L.**

(Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» - 15/8/2010)

(Συντεταγμένες: 003-03-148 E, 043-57-668 N

003-03-188 E, 043-54-825 N

003-03-569 E, 043-54-686 N)

Η Παπαστεργιάδου (1990) αναφέρει ότι αναπτύσσεται σε φτωχά σε άζωτο και φώσφορο νερά, αλλά φαίνεται ότι είναι είδος ανθεκτικό σε επιβάρυνση με φωσφορικά και νιτρικά. Εποικίζει νερά με υψηλό λόγο σκληρότητας. Οι μετρήσεις που έκανε έγινε για το είδος αυτό μόνο από την περίοδο του καλοκαιριού, οπότε δεν επιτρέπουν την πλήρη εικόνα για τις απαιτήσεις του είδους, το οποίο βιβλιογραφικά αναφέρεται αλλού ως στενόοικο σε oligότροφα νερά (Γερμανία, Pott 1980), σε μεσότροφα νερά (Τσεχοσλοβακία, Otahelova et. al. 1983), σε μεσοότροφα-εύτροφα νερά (Ουαλία, Seddon 1972) και αλλού ως ευρύοικο (Σκωτία, Spence 1967).



Εικόνα 4.90 *Potamogeton gramineus* L.

***Potamogeton nodosus* Poir et in Lam.**

(Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» - 15/8/2010)

(Συντεταγμένες: 003-03-188 E, 043-54-825 N
 003-03-569 E, 043-54-686 N
 003-03-190 E, 043-57-617 N)

Προτιμά αργά ρέοντα νερά, πλούσια σε βάσεις, νερόλακκους, ρεύματα, δεξαμενές, μέχρι τα 1900 m περίπου.



Εικόνα 4.91 *Potamogeton nodosus* L.

Typhaceae

Τα Typhaceae είναι ποώδη φυτά, με ριζώματα, υδρόβια ή ελόβια, με φύλλα και βλαστούς αναδυόμενους ή στο ανώτερο τμήμα τους επιπλέοντες. Τα φύλλα είναι κατ’ εναλλαγή, σε 2 σειρές, γραμμοειδή, ακέραια με παράλληλη νεύρωση, συχνά σπογγώδη, με κολεούς στη βάση και χωρίς παράφυλλα. Οι ταξιανθίες είναι ακραίες, πολύ διαφοροποιημένες με πολυάριθμα πυκνά άνθη και εμφάνιση κυλινδρικών στάχων ή σφαιρικών κεφαλίων. Τα άνθη είναι μονογενή (φυτά μόνοικα) και τα άρρενα βρίσκονται επάνω από τα θήλεα. Το περιάνθιο αποτελείται από τέπαλα, 1-6 που μοιάζουν με σμήριγγες (bristles) ή λέπια. Οι στήμονες είναι ελεύθεροι ή ενωμένοι στη βάση. Οι γυρεόκοκκοι έχουν ένα πόρο (uniporate), μεμονωμένοι ή σε τετράδες. Τα καρπόφυλλα είναι 3, ενωμένα, αλλά συνήθως μόνο 1 είναι λειτουργικό. Οι ωοθήκες έχουν κορυφαίο πλακούντα και συνήθως είναι μονόχωρες, με 1 σπερμοβλάστη. Καρπός δρύπη, αχάινιο που μοιάζει με θυλάκιο.

Στην οικογένεια Typhaceae περιλαμβάνει 2 γένη και 28 είδη. Είναι φυτά ευρέως εξαπλωμένα, ιδιαίτερα στο Β. Ημισφαίριο και είναι χαρακτηριστικά των υδάτινων και υγροτοπικών ενδιαιτημάτων, κυρίως των ελών.

Στο γένος *Typha* ανήκουν 13 είδη. Τα περισσότερα αναπτύσσουν μεγάλους πληθυσμούς στους καλαμώνες των βάλτων. Ένας μεγάλος αριθμός υδρόβιων πτηνών και θηλαστικών εξαρτώνται από τους καλαμώνες οι οποίοι ως εκ τούτου πρέπει να προστατεύονται. Στις εύκρατες ζώνες η *Typha* βασικά είναι ένα ωφέλιμο φυτό αλλά μπορεί να ξεφύγει από κάθε έλεγχο και να μετατραπεί σε ζιζάνιο που φράζει κανάλια και αρδευτικά αυλάκια. Στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές η *Typha* μπορεί να είναι ένα σοβαρό ζιζάνιο σε αρδευόμενες εκτάσεις.

Στην Ελλάδα αρκετά συχνά συναντιέται η ***T. domingensis*** και λιγότερο συχνά η ***T. angustifolia*** και ***T. latifolia***. Είναι γνωστά με τα ονόματα «ψάθα» ή «ψαθί» και χρησιμοποιούνται στην κατασκευή καρεκλών, συρραφή ψαθών και κάλυψη καλυβών. Οι γυρεόκοκκοι χρησιμοποιούνται στην φαρμακευτική ως υποκατάστατο των σπορίων του *Lycopodium*.

***Typha latifolia* L.**

(Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» - 15/8/2010)

(Συντεταγμένες: 003-04-352 E, 043-58-204 N)

Προτιμά ελώδεις τοποθεσίες, λίμνες, αυλάκια, κανάλια, ποταμούς με αργή ροή, ιδιαίτερα σε ανόργανα υποστρώματα ή όπου επικρατούν συνθήκες ταχείας αποικοδόμησης οργανικού υλικού. Αναπτύσσεται πίσω από τις συστάδες του *Phragmites australis*, προς την πλευρά της ξηράς, σε θέσεις με μικρότερο βάθος (0,3-0,8 m), οι οποίες αποξηραίνονται κατά περιόδους.



Εικόνα 4.92 *Typha latifolia* L.

Οικολογικά στοιχεία

Διαθέσιμα στοιχεία για τα υδρόβια φυτά της Ελλάδας υπάρχουν στις μελέτες υδρόβιων φυτοκοινωνιών της Ηπείρου (Σαρίκα 1999) και βόρειας Ελλάδας (Παπαστεργιάδου 1990).

Από τις εργασίες αυτές συγκεντρώθηκαν τα στοιχεία που αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα οικολογικά στοιχεία που παραθέτονται για κάθε είδος στον πίνακα αυτό, αφορούν στις οικολογικές συνθήκες στις οποίες αναπτύσσονται οι φυτοκοινωνίες στις οποίες συμμετέχουν τα αναφερόμενα είδη.

Οι ανωτέρω ταξινομικές μονάδες βρέθηκαν ως επί το πλείστον στην δυτική πλευρά της λίμνης, πιθανώς λόγω του ιλυώδους υποστρώματος και το μη απότομο βάθος της πλευράς αυτής, σε σχέση με την ανατολική πλευρά όπου το βάθος είναι πολύ πιο απότομο και λίγο πολύ πετρώδες για την εγκατάσταση υδρόβιων φυτών.

Πίνακας 4.47 Εύρος διακύμανσης βάθους, διαφάνειας, θερμοκρασίας, αγωγιμότητας και pH των υδρόβιων taxa.

α/α	Είδος	Βάθος (m)	Διαφάνεια (m)	Θερμοκ. (°C)	Αγωγιμ. (μmhos)	pH
1	<i>Alisma lanceolatum</i>	0,2-2,50	0,0-1,80	16-33	178-1280	6,3-9,7
2	<i>Equisetum palustre</i>	0,1-0,7	0,10-0,50	17-22	119-200	6,80-7,92
3	<i>Lythrum salicaria</i>	0,2-2,0	0,10-1,7	15-33	195-1600	6,89-10,5
4	<i>Potentilla reptans</i>	0,15-2,10	0,15-1,0	19-33	162-700	6,54-9,40
5	<i>Typha latifolia</i>	0,2-0,8	0,1-0,75	19-30	195-580	6,90-9,14

Πίνακας 4.48 Εύρος διακύμανσης HCO₃⁻, PO₄-P, NH₄-N, NO₂-N και ολικού ανόργανου αζώτου των υδρόβιων taxa.

α/α	Είδος	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	Ολικό ανόργ. N (mg/l)
1	<i>Alisma lanceolatum</i>	40,00 – 180,00	0,001 – 0,530	0,013 – 0,668	0,112 – 5,593	0,0003 – 0,0070	0,138 – 5,738
2	<i>Ceratophyllum demersum</i>	34,16 – 236,10	0,001 – 0,500	0,026 – 0,774	0,076 – 5,255	0,00 – 0,066	0,122 – 5,399
3	<i>Equisetum palustre</i>	79,30 – 262,30	0,007 – 0,068	0,094 – 0,491	0,207 – 3,686	0,0010 – 0,070	0,306 – 4,184
4	<i>Lythrum salicaria</i>	26,84 – 195,20	0,001 – 0,653	0,012 – 2,307	0,038 – 4,108	0,00 – 0,048	0,086 – 3,961
5	<i>Myriophyllum spicatum</i>	30,50 – 195,20	0,001 – 0,500	0,012 – 0,852	0,076 – 5,593	0,0010 – 0,069	0,122 – 5,878
6	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	37,82 – 180,00	0,012 – 0,500	0,116 – 0,510	0,222 – 1,143	0,010 – 0,160	0,339 – 1,666
7	<i>Potentilla reptans</i>	114 – 168	0,014 – 0,208	0,116 – 0,756	0,163 – 3,950	0,0010 – 0,0030	0,295 – 4,709
8	<i>Typha latifolia</i>	38,17 – 143,90	0,003 – 0,271	0,102 – 0,674	0,078 – 1,239	0,00 – 0,0630	0,180 – 1,717

Πίνακας 4.49 Ημερομηνία δειγματοληψίας, είδος, συντεταγμένες και αφθονία των ανευρηθέντων υδροφύτων.

Ημερομηνία δειγματοληψίας	Είδος	Θέση Χ/Υ	Αφθονία (υψηλή, μέτρια, χαμηλή)
15/8/2010	<i>Alisma lanceolatum</i>	003-03-500 E, 043-57-551 N 003-04-352 E, 043-58-204 N	χαμηλή
15/8/2010	<i>Amblystegium riparium</i> (Hedw.) Br. Eur	003-03-148 E, 043-57-668 N	υψηλή
29/11/2009 15/08/2010	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Βρεθήκε αιωρούμενο	χαμηλή
15/8/2010	<i>Equisetum palustre</i>	003-04-198 E, 043-58-108 N	υψηλή
15/8/2010	<i>Lythrum salicaria</i>	003-04-263 E, 043-58-112 N	χαμηλή
29/11/2009 15/08/2010	<i>Myriophyllum spicatum</i>	003-03-569 E, 043-54-686 N 003-03-190 E, 043-57-617 N	μέτρια
15/8/2010	<i>Potamogeton gramineus</i> L.	003-03-148 E, 043-57-668 N 003-03-188 E, 043-54-825 N 003-03-569 E, 043-54-686 N	υψηλή
15/8/2010	<i>Potamogeton nodosus</i> Poiret in Lam.	003-03-188 E, 043-54-825 N 003-03-569 E, 043-54-686 N 003-03-190 E, 043-57-617 N	υψηλή
29/11/2009 15/08/2010	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	003-03-148 E, 043-57-668 N 003-03-188 E, 043-54-825 N 003-03-569 E, 043-54-686 N	υψηλή
15/8/2010	<i>Potentilla reptans</i>	003-03-187 E, 043-57-802 N	χαμηλή
15/8/2010	<i>Juncus inflexus</i> L.	003-03-177 E, 043-57-763 N 003-04-352 E, 043-58-204 N	μέτρια
15/8/2010	<i>Typha latifolia</i>	003-04-352 E, 043-58-204 N	μέτρια

Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι έως 19 Μαΐου 2010 δεν βρέθηκαν υδρόβια φυτά, ή βρέθηκαν φυτά προηγούμενης βλαστητικής περιόδου σε αποσύνθεση. Αυτό οφείλεται στο ότι η ανάπτυξη και διαφοροποίηση των υδροφύτων κορυφώνεται στους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο.

Η χωρική κατανομή και ύπαρξη των υδρόβιων μακροφύτων επηρεάζεται από πληθώρα οικολογικών παραγόντων, σημαντικότερος δε παράγοντας καθίστανται τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού. Η διευθέτηση των υδρόβιων φυτών σε ένα

υδάτινο οικοσύστημα, είναι αποτέλεσμα της ισορροπίας μεταξύ των οικολογικών συνθηκών (κυρίως του φωτισμού, των ανόργανων συστατικών, του διαθέσιμου άνθρακα, της θερμοκρασίας του νερού και της ταχύτητας του νερού) και της φυσιολογίας των φυτών.

Εκτός από τα είδη φυτών που βρέθηκαν στις 15-08-2010, εντοπίστηκαν και: *Ceratophyllum demersum* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Potamogeton perfoliatus* L., που συλλέχθηκαν 29-11-2009, τα οποία θεωρούνται κοινά στη Τεχν. Λίμνη «Ν. Πλαστήρα».

Τα σημαντικότερα προβλήματα της λίμνης είναι οι προσχώσεις από τα φερτά υλικά των ποταμών που απορρέουν σ’ αυτή και μειώνουν τη διάρκεια ζωής της και η έντονη παλινδρόμηση της όχθης λόγω των μεγάλων όγκων νερού που παροχετεύονται εποχιακά. Επίσης θα πρέπει να αναφέρουμε την υπερβόσκηση των αιγοπροβάτων που συμβάλλουν στην ρύπανση της λίμνης με θρεπτικά και την αύξηση της τροφικής της κατάστασης. Αυτό το διαπιστώνουμε με τα τρία προαναφερθέντα είδη που συλλέχθηκαν στις 29-11-2009, και που ευνοούνται από συνθήκες υψηλού οργανικού φορτίου. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχει ακόμη στην Ελλάδα σύστημα ταξινόμησης της οικολογικής κατάστασης των λιμνών με βάση τα μακρόφυτα και ως εκ τούτου δεν μπορεί να χαρακτηριστεί η παρούσα λίμνη με βάση αυτά. Όμως η εμφάνιση και η σχετικά μεγάλη εξάπλωση συγκεκριμένων ειδών που είναι ανθεκτικά στην ρύπανση, όπως προαναφέρθηκε, υποδεικνύουν πιθανή υποβάθμιση της ποιότητας νερού και ρυπαντικές πιέσεις από την υδρολογική λεκάνη.

4.10. Μελέτη Μακροασπονδύλων

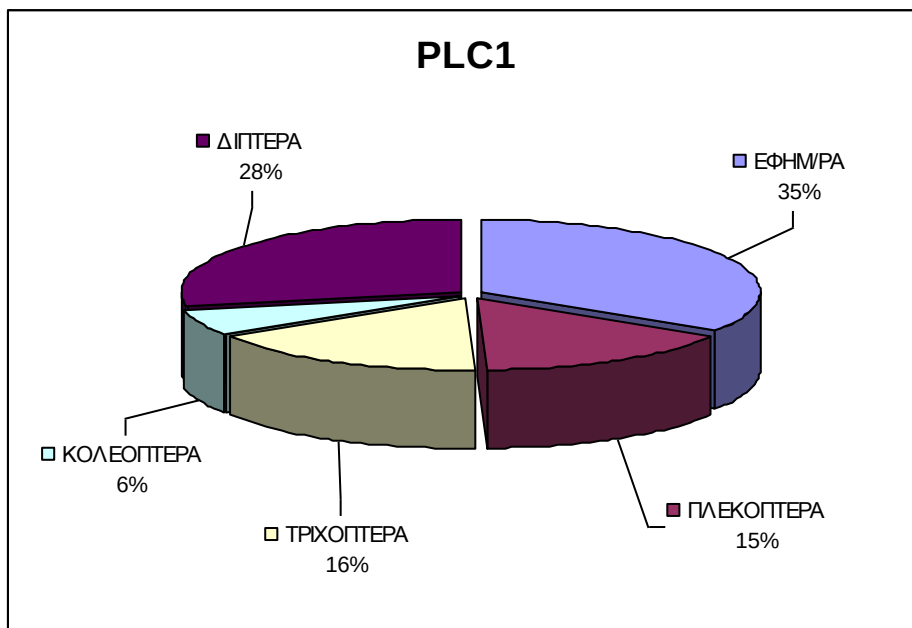
4.10.1. Αποτελέσματα – Συζήτηση δειγματοληψίας βένθους ποταμών

Συνολικά συλλέχθηκαν 1.514 άτομα τα οποία κατανεμήθηκαν σε 70 ζωικά τάξα και 30 οικογένειες. Η μακροασπόνδυλη πανίδα των σταθμών δειγματοληψίας αντιπροσωπεύτηκε από είδη χαρακτηριστικά των ορεινών ποταμών και με σχετικά υψηλή κλίση όπως έχουν καταγραφεί και στο παρελθόν σε αντίστοιχα Ελληνικά ποτάμια (Skoulikidis et al., 2009).

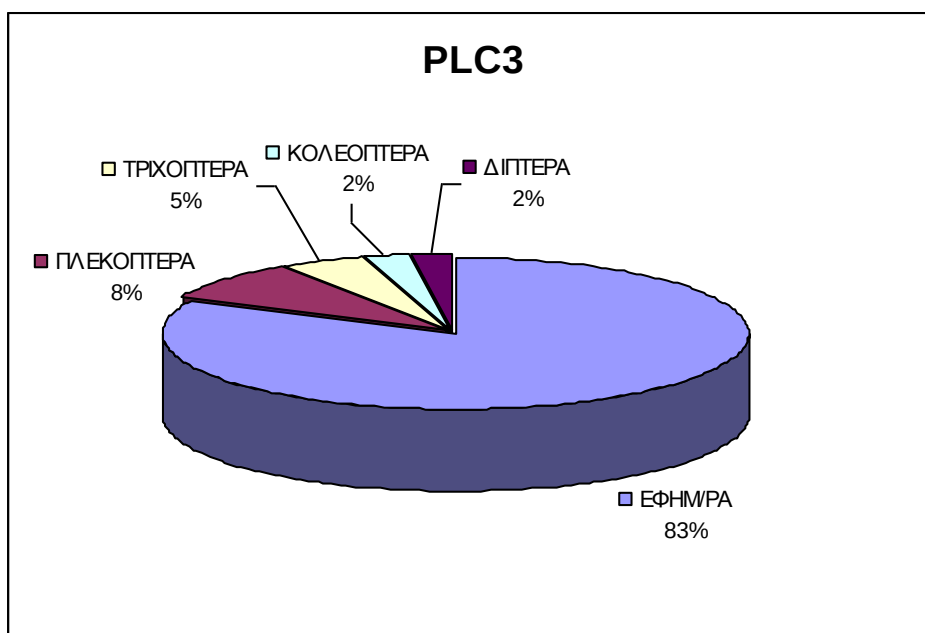
Χαρακτηριστικοί εκπρόσωποι των συλλεχθέντων μακροασπονδύλων από όλους τους σταθμούς του δικτύου ήταν τα είδη: *Baetis sp.*, *Ecdyonurus sp.*, *Perla marginata*, *Perla bipunctata*, *Nemoura sp.*, *Atherix ibis*, *Polycentrotus irroratus*, *Centroptilum luteolum*, *Beraea pullata*, *Chironomus spp.*, *Cloeon simile*, *Dinocras megacephala*, *Serratella ikononomi*, *Serratella ignita*, *Rhithrogena sp.*, *Hydropsyche instabilis*, *Amphinemura sp.*, *Simulium sp.*, *Lumbriculus sp.* κ.ά.

Τα κυρίαρχα είδη της πανίδας των ρεμάτων στην λεκάνη της τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα» ήταν τα Εφημερόπτερα Baetidae (721 άτομα), *Ecdyonurus sp.* (131 άτομα), *Centroptilum luteolum* (80 άτομα), *Serratella ikononomi* και *ignita* (41 και 35 άτομα, αντίστοιχα), το Τριχόπτερο *Rhyacophila sp.* (43 άτομα), τα Πλεκόπτερα *Leuctra sp.* και *Protonemura sp.* (41 και 40 άτομα, αντίστοιχα), τα Δίπτερα της οικογένειας των Chironomidae (34 άτομα) και Simuliidae (29 άτομα) και τέλος τα Κολεόπτερα της οικογένειας των Hydraenidae.

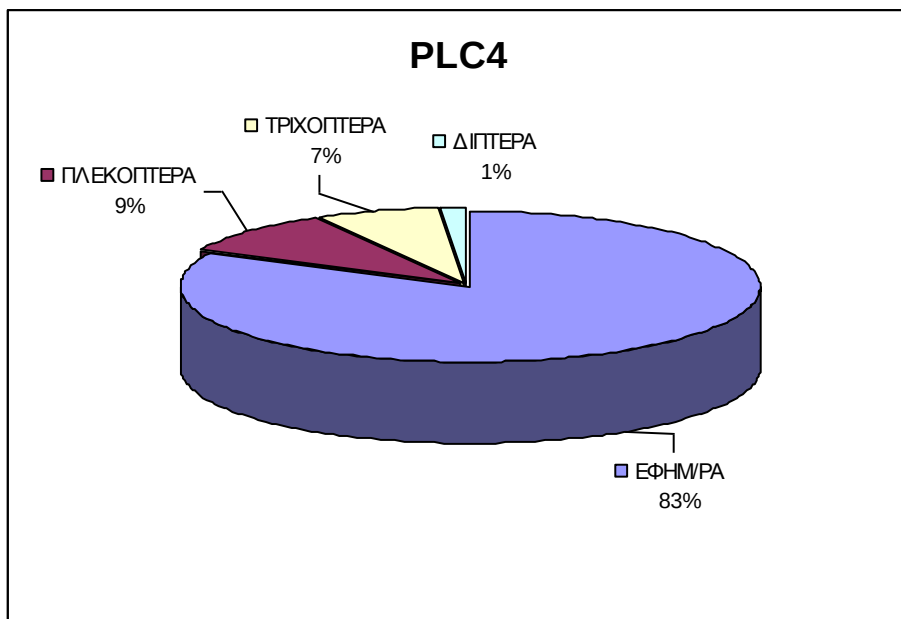
Η βιοκοινότητα του κάθε σταθμού δειγματοληψίας απεικονίζεται στα παρακάτω σχήματα (Εικόνες 4.93- 4.98). Τα οικολογικά χαρακτηριστικά των ασπόνδυλων όπως τροφικές συνήθειες, τύποι κίνησης, προτίμηση ενδιαιτήματος καθώς και άλλα χαρακτηριστικά που παραθέτονται στον Πίνακα 4.50, μπορούν να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες όσο αφορά την σύνθεση και δομή της ασπόνδυλης πανίδας αλλά και για τα υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά ενός ποταμού αφού τα οικολογικά αυτά χαρακτηριστικά αντανακλούν τις συνθήκες ενός ποταμού.



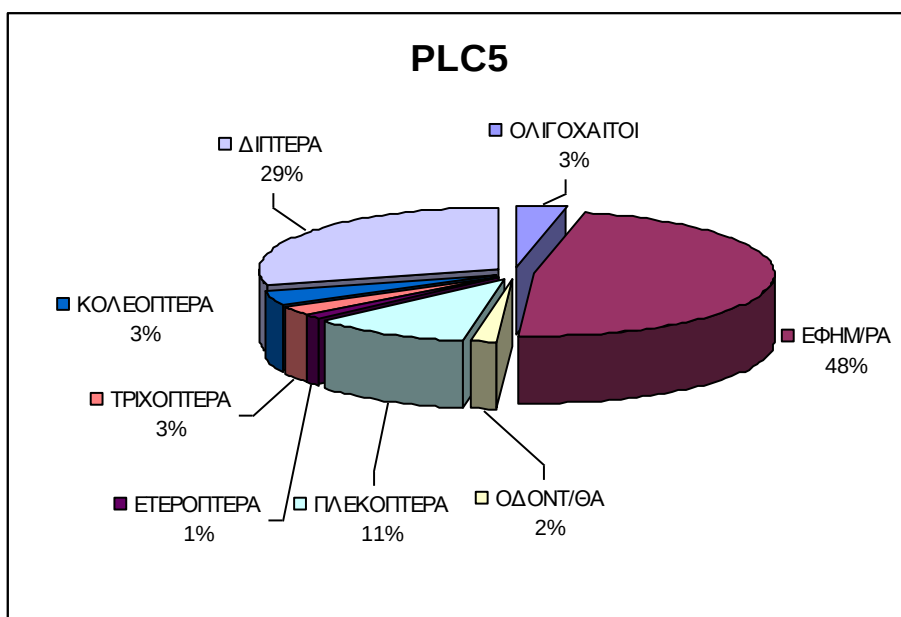
Εικόνα 4.93 Σύνθεση της βενθικής πανίδας του σταθμού PLC 1.



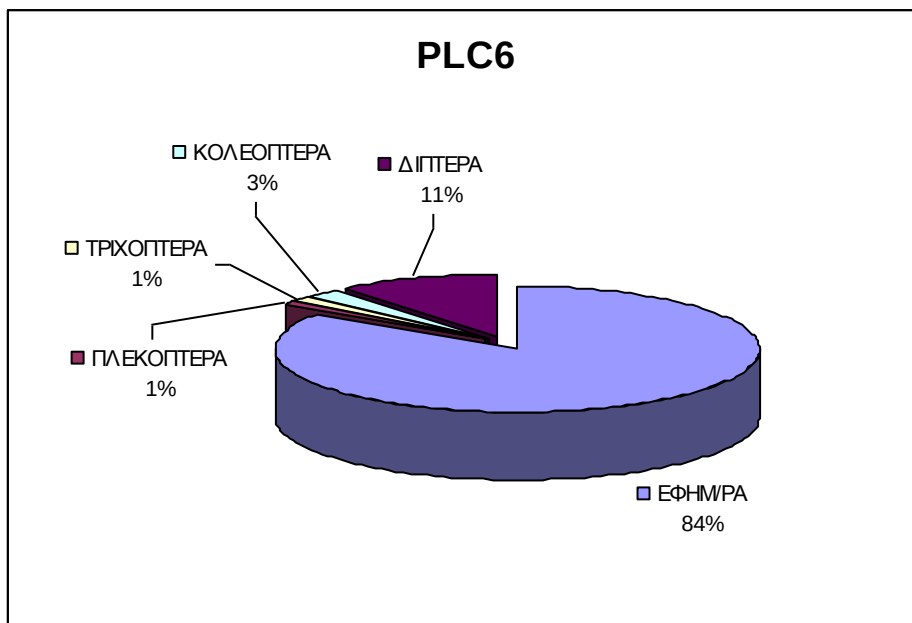
Εικόνα 4.94 Σύνθεση της βενθικής πανίδας του σταθμού PLC 3.



Εικόνα 4.95 Σύνθεση της βενθικής πανίδας του σταθμού PLC 4.



Εικόνα 4.96 Σύνθεση της βενθικής πανίδας του σταθμού PLC 5.



Εικόνα 4.97 Σύνθεση της βενθικής πανίδας του σταθμού PLC 6.

Στον σταθμό PLC1, κυριάρχησαν τα ρεόφιλα (Type RP) με ποσοστό 39,7% ακολουθούμενα από τα ρεόφιλα/λιμνόφιλα (Type RL - 15,8%) δηλαδή είδη τα οποία αποικούν ποτάμια χαμηλής ροής και λιμνάζουσες ζώνες (Πίν. 4.50). Αντίθετα στον σταθμό PLC3 κυριάρχησαν είδη που δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη προτίμηση στον τύπο ροής (Type IN – 76%). Το ίδιο παρατηρήθηκε και για τους σταθμούς PLC4 και PLC6, όπου η πανίδα αντιπροσωπεύτηκε από είδη που δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη προτίμηση στον τύπο ροής (Type IN) (Πίν.4.50). Στον σταθμό PLC5 κυριάρχησαν τα ρεόφιλα με ποσοστό 57%, ακολουθούμενα είδη που δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη προτίμηση στον τύπο ροής (18%).

Σε όλους τους σταθμούς η βενθική πανίδα όπως ήταν αναμενόμενο αντιπροσωπεύτηκε από είδη που απαντώνται σε χοντρόκοκκο υλικό, λίθους και κροκάλες (Πίν. 4.50). Σε σημαντικά ποσοστά απαντήθηκαν επίσης είδη τα οποία συναντώνται σε φυτικά ενδαιτήματα όπως ρίζες και κλαδιά χερσαίων φυτών, μακρόφυτα, βρύα κ.α. Ένα σημαντικό ποσοστό της πανίδας απαντούσε επίσης και σε λεπτόκοκκο υλικό (Akal).

Στον σταθμό PLC1 και PLC5, κυριάρχησαν οι συλλέκτες (21% και 35% αντίστοιχα) και οι βοσκιτές (26% και 32% αντίστοιχα) ενώ σημαντική ήταν και η παρουσία των θηρευτών (25% και 17%, αντίστοιχα). Στους υπόλοιπους σταθμούς, δηλαδή PLC3, PLC4 και PLC6, δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στις τροφικές συνήθειες της πανίδας και κυριάρχησαν οι συλλέκτες ενώ σχεδόν με ίδια ποσοστά απαντήθηκαν και οι βοσκιτές. Επίσης σημαντική ήταν και η συνεισφορά των θηρευτών (Πίν. 4.50). Τέλος, όσο αφορά τους τύπους κίνησης, σε όλους τους σταθμούς κυριάρχησαν οι περπατητές όπως για παράδειγμα τα Πλεκόπτερα και κάποιες οικογένειες των Εφημεροπτέρων και των Οδοντόγναθων, ακολουθούμενη από τους φωλιαστές (π.χ. κάποιες οικογένειες Τριχοπτέρων) και τους κολυμβητές (π.χ. Κολεόπτερα).

Σε γενικά πλαίσια η δομή και η σύσταση των βιοκοινωνιών των δύο σταθμών ήταν παρόμοιες. Επικρατέστερες ομάδες ήταν τα Εφημερόπτερα, τα Δίπτερα και τα Πλεκόπτερα, ενώ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές όσο αφορά τα οικολογικά τους χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα προτίμηση ροής και ενδιαιτήματος, τύποι κίνησης και τροφικές συνήθειες (Πίν. 4.50). Διαφορές ωστόσο παρατηρήθηκαν στην βιοποικιλότητα των σταθμών και στις αφθονίες των οικογενειών. Γενικά, η αφθονία της πανίδας στους σταθμούς PLC3 και PLC4 ήταν μεγαλύτερη σε σύγκριση με τους υπόλοιπους σταθμούς, γεγονός που οφείλεται κυρίως στην μεγάλη αφθονία των Baetidae, ενώ οι αφθονίες υπόλοιπων των σταθμών δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές. Σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν στον αριθμό οικογενειών. Μεγαλύτερη ποικιλότητα σημειώθηκε στον PLC1 με 27 διαφορετικές οικογένειες ενώ η χαμηλότερη ποικιλότητα σημειώθηκε στον PLC6 (13 οικογένειες).

Πίνακας 4.50. Οικολογικά χαρακτηριστικά των μακροασπόνδυλων των ρεμάτων της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα». Οι επεξηγήσεις των κωδικών για την προτίμηση τύπου ροής και ενδιαιτήματος δίνονται στον Πίνακα 4.51.

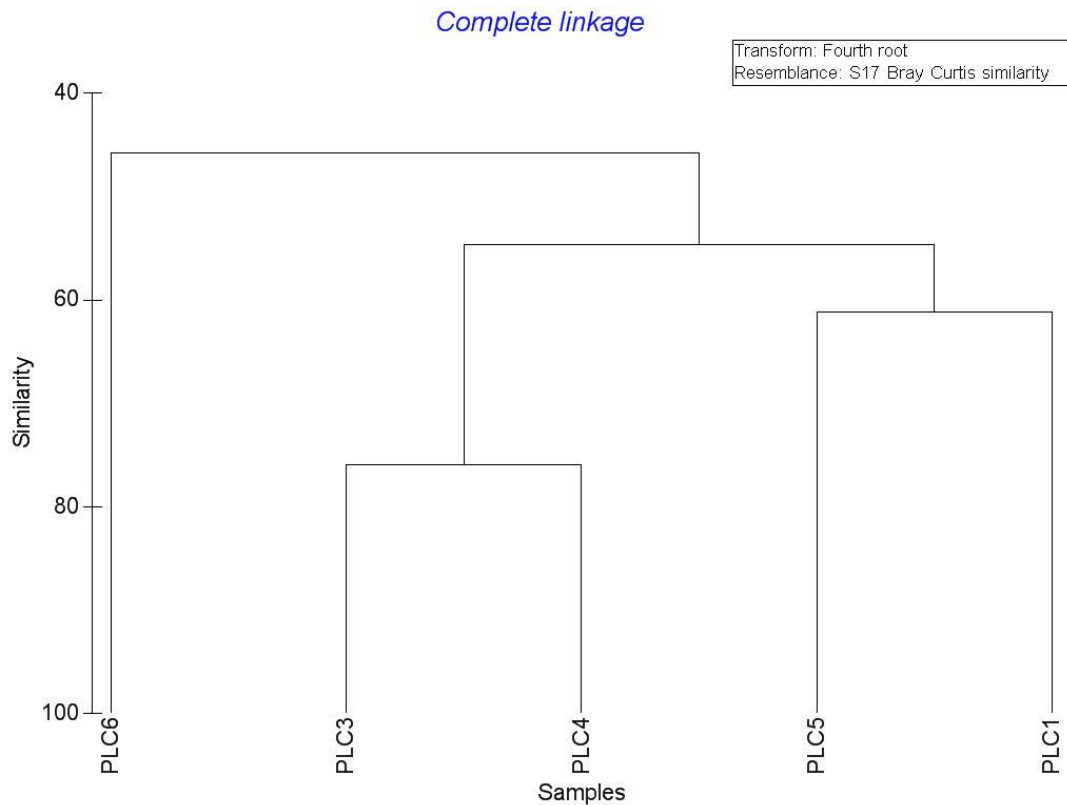
Όνομα Ποταμού	Καρισιώτης	Καρισιώτης	Καρισιώτης	Μπελάγιας	Μεγάλο Ποτάμι
Όνομα Σταθμού	PLC1	PLC3	PLC4	PLC5	PLC6
Αφθονία [άτομα/1.25m²]	187.2	362.4	328	145.6	188
Αριθμός Οικογενειών	27	16	20	22	13
Ταξινομικές Ομάδες (αφθονίες)					
Πλατυέλμινθες	0.8	0	0	0	0
Ολιγόχαιτοι	0.8	0	0.8	4.8	0
Βδέλλες	0	0	0	0	2.4
Αμφίποδα	0	0	1.6	0	0
Εφημερόπτερα	63.2	297.6	267.2	69.6	156.8
Οδοντόγναθα	0	0	0	2.4	0
Πλεκόπτερα	28	30.4	30.4	16	1.6
Ετερόπτερα	0.8	0	0	1.6	0
Τριχόπτερα	30.4	17.6	22.4	4	2.4
Κολεόπτερα	11.2	8.8	0.8	4.8	4.8
Δίπτερα	52	8	4.8	42.4	20
Προτίμηση τύπου Ροής [%]					
Type LB	1.28	0	0	0	0
Type LP	0.43	0	0	1.10	0
Type LR	0.86	0	0.73	0.55	0.43
Type RL	15.81	0	14.63	4.40	0.85
Type RP	39.74	9.93	16.10	57.14	21.70
Type RB	9.40	3.75	5.12	0	0
Type IN	12.82	76.38	54.88	18.13	64.26
Δεν υπάρχουν στοιχεία	19.66	9.93	8.54	18.68	12.77
Προτίμηση ενδιαιτήματος [%]					
Type Pel	9.57	0.31	1.20	11.15	1.02
Type Arg	0.26	0	0.07	0.06	0
Type Psa	8.55	0.20	3.59	2.31	0
Type Aka	10.39	16.73	14.37	8.13	14.04
Type Lit	39.83	36.93	39.88	51.04	34.17
Type Phy	11.28	31.70	28.68	15.77	30.98
Type Pom	3.50	0.33	1.02	0.55	0.00
Type Oth	1.67	7.62	5.83	3.30	6.60
Δεν υπάρχουν στοιχεία	14.96	6.18	5.37	7.69	13.19
Τροφικές συνήθειες [%]					
Βοσκιτές	25.68	44.48	44.32	32.14	39.11
Διαπερνώντες	0	0.02	0.05	1.48	0.17
Ξυλοφάγοι	0	0	0	0	0
Θρυμματοφάγοι	8.08	4.13	3.39	5.55	0
Συλλέκτες	21.28	41.88	41.83	34.67	37.62
Ενεργοί διηθηματοφάγοι	6.67	0.22	0.29	4.67	0.34
Παθητικοί διηθηματοφάγοι	11.03	1.44	0.61	2.53	9.06

Θηρευτές	24.70	4.95	8.63	16.92	3.32
Παράσιτα	0	0.02	0.05	1.48	0.17
Άλλες τροφικές συνήθειες	0	0	0.10	0	0
Τύποι κίνησης [%]					
Κολυμβητές/κινούμενοι στην επιφάνεια	0.39	0.09	0.02	0.33	0.89
Κολυμβητές/καταδύτες	12.39	0.16	10.22	5.99	0.43
Φωλιαστές	7.22	1.70	2.61	1.15	0
Περπατητές	24.49	5.96	19.29	11.32	3.19
(semi)sessil (π.χ. Δίθυρα)	16.67	0.62	0.34	7.75	6.04
Άλλοι (π.χ. αναρριχητές)	4.66	0.09	0.68	6.43	0.94
Δεν υπάρχουν στοιχεία	34.19	91.39	66.83	67.03	88.51

Πίνακας 4.51. Επεξηγήσεις των οικολογικών στοιχείων όσο αφορά τους τύπους ροής και ενδιαιτημάτων.

<i>Προτίμηση τύπου Ροής</i>	<i>Προτίμηση τύπου Ροής</i>
- [%] Type LB	Limnobiont (Βρίσκονται σε στάσιμα νερά)
- [%] Type LP	Limnophil (Βρίσκονται συνήθως σε στάσιμα νερά και σπανίως σε χαμηλές ροές)
- [%] Type LR	Limno-to rheophil (Βρίσκονται συνήθως σε στάσιμα νερά και συχνά σε χαμηλές ροές)
- [%] Type RL	Rheo-to limnophil (Βρίσκονται συνήθως σε ποτάμια χαμηλής ροής και σε λιμνάζουσες ζώνες)
- [%] Type RP	Rheophil (Βρίσκονται συνήθως σε ποτάμια μέτριας με μεγάλης ροής)
- [%] Type RB	Rheobiont (Βρίσκονται σε ποτάμια με υψηλές ροές)
- [%] Type IN	Indiffrent (Καμία συγκεκριμένη προτίμηση ροής)
Προτίμηση ενδιαιτήματος	Προτίμηση ενδιαιτήματος
- [%] Type Pel	Pelal (ιλύς; Κόκκοι < 0.063 mm
- [%] Type Arg	Argyllal (ιλύς, άργιλος, λάσπη; Κόκκοι < 0.063 mm
- [%] Type Psa	Psammal (άμμος; Κόκκοι 0.063 - 2 mm
- [%] Type Aka	Akal (λεπτόκοκκο υλικό; Κόκκοι 0.2 - 2 cm
- [%] Type Lit	Lithal (χοντρόκοκκο υλικό, λίθοι, κροκάλες Κόκκοι > 2cm
- [%] Type Phy	Phytal (άλγη, μακρόφυτα, βρύα)
- [%] Type Pom	Particulate organic matter (οργανική ύλη όπως νεκρά φύλλα, ξύλα κ.α)
- [%] Type Oth	Other (άλλα ενδιαιτήματα)

Η βενθική πανίδα των σταθμών δειγματοληψίας της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» παρουσίασε σημαντικές ομοιότητες με εξαίρεση τον σταθμό PLC6 που διαχωρίστηκε από τους υπόλοιπους σταθμούς λόγω της περιορισμένης ποικιλότητας (Εικ. 4.98). Οι σταθμοί PLC3 και PLC4 παρουσίασαν 78% ομοιότητα ενώ οι σταθμοί PLC5 και PLC1 62% ομοιότητα. Η σύνθεση της βιοκοινωνίας των σταθμών που παρουσίασαν σημαντικές ομοιότητες αντιπροσωπεύτηκε από οικογένειες των EPT τάξα (Εφημερόπτερα, Πλεκόπτερα, Τριχόπτερα) Leptophlebiidae, Ephemeridae, Nemouridae, Leuctridae, Perlidae, Hydropsychidae και Rhyacophilidae, οι οποίες απουσίαζαν από τον σταθμό PLC6.



Εικόνα 4.98 Ανάλυση ομάδων (Bray-Curtis similarities, Complete Linkage) για τους σταθμούς δειγματοληψίας στη λεκάνη της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα».

Με βάση των πολυμετρικό δείκτη STAR_ICMi, όλοι οι σταθμοί ταξινομήθηκαν στην καλή και υψηλή βιολογική κατάσταση. Οι σταθμοί PLC1, PLC4 και PLC5 ταξινομήθηκαν στην υψηλή κατάσταση ενώ οι PLC3 και PLC6 στην καλή (Πίν. 4.52) λόγω μικρότερου αριθμού οικογενειών. Ο μικρότερος αριθμός οικογενειών μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως ρύπανση, σύνθεση και ποικιλομορφία ενδαιτημάτων, ταχύτητα ροής κ.α. Στην συγκεκριμένη μελέτη εντοπίστηκε οργανική ρύπανση στο σταθμό PLC6 προερχόμενη πιθανόν από λύματα των ξενοδοχείων που βρίσκονται στην περιοχή έχοντας σαν αποτέλεσμα την απουσία κάποιων ευαίσθητων στην ρύπανση ειδών. Παρόλο αυτά, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές επιπτώσεις στην βιολογική κατάσταση του σταθμού. Συνιστάται λοιπόν, μια διαρκής παρακολούθηση του σταθμού PLC6 σε συχνότερη βάση για να αξιολογηθούν τα επεισόδια ρύπανσης και οι επιπτώσεις της στο υδατικό αυτό οικοσύστημα.

Πίνακας 4.52 Βιολογική κατάσταση των σταθμών δειγματοληψίας με βάση των πολυμετρικό δείκτη STAR_ICMi.

<i>Σταθμοί Δειγματοληψίας</i>	<i>STAR_ICMi</i>	<i>Βιολογική Κατάσταση</i>
PLC1	1.099	ΥΨΗΛΗ
PLC3	0.911	ΚΑΛΗ
PLC4	1.077	ΥΨΗΛΗ
PLC5	0.998	ΥΨΗΛΗ
PLC6	0.772	ΚΑΛΗ

4.10.2 Αποτελέσματα – Συζήτηση δειγματοληψίας βένθους Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα»

Κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών (Ιούλιος 2009, Νοέμβριος 2009 και Ιούλιος 2010), στη τεχνητή Λίμνη «Ν. Πλαστήρα», συλλέχθηκαν βενθικά μακροασπόνδυλα βάσει της προηγούμενης περιγραφείσας μεθοδολογίας. Το δίκτυο των σταθμών κάλυπτε όλες τις ιδιαιτερότητες της λίμνης, ενώ σε κάποιες περιόδους από ορισμένους σταθμούς δεν πάρθηκαν δείγματα λόγω του επικρατούντος υδρολογικού καθεστώτος, ενώ σε κάποιες άλλες περιόδους λήφθηκαν δείγματα από παραπλήσιους σταθμούς.

Η δειγματοληψία των τριών περιόδων εμφάνισε αναλυτικά τα εξής αποτελέσματα (Πίνακας 4.53). Παρατηρείται λοιπόν, ότι από πλευράς εντόμων συλλέχθηκαν προνύμφες της οικογένειας των Chironomidae, ενώ από τα υπόλοιπα τάξα των βενθικών μακροασπονδύλων συλλέχθηκαν μόνο ένα είδος της οικογένειας των Lumbricidae και αυτό μόνο κατά τη περίοδο του Ιουλίου του 2009 και μόνο στον σταθμό PLA1. Τα υπόλοιπα είδη των Chironomus απαντήθηκαν σε όλους τους σταθμούς, με εξαίρεση τον σταθμό PLA2 και κατά την περίοδο των δειγματοληψιών του Νοεμβρίου 2009, όπου δεν συλλέχθηκε κανένα είδος. Τη μεγαλύτερη αφθονία των ειδών εμφάνισε ο σταθμός PLA 5 τον Ιούλιο του 2009, ενώ τις πιο μικρές αφθονίες τις συναντήσαμε στους σταθμούς PLA10 και PLA 2 κατά τις περιόδους των δειγματοληψιών του Νοεμβρίου 2009 και Ιουλίου 2010 αντίστοιχα.

Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι σε ορισμένους σταθμούς και ειδικά σε αυτούς οι οποίοι ήταν κοντά σε τσιμεντένιες κατασκευές όπως το φράγμα και η υδροληψία, το υπόστρωμα αποτελείτο κυρίως από νεκρά κελύφη του δίθυρου *Dreissena polymorpha* και φυσικά ένα μικρό μέρος από λεπτόκοκκο υλικό (Εικ. 4.99). Εν προκειμένω, πρέπει να σημειωθεί ότι το είδος αυτό λόγω της βιολογίας και οικολογίας του, πρέπει να αντιμετωπισθεί με κατάλληλους χειρισμούς (Κουσουρή κ.ά. 1992, Γκρίτζαλης κ.ά. 1995, Conides et al, 1995) διότι ενδέχεται να δημιουργήσει διάφορες επιπτώσεις σε συστήματα υδροτροφοδοσίας όπως έχει παρατηρηθεί στο παρελθόν σε παρόμοια οικοσυστήματα (Κουσουρή κ.ά. 1993). Στους υπόλοιπους σταθμούς το υπόστρωμα ήταν μίγμα από λεπτόκοκκο υλικό καθώς και από νεκρά και σε στάδιο αποσύνθεσης

λεπτών κλαριών προερχόμενα από την ανώτερη χλωρίδα ευρισκόμενη περιμετρικά της λίμνης (Εικ. 4.100).



Εικόνα 4.99 Υπόστρωμα από νεκρά κελύφη του δίθυρου *Dreissena polymorpha* και από ένα μικρό μέρος λεπτόκοκκου υλικού.



Εικόνα 4.100 Υπόστρωμα από μίγμα λεπτόκοκκου υλικού και από νεκρά και σε στάδιο αποσύνθεσης λεπτών κλαριών προερχόμενα από την ανώτερη χλωρίδα ευρισκόμενη περιμετρικά της λίμνης.

Πίνακας 4.53 Βενθικοί μακροασπόνδυλοι οργανισμοί που συλλέχθηκαν στην Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» κατά την διάρκεια των τριών δειγματοληψιών.

	PLA1 Ιούλ-09	PLA2 Ιούλ-10	PLA2 Νοέ-09	PLA5 Ιούλ-09	PLA7 Ιούλ-09	PLA7 Νοέ-09	PLA7 Ιούλ-10	PLA9 Ιούλ-09	PLA10 Νοε-09	PLA10 Ιούλ-10
<i>Chironomus sp</i>	2	1		5	2	2	3	1	1	2
<i>Chironomus sp1.</i>	3			21	2		1	3		1
<i>Chironomus thummi</i>				1	1		1			
<i>Lumbriculus sp.</i>	1							1		

Η οικογένεια των Chironomidae είναι μια οικογένεια εντόμων με μεγάλη γεωγραφική εξάπλωση, ενώ η οικογένεια αυτή ως γνωστόν περιλαμβάνει χιλιάδες είδη. Οι προνύμφες της οικογένειας αυτής απαντώνται παγκοσμίως σε όλα σχεδόν τα υδατικά και υδρόφιλα περιβάλλοντα (Armitage, et al, 1994), ενώ τα ενήλικα άτομα έχουν διάφορα ονόματα αναλόγως της περιοχής όπου διαβιούν. Κάποιες προνύμφες των Chironomidae, διακρίνονται πάρα πολύ εύκολα λόγω του έντονου ερυθρού χρώματος εξ αιτίας της συγκέντρωσης της αιμογλοβίνης και όπου διεθνώς είναι γνωστές ως ‘bloodworms’ (Coffman & Ferrington, Jr. 1996). Το κυριότερο γεγονός όμως είναι ότι τα άτομα της οικογένειας αυτής ότι πλέον της συμμετοχής των στη τροφική αλυσίδα, είναι και βεβαίως αναλόγως της παρουσίας, απουσίας αλλά και της αφθονίας, να χρησιμεύουν και ως δείκτες για την εκτίμηση της υδατικής ποιότητας από διάφορους ρύπους (Walker, 2001). Ωστόσο, και παρά το αποδεκτό αυτό επιστημονικό γεγονός, στην Ελλάδα δεν έχει αναπτυχθεί κάποια αντίστοιχη μέθοδος και ειδικά για τεχνητές λίμνες, ενώ τα σχετικά δεδομένα είναι λίγα και αφορούν εκβολικά συστήματα ποταμών σε τεχνητές λίμνες (Gritzalis et al, 1996), αλλά και λίμνες οι οποίες όμως δεν είναι τεχνητές και ευρίσκονται σε πολύ χαμηλότερα υψόμετρα όπως είναι η Λίμνη Κουμουνδούρου ή η Λίμνη της Τριχωνίδος (Κουσουρή κ.ά. 1993). Βεβαίως, η βενθική πανίδα των πιο πάνω λιμνών δεν μπορεί να αποτελέσει βάση σύγκρισης με τη τεχνητή Λίμνη «Ν. Πλαστήρα», για το γεγονός ότι αυτές επειδή είναι φυσικές, όπου μεταξύ άλλων δεν εμφανίζουν πρόβλημα μεταβολής της στάθμης, καθώς και ότι χρονολογικά είναι κατά πολύ προγενέστερες κάθε τεχνητής λίμνης, οπότε, φυσικό και επόμενο όπως έχει διαπιστωθεί είναι να εμφανίζουν μεγαλύτερη σύσταση βενθικών οργανισμών (Γκρίτζαλης κ.ά. 1995, Κουσουρή κ.ά. 1993).

Παρεμφερής μελέτη βένθους έχει γίνει και στη τεχνητή Λίμνη των Κρεμαστών (Ζαχαρίας κ.ά. 1997), όπου η διαφοροποίηση της βενθικής σύστασης ήταν τελείως διαφορετική σε σημεία αδιατάρακτα της λίμνης σε σχέση με σημεία τα οποία ήσαν κάτω από τις εγκαταστάσεις ιχθυοτροφικής μονάδας προφανώς λόγω του ρυπαντικού φορτίου.

Έτσι, σύμφωνα με τα συλλεχθέντα δεδομένα αλλά και με τις πιο πάνω παρατηρήσεις στην οικολογία των εντόμων αυτών, εξηγείται η συγκέντρωση των στη λίμνη. Δηλαδή, οι ανοξικές συνθήκες λόγω του βάθους υποστηρίζουν την ύπαρξη του είδους *Chironomus thummi*, αλλά και το νεκρό οργανικό υλικό από τη παρόχθια ανώτερη κυρίως χλωρίδα συμβάλλει στην αφθονία των *Chironomus spp.* Παράλληλα όμως, η παρατηρηθείσα αφθονία και με εξαίρεση τον σταθμό PL 5 και κατά την δειγματοληπτική περίοδο του Ιουλίου 2009, χαρακτηρίζεται αρκετά περιορισμένη.

Όσον αφορά τα είδη του *Lumbriculus sp.*, αυτά απαντώνται στη Βόρειο Αμερική και Ευρώπη. Οι οργανισμοί αυτοί προτιμούν συνήθως αβαθή ενδιαιτήματα στις όχθες των λιμνών, λιμνίων ή ελών όπου τρέφεται συνήθως με αποσυντιθέμενους φυτικούς και διάφορους άλλους φυτικούς οργανισμούς. (Brinkhurst & Gelder, 1991). Οι ιδιότητες αυτές των ενδιαιτημάτων εν μέρει απαντώνται στη τεχν. λίμνη «Ν. Πλαστήρα» και ειδικά αυτές οι οποίες αφορούν τους αποσυντιθέμενους φυτικούς οργανισμούς (Εικ. 4.100). Έτσι, δικαιολογείται η παρουσία αλλά όμως σε αρκετά περιορισμένο βαθμό του είδους αυτού και συγκεκριμένα μόνο σε δύο σταθμούς PL 1 και PL9 και μόνο σε μία περίοδο (Ιούλιος 2009), στη τεχν. λίμνη «Ν. Πλαστήρα» (Πίν. 4.53).

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι η βενθική πανίδα στη τεχνητή Λίμνη του «Ν. Πλαστήρα» χαρακτηρίζεται από πάρα πολύ περιορισμένη βενθική σύσταση και αφθονία. Η κατάταξή της σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Κοινοτικής Οδηγίας για τα Νερά (2000/60/ΕΕ), συναντά δυσκολίες λόγω του γεγονότος της ανυπαρξίας Εθνικού ή Τοπικού συστήματος αξιολόγησης. Παρά ταύτα, και σύμφωνα με τα πιο πάνω δεδομένα των βενθικών μακροασπονδύλων, μπορεί να χαρακτηριστεί ότι ευρίσκεται σε μία αρκετά καλή και ικανοποιητική κατάσταση. Μικρή εξαίρεση και απόκλιση

αλλά όχι σε ιδιαίτερο βαθμό από την κατάσταση αυτή, αποτελεί η περιοχή του σταθμού PL5 όπου παρατηρείται μία μικρή αύξηση της αφθονίας των Chironomidae. Συνιστάται λοιπόν, μια διαρκής παρακολούθηση των βιολογικών αυτών χαρακτηριστικών της λίμνης σε εποχιακή βάση, καθώς και περαιτέρω διερεύνηση της κατανομής και αφθονίας των διθύρων *Dreissena polymorpha* στο υδατικό αυτό οικοσύστημα και στις παροχές του.

5. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

Σύμφωνα με την προσέγγιση στην ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης ή του οικολογικού δυναμικού λιμνών και φραγμαλισμών, αντίστοιχα της Ευρώπης (Guidance document n. 13, Working group 2A): α) οι τιμές των υδρομορφολογικών στοιχείων υπαγορεύουν το μέγιστο οικολογικό δυναμικό, και β) οι τιμές των φυσικών – χημικών παραμέτρων υποστηρίζουν το μέγιστο και καλό οικολογικό δυναμικό και την καλή οικολογική κατάσταση. Ως εκ τούτου η ταξινόμηση των υδάτινων σωμάτων σε μέτρια, ελλιπή και κακή κατάσταση ή οικολογικό δυναμικό γίνεται με βάση τα αποτελέσματα της παρακολούθησης των βιολογικών στοιχείων.

5.1 Οικολογικό δυναμικό του Ταμιευτήρα «Ν. Πλαστήρα»

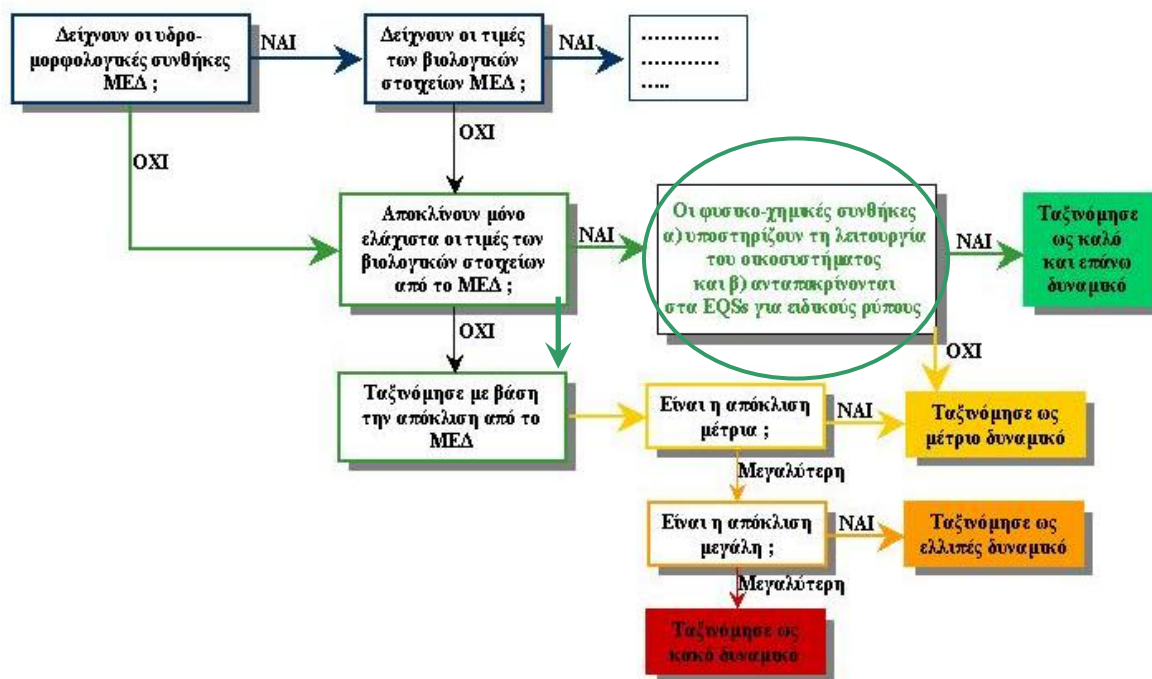
Ακολουθώντας το διάγραμμα ροής-διαδρομής αποφάσεων (Εικ. 5.1) όπως στο Guidance document n. 13 για την παρουσίαση των σχετικών ρόλων των βιολογικών, υδρομορφολογικών και φυσικο-χημικών στοιχείων στην ταξινόμηση του οικολογικού δυναμικού σύμφωνα με τους ορισμούς της Οδηγίας για την Ταυρωπού (Ταμιευτήρας «Ν. Πλαστήρα») προκύπτει ότι: η ταξινόμηση του οικολογικού δυναμικού πρέπει να στηρίζεται από τα φυσικά-χημικά χαρακτηριστικά του νερού (Εικ. 5.1).

Αν και ο συνδυασμός των παραμέτρων του φυτοπλαγκτού και για τις δύο χρονιές (2009-10) χαρακτηρίζει τον ταμιευτήρα με καλό οικολογικό δυναμικό αυτό θα πρέπει να υποστηρίζεται και από τις φυσικές και χημικές παραμέτρους του νερού και τη μη ανίχνευση ειδικών ρύπων. Η διαφάνεια του νερού δεν υποστηρίζει καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας την εκτίμηση για καλό οικολογικό δυναμικό κι αυτό συνδέεται:

Α) με το μεγάλο περιεχόμενο του νερού σε θρύμματα και φερτές ύλες από τα ρέματα της υδρολογικής λεκάνης (έντονη εδαφική διάβρωση του Φλύσχη – Παράρτημα),

Β) άφθονους νεκρούς φυτοπλαγκτικούς οργανισμούς,

Γ) οργανισμούς με παρασιτικούς μύκητες οι οποίοι αν και δεν προσμετρώνται στη βιομάζα του φυτοπλαγκτού, μειώνουν τη διαφάνεια του νερού και αποτελούν υλικό για αποικοδόμηση και ως εκ τούτου απαιτούν κατανάλωση οξυγόνου, το οποίο και παρουσιάζει μειωμένες τιμές.

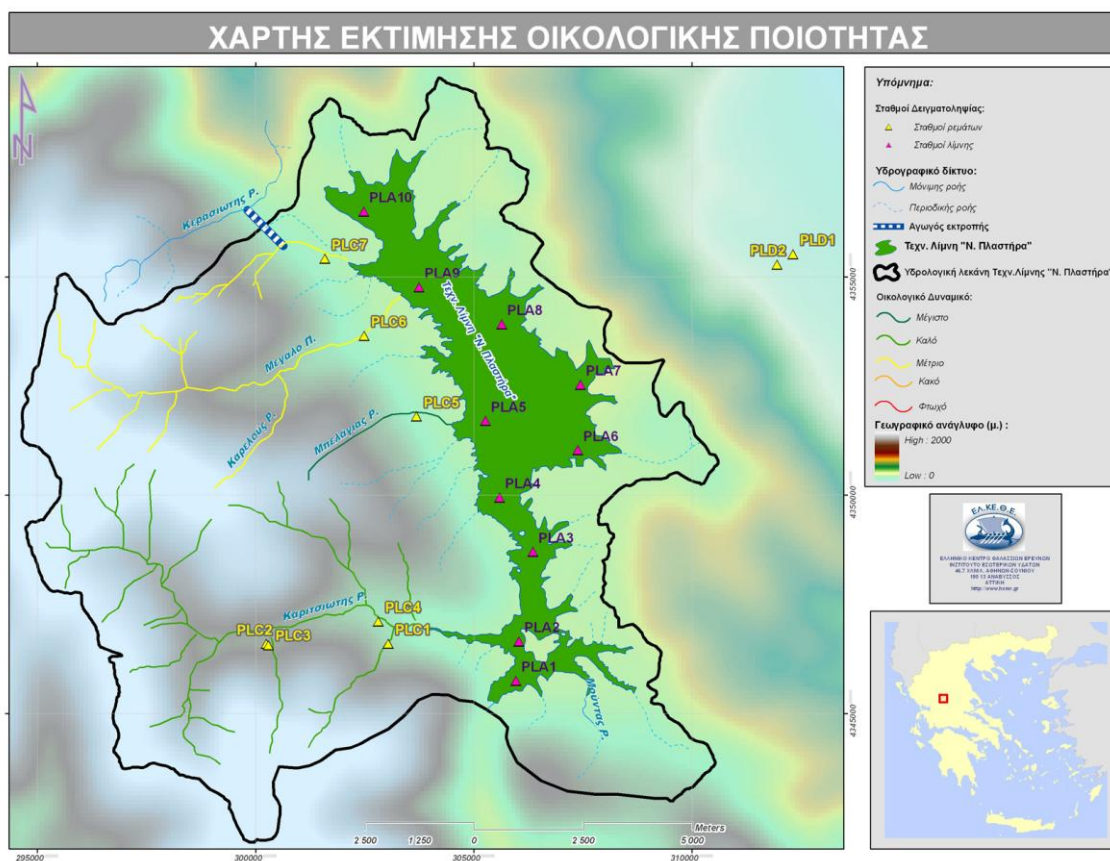


Εικόνα 5.1 Διάγραμμα ροής-αποφάσεων σύμφωνα με Guidance document n. 13 για την ταξινόμηση του οικολογικού δυναμικού.

Ακόμη, οι συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου δεν υποστηρίζουν καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας την εκτίμηση για καλό οικολογικό δυναμικό. Μάλιστα, ο συνδυασμός υψηλών συγκεντρώσεων φωσφόρου και σχετικά χαμηλών συγκεντρώσεων αζώτου που φαίνεται ότι επικρατούν στον ταμιευτήρα μπορεί να ευνοήσουν την αύξηση του αζωτοδεσμευτικού, γνωστού τοξικού κυανοβακτηρίου *Anabaena bergii*. Μια τέτοια αύξηση, η οποία είναι πιθανή θα οδηγήσει σε υποβάθμιση του καλού οικολογικού δυναμικού. Η επιβάρυνση σε φώσφορο στην λίμνη προέρχεται από την ανεξέλεγκτη διάθεση αστικών λυμμάτων στα ρέματα της υδρολογικής λεκάνης καθώς και από την αποσύνθεση του πλούσιου σε οργανικού υλικού του πυθμένα της λίμνης.

Συνεπώς, η εκτίμηση του οικολογικού δυναμικού ως καλό δε γίνεται με βεβαιότητα καθόσον τα φυσικά-χημικά χαρακτηριστικά του νερού δεν την υποστηρίζουν πλήρως ενώ η διατήρηση της παρακολούθησης κρίνεται απαραίτητη ιδιαίτερα για τη θερμή περίοδο του έτους (Μάιος-Οκτώβριος). Ακόμη, η υποβάθμιση από θέση αναφοράς που θεωρήθηκε ο ταμιευτήρας στην Ευρώπη με βάση τα

δεδομένα 1987-88 σε θέση με καλό οικολογικό δυναμικό και τα στοιχεία που δείχνουν τάση για περαιτέρω υποβάθμιση πρέπει να διερευνηθούν με στοχευμένη βιοπαρακολούθηση και χημική παρακολούθηση σε όλο το οικοσύστημα.



Εικόνα 5.2 Εκτίμηση του Οικολογικού Δυναμικού του Τ. Λ. ‘Ν. Πλαστήρα’ και των ρεμάτων της υδρολογικής του λεκάνης.

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ως προς τα ρυπαντικά φορτία στην περιοχή συνολικά παράγονται 157 τον. Αζώτου ετησίως από όλες τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες και ένα σημαντικό ποσοστό από αυτό καταλήγει στην Τ.Α. «Ν. Πλαστήρα» λόγω και της έκπλυσης των εδαφών μέσω του επιφανειακού και υπόγειου νερού. Το συνολικό φορτίο φωσφόρου στην υδρολογική λεκάνη φτάνει τους 52 τόννους ετησίως τιμή που μπορεί να θεωρηθεί αρκετά υψηλή και εξηγείται από την σημαντική πίεση που υπάρχει μέσω των ανθρωπογενών και ζωικών λυμάτων που είναι ιδιαίτερα αυξημένα σε σχέση με τις υπόλοιπες ρυπαντικές πιέσεις.

Απο τις μετρήσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων παρατηρήθηκε στρωμάτωση της λίμνης με το θερμοκλινές να κυμαίνεται σε βάθη 7-8 m από την επιφάνεια τους θερινούς μήνες. Το pH, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες φυσικοχημικές παραμέτρους, δεν παρουσιάζει σχεδόν καμία μεταβολή με το βάθος στους περισσότερους σταθμούς δειγματοληψίας τους θερινούς μήνες. Το οξυγόνο κατά τους θερινούς μήνες (Ιούλιος- Αύγουστος 2009) παρουσιάζεται αυξημένο στο υπολίμνιο σε σχέση με το επιλίμνιο κάτι που είναι αναμενόμενο σε διμικτικές λίμνες με όχι πολύ μεγάλη βιολογική δραστηριότητα (ολιγο-μεσότροφες). Το θερμοκλινές διαταράσσεται και τα νερά της λίμνης αναμιγνύονται κατά βάθος τους μήνες Νοέμβριο 2009 και Μάρτιο 2010 όπου παρατηρούνται ελάχιστες μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων με το βάθος.

Από τις χημικές αναλύσεις των δειγμάτων νερού των ρεμμάτων ως προς τα θρεπτικά άλατα προκύπτουν σημαντικές διαφοροποιήσεις από σταθμό σε σταθμό που μπορούν να συσχετισθούν με τις ρυπαντικές πιέσεις στην υδρολογική λεκάνη. Στην Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» οι τιμές των χημικών παραμέτρων έχουν γενικώς χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με τα ρέματα της υδρολογικής λεκάνης λόγω της αραίωσης και των βιογεωχημικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα μέσα σε αυτή. Όπως στην υδρολογική λεκάνη έτσι και στην Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων κυμαίνονται από σχετικά χαμηλές έως μέτριες με εξαίρεση τα φωσφορικά και τα αμμωνιακά, τα οποία σε ορισμένους σταθμούς έχουν σχετικά υψηλές τιμές. Για τα περισσότερα από τα βαρέα μέταλλα που ανιχνεύθηκαν οι συγκεντρώσεις ήταν κάτω από τα όρια μέτρησης του εξοπλισμού με εξαίρεση τον

Σίδηρο και το Μαγγάνιο που εμφάνισε υψηλές τιμές στους λιμναίους σταθμούς PLA2 και PLA10 αλλά και στα ρέματα της περιοχής (τον Ιούλιο του 2010 ο Σίδηρος ξεπέρασε και το όριο του πόσιμου νερού στο PLC7). Επίσης, υψηλά μικροβιακά φορτία (κολοβακτηριοειδή και εντερόκοκκοι) ανιχνεύθηκαν σε 3 βασικά ρέματα της περιοχής (PLA2, PLA6 και PLA7), κάτι που υποδεικνύει ανεξέλεγκτη διάθεση αστικών ή/και ζωικών λυμμάτων σε μεγάλες ποσότητες στα ρέματα αυτά.

Συνολικά 65 είδη φυτοπλαγκτού παρατηρήθηκαν στον ταμιευτήρα και ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών (43) ανά δείγμα παρατηρήθηκε στη θέση **PLA10** τον **Αύγουστο του 2009**, ενώ ο χαμηλότερος (11) στη θέση **PLA2** το **Νοέμβριο του 2009**. Με εξαίρεση το Νοέμβριο του 2009 και το Μάιο του 2010, την υπόλοιπη περίοδο στο σταθμό **PLA10** καταγράφηκαν τα περισσότερα είδη συγκριτικά με τους άλλους δύο σταθμούς, ενώ ο σταθμός **PLA2** ήταν ο «φτωχότερος» σταθμός σε είδη φυτοπλαγκτού σχεδόν σε όλες τις ημερομηνίες.

Στα δείγματα που ελήφθησαν από τους σταθμούς δειγματοληψίας παρατηρήθηκε μεγάλος αριθμός νεκρών οργανισμών (έως και 50%) κυρίως διατόμων (γένη *Cyclotella*, *Synedra*) και χρυσοφυκών (γένος *Dinobryon*) και άφθονα οργανικά θρύμματα.

Η μεγάλη συγκέντρωση νεκρού υλικού φυτοπλαγκτού και το υψηλό ποσοστό παρασιτισμού αν και είναι χαρακτηριστικά φραγμαλιμνών εν τούτοις μπορεί να υποβοηθήσουν τη μετάβαση σε μία λιγότερο ολιγότροφη ή μεσότροφη κατάσταση σε περίπτωση που ο χρόνος παραμονής του νερού αυξηθεί. Αλλωστε, η παρουσία τοξικού κυανοβακτηρίου στον ταμιευτήρα υποδηλώνει και την πιθανότητα επικράτησής του σε περιόδους με μεγαλύτερο χρόνο παραμονής του νερού.

Η ερευνηθέντα υδρόβια χλωρίδα που ανευρέθηκε μέχρι τώρα στις δειγματοληψίες στην Τ. Α. «Ν. Πλαστήρα» περιλαμβάνει 12 διαφορετικά είδη εκ των οποίων τα: *Myriophyllum spicatum* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Ceratophyllum demersum* L. ήταν τα πιο αντιπροσωπευτικά και με την μεγαλύτερη αφθονία στην περιοχή. Τα περισσότερα από τα ανωτέρω είδη και άτομα αυτών βρέθηκαν στην δυτική πλευρά της λίμνης όπου απαντώνται τοπογραφικά ομαλές ακτές και ιλυώδες υπόστρωμα. Αν και δεν έχει αναπτυχθεί μεθοδολογία εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης με βάση τα μακρόφυτα, καθώς επίσης δεν έχουν καταγραφεί και οι συνθήκες αναφοράς για

Τεχνητές Λίμνες όπως του «Ν. Πλαστήρα», τα τρία προαναφερθέντα είδη ευνοούνται από συνθήκες υψηλού οργανικού φορτίου.

Η βενθική πανίδα στη τεχνητή Λίμνη «Ν. Πλαστήρα» χαρακτηρίζεται από πάρα πολύ περιορισμένη βενθική σύσταση και αφθονία. Η κατάταξή της σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Κοινοτικής Οδηγίας για τα Νερά (2000/60/ΕΕ), συναντά δυσκολίες λόγω του γεγονότος της ανυπαρξίας Εθνικού ή Τοπικού συστήματος αξιολόγησης, όπως προαναφέρθηκε. Παρά ταύτα, και σύμφωνα με τα δεδομένα των βενθικών μακροασπονδύλων, μπορεί να χαρακτηριστεί ότι ευρίσκεται σε μία αρκετά καλή κατάσταση.

Για την εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας συνδυάστηκαν όλα τα ανωτέρω δεδομένα, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60/ΕΕ και προέκυψε ότι η χημική κατάσταση της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» είναι μέτρια (με επιφύλαξη ως προς την προέλευση των βαρέων μετάλλων), ενώ η οικολογική κατάσταση ως προς το φυτοπλαγκτό είναι καλή με τάση όμως υποβάθμισης, κάτι στο οποίο συμφωνούν εν πολλοίς και τα ευρήματα της παρακολούθησης των μακροασπονδύλων και των μακροφύτων. Ως εκ τούτου η συνολική εκτίμηση του οικολογικού δυναμικού του Ταμιευτήρα είναι **καλό** με πολλές όμως πιθανότητες να εκπέσει στο μέτριο κατά το προσεχές διάστημα, εφόσον συνεχίσουν να ασκούνται οι περιγραφείσες ρυπαντικές πιέσεις. Είναι φανερό λοιπόν ότι η Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» δέχεται πιέσεις από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες στην υδρολογική λεκάνη, οι οποίες έχουν εμφανείς επιπτώσεις στην ποιότητα νερού και στην οικολογική ποιότητα του Ταμιευτήρα. Για αυτό, στα πλαίσια της ισχύουσας νομοθεσίας θα πρέπει να ληφθούν άμεσα μέτρα ώστε να διατηρηθεί το καλό οικολογικό δυναμικό στον Ταμιευτήρα, δεδομένου εκτός των άλλων και ότι θεωρείται προστατευόμενο υδάτινο σώμα αφού το νερό του προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Τα απαραίτητα μέτρα προστασίας και διαχείρισης του Ταμιευτήρα που ακολουθούν το πνεύμα της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα περιγράφονται παρακάτω:

A. Άμεσα Μέτρα

- 1) Εγκατάσταση τουλάχιστον 3 αυτόματων, τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης ποιότητας νερού σε θέσεις που δέχονται σημαντικές ρυπαντικές πιέσεις στην Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα» (1 κοντά στην υδροληψία και 1 μεταξύ PLA9 και PLA10 και 1 κοντά στον σταθμό PLA2). Συγκεκριμένα, οι 3

αυτοί σταθμοί θα πρέπει να μετρούν συνεχώς και με αξιόπιστο τρόπο την στάθμη, το pH, το διαλυμένο οξυγόνο, την αγωγιμότητα, την θερμοκρασία και την διαφάνεια του νερού. Τα δεδομένα θα καταγράφονται σε ωριαία βάση και θα μεταφέρονται μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας (GPRS) σε ημερήσια βάση στα γραφεία της ΔΕΗ ΑΕ. Επιπρόσθετα, τα στοιχεία θα καταχωρούνται σε βάση δεδομένων και θα προβάλλονται σε σύστημα webGIS ώστε να υπάρχει άμεση οπτικοποίηση τους ενώ θα ειδοποιείται ο χρήστης όταν οποιαδήποτε από τις παραμέτρους ξεπεράσουν ένα προαποφασισμένο όριο ποιότητας νερού.

- 2) Εποπτική παρακολούθηση της οικολογικής ποιότητας νερού της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα». Σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα και τις ενδείξεις της ποιοτικής υποβάθμισης του Ταμιευτήρα, προτείνεται να ξεκινήσει πρόγραμμα εποπτικής παρακολούθησης το οποίο θα περιλαμβάνει όλες τις ανωτέρω χημικές και βιολογικές παραμέτρους (με εξαίρεση αυτές για τις οποίες ανιχνεύθηκαν αμελητέες συγκεντρώσεις σε όλες τις δειγματοληψίες και δεν υπάρχουν αντίστοιχες ρυπαντικές πιέσεις), με συχνότητα τουλάχιστον 2 φορές κατ' έτος (κατα προτίμηση στο διάστημα Μαΐου – Οκτωβρίου). Η παρακολούθηση αυτή θα επικαιροποιεί τα στοιχεία της παρούσας μελέτης καθώς και τον χαρακτηρισμό του οικολογικού δυναμικού της Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα», σε ετήσια βάση, ενώ θα παρουσιάζει τα απαραίτητα διορθωτικά μέτρα για την διατήρηση του καλού οικολογικού δυναμικού της λίμνης. Το προτεινόμενο πρόγραμμα εποπτικής παρακολούθησης θα χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα των αυτόματων σταθμών παρακολούθησης ποιότητας νερού και θα περιλαμβάνει εκτός των χημικών παραμέτρων (θρεπτικά άλατα, Σίδηρος, Μαγγάνιο), τα ολικά κολοβακτηριοειδή και τις σημαντικότερες βιολογικές παραμέτρους (φυτοπλαγκτό και μακροασπόνδυλα). Οι σταθμοί που θα χρησιμοποιούνται για την εποπτική παρακολούθηση είναι οι PLA9 (πλησίον των ρυπασμένων ρεμμάτων), PLA5 (που παρατηρείται επιβάρυνση στις βιολογικές παραμέτρους), PLA7 (υδροληψία) και PLA2 (πλησίον ρέματος που διέρχεται από ιχθυοτροφεία και μεταφέρει σημαντικές ποσότητες φερτών υλών). Το αποτέλεσμα της συγκεκριμένης δράσης θα είναι τεχνική έκθεση που θα περιγράφει όλα τα

ανωτέρω και θα δίδει σαφείς οδηγίες για την αποκατάσταση ποιότητας νερού εφόσον χρειαστεί.

Β. Έμμεσα Μέτρα

- 1) Ο έλεγχος για παράνομες συνδέσεις δικτύου και σημειακές εκφορτίσεις λυμμάτων στα ρέματα Μεγάλο Ποτάμι και στο ρέμα εκτροπής του Κερασιώτη. Η ύπαρξη σημαντικού φορτίου μικροβιακών στα ανωτέρω ρέματα υποδεικνύουν σαφώς την διάθεση αστικών ή και ζωικών λυμμάτων από οικίες ή και ξενοδοχεία στην ευρύτερη περιοχή των οικισμών Κρυονερίου, Καλυβίων, Πεζούλας και Καλυβίων Φυλακτής. Οι αρμόδιες υπηρεσίες πρέπει να ελέγξουν άμεσα για τέτοιες παράνομες συνδέσεις κατ' αρχήν τα ξενοδοχεία και τα εστιατόρια της περιοχής ώστε να σταματήσει το συντομότερο δυνατόν αυτή η σημαντική ρυπαντική πίεση. Επίσης, το ενδεχόμενο της δημιουργίας μιας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμμάτων θα έπρεπε να εξετασθεί σαν μια μόνιμη λύση αντιμετώπισης του ανωτέρω προβλήματος, προσέγγιση που είναι απαραίτητη μέσα στο ευρύτερο αναπτυξιακό πλαίσιο της περιοχής (ο νέος Δήμος Πλαστήρα θα έχει μόνιμο πληθυσμό πάνω από 5.000 άτομα και επισκέπτες πάνω από 60.000 άτομα ετησίως).
- 2) Για το πρόβλημα της οσμής και δυσάρεστης γεύσης που έχει το πόσιμο νερό που προέρχεται από την Τ. Λ. «Ν. Πλαστήρα», προτείνεται η περαιτέρω διερεύνηση της κατανομής και αφθονίας των διθύρων *Dreissena polymorpha* που συναντήθηκαν κοντά σε τιμεντένιες κατασκευές όπως το φράγμα και η υδροληψία. Η υπερσυγκέντρωση και η αποσύνθεση αυτών των οργανισμών, ορισμένες φορές εντός και του υδρευτικού δικτύου, δημιουργούν συχνά προβλήματα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού (αντίστοιχο πρόβλημα είχε παρατηρηθεί και στο Αγρίνιο πριν από ορισμένα χρόνια).
- 3) Επίσης, είναι απαραίτητο να προστατευθεί η αναρυθμιστική δεξαμενή αφού αποτελεί το τελευταίο στάδιο ηρεμίας του νερού πριν εισέλθει στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας του. Πρέπει οπωσδήποτε να περιφραχθεί ο χώρος και να μην είναι προσβάσιμος, ιδιαίτερα κατά τις νυχτερινές ώρες, από το κοινό (να απαγορευτεί η δυνατότητα μετακίνησης γύρω από την δεξαμενή με ΙΧ αυτοκίνητο). Η ανεξέλεγκτη πρόσβαση σε μια τόσο ευαίσθητη περιοχή έχει

δημιουργήσει προβλήματα διάθεσης απορριμμάτων όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες του παραρτήματος της παρούσας μελέτης. Επιπρόσθετα, στην δεξαμενή έχει αποτεθεί ένα στρώμα ιλύος και λόγω των βιογεωχημικών διεργασιών που διεξάγονται έχουν αναπτυχθεί μια σειρά από οργανισμούς (καλάμια, φυτοπλαγκτό, κτλ), η αποσύνθεση των οποίων ενδέχεται να δημιουργεί κάποια προβλήματα ρύπανσης στο πόσιμο νερό. θα ήταν σκόπιμο να καλυφθεί ο πυθμένας της αναρρυθμιστικής δεξαμενής με κάποιο γεωύφασμα ώστε να περιοριστούν οι βιογεωχημικές διεργασίες εντός του.

- 4) Η εδαφική διάβρωση του φλύσχη που είναι έντονη κατά περιόδους (συνήθως κάθε άνοιξη/αρχές καλοκαιριού) δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στην λίμνη μεταφέροντας σημαντικές ποσότητες Σιδήρου και Μαγγανίου εντός αυτής και μειώνοντας τον ωφέλιμο όγκο της. Ως εκ τούτου θα ήταν σκόπιμο να εξετασθεί το ενδεχόμενο κατασκευής μικρών φραγμάτων ανάσχεσης φερτών υλών στο ρέμμα Καριτσιώτη που όπως φαίνεται στο μοντέλο εκτίμησης εδαφικής διάβρωσης παρέχει σημαντικούς όγκους φερτών υλών ετησίως (πάνω από 30.000 t).
- 5) Η βόσκηση των αιγοπροβάτων και βοοειδών δίπλα στην ακτογραμμή της λίμνης είναι μια πρακτική που θα έπρεπε να αποφεύγεται αφού δημιουργεί σημαντικές πιέσεις τοπικά και αν επεκταθεί περαιτέρω ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα ποιότητας νερού. Ως εκ τούτου θα ήταν σκόπιμο να δημιουργηθεί μια ζώνη προστασίας της λίμνης σε μια απόσταση τουλάχιστον 200m από την μέση χειμερινή ακτογραμμή (στάθμη +782m) όπου θα απαγορεύεται η βόσκηση των ζώων και η εντατική καλλιέργεια. Επίσης, θα ήταν σημαντικό να προωθηθούν στην περιοχή πρακτικές βιολογικής γεωργίας και κτηνοτροφίας σε συνδυασμό με ανάπτυξη του αγροτουρισμού, κάτι που θα μείωνε σημαντικά τις ρυπαντικές πιέσεις από τις συγκεκριμένες δραστηριότητες.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Andreadakis, A., Noutsopoulos, C. & Gavalaki E. (2003) ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF LAKE PLASTIRA THROUGH MATHEMATICAL MODELLING FOR ALTERNATIVE MANAGEMENT SCENARIOS, *Global Nest: the Int. J.*, 5, 2, 99-105.
- Anonymous (1998). The Technical Guide to RUSLE use in Michigan, NRCS-USDA State Office of Michigan, Ανακτήθηκε τον Ιούλιο του από την ιστοσελίδα <http://www.iwr.msu.edu/rusle/>.
- AQEM Consortium (2002). Manual for the application of the AQEM System. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, (www.aqem.de).
- Armitage, P. D., D. Moss, J. F. Wright, M. T. Furse, 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.* 17: 333-347.
- Armitage, P., P. S. Cranston & L.C.V. Pinder (eds.), 1994. *The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges*. Chapman and Hall, London, 572 pp.
- Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder, and J.B. Stribling (1999) *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- Brinkhurst, R. O. & S. R. Gelder, 1991. Annelida: Oligochaeta and Branchiobdellida, In *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates* (T. H. Thorp and A. P. Covich, Eds.), Academic Press, New York.
- Buffagni, A., Erba, S. & Furse, M.T. 2007. A simple procedure to harmonize class boundaries of assessment systems at the pan-European scale. *Environmental Science & Policy* 709-724.
- Buffagni et al. (2004) The AQEM multimetric system for the southern Italian Alpines: assessing the impact of water quality and habitat degradation on pool macroinvertebrates in Mediterranean rivers. Andrea Buffagni, Stefania Ebra, Maecello Cazzola & Joanna Lynn Kemp.
- Coffman, W. P. and L. C. Ferrington, Jr., 1996. Chironomidae. pp. 635-754. In: R.W. Merritt and K.W. Cummins, eds. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall/Hunt Publishing Company.
- Conides, A., T. Koussouris, K. Gritzalis & I. Bertahas, 1995. Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha*: Population Dynamics and Notes on Control Strategies in a Reservoir in Western Greece. *Journal of Lake and Reservoir Management*, 11:329-336.

- DePauw N, Gabriels W, Goethals PLM (2006) River monitoring and assessment methods based on macroinvertebrates, Biological Monitoring of Rivers: Application & Perspectives, In: Ziglio G, Siligardi M, Flaim G (eds) Biological monitoring of rivers, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, pp 114–134.
- EC (2000) Οδηγία 2000/60/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000, για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων. Επίσημη Εφημερίδα αριθ.L237 της 22-12-2000.
- EC (2003a) Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) -Guidance document n.o 7, Monitoring under the Water Framework Directive, Produced by Working Group 2.7 – Monitoring.
- EC (2003b) COMMON IMPLEMENTATION STRATEGY FOR THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE (2000/60/EC) - Guidance Document No 3, Analysis of Pressures and Impacts, Produced by Working Group 2.1 – IMPRESS.
- EPA, 2000, Nutrient Criteria Technical Guidance Manual. Lakes and Reservoirs. <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/nutrient/guidance/lakes/lakes.pdf>
- Furse M.T., Moss D., Wright J.F. & Armitage P.D. (1984). The influence of seasonal and taxonomic factors on the ordination and classification of running-water sites in great Britain and on the prediction of their macroinvertebrate communities. *Freshwater Biology*, 14, 257-280.
- Graca, MAS, Coimbra, CN, Santos, LM. 1995. Identification level and comparison of biological indicators in biomonitoring programs. *Ciencia biologica. Ecology and systematics. Coimbra [Cienc. Biol. (Ecol. Syst.)]*. Vol. 15, no. 1-2, 9-20.
- Gritzalis, K. C., I. T. Bertahas, T. S. Koussouris & A. C. Diapoulis. Distribution of invertabrate fauna in the estuarine systems of the artificial Lake of Mornos (Hellas). 18th Panhellenic Conference of Hellenic Society of Biological Science. April, 17th-19th, 1996. Kalamata, Greece, Proceedings, p. 269-271.
- Gritzalis, K.C., Karaouzas, I. & Skoulikidis, N. (2006). Greek document on class boundaries setting and normative definitions for the IC Mediterranean GIG, Rivers (M1, M2 and M4). HCMR. pp. 16.
- Gritzalis K. (2006), Biological Monitoring of Mediterranean Rivers with special reference to Greece, Biological Monitoring of Rivers: Application & Perspectives, Edited by G. Ziglio, M. Siligardi & G. Flaim, 2006, John Wiley & Sons, Ltd.
- HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. (1985) Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature. Chicago: Amer. Soc. Agric. Eng. Meeteng, (Paper 85 -2517).

- Hadjibiros, K., D. Koutsoyiannis, A. Katsiri, A. Stamou, A. Andreadakis, G.-F. Sargentis, A. Christofides, A. Efstratiadis, and A. Valassopoulos (2002), Management of water quality of the Plastiras reservoir, 4th International Conference on Reservoir Limnology and Water Quality, Ceske Budejovice, Czech Republic.
- Hellawell, J. M. (1986). Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Elsevier Applied Science, London and New York, 546 pp.
- Karaouzas I., Gritzalis K.C. & Skoulikidis N.T. (2007). Land use effects on macroinvertebrate assemblages and stream quality along an agricultural river basin. *Fresenius Environmental Bulletin* 16 (6): 645-653.
- Lal R. (1990). Soil erosion in the tropics: principles and management. McGraw-Hill, New York
- Liarikos, C. (2005) CORASON, A Cognitive Approach to Rural Sustainable Development – the Dynamics of Expert and Lay Knowledges (Prop. 506049), Work-Package 3: Land-use planning, Report of the Greek team, Agricultural University of Athens, October 2005, Retrieved from the web: <http://corason.hu> .
- Lo A, El-Swaify SA, Dangler EW, Shinshiro L (1985). Effectiveness of EI30 as an erosivity index in Hawaii. El-Swaify SA, Moldenhauer WC, Lo A (eds) *So/7 erosion and conservation*. Soil Conservation Society of America, Ankeny, pp 384–392.
- Logan Paul (2001). Ecological Quality assessment of rivers and integrated catchment management in England and Wales. Scientific and legal aspects of biological monitoring in freshwater. *J. Limnol.*, 60 (Suppl.1): 25 – 32, 2001.
- MARTIN SØNDERGAARD,* ERIK JEPPESEN,*† JENS PEDER JENSEN* SUSANNE LILDAL AMSINCK*, Water Framework Directive: ecological classification of Danish lakes, *Journal of Applied Ecology* 2005 **42**, 616–629.
- Moog Otto, Schmidt – Kloiber Astrid, Ofenböck Thomas & Gerritsen Jeroen (2004). Does ecoregion approach support the typological demands of the EU ‘Water Framework Directive’. *Hydrobiologia*, 516: 21 – 33, 2004, D. Hering, P.F.M. Verdonschot, O. Moog & L. Sandin (eds.), *Integrated Assessment of Running Waters in Europe*, 2004, Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.
- Moore, I.D., Burch, G. (1986). Physical Basis of the Length-Slope Factor in the Universal Soil Loss Equation. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 50:1294-1298.
- Moustaka-Gouni M., Nikolaidis, G. 1992. Phytoplankton and physical-chemical features of Tavropos Reservoir, Greece. *Hydrobiologia* 228: 141-149.
- Nijboer R. C., Johnson R. K., Verdonschot F. M. Piet, Sommerhäuser M. & Buffagni A. (2004) Establishing Reference conditions for European streams. *Hydrobiologia*, 516: 91–105, 2004,

- D. Hering, P.F.M. Verdonschot, O. Moog & L. Sandin (eds.), Integrated Assessment of Running Waters in Europe, 2004, Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.
- Padisák J., Borics, G., Grigorsky, I., Soroczki-Pinter, E. 2006. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within Water Framework Directive: the assemblage index. *Hydrobiologia* 553: 1-14.
- Padisák, J., L. O. Crossetti & L. Naselli-Flores, 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia* 621: 1-19.
- Petridis, D. and Sinis, A. (1993) Benthic macrofauna of Tavropos reservoir (central Greece), *Hydrobiologia*, 262, 1-12.
- Platts, W.S., Megahan, W.F. & Minshall, G.W. (1983). Methods for evaluating stream, riparian, and biotic conditions. General Technical Report INT-138. U.S. Department of Agriculture (Forest Service). 70 pp.
- Renard KG, Freimund JR (1994). Using monthly precipitation data to estimate the R factor in the revised USLE. *J Hydrol* 157:287–306.
- Renard KG, Foster GR, Weesies GA, McCool DK, Yoder DC (1996). Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agriculture Handbook No. 703, USDA-ARS.
- Rolauffs, Peter Stubauer, Ise Zahrádkova, Svetlana Brabec Karel & Moog Otto (2004). Integration of the Saprobic System into European Union Water Framework Directive: Case studies in Austria, Germany and Czech Republic. Development in Hydrobiology. Integrated Assessment of Running Waters in Europe. 285 – 298 pp.
- Rosenberg, D.M and Resh, V.H. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates Chapman Hall, New York.
- Schmid – Kloiber Astrid & Nijboer C. Rebi (2004). The effect of taxonomic resolution on the assessment of ecological water quality classes. *Hydrobiologia*, 516: 269–283, 2004, D. Hering, P.F.M. Verdonschot, O. Moog & L. Sandin (eds.), Integrated Assessment of Running Waters in Europe, 2004, Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.
- Skoulikidis N, Economou A, Karaouzas I, Vardakas L, Gritzalis K, Zogaris S, Dimitriou E, Tachos V (2009) Hydrological and Biogeochemical Monitoring in Evrotas Basin. Environmental Friendly Technologies for Rural Development, Final Report 2005-09, LIFE-ENVIRONMENT LIFE05ENV/Gr/000245 EE (EnviFriendly).

- Skoulidakis N., Karaouzas I. & Gritzalis K. (2009). Identifying key environmental variables structuring benthic fauna for establishing a biotic typology for Greek running waters. *Limnologica* 39(1), 56-66. (DOI: 10.1016/j.limno.2008.01.002).
- Skoulidakis et al., 2006, ‘Analysis of factors driving stream water composition and synthesis of management tools—A case study on small/medium Greek catchments’, *Science of the Total Environment* 362, pp 205– 241.
- Stamou, A. I., Hadjibiros K., Andreadakis A. & Katsiri A. (2007) Establishing minimum water level for Plastiras reservoir (Greece) combining water quality modelling with landscape aesthetics, *Environmental Modelling Assessment*, 12, 157-170.
- Stocking MA, Elwell HA (1973). Prediction of sub-tropical storm soil losses from field plot studies. *Agric Meteorol* 12:193–201.
- Stone, R.P., Hilborn, D. (2000). Universal Soil Loss Equation (USLE). Ontario Ministry of Agriculture and Food original factsheet.
- Thomann, V.R. and Mueller, J.A. (1987). Principles of Surface Water Quality Modeling and Control, eds. Harper and Row, Publishers New York.
- Utermöhl, H., (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. Mit. Int. Verein. Theor. Angew. Limnology 9: 1-38.
- Van der Knijff M, Jones RJA, Montanarella L (1999). Soil erosion risk in Italy. EUR19022 EN. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 54p.
- Van der Knijff JM, Jones RJA, Montanarella L (2000). Soil erosion risk assessment in Europe. EUR 19044 EN. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 34p.
- Verdonschot F. M. Piet & Nijboer C. Rebi (2004). Testing of European Stream Typology of the Water Framework Directive for macroinvertebrates. *Hydrobiologia*, 516: 35 –54, 2004, D. Hering, P.F.M. Verdonschot, O. Moog & L. Sandin (eds.), *Integrated Assessment of Running Waters in Europe*, 2004, Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.
- Walker, I. R., 2001. Midges: Chironomidae and related Diptera. pp. 43-66, In: J. P. Smol, H. J. B. Birks, and W. M. Last (eds). *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Volume 4. Zoological Indicators*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Ward J. V. (1992). *Aquatic Insect Ecology: 1. Biology and Habitat*, Published by John Wiley & Sons, Inc.. Printed in the United States.
- Weight, W.D. & Sonderegger, J.L. (2001). *Manual of Applied Field Hydrology*. New York, McGraw Hill Publishing Co., 608 pp.
- Wischmeier WH (1959). A rainfall erosion index for a universal soilloss equation. *Soil Sci Soc Am Proc* 23:246–249.

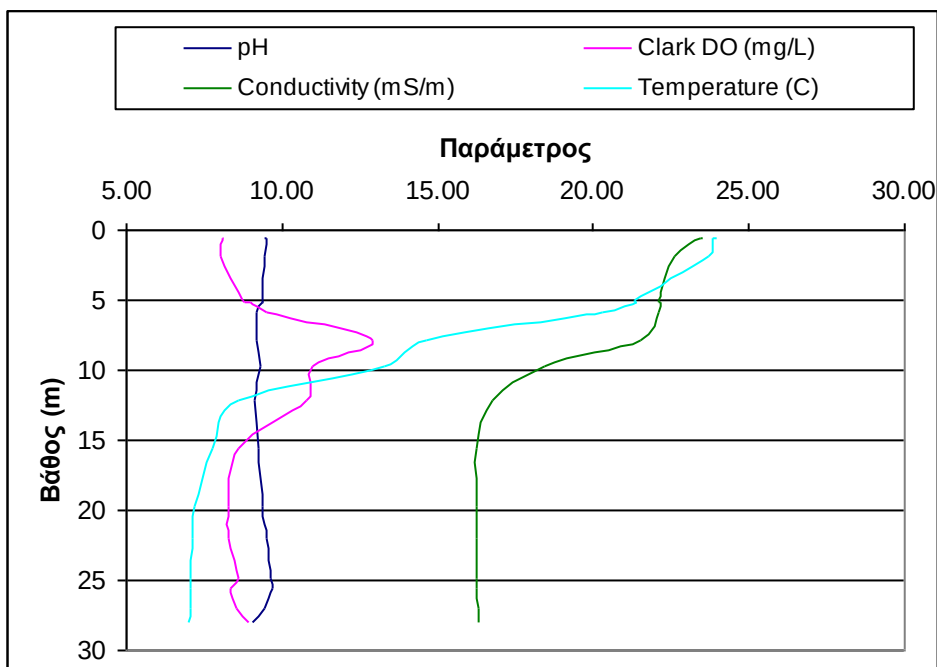
- Wischmeier WH, Smith DD (1978). Predicting rainfall erosion losses - A guide to conservation planning. Agriculture Handbook No. 537. US Department of Agriculture Science and Education Administration, Washington, DC, USA, 163 pp.
- Wright, J. F. Fuse, M. T. Armitage P. D. (2000). Assessing the biological quality of fresh waters: RIVPACS and other techniques. Ambleside; Freshwater Biological Association, 2000, 373 pp.
- Zwahlen F (ed) (2003) Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers, final report (COST action 620). European Commission, Directorate-General XII Science, Research and Development, Brussels 297 pp.
- Αναγνωστοπούλου Μ., (1992): “The relationship between the macroinvertebrate community and water quality, and the applicability of biotic indices in the River Almoepos system (Greece)”. A thesis submitted to the University of Manchester for the degree of M. Sc. in “Pollution & Environment Control”, in the Faculty of Sciences, School of Biological Sciences.
- ΑΝ.ΚΑ (2003α) ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ LIFE – ΦΥΣΗ – 1999 «Εφαρμογή διαχειριστικών δράσεων στην περιοχή λίμνης Ταυρωπού: Οικότοπος κοινοτικού ενδιαφέροντος - σκληρά ολιγομεσοτροφικά ύδατα με βενθική βλάστηση χαροειδών», Αναπτυξιακή Καρδίτσας (ΑΝ.ΚΑ.) Α.Ε, Καρδίτσα.
- ΑΝ.ΚΑ (2003β) «Εφαρμογή διαχειριστικών δράσεων στην περιοχή λίμνης Ταυρωπού: Διαχειριστικό σχέδιο παρόχθιων οικοσυστημάτων περιοχής Λίμνης Ταυρωπού», Αναπτυξιακή Καρδίτσας (ΑΝ.ΚΑ.) Α.Ε, Απρίλιος 2001, Καρδίτσα.
- Γιαννάκου Ουρ., (2000): “Εκτίμηση της επίδρασης της οργανικής ρύπανσης στην ποιότητα των ρεόντων υδάτων με τη χρήση βενθικών μακροασπόνδυλων οργανισμών”, Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Κτηνιατρικής, Εργαστήριο Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος. Θεσσαλονίκη 2000.
- Γκρίτζαλης, Κ., Θ. Κουσουρή & Η. Μπερταχάς. Ανθεκτικότητα πληθυσμών *Dreissena polymorpha* σε χλωριωμένα περιβάλλοντα. 17ο Επιστημονικό Συνέδριο, Ελληνικής Εταιρείας Βιολογικών Επιστημών. 1995. Πάτρα, Πρακτικά, σ. 166-168.
- Γκρίτζαλης, Κ., Θ. Κουσουρή, Κ. Μπόγδανος, Α. Κονίδης & Α. Διαπούλης. Προκαταρκτικά αποτελέσματα κατανομής ζωοβένθους στη Λίμνη Κουμουνδούρου. 17ο Επιστημονικό Συνέδριο, Ελληνικής Εταιρείας Βιολογικών Επιστημών. 1995. Πάτρα, Πρακτικά, σ. 280-282.
- ΕΛΚΕΘΕ (2006). Εφαρμογή στην Ελλάδα της Οδηγίας Πλαίσιο για τα ύδατα 2000/60/ΕΕ. Άσκηση Διαβαθμονόμησης Οικολογικών Κριτηρίων. Τεχνική Έκθεση. Επιστ. Υπεύθυνος Α. Διαπούλης, Επιμέλεια Π. Παναγιωτίδης, Ν. Σύμπουρα, Κ. Γκρίτζαλης, Β. Τσιαούση, Αθήνα. Οκτώβριος 2006.

- Ε.Μ.Π. (2002α) Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα, Τεύχος 1: Συνοπτική έκθεση, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Αθήνα, Μάρτιος 2002.
- Ε.Μ.Π. (2002β) Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα, Τεύχος 2: Υδρολογική μελέτη, Ευστρατιάδης, Α. Κουκουβίνος, Α. Κουτσογιάννης Δ. και Μαμάσης Ν., Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Αθήνα, Μάρτιος 2002.
- Ε.Μ.Π. (2002γ) Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα, Τεύχος 3: Μελέτη ποιότητας νερού, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Αθήνα, Μάρτιος 2002.
- Ε.Π.Ε.Μ. (2001), “Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Περιοχής Λίμνης Πλαστήρα”, Αθήνα, Δεκέμβριος 2001, Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.– Ε.Π.Π.Ε.Ρ., Αναπτυξιακή Εταιρία Καρδίτσας Α.Ε. (ΑΝΚΑ).
- Ευρωπαϊκή Κοινότητα (2000). Οδηγία του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου περί θεσπίσεως πλαισίου κοινοτικής δράσης στο πεδίο της πολιτικής των υδάτων (2000/60/ΕΕ).ΕΕ αριθμ. L327, 22.12.2000, σ. ΔΙΕΘΝΗΣ.
- Ζαχαρίας, Ι., Θ. Κουσουρή, Κ. Γκρίτζαλης & Η. Μπερταχάς. Επιπτώσεις της ιχθυοτροφικής εκμετάλλευσης στο υδάτινο περιβάλλον του ταμιευτήρα Κρεμαστά. 5ο Συνέδριο Περιβαλλοντικής Επιστήμης & Τεχνολογίας. Σεπτέμβριος, 1-4, 1997. Μόλυβος, Λέσβου, Πρακτικά, Έκδοση: Θ. Λέκκας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, Τόμος Β΄, σ. 21-26.
- Ι.Γ.Μ.Ε., Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, κλίμακα 1:50.000, φύλλα Μουζάκιον, Καρδίτσα, Άγραφα, Φουρνάς.
- Ιωαννίδου Θεοδώρα, 2008. Η χρήση Βιοτικών Δεικτών στα Πλαίσια της Οδηγίας-Πλαίσιο για τα νερά στην Ελλάδα. Μεταπτυχιακή Εργασία του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- Κουσουρή, Θ. Σ., Η. Θ. Μπερταχάς, Α. Χ. Διαπούλης, Β. Δ. Πάκος & Κ. Χ. Γκρίτζαλης. Μέρος Α΄. Λιμνολογικά και Υδροβιολογικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Τριχωνίδας. Εισ: Λιμνολογική, Ιχθυολογική και Αλιευτική Διερεύνηση της Λίμνης Τριχωνίδας. Υπεύθυνος Προγράμματος: Χ. Νταουλός. Αθήνα, Απρίλιος, 1993, Έκδοση: Ε.Κ.Θ.Ε., σσ. 1-37.
- Κουσουρή, Θ., Η. Μπερταχάς, Α. Διαπούλης, Β. Πάκος, Κ. Γκρίτζαλης, Ν. Νικολαΐδης, V. Nikolaidis, Hsien-Lun, Γ. Φώτης, Α. Κορίτσογλου - Μοσχοβάκου & Α. Κονίδης. Μελέτη των προβλημάτων υδροληψίας της ευρύτερης περιοχής της πόλεως του Αγρινίου από την τεχνητή Λίμνη του Καστρακίου. - Καταπολέμηση των Μυδίων του Γλυκού Νερού (Dreissena polymorpha, Pallas). Επίλυση Προβλημάτων Υδροληψίας και Υδροτροφοδοσίας της Πόλεως του Αγρινίου και των Πέριξ Κοινοτήτων. Αθήνα, 1992, Έκδοση: Ε.Κ.Θ.Ε., 48 σσ.

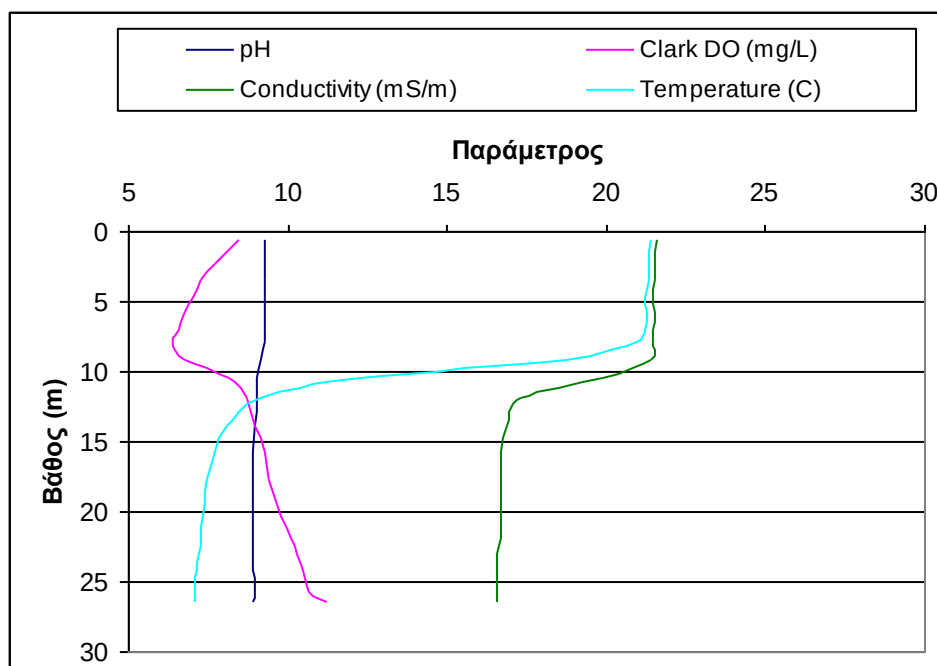
- Κουσουρή, Θ., Η. Μπερταχάς, Γ. Φώτης, Α. Διαπούλης, Β. Πάκος, Ν. Νικολαΐδης, Κ. Γκρίτζαλης & Α. Κορίτσογλου-Μοσχοβάκου, 1993. Καταπολέμηση των Μυδιών του Γλυκού Νερού (*Dreissena Polymorpha*, Pallas) στο Σύστημα Υδροληψίας και Υδροτροφοδοσίας της Πόλεως του Αγρινίου. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, Τόμος: 4, Τεύχος: 1, σ. 62-83.
- Κουτσογιάννης, Δ., Ν. Μαμάσης, και Ι. Ναλμπάντης (1995), Αποτίμηση του επιφανειακού υδατικού δυναμικού και των δυνατοτήτων εκμετάλλευσής του στη λεκάνη του Αχελώου και τη Θεσσαλία, Κεφ. 5 της Μελέτης υδατικών συστημάτων, Συνολική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της Εκτροπής Αχελώου, Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Αχελώου - Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Συνεργαζόμενοι: Υδροεξυγιαντική, 150 σελίδες, Αθήνα.
- Νταλής Δ. κ.α. (2003) ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ LIFE (1999 – 2003) «Υλοποίηση διαχειριστικών δράσεων στην περιοχή λίμνης Ταυρωπού», Αναπτυξιακή Καρδίτσας (ΑΝ.ΚΑ.) Α.Ε, Καρδίτσα.
- Παλιούρας, Φ.-Π., Α. (2006) ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ, ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ, ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΤΙΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΟΩΘΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ, ΔΙΑΤΡΙΒΗ, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση του Τμήματος Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη, Νοέμβριος 2006.
- ΥΒΕΤ Ομάδα ερευνητικού έργου (1996), Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας, Ταξινόμηση ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων των υδατικών πόρων με βάση τις αποδελτιωμένες μελέτες του ΥΒΕΤ, με χρήση συστημάτων γεωγραφικής πληροφορίας, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 339 σελίδες, Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα, Νοέμβριος 1996.
- Χουλιάρας Ι., Σαπουντζής Μ., Στεφανίδης Π., Μυρωνίδης Δ., Στάθης Δ., (2007). “Το χειμαρρικό περιβάλλον της λεκάνης τροφοδοσίας της λίμνης Πλαστήρα”, Πρακτικά 13ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου, 7-10 Οκτωβρίου 2007, Καστοριά.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ
ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝ. Λ. «Ν. ΠΛΑΣΤΗΡΑ»**

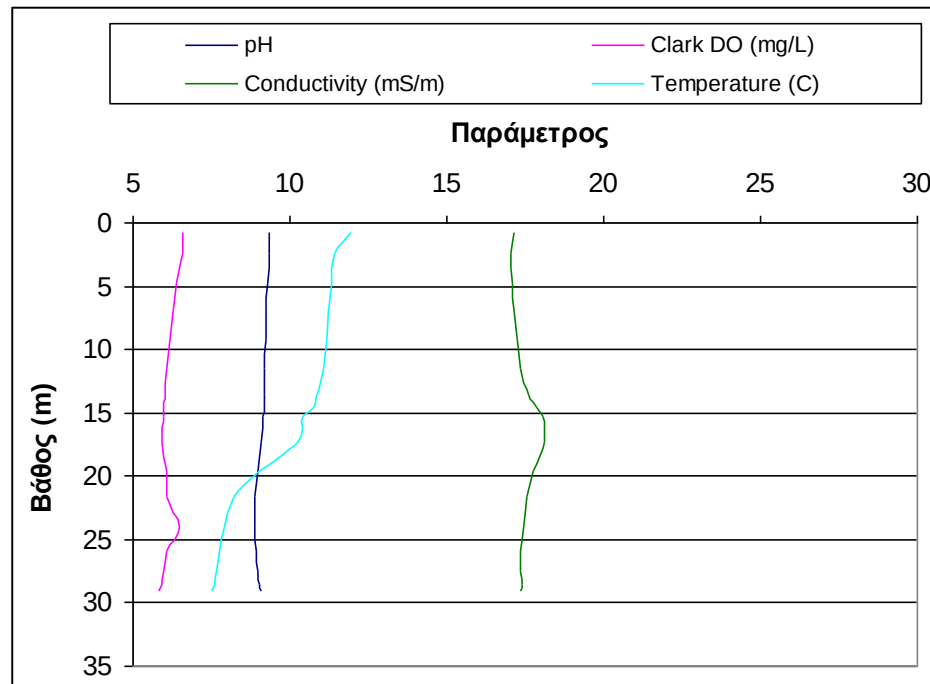


Εικόνα Π.1 Μεταβολή φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα¹, διαλυμ. οξυγόνο, θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA1, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009.

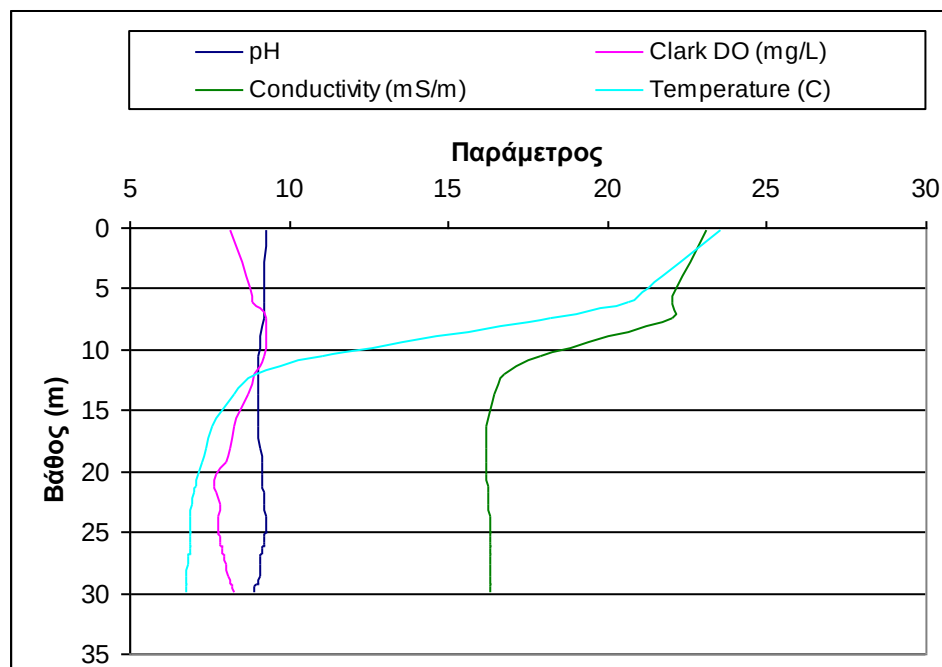


Εικόνα Π.1 Μεταβολή φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA1, κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2009.

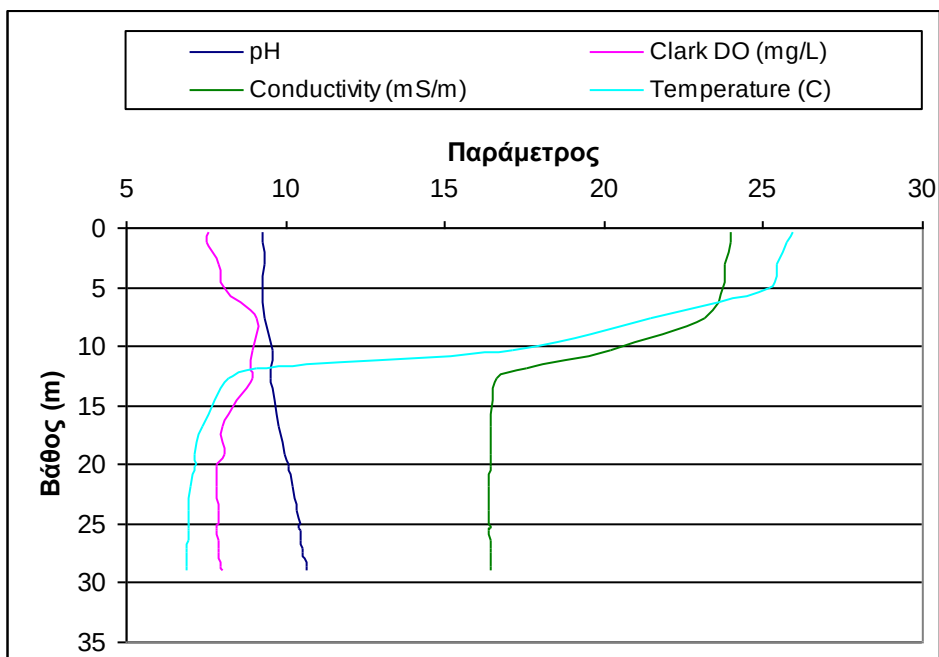
¹ Εγινε μετατροπή μονάδων από $\mu\text{S}/\text{cm}$ σε mS/m στα διαγράμματα του Παραρτήματος, για λόγους παρουσίασης.



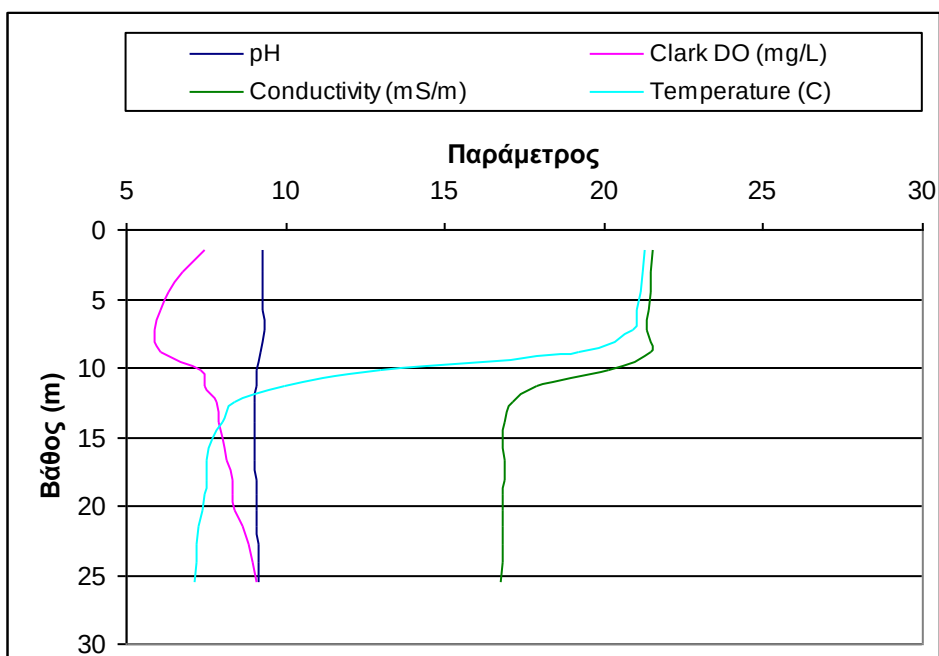
Εικόνα Π.3 Μεταβολή φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA1, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.



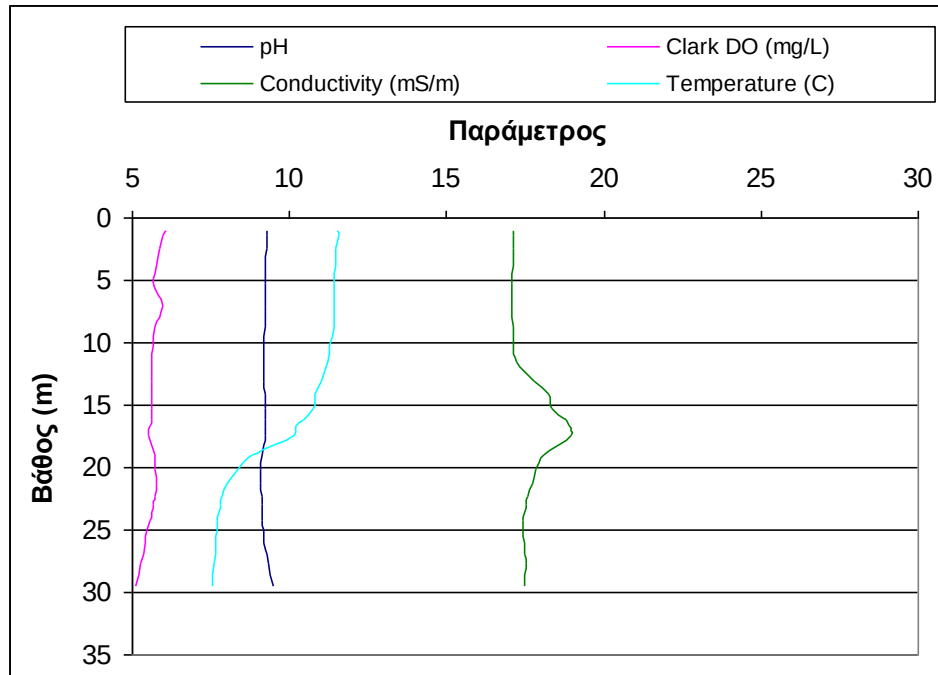
Εικόνα Π.4 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA2, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009.



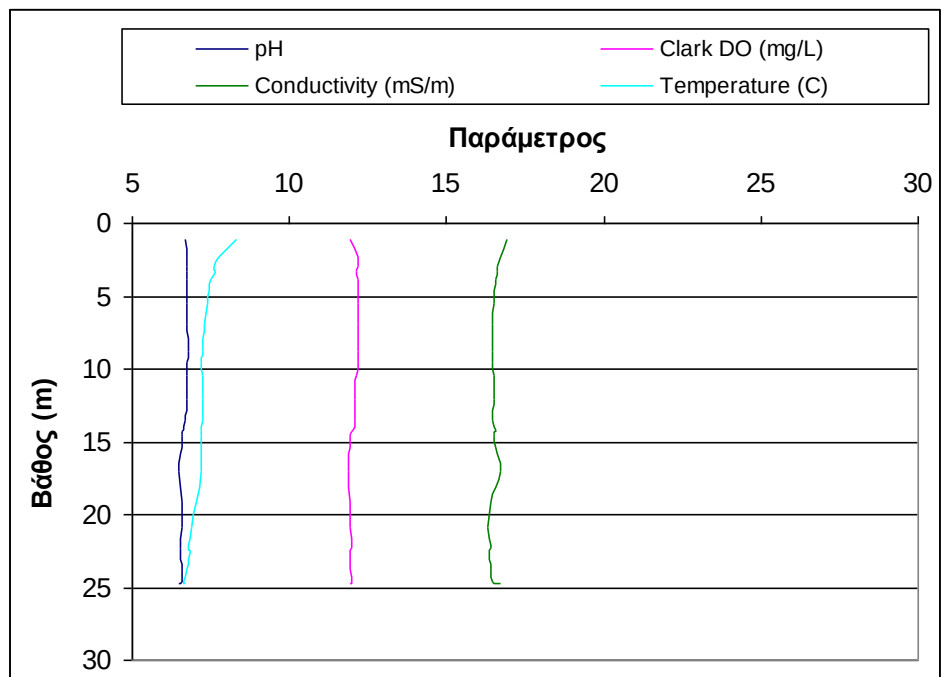
Εικόνα Π.5 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA2, κατά τη δειγματοληψία του Αυγούστου 2009.



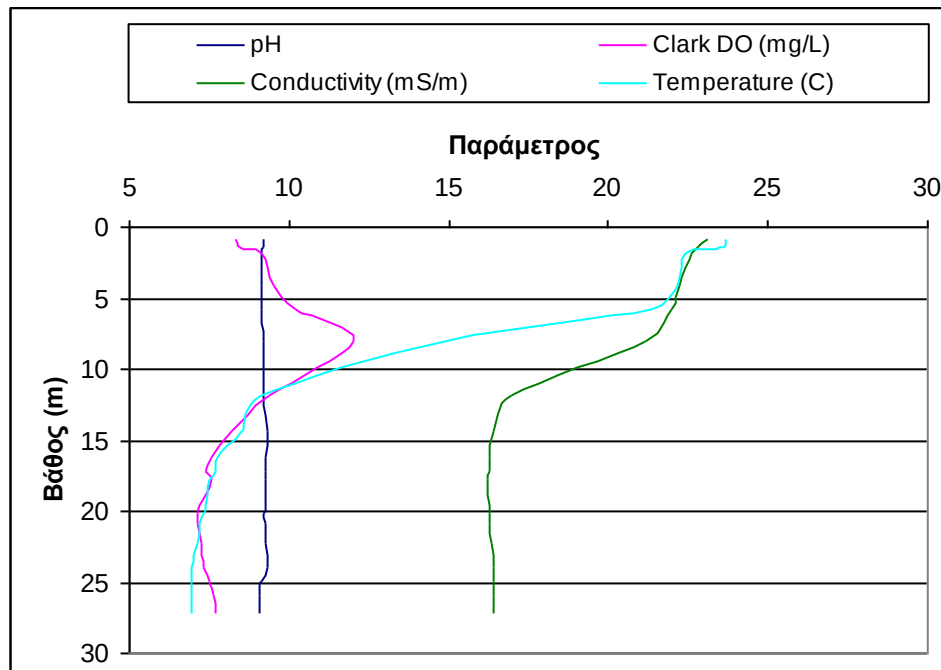
Εικόνα Π.6 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA2, κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2009.



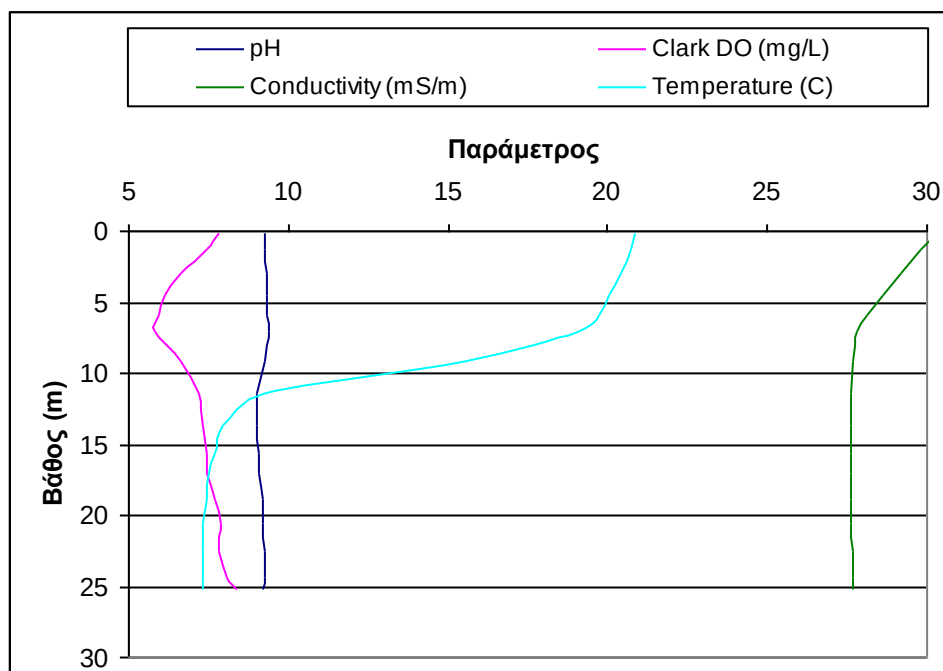
Εικόνα Π.7 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA2, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.



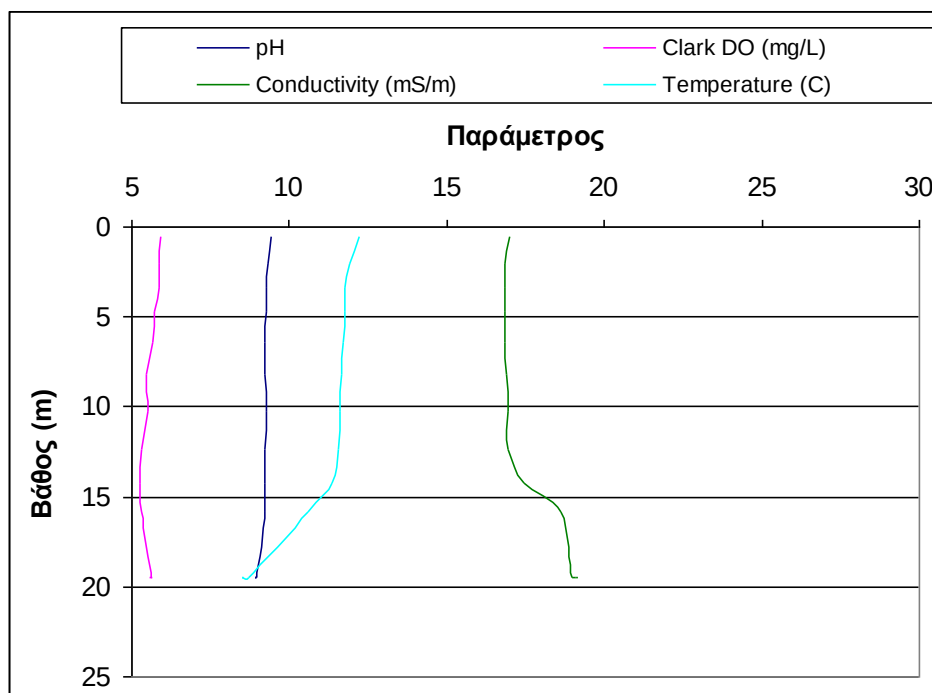
Εικόνα Π.8 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA2, κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010.



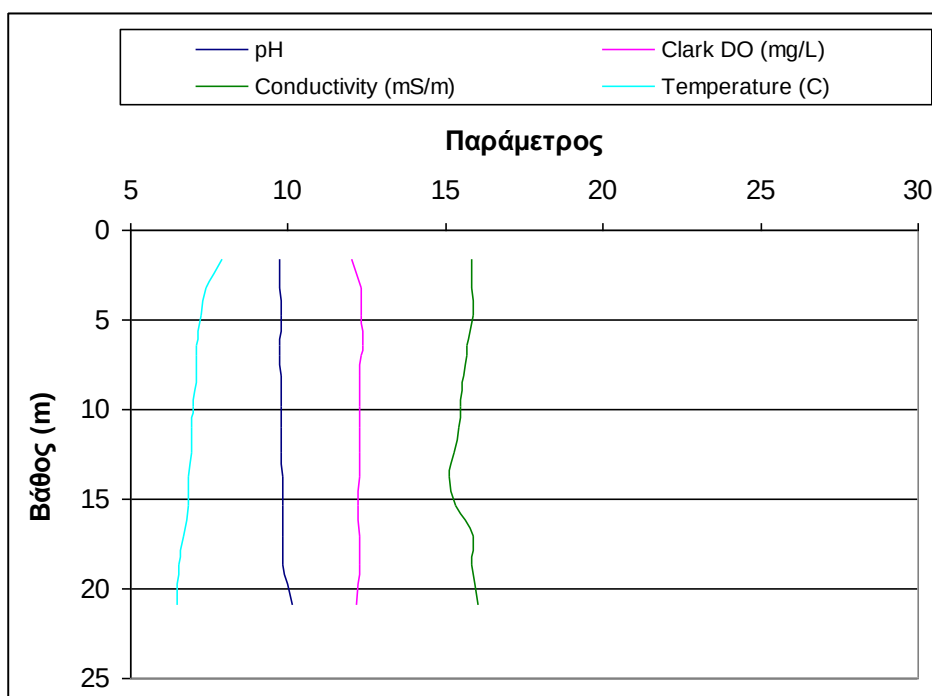
Εικόνα Π.9 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA3, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009.



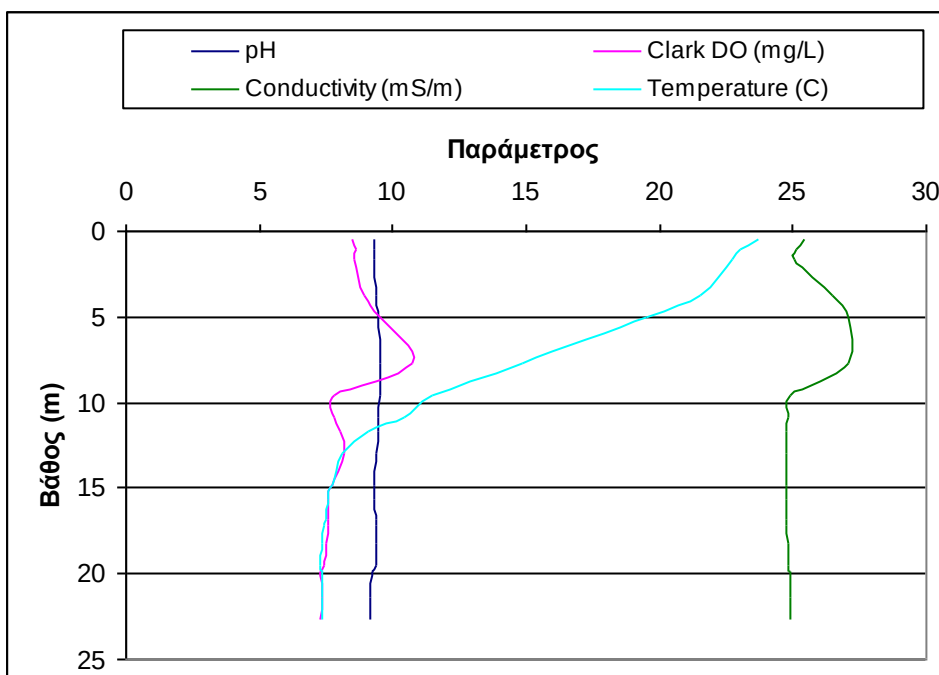
Εικόνα Π.10 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA3, κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2009.



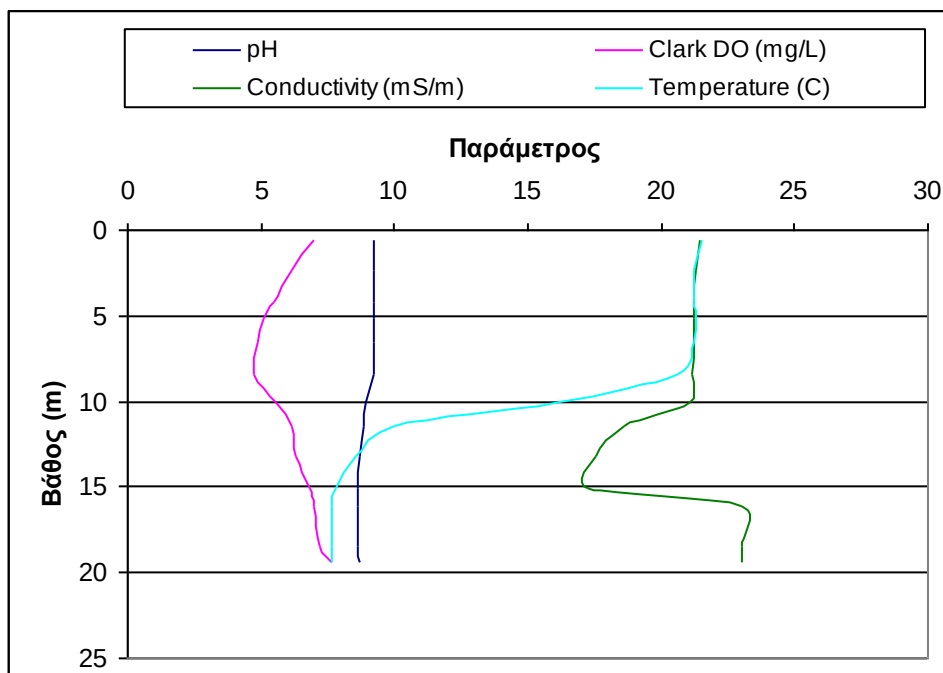
Εικόνα Π.11 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA3, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.



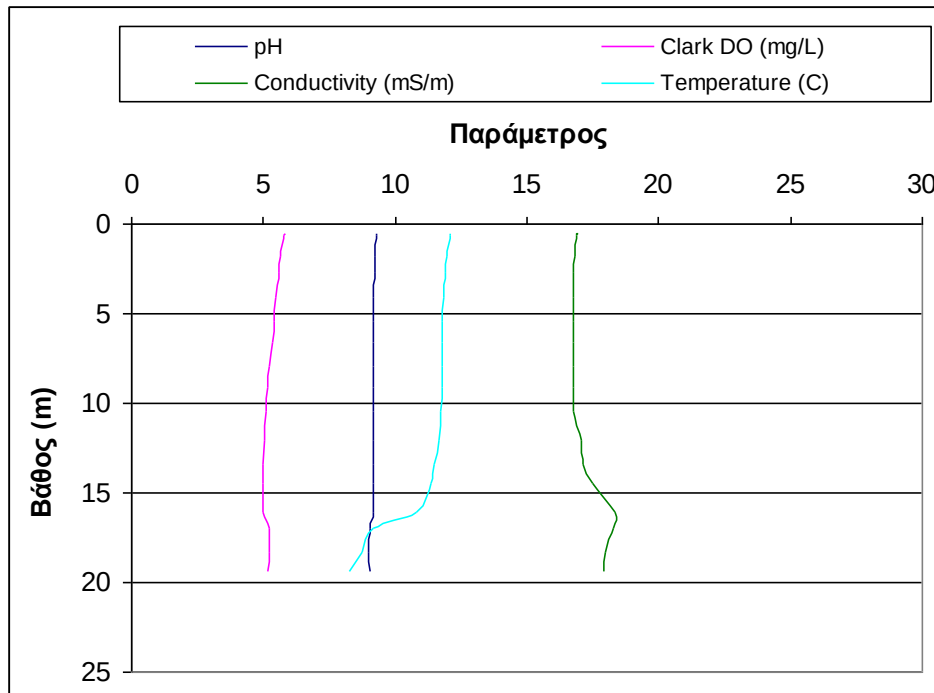
Εικόνα Π.12 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA3, κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010.



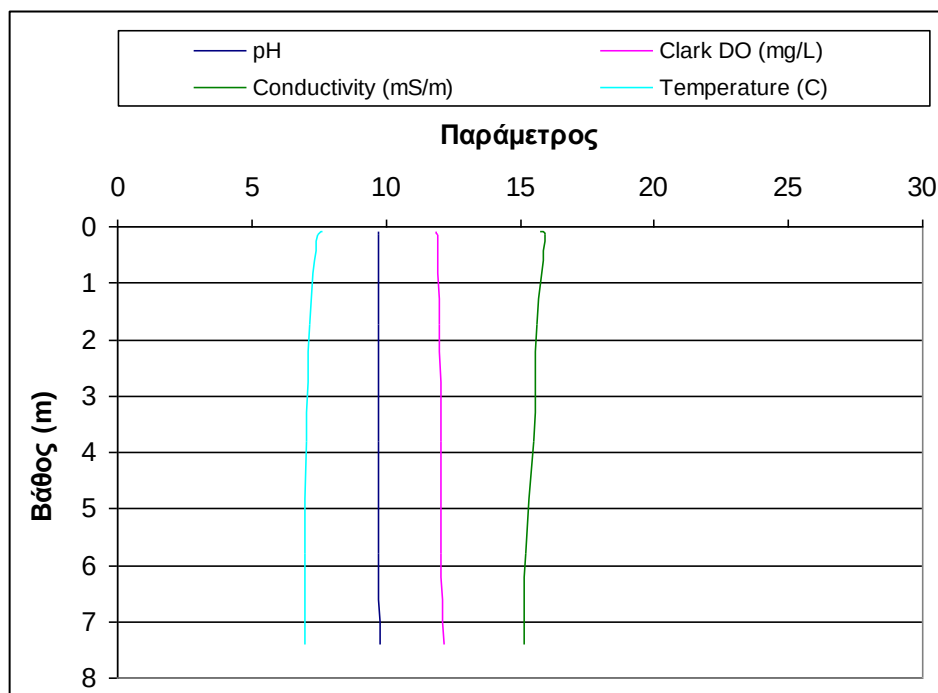
Εικόνα Π.13 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA4, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009.



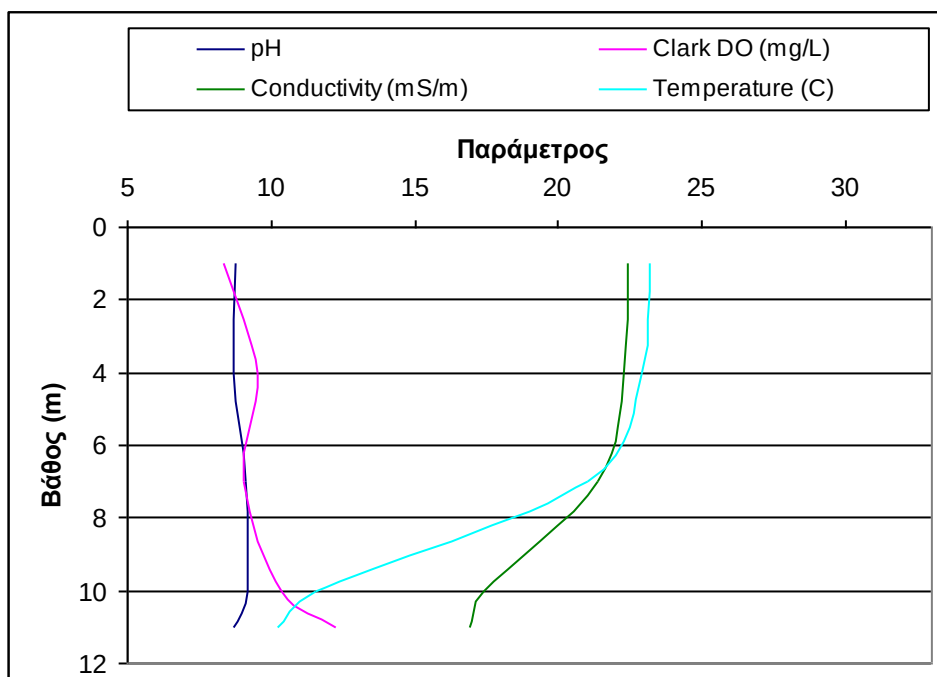
Εικόνα Π.14 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA4, κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2009.



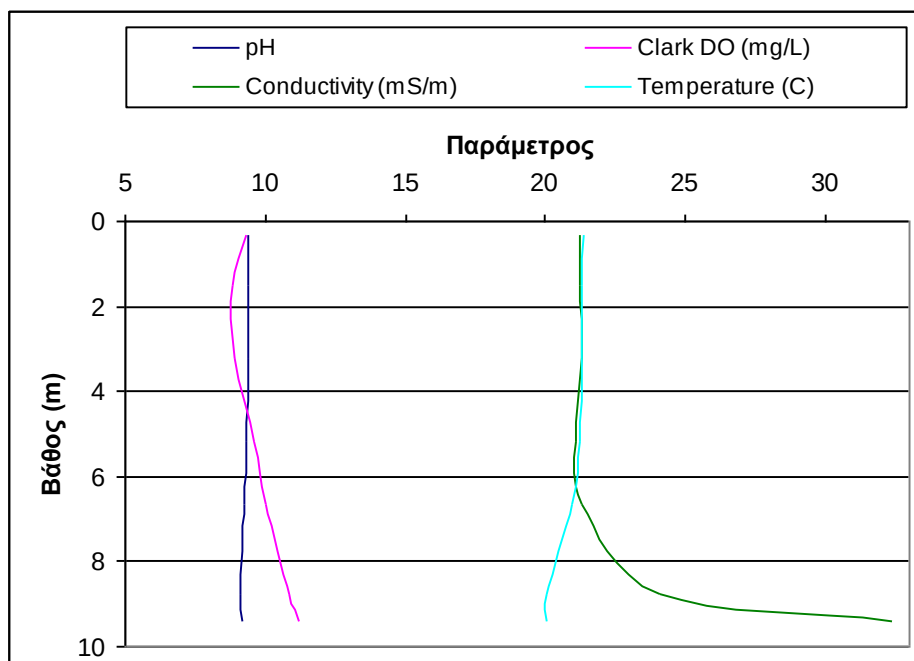
Εικόνα Π.15 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA4, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.



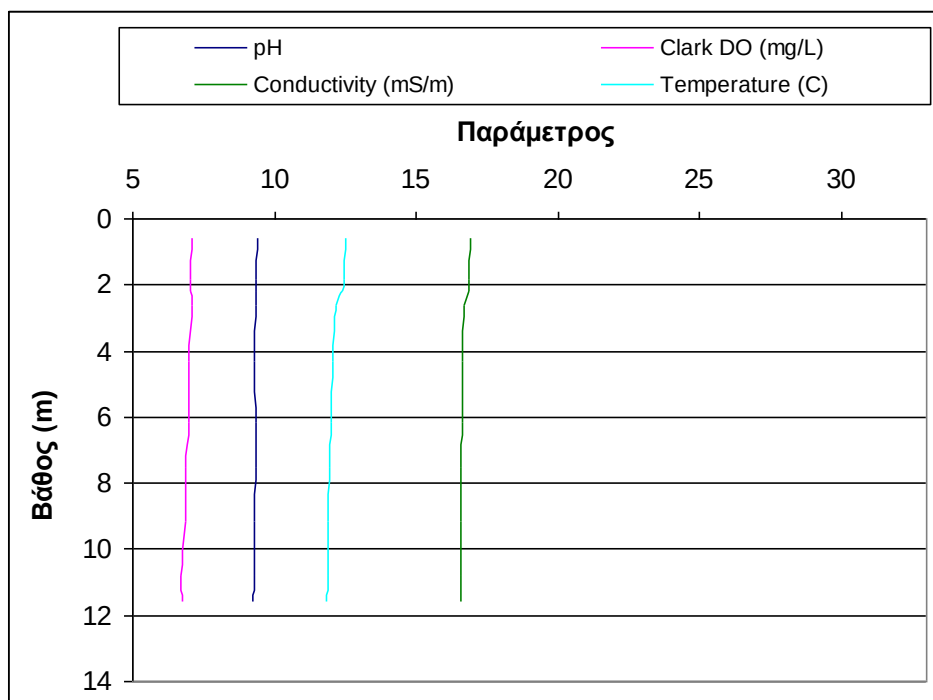
Εικόνα Π.16 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA4, κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010.



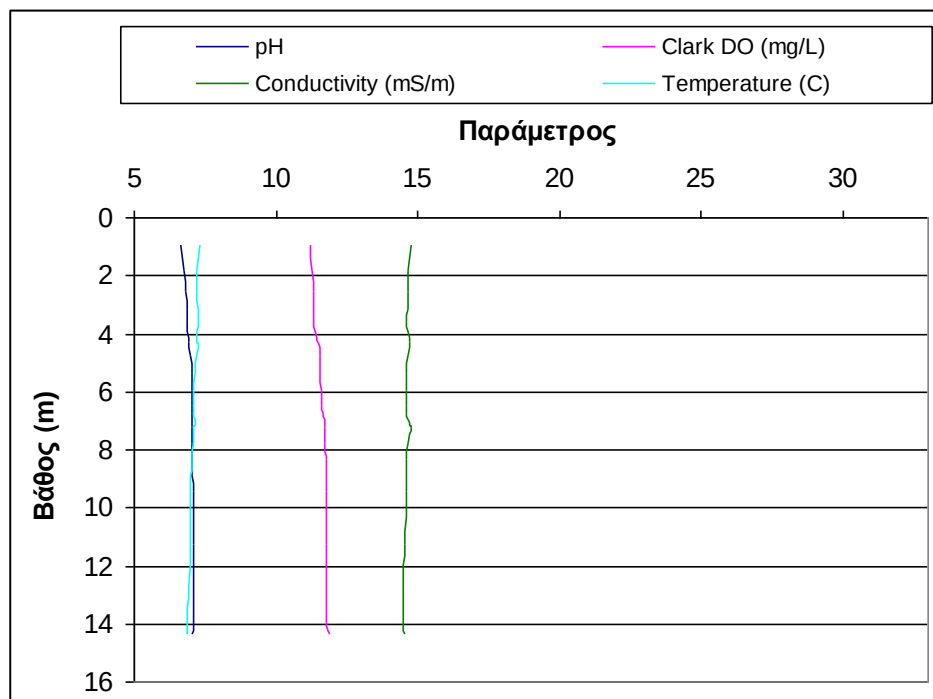
Εικόνα Π.17 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA5, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009.



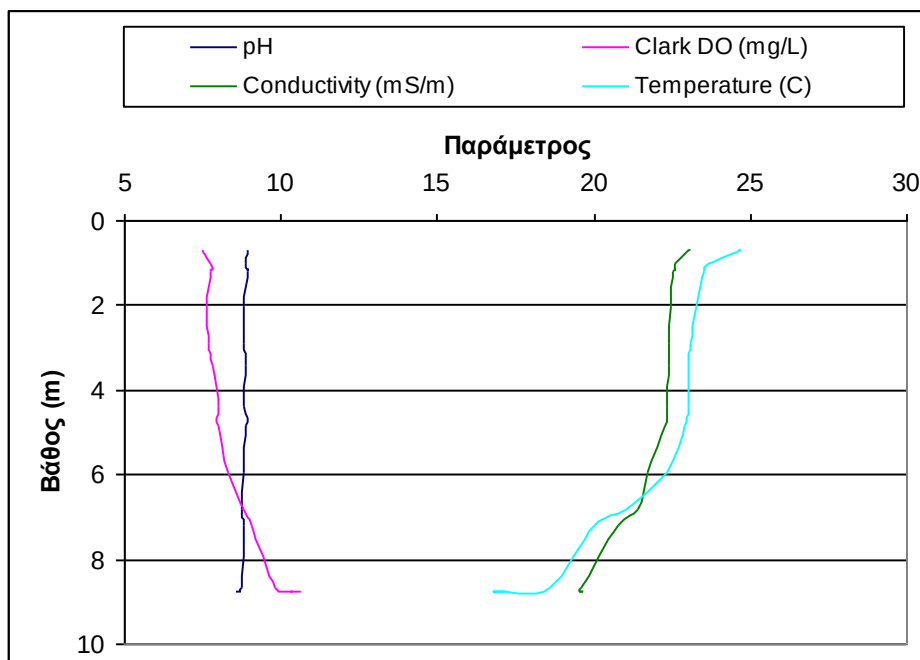
Εικόνα Π.18 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA5, κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2009.



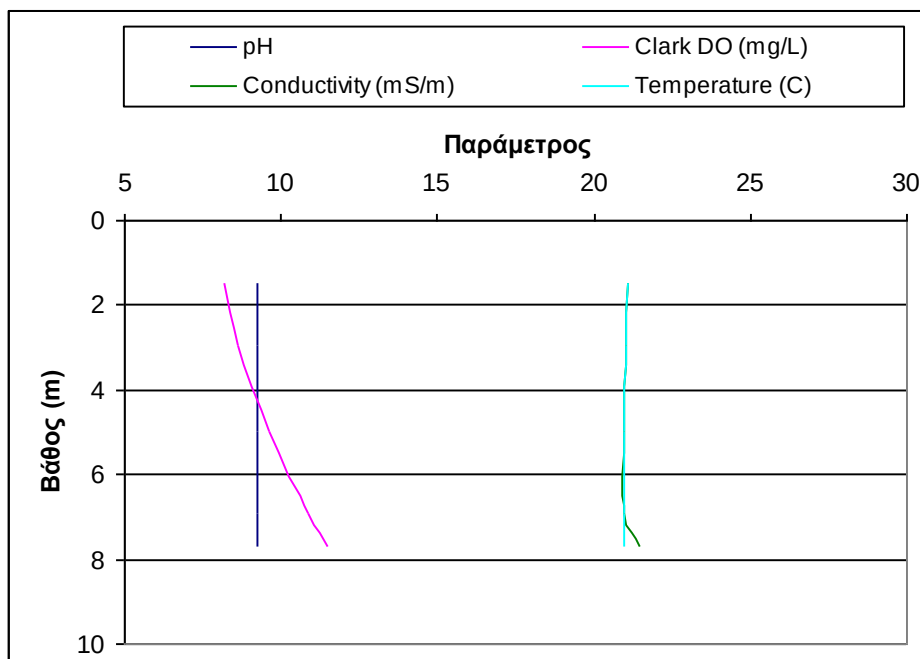
Εικόνα Π.19 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA5, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.



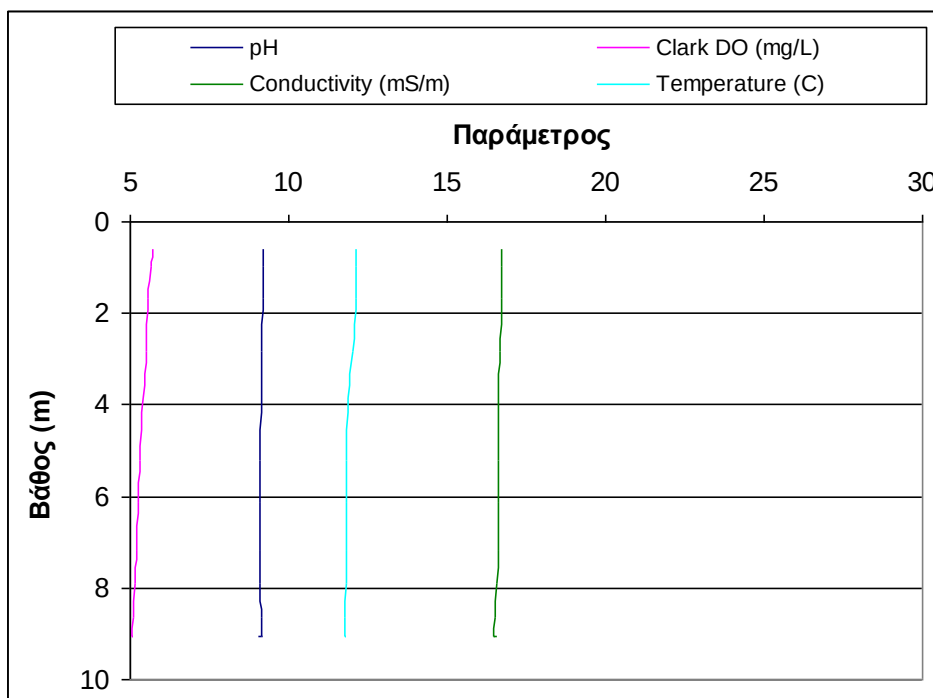
Εικόνα Π.20 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA5, κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010.



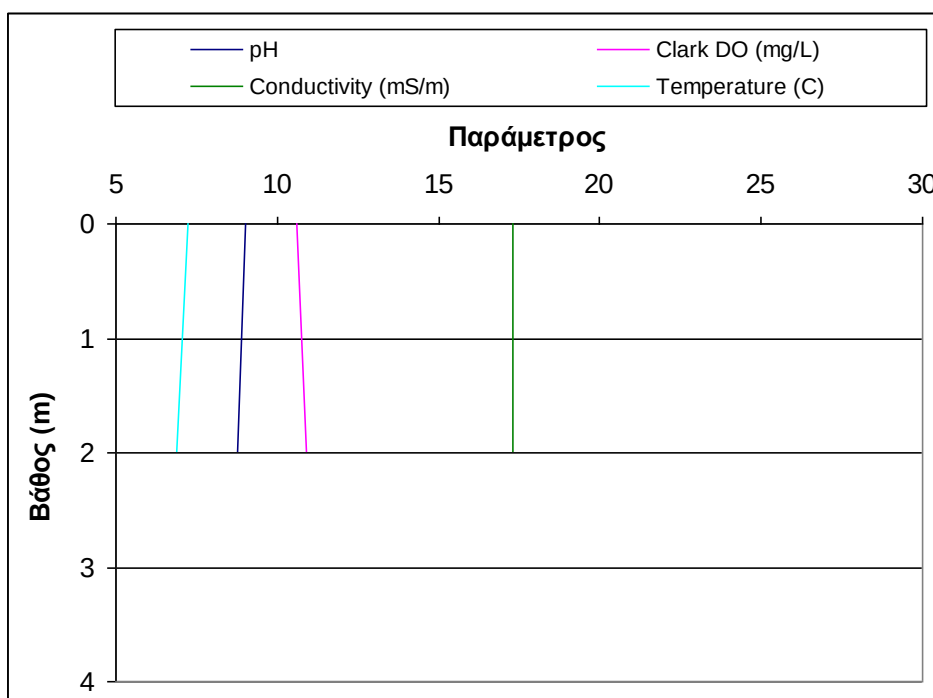
Εικόνα Π.21 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA6, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009.



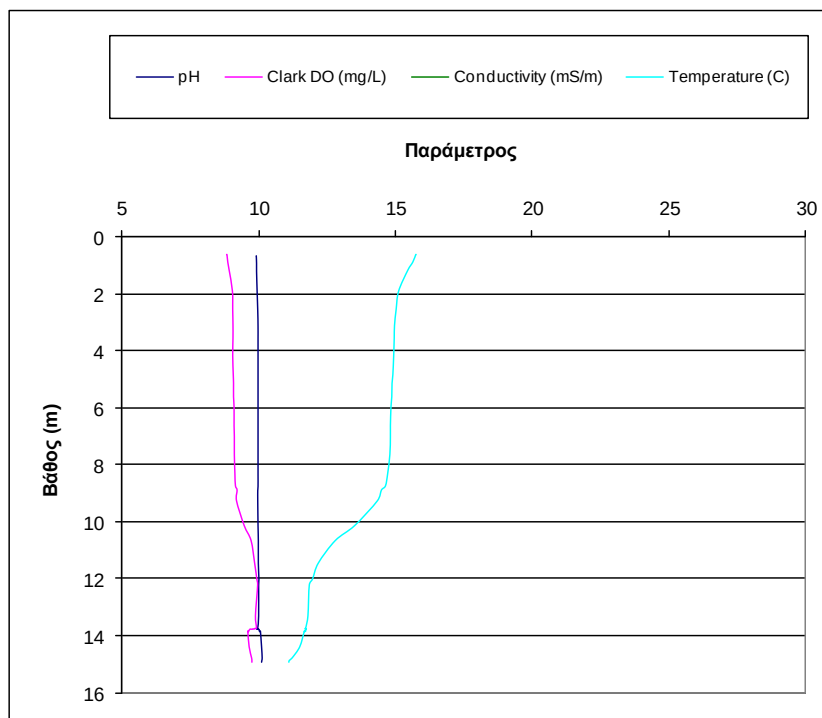
Εικόνα Π.22 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA6, κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2009.



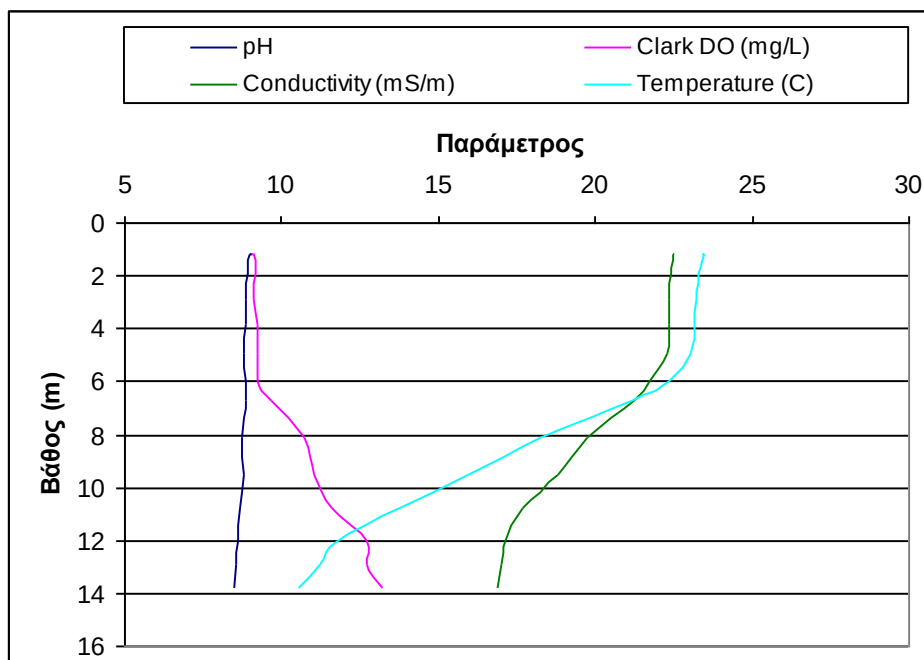
Εικόνα Π.23 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA6, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.



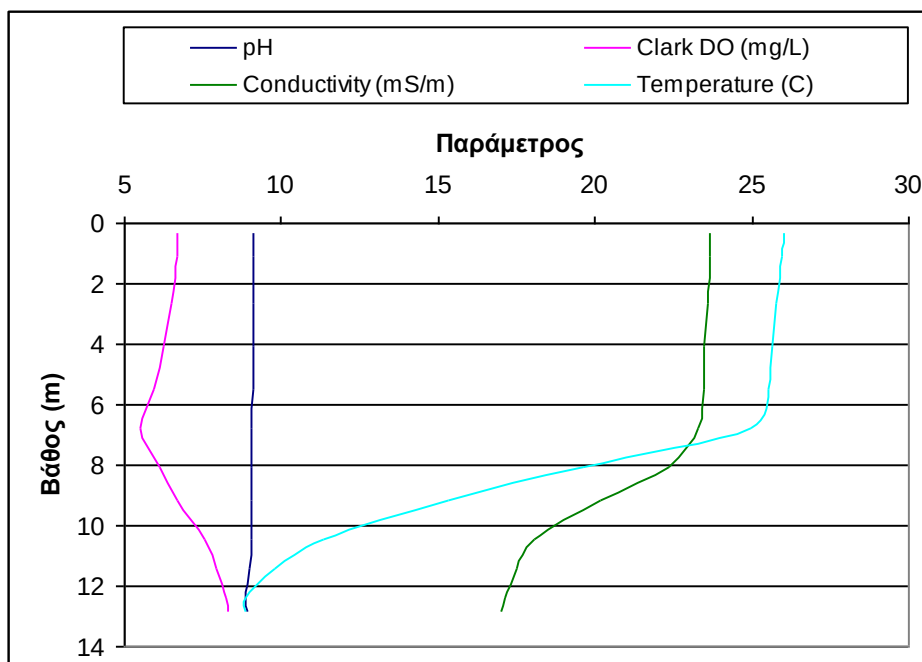
Εικόνα Π.24 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA6, κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010.



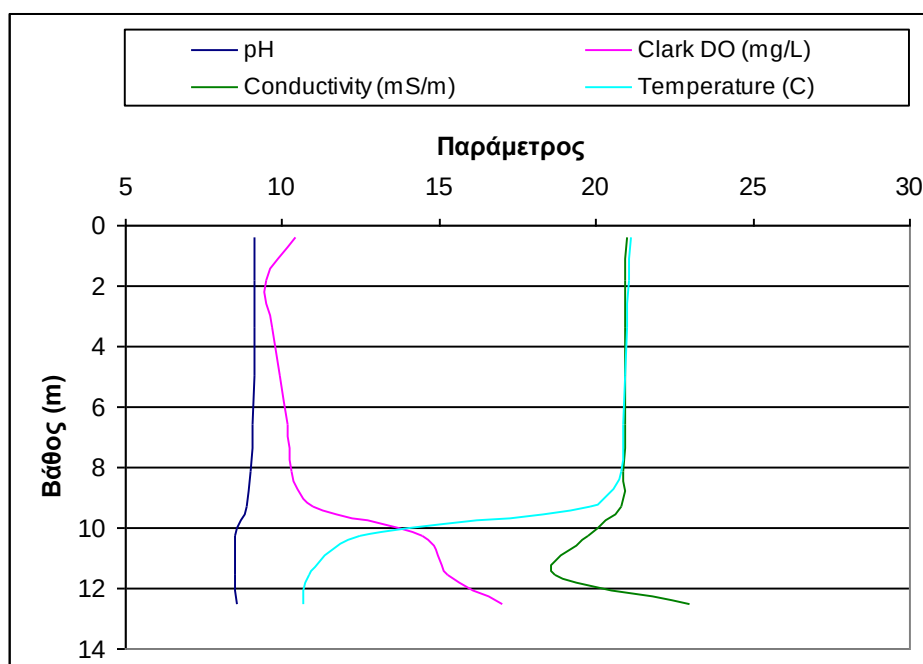
Εικόνα Π.25 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA6, κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2010.



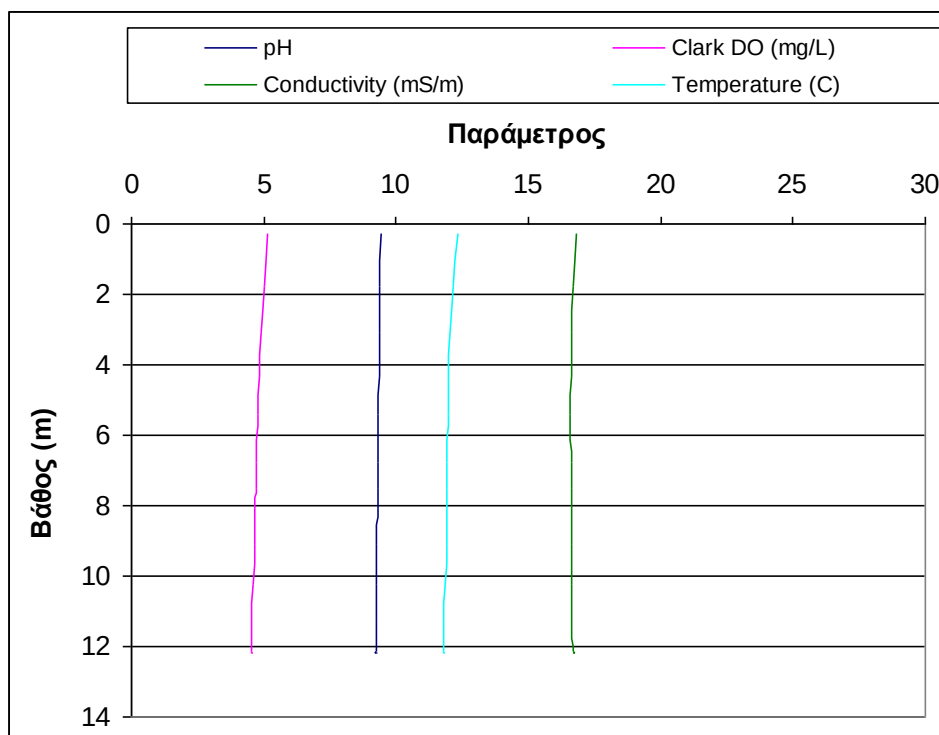
Εικόνα Π.26 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA7, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009.



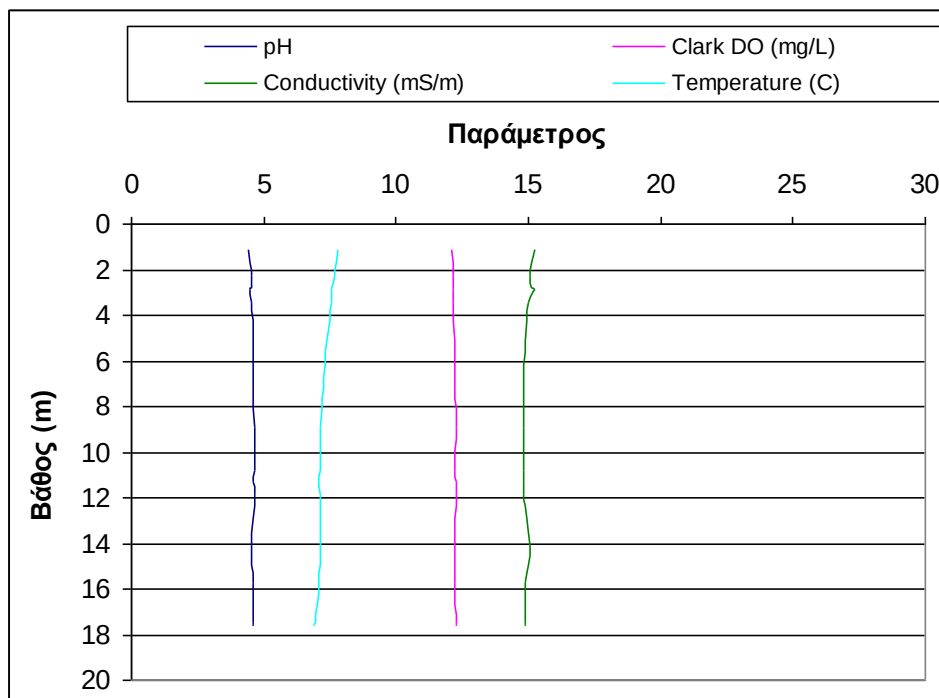
Εικόνα Π.27 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA7, κατά τη δειγματοληψία του Αυγούστου 2009.



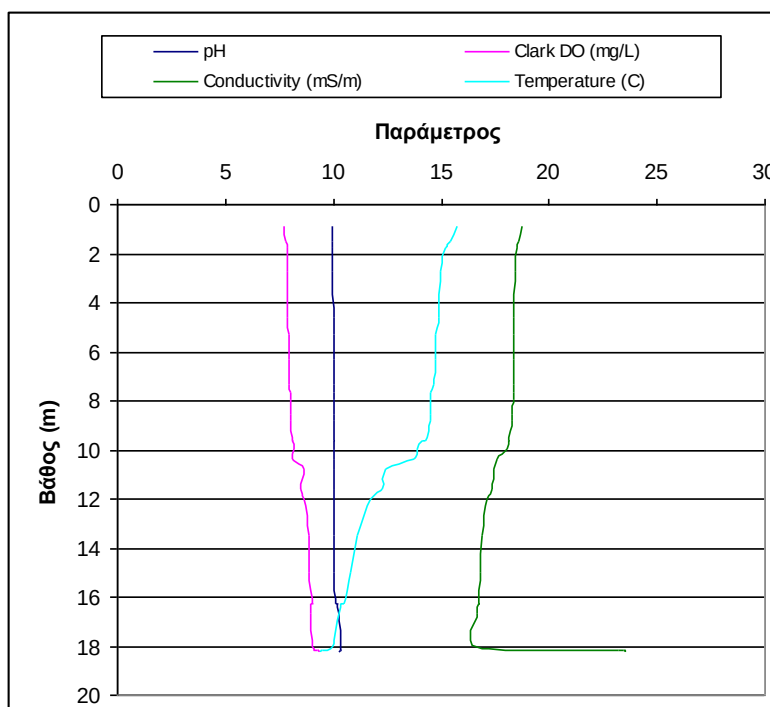
Εικόνα Π.28 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA7, κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2009.



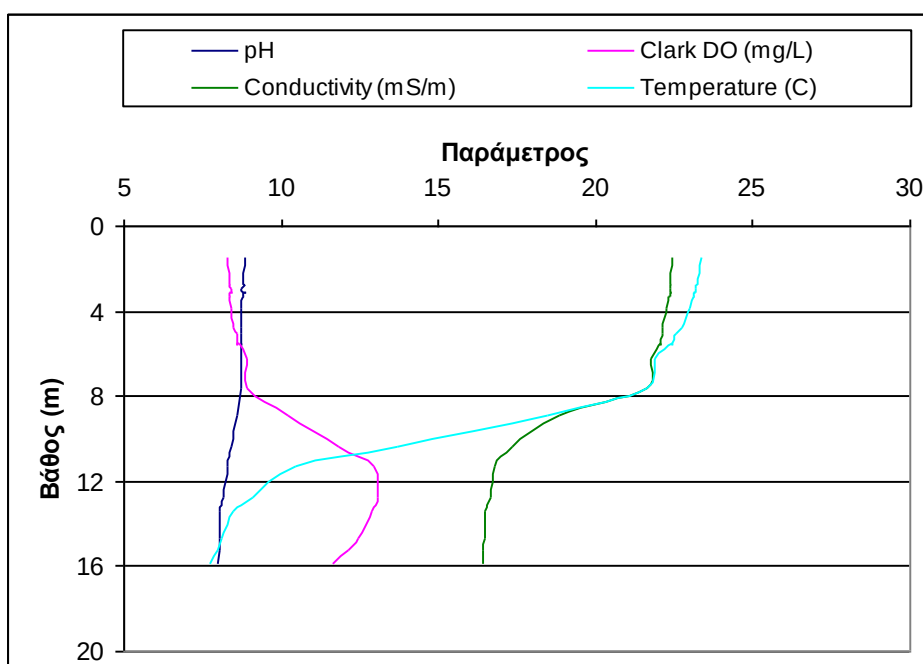
Εικόνα Π.29 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA7, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.



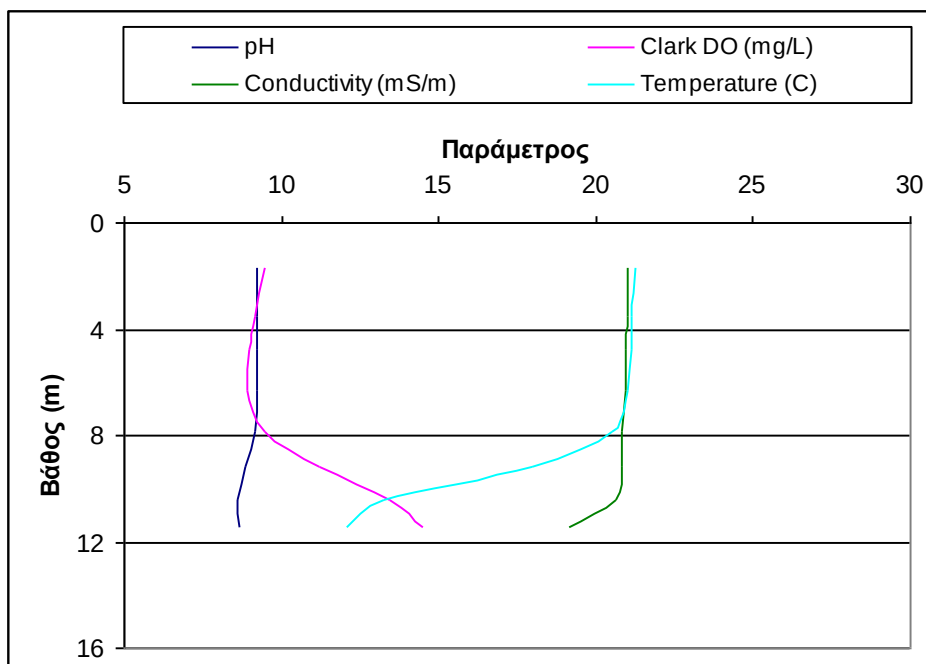
Εικόνα Π.30 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA7, κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010.



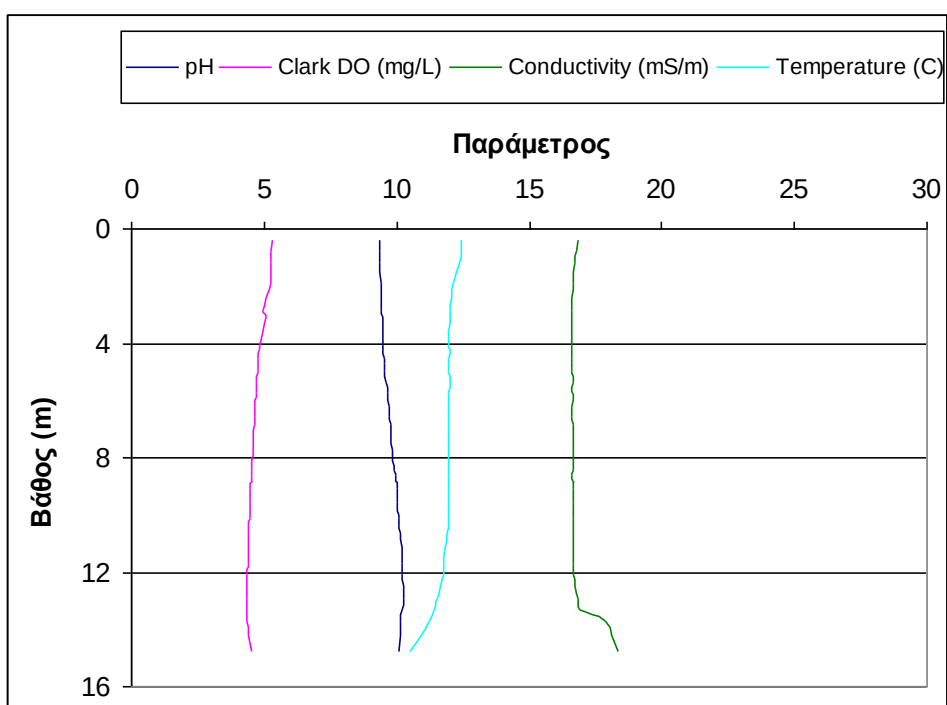
Εικόνα Π.31 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA7, κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2010.



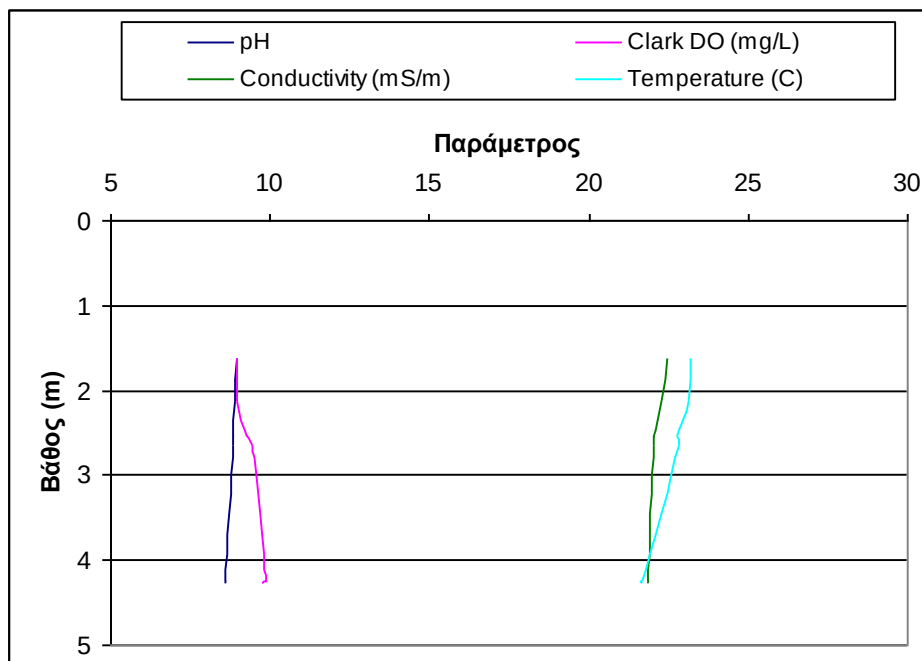
Εικόνα Π.32 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA8, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009.



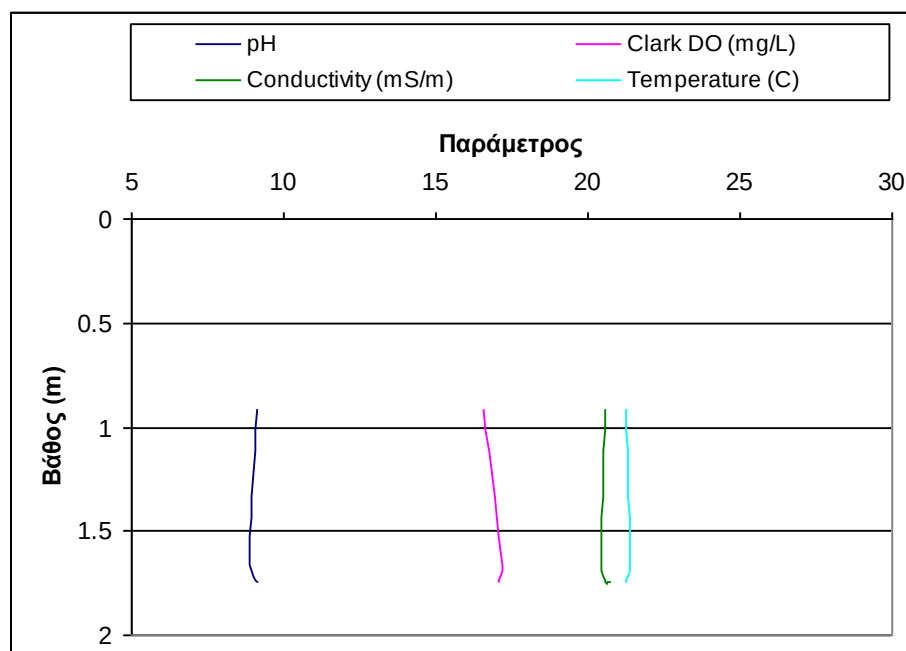
Εικόνα Π.33 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA8, κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2009.



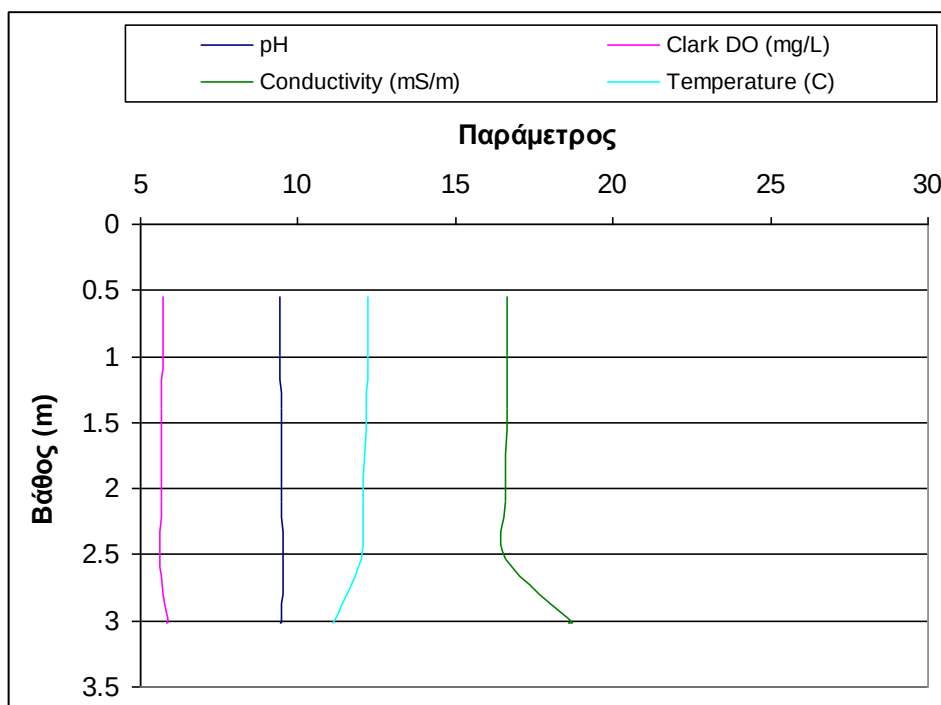
Εικόνα Π.34 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA8, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.



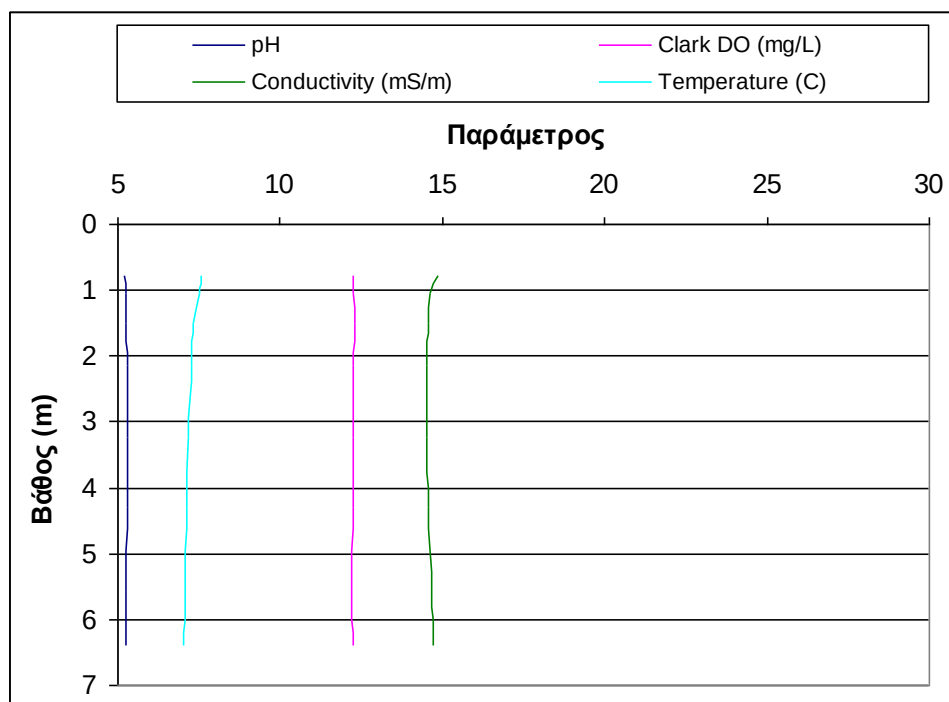
Εικόνα Π.35 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA9, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009.



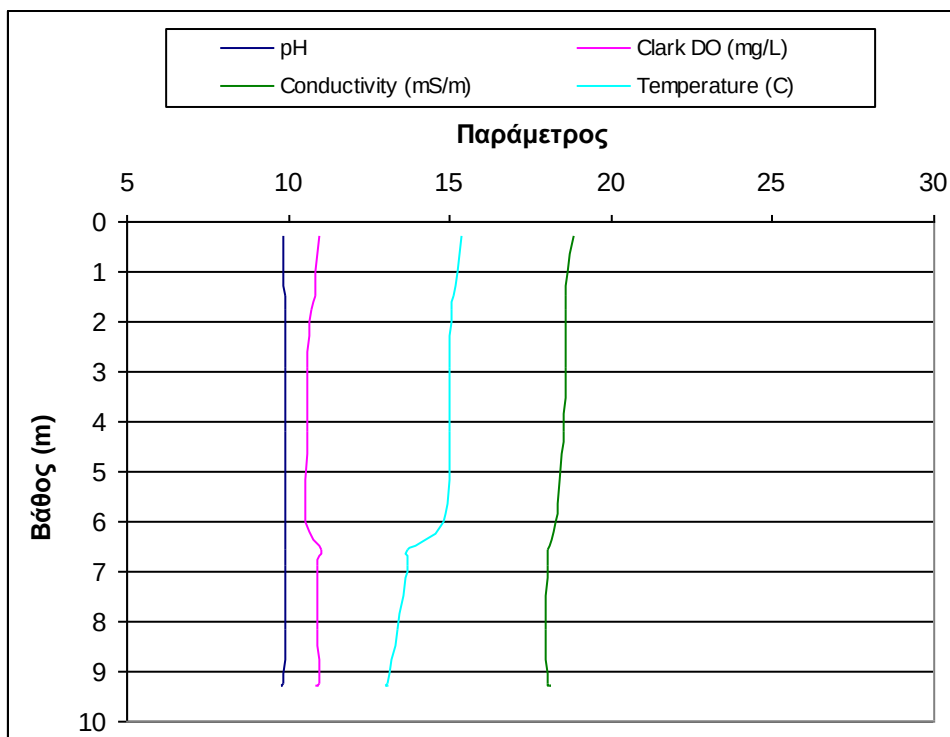
Εικόνα Π.36 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA9, κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2009.



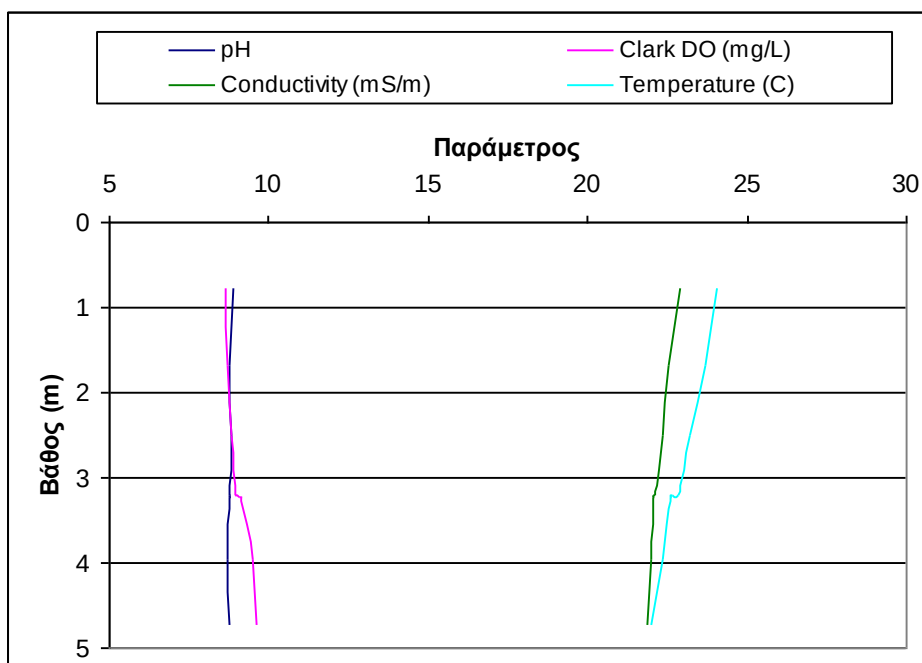
Εικόνα Π.37 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA9, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.



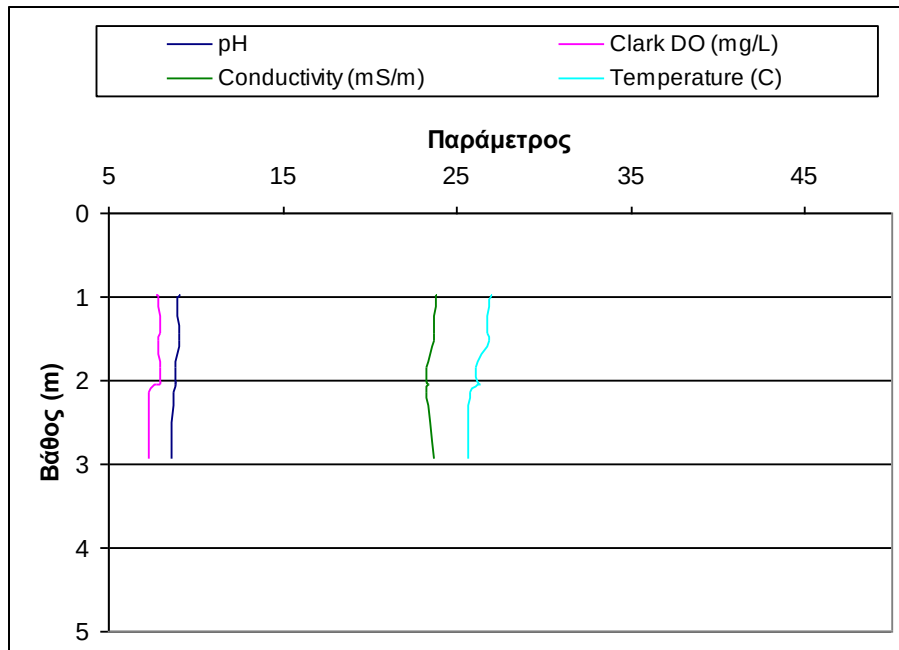
Εικόνα Π.38 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA9, κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010.



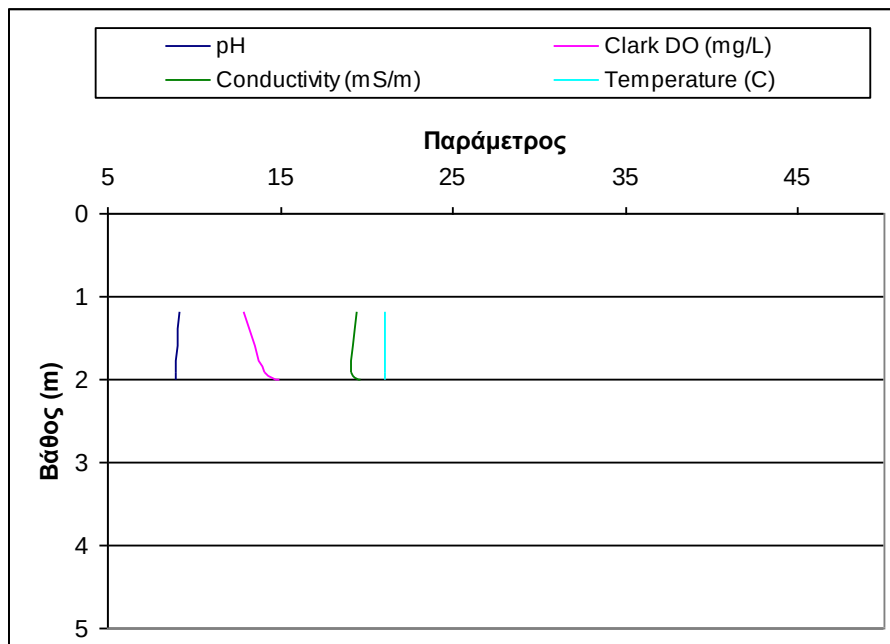
Εικόνα Π.39 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA9, κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2010.



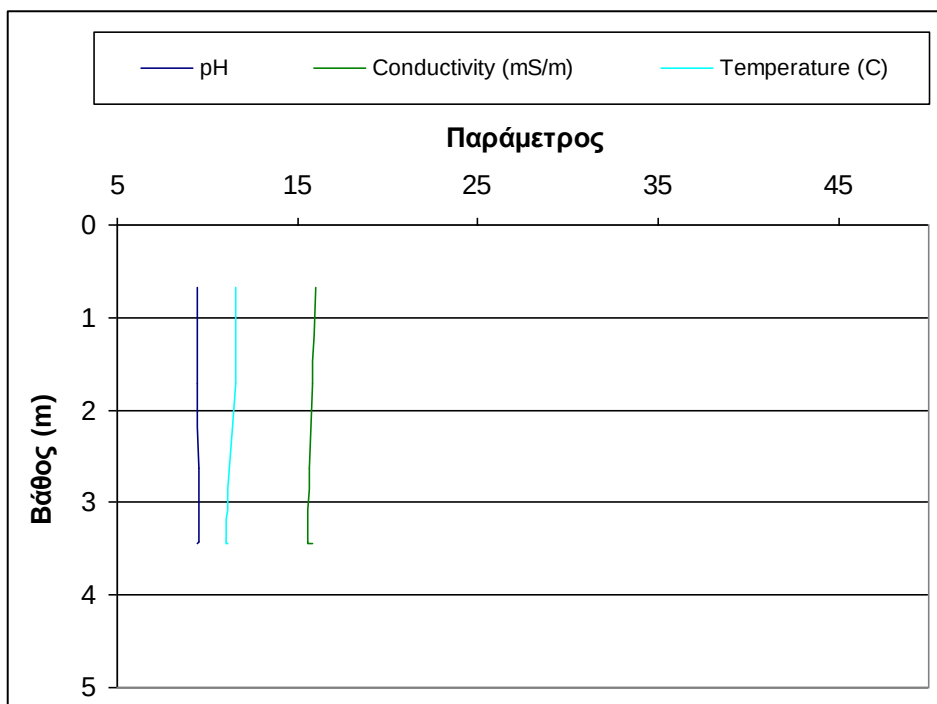
Εικόνα Π.40 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA10, κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2009.



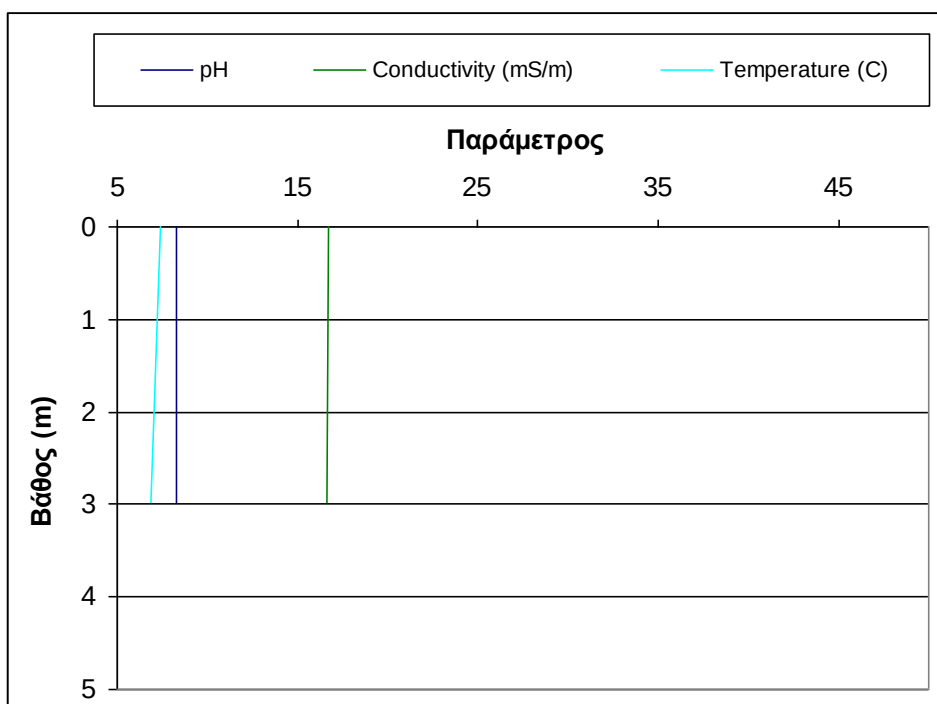
Εικόνα Π.41 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA10, κατά τη δειγματοληψία του Αυγούστου 2009.



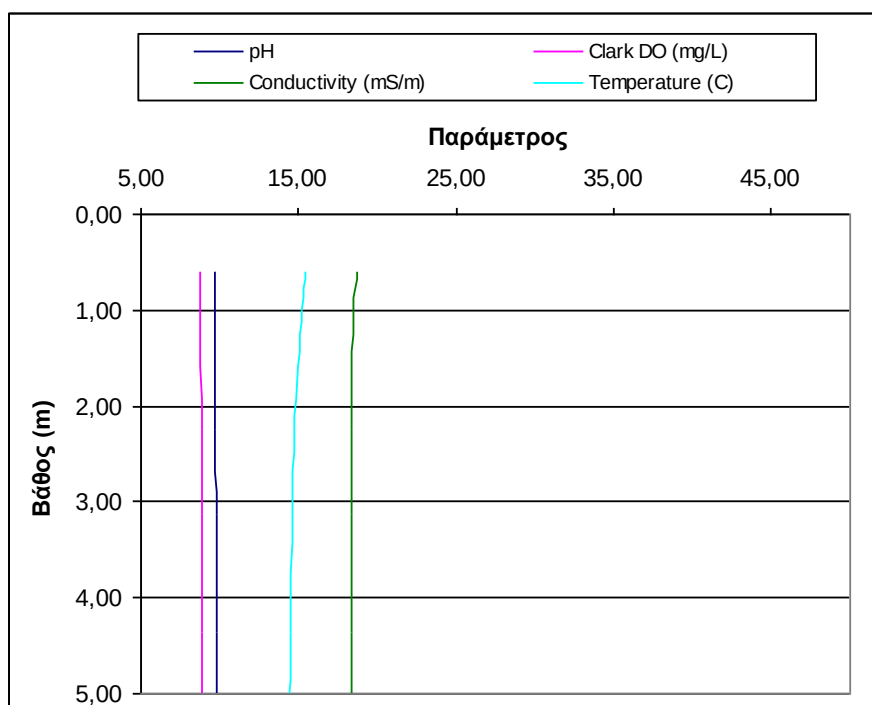
Εικόνα Π.42 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA10, κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2009.



Εικόνα Π.43 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA10, κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου 2009.



Εικόνα Π.44 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA10, κατά τη δειγματοληψία του Μαρτίου 2010.



Εικόνα Π.45 Μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων (pH, αγωγιμότητα, διαλυμ. οξυγόνο και θερμοκρασία) με το βάθος της υδάτινης στήλης στη θέση δειγματοληψίας PLA10, κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2010.

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ**

ΡΕΜΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ Τ. Α. ‘Ν. ΠΛΑΣΤΗΡΑ’

Σημείο Δειγματοληψίας	Ημερομηνία	NO3_mgL	NO2_mgL	NH4_mgL	PO4_mgL	Κατηγορίες ποιότητας
PLC 1	Ιουλ-09	0.1100	0.0160	0.0130	0.5300	Υψηλή
PLC 2	Ιουλ-09	0.1300	0.0160	0.0130	0.0800	Καλή
PLC 3	Ιουλ-09	0.2500	0.0160	0.0130	0.0800	Μέτρια
PLC 4	Ιουλ-09	0.2400	0.0160	0.0350	0.8900	Φτωχή
PLC 5	Ιουλ-09	0.0520	0.0160	0.0180	0.0800	Κακή
PLC 6	Ιουλ-09	0.2700	0.0160	0.0130	0.1600	
PLC 7	Ιουλ-09					
PLC 1	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.1500	
PLC 2	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0900	
PLC 3	Σεπ-09					
PLC 4	Σεπ-09	0.1900	0.0160	0.0390	0.1000	
PLC 5	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0600	
PLC 6	Σεπ-09					
PLC 7	Σεπ-09					
PLC 1	Νοε-09	0.1270	0.0160	0.0130	0.0800	
PLC 2	Νοε-09					
PLC 3	Νοε-09					
PLC 4	Νοε-09	0.3300	0.0160	0.0190	0.0800	
PLC 5	Νοε-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800	
PLC 6	Νοε-09	0.2930	0.0160	0.0130	0.0800	
PLC 7	Νοε-09	0.3490	0.0160	0.0350	0.0800	
PLC 1	Μαρ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800	
PLC 2	Μαρ-10					
PLC 3	Μαρ-10					
PLC 4	Μαρ-10	0.2200	0.0160	0.0130	0.0800	
PLC 5	Μαρ-10	0.0200	0.0160	0.0130	0.0900	
PLC 6	Μαρ-10	0.1700	0.0160	0.0130	0.0800	
PLC 7	Μαρ-10	0.2100	0.0160	0.0130	0.0800	
PLC 1	Μαϊ-10	0.10	0.02	0.01	0.11	
PLC 2	Μαϊ-10					
PLC 3	Μαϊ-10					
PLC 4	Μαϊ-10	0.10	0.02	0.01	0.08	
PLC 5	Μαϊ-10	0.19	0.02	0.01	0.12	
PLC 6	Μαϊ-10	0.32	0.02	0.02	0.11	
PLC 7	Μαϊ-10	0.19	0.02	0.01	0.13	
PLC 1	Ιουλ-10	0.13	0.02	0.06	0.14	
PLC 2	Ιουλ-10					
PLC 3	Ιουλ-10					
PLC 4	Ιουλ-10	0.19	0.02	0.05	0.10	
PLC 5	Ιουλ-10	0.10	0.02	0.01	0.08	

PLC 6	Ιουλ-10	0.35	0.02	0.01	0.20
PLC 7	Ιουλ-10	0.40	0.02	0.01	0.13

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΧΗΜΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ Τ. Λ. ‘Ν. ΠΛΑΣΤΗΡΑ’

Σημείο Δειγματοληψίας	Ημερομηνία	Διαλυμένο Οξυγόνο (mg/l)	Secchi Disk (m)	TotalN_mg L	TotalP_mg L	Κατηγορίες ποιότητας
PLA 2 0m	Μαρ-10	12.19	1.20	1.0000	0.0330	Υψηλή
PLA 3 0m	Μαρ-10	12.03	1.50	1.0000	0.0380	Καλή
PLA 4 0m	Μαρ-10	12.08	1.80	1.0000	0.0320	Μέτρια
PLA 5 0m	Μαρ-10	11.28	1.80	1.0000	0.0260	Φτωχή
PLA 6 0m	Μαρ-10	10.60	1.20	1.0000	0.0290	Κακή
PLA 7 0m	Μαρ-10	12.14	1.00	1.0000	0.0280	
PLA 8 0m						
PLA 9 0m	Μαρ-10	12.30	1.20	1.0000	0.0330	
PLA 10 0m	Μαρ-10	12.20	1.20	1.1000	0.0300	
PLA 2 0m	Μαϊ-10			1	0.028	
PLA 3 0m	Μαϊ-10			1.9	0.035	
PLA 4 0m	Μαϊ-10			1.6	0.042	
PLA 5 0m	Μαϊ-10			1	0.044	
PLA 6 0m	Μαϊ-10	9.47	0.80	1.5	0.037	
PLA 7 0m	Μαϊ-10	8.41	0.50	1	0.041	
PLA 9 0m	Μαϊ-10	10.82	1.50	1	0.058	
PLA 10 0m	Μαϊ-10	9.12	1.20	1	0.05	
PLA 1 10m	Μαϊ-10			1	0.041	
PLA 1 25m	Μαϊ-10			1	0.026	
PLA 2 10m	Μαϊ-10			1	0.046	
PLA 2 20m	Μαϊ-10			1	0.032	
PLA 3 15m	Μαϊ-10			1	0.032	
PLA 4 15m	Μαϊ-10			1	0.041	
PLA 5 5m	Μαϊ-10			2	0.032	
PLA 6 5m	Μαϊ-10			1.2	0.047	
PLA 7 5m	Μαϊ-10			1	0.034	
PLA 7 15m	Μαϊ-10			1	0.044	
PLA 9 5m	Μαϊ-10			1.3	0.026	
PLA 10 5m	Μαϊ-10			1	0.043	
PL ΔΕΞΑΜΕΝΗ	Μαϊ-10	9.50		1.8	0.035	
PLA 1 0m	Ιουλ-10	7.60	2.50	1.3000	0.0270	
PLA 2 0m	Ιουλ-10	7.70	2.50	2.1000	0.0510	
PLA 3 0m	Ιουλ-10	7.30	3.00	1.1000	0.0380	
PLA 4 0m	Ιουλ-10	7.20	2.00	1.6000	0.0500	

PLA 5 0m	Ιουλ-10	7.30	3.50	2.0000	0.0350
PLA 6 0m	Ιουλ-10	7.40	2.50	1.0000	0.0590
PLA 7 0m	Ιουλ-10	7.40	3.50	1.0000	0.0470
PLA 8 0m	Ιουλ-10	7.40	2.00	1.1000	0.0620
PLA 9 0m	Ιουλ-10	7.40	3.50	1.7000	0.0610
PLA 10 0m	Ιουλ-10	7.40	3.50	1.4000	0.0450
PLA 1 4m	Ιουλ-10	8.13			
PLA 1 20m	Ιουλ-10			1.0000	0.0760
PLA 2 4m	Ιουλ-10	7.90			
PLA 2 10m	Ιουλ-10			1.5000	0.0540
PLA 2 20m	Ιουλ-10			1.1000	0.0620
PLA 3 4m	Ιουλ-10	7.80			
PLA 3 10m	Ιουλ-10			1.6000	0.0420
PLA 4 05m	Ιουλ-10	7.80		1.8000	0.0640
PLA 5 5m	Ιουλ-10	7.96		1.0000	0.0650
PLA 6 5m	Ιουλ-10	7.70		1.0000	0.0560
PLA 7 5m	Ιουλ-10	7.95		1.0000	0.0570
PLA 7 15m	Ιουλ-10			2.1000	0.0440
PLA 8 4m	Ιουλ-10	7.80			
PLA 8 10m	Ιουλ-10			1.6000	0.0580
PLA 9 5m	Ιουλ-10	7.70		1.2000	0.0580
PLA10 4m	Ιουλ-10	7.76			

ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ Τ. Α. ‘Ν. ΠΛΑΣΤΗΡΑ’

Σημείο Δειγματοληψίας / Βάθος	Ημερομηνία	NO3_mgL	NO2_mgL	NH4_mgL	PO4_mgL
PLA 1 1m	Ιουλ-09	0.0600	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 2 1m	Ιουλ-09	0.0220	0.0160	0.0130	0.1200
PLA 3 1m	Ιουλ-09	0.0720	0.0160	0.0320	0.0800
PLA 4 1m	Ιουλ-09	0.0450	0.0160	0.1250	0.0800
PLA 5 1m	Ιουλ-09	0.0420	0.0160	0.0220	0.0900
PLA 6 1m	Ιουλ-09	0.0310	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 7 1m	Ιουλ-09	0.0260	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 8 1m	Ιουλ-09	0.0270	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 9 1m	Ιουλ-09	0.0260	0.0160	0.0160	0.1000
PLA 10 1m	Ιουλ-09	0.0320	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 10 5m	Ιουλ-09	0.0300	0.0160		0.0800
PLA 1 10m	Ιουλ-09	0.0510	0.0160		0.0800
PLA 1 20m	Ιουλ-09	0.3210	0.0160		0.0800
PLA 1 5m	Ιουλ-09	0.0430	0.0160		0.0800
PLA 2 10m	Ιουλ-09	0.0450	0.0160		0.1200

*Περιβαλλοντική παρακολούθηση του Ταμειντήρα “Ν. Πλαστήρα”
Τελική Τεχνική Έκθεση, Σεπτέμβριος 2010*

PLA 2 20m	Ιουλ-09	0.3210	0.0160		0.0800
PLA 2 5m	Ιουλ-09	0.0290	0.0160		0.0800
PLA 3 10m	Ιουλ-09	0.0380	0.0160		0.0800
PLA 3 20m	Ιουλ-09	0.0900	0.0160		0.1100
PLA 4 10m	Ιουλ-09	0.0270	0.0160		0.0800
PLA 4 20m	Ιουλ-09	0.3300	0.0160		0.0800
PLA 4 5m	Ιουλ-09	0.0460	0.0160		0.0800
PLA 5 10m	Ιουλ-09	0.0440	0.0160		0.0800
PLA 5 5m	Ιουλ-09	0.0490	0.0160		0.0800
PLA 7 10m	Ιουλ-09	0.0350	0.0160		0.0800
PLA 7 5m	Ιουλ-09	0.0600	0.0160		0.0800
PLA 8 10m	Ιουλ-09	0.0560	0.0160		0.0800
PLA 8 5m	Ιουλ-09	0.0470	0.0160		0.0800
PLA 9 4m	Ιουλ-09	0.0650	0.0160		0.0800
PLA 1 0m	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 2 0m	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 3 0m	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.0240	0.1200
PLA 4 0m	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.0680	0.0800
PLA 5 0m	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.1820	0.0800
PLA 6 0m	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.1280	0.0900
PLA 7 0m	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.1000
PLA 8 0m	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.0270	0.1100
PLA 9 0m	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.1000
PLA 10 0m	Σεπ-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.1200
PLA 1 5m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 1 10m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 2 5m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.0900
PLA 2 10m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 2 15m	Σεπ-09	0.1600	0.0160		0.0800
PLA 3 5m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.1200
PLA 3 10m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 3 15m	Σεπ-09	0.2100	0.0160		0.0800
PLA 3 20m	Σεπ-09	0.3150	0.0160		0.0800
PLA 4 5m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 4 10m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 4 15m	Σεπ-09	0.2400	0.0160		0.1300
PLA 5 5m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.1100
PLA 6 5m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 7 5m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 7 10m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 8 5m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.1500
PLA 8 10m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 10 0m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.1200

*Περιβαλλοντική παρακολούθηση του Ταμειντήρα “Ν. Πλαστήρα”
Τελική Τεχνική Έκθεση, Σεπτέμβριος 2010*

PLA 10 2m	Σεπ-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 1 0m	Νοε-09	0.1030	0.0160	0.0260	0.0800
PLA 2 0m	Νοε-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0900
PLA 3 0m	Νοε-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 4 0m	Νοε-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 5 0m	Νοε-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 6 0m	Νοε-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 7 0m	Νοε-09	0.1000	0.0160	0.0220	0.0800
PLA 8 0m	Νοε-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 9 0m	Νοε-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 10 0m	Νοε-09	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 1 5m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0900
PLA 1 10m	Νοε-09	0.1100	0.0160		0.1100
PLA 1 20m	Νοε-09	0.3110	0.0160		0.1000
PLA 2 5m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0900
PLA 2 10m	Νοε-09	0.1120	0.0160		0.1200
PLA 2 20m	Νοε-09	0.4220	0.0160		0.1500
PLA 3 5m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.1400
PLA 3 10m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0900
PLA 3 15m	Νοε-09	0.1410	0.0160		0.1300
PLA 4 5m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 4 10m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 4 15m	Νοε-09	0.1500	0.0160		0.0800
PLA 5 5m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 6 5m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 7 5m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 7 10m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 8 5m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 8 10m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 9 2,5m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 10 2m	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLD1	Νοε-09	0.1000	0.0160		0.0800
PLA 1 0m					
PLA 2 0m	Μαρ-10	0.2400	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 3 0m	Μαρ-10	0.1800	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 4 0m	Μαρ-10	0.2000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 5 0m	Μαρ-10	0.2300	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 6 0m	Μαρ-10	0.2000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 7 0m	Μαρ-10	0.2200	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 8 0m					
PLA 9 0m	Μαρ-10	0.2200	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 10 0m	Μαρ-10	0.2400	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 2 10m	Μαρ-10	0.2600	0.0160	0.0130	0.0800

*Περιβαλλοντική παρακολούθηση του Ταμιευτήρα “Ν. Πλαστήρα”
Τελική Τεχνική Έκθεση, Σεπτέμβριος 2010*

PLA 2 20m	Μαρ-10	0.2200	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 3 10m	Μαρ-10	0.2400	0.0160	0.0690	0.0800
PLA 4 5m	Μαρ-10	0.2100	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 5 10m	Μαρ-10	0.2100	0.0160	0.0180	0.0800
PLA6 2m	Μαρ-10				
PLA 7 5m	Μαρ-10	0.1900	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 7 10m	Μαρ-10	0.2000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 9 4m	Μαρ-10	0.2200	0.0160	0.0130	0.0900
PLA10 3m	Μαρ-10				
PLD2	Μαρ-10	0.2300	0.0160	0.0130	0.1100
PLA 1 0m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.08
PLA 2 0m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.08
PLA 3 0m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.09
PLA 4 0m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.08
PLA 5 0m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.09
PLA 6 0m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.09
PLA 7 0m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.08
PLA 9 0m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.12
PLA 10 0m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.11
PLA 1 10m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.09
PLA 1 25m	Μαϊ-10	0.228	0.016	0.013	0.08
PLA 2 10m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.09
PLA 2 20m	Μαϊ-10	0.226	0.016	0.013	0.08
PLA 3 15m	Μαϊ-10	0.131	0.016	0.043	0.1
PLA 4 15m	Μαϊ-10	0.16	0.016	0.013	0.12
PLA 5 5m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.08
PLA 6 5m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.09
PLA 7 5m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.1
PLA 7 15m	Μαϊ-10	0.167	0.016	0.013	0.08
PLA 9 5m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.08
PLA 10 5m	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.11
PL ΔΕΞΑΜΕΝΗ	Μαϊ-10	0.1	0.016	0.013	0.08
PLA 1 0m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0200	0.0800
PLA 2 0m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0160	0.1200
PLA 3 0m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.1000
PLA 4 0m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 5 0m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.1000
PLA 6 0m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.1600
PLA 7 0m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.1400
PLA 8 0m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.1300
PLA 9 0m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 10 0m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.1100

*Περιβαλλοντική παρακολούθηση του Ταμιευτήρα “Ν. Πλαστήρα”
Τελική Τεχνική Έκθεση, Σεπτέμβριος 2010*

PLA 1 4m	Ιουλ-10				
PLA 1 20m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0180	0.1000
PLA 2 4m	Ιουλ-10				
PLA 2 10m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0220	0.1400
PLA 2 20m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 3 4m	Ιουλ-10				
PLA 3 10m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.1200
PLA 4 05m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.1500
PLA 5 5m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 6 5m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 7 5m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.1800	0.1500
PLA 7 15m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.1400
PLA 8 4m	Ιουλ-10				
PLA 8 10m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.0800
PLA 9 5m	Ιουλ-10	0.1000	0.0160	0.0130	0.1500
PLA10 4m	Ιουλ-10				
PL ΔΕΞΑΜΕΝΗ	Ιουλ-10	0.1100	0.0160	0.0220	0.1300

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



ΦΩΤ.1 Εντατική βόσκηση στις όχθες της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».



ΦΩΤ.2 Οικισμός Νεοχωρίου πλησίον της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».



ΦΩΤ.3 Άποψη της Τεχν. Λ. «Ν. Πλαστήρα».



ΦΩΤ.4 Απορρίμματα παραπλεύρως της αναρυθμιστικής δεξαμενής.



ΦΩΤ.5 Απορρίμματα παραπλεύρως της αναρρυθμιστικής δεξαμενής.



ΦΩΤ.6 Επιβαρυνση της ποιότητας νερού στο ρέμμα της εκτροπής του π. Κερασιώτη.

ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΛΑΦΙΚΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

Οι σύγχρονες περιβαλλοντικές και διαχειριστικές πολιτικές απαιτούν την εκτίμηση της διάβρωσης των εδαφών και την ανάπτυξη σχεδίων προστασίας της υποβάθμισης των εδαφών. Για τον σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί εμπειρικά και φυσικά μοντέλα. Το πιο διαδεδομένο εμπειρικό μοντέλο είναι το RUSLE (Αναθεωρημένη Παγκόσμια Εξίσωση Απώλεια Εδάφους - Revised Universal Soil Loss Equation), το οποίο αναπτύχθηκε από την USDA - NRCS (United States Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service) και το οποίο σε συνδυασμό με δεδομένα τηλεανίχνευσης και γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (G.I.S.) εκτιμά την δυνητική ετήσια διάβρωση του εδάφους μίας λεκάνης απορροής ανά μονάδα επιφανείας.

Ο υπολογισμός της διάβρωσης των εδαφών με το μοντέλο RUSLE πραγματοποιείται με την χρήση πέντε βασικών παραγόντων (βροχόπτωση, διαβρωσιμότητα εδάφους, τοπογραφία, φυτοκάλυψη και συμπληρωματικά έργα ελέγχου διάβρωσης). Η μέση ετήσια απώλεια βάρους εδάφους ανά μονάδα επιφανείας δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση (Wischmeier et al., 1978, Renard et al, 1996):

$$A=R*K*LS*C*P, \text{ όπου}$$

- A: η ετήσια απώλεια βάρους εδάφους ανά μονάδα επιφανείας ($t*ha^{-1}*year^{-1}$)
- R: ο συντελεστής βροχόπτωσης - απορροής [$MJ*mm/(ha*h*year)$]
- K: ο συντελεστής διαβρωσιμότητας των εδαφών [$t*ha*h/(ha*MJ*mm)$],
- L: ο συντελεστής του μήκους κλίσης [-]
- S: ο συντελεστής του βαθμού κλίσεως [-]
- C: ο συντελεστής της φυτοκάλυψης και των καλλιεργητικών μεθόδων [-]
- P: ο συντελεστής διαχείρισης των εδαφών κατά της διάβρωσης [-]

➤ Συντελεστής βροχόπτωσης - απορροής R

Ο συντελεστής βροχόπτωσης - απορροής R σχετίζεται με την ένταση της βροχής (Lal, 1990) και σε πολλές περιπτώσεις παγκοσμίως εμφανίζεται ως ο πιο σημαντικός παράγοντας διάβρωσης εδαφών (Wischmeier, 1959, Stocking & Elwell, 1973, Wischmeier & Smith, 1978, Lo et al, 1985, Renard & Freimund, 1994).

Προκειμένου να εκτιμηθεί ο συντελεστής R είναι απαραίτητες μετρήσεις έντασης βροχής. Επειδή ωστόσο συχνά δεν είναι διαθέσιμα δεδομένα έντασης βροχής, ο συντελεστής R μπορεί να υπολογιστεί με βάση την παρακάτω εξίσωση, η οποία χρησιμοποιεί δεδομένα ετήσιας και μηνιαίας βροχόπτωσης:

$$R = \sum_{i=1}^{12} 1.735 * 10^{(1.5 \log \frac{P_i^2}{P} - 0.8188)} \quad (\text{Wischmeier and Smith, 1978}), \text{ όπου}$$

- R: συντελεστής βροχόπτωσης - απορροής [MJ*mm/(ha*h*year⁻¹)]
- P_i: μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm)
- P: ετήσια βροχόπτωση (mm)

➤ Συντελεστής διαβρωσιμότητας K

Ο συντελεστής διαβρωσιμότητας K εκφράζει την αντίσταση του εδάφους στην διάβρωση και στην αποδόμηση λόγω απόπλυσης και εξαρτάται από τα εγγενή χαρακτηριστικά του εδάφους (υφή, δομή, συμμετοχή οργανικού υλικού και περατότητα). Σημαντικό ρόλο στη διαβρωσιμότητα των εδαφών διαδραματίζει ακόμα το ποσοστό συμμετοχής της οργανικής ύλης.

Η τιμή του συντελεστή K για κάθε είδος εδάφους, ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής της οργανικής ύλης, δίνεται στον Πίνακα 1:

Πίνακας 1 Συντελεστής K [t*ha*h/(ha*MJ*mm)], (Stone et al, 2000, με τροποποιήσεις).

Έδαφος	Συμμετοχή οργανικής ύλης		
	Μέση τιμή	< 2%	> 2%
Αργιλώδες	0,03	0,03	0,03
Αργιλοπηλώδες	0,04	0,04	0,04
Αμμοπηλώδες με αδρόκοκκη άμμο	0,01	-	0,01
Λεπτόκοκκη άμμος	0,01	0,01	0,01
Αμμοπηλώδες με λεπτόκοκκη άμμο	0,02	0,03	0,02
Αργιλώδες (συμμετοχή > 60%)	0,02	0,03	0,02
Πηλώδες	0,04	0,04	0,03
Πηλοαμμώδες με λεπτόκοκκη άμμο	0,01	0,02	0,01
Πηλώδης άμμος	0,01	0,01	0,01
Πηλοαμμώδες με πολύ λεπτόκοκκη άμμο	0,05	0,06	0,03
Αμμώδες	0,00	0,00	0,00
Αμμοαργιλοπηλώδες	0,03	-	0,03
Αμμοπηλώδες	0,02	0,02	0,02
Ιλοπηλώδες	0,05	0,05	0,05
Ιλοαργιλώδες	0,03	0,04	0,03

Ιλυοαργιλοπηλώδες	0,04	0,05	0,04
Πολύ λεπτόκοκκη άμμος	0,06	0,06	0,05
Αμμόδης πηλός με πολύ λεπτόκοκκη άμμο	0,05	0,05	0,04

➤ Συντελεστής τοπογραφίας LS

Η τοπογραφία αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που ελέγχουν το φαινόμενο της διάβρωσης. Οι συνέπειες της τοπογραφίας στην διάβρωση ανεξάρτητα των χρήσεων γης περιγράφονται με τους συντελεστές L και S. Ο συντελεστής L εκφράζει το μήκος της κλίσης και ο συντελεστής S εκφράζει το πόσο απότομο είναι το ανάγλυφο. Αύξηση της τιμής του συντελεστή L επηρεάζει περισσότερο τη διάβρωση από ότι αύξηση του συντελεστή S (The Technical Guide to RUSLE use in Michigan, 1998).

Ο συνδυασμένος συντελεστής LS μπορεί να υπολογιστεί από την ακόλουθη εξίσωση:

$$LS = [\text{Flow accumulation} * \text{cell size} / a]^{0.4} * [\sin(\text{slope}) / b]^{1.3} \text{ (Moore et al, 1986), όπου}$$

- Flow accumulation: ο αριθμός των κελιών που συμβάλλουν στην απορροή σε ένα συγκεκριμένο κελί
- a: 22,13 m, το πρότυπο μήκος κλιτύος κατά USLE
- b: 0,08960, η πρότυπη κλίση της κλιτύος κατά USLE
- Cell size: το μέγεθος των κελιών που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση του μοντέλου
- Slope: γωνία κλίσης

➤ Συντελεστής φυτοκάλυψης και καλλιεργητικών μεθόδων C

Ο συντελεστής φυτοκάλυψης και καλλιεργητικών μεθόδων C είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας στην ανάπτυξη του φαινομένου της διάβρωσης των εδαφών και συνδέεται άμεσα με τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Σχετίζεται με την επίδραση των καλλιεργειών - φυτοκάλυψης και των πρακτικών διαχείρισης που εφαρμόζονται σε μία περιοχή (χλωρίδα, χρήσεις γης, ποσοστό βιομάζας) στην απώλεια εδαφών και εκφράζει την ετήσια εδαφική απώλεια στον παρόν καθεστώς και πως αυτή ενδεχομένως θα μεταβληθεί με την αλλαγή των χρήσεων γης (κατασκευαστικές

δραστηριότητες, αλλαγές καλλιεργειών, κ.λπ.) (Technical Guide to RUSLE use in Michigan, 1998).

Για τον προσδιορισμό της φυτοκάλυψης μιας περιοχής χρησιμοποιούνται δεδομένα τηλεανίχνευσης. Ο πιο διαδεδομένος δείκτης φυτοκάλυψης που προκύπτει από δορυφορικές εικόνες είναι ο κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), ο οποίος συσχετίζεται καλά με την ποσότητα της βιομάζας (Van der Knijff, 2000). Για δεδομένα εικόνας προερχόμενα από Landsat-ETM ο δείκτης NDVI προκύπτει από την ακόλουθη εξίσωση:

$$NDVI = (NIR - IR) / (NIR + IR), \text{ όπου}$$

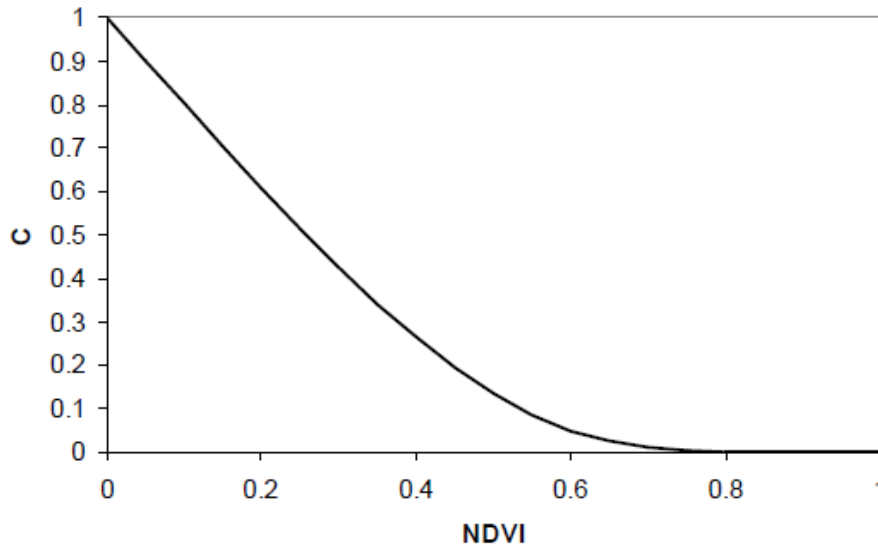
- NIR: η φασματική περιοχή του εγγύς υπερύθρου του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος
- IR: η φασματική περιοχή του υπερύθρου του ανώτερου ορατού φάσματος

Ο δείκτης βλάστησης NDVI κυμαίνεται από -1,0 έως 1,0. Οι θετικές τιμές αντιπροσωπεύουν περιοχές με φυτοκάλυψη (παρουσία χλωροφύλλης), τιμές κοντά στο μηδέν αντιπροσωπεύουν περιοχές γυμνού εδάφους, ενώ αρνητικές τιμές υποδηλώνουν την ύπαρξη νερού, χιονιού, πάγου και νεφών.

Ο συντελεστής C συνδέεται με τον δείκτη βλάστησης NDVI με την ακόλουθη εξίσωση:

$$C = \exp \left[-\alpha * \frac{NDVI}{(\beta - NDVI)} \right] \text{ (Van den Knijff, et al, 1999).}$$

όπου α και β είναι παράγοντες που προσδιορίζουν το σχήμα της καμπύλης της Εικόνας 1. Συνήθως επιλέγονται οι τιμές 2 και 1 για τους παράγοντες α και β αντίστοιχα (Van den Knijff, et al, 2000).



Εικόνα 1 Σχέση μεταξύ του συντελεστή C και του δείκτη βλάστηση NDVI (Van den Knijff, et al, 2000).

➤ **Συντελεστής διαχείρισης των εδαφών κατά της διάβρωσης P**

Ο συντελεστής διαχείρισης των εδαφών κατά της διάβρωσης P εκφράζει την επίδραση των πρακτικών προστασίας από την διάβρωση σε ετήσια βάση και αποτελεί τον λόγο της απώλειας εδάφους στην περιοχή με συγκεκριμένα έργα προστασίας προς την αντίστοιχη απώλεια εδάφους στην περιοχή όταν ανάντη και κατόντη υπάρχουν καλλιέργειες. Οι πρακτικές προστασίας κατά της διάβρωσης επηρεάζουν την απώλεια εδαφών με την τροποποίηση της κλίσης του εδάφους και του μηχανισμού επιφανειακής απορροής (τροποποίηση της ροής των επιφανειακών νερών και της ποσότητας της απορροής) σε μία περιοχή (Renard, 1996).

Σε καλλιεργήσιμες περιοχές τα έργα προστασίας από τη διάβρωση αποτελούν η καλλιέργεια κατά τις ισοϋψείς καμπύλες (contouring tillage), η καλλιέργεια σε λωρίδες (strip cropping), η κατασκευή αναβαθμίδων - πεζούλων (terracing) και η υπόγεια αποστράγγιση (subsurface drainage). Σε βοσκότοπους ή ξηρότοπους περιοχές τα έργα προστασίας από τη διάβρωση αποτελούν έργα που στοχεύουν στην αύξηση της αποθηκευτικότητας της υγρασίας και στην μείωση της απορροής.

Ο συντελεστής διαχείρισης των εδαφών κατά της διάβρωσης P ταξινομείται σε κατηγορίες με βάση τις πρακτικές που εφαρμόζονται ως εξής (Stone et al, 2000):

Πίνακας 2: Τιμές του συντελεστή διαχείρισης των εδαφών κατά της διάβρωσης P με βάση τον τρόπο καλλιέργειας (Stone et al, 2000).

Πρακτική βελτίωσης εδαφών	Συντελεστής P
Καλλιέργειες κάθετα στις ισοϋψείς	1,00
Καλλιέργειες διαγώνια στις ισοϋψείς	0,75
Καλλιέργειες παράλληλα στις ισοϋψείς	0,50
Καλλιέργειες σε λωρίδες και διαγώνια στις ισοϋψείς	0,37
Καλλιέργειες σε λωρίδες και παράλληλα στις ισοϋψείς	0,25

Για την επαλήθευση των αποτελεσμάτων του μοντέλου RUSLE μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετρήσεις αγωγιμότητας από δείγματα επιφανειακού νερού. Γενικά αναμένεται μεγάλη συσχέτιση μεταξύ του βάρους των εδαφών που καταλήγουν σε ένα σημείο και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο σημείο αυτό.

Υπολογισμός της διάβρωσης του εδάφους

➤ Συντελεστής βροχόπτωσης - απορροής R

Στην περιοχή μελέτης εντοπίζονται τέσσερις (4) μετεωρολογικοί σταθμοί, των οποίων τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του συντελεστή βροχόπτωσης - απορροής R (Πίνακας 3).

Πίνακας 3 Μέση μηνιαία και ετήσια βροχόπτωση των μετεωρολογικών σταθμών της περιοχής μελέτης.

1960-2002	Ο	Ν	Α	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ετήσια βροχόπτωση
Καριστά	108.5	128.8	176.0	133.7	135.3	166.2	135.9	99.9	33.2	25.1	33.0	60.7	1236.2
Μορφοβούνι	120.8	129.6	131.2	65.6	97.7	101.7	89.7	60.4	29.9	27.5	29.0	46.7	929.8
Μπεζούλα	151.0	181.7	150.9	117.2	130.5	113.4	103.6	86.1	35.1	28.6	34.4	43.4	1176.0
Φρ. Ταυρωπού	139.6	167.0	173.2	115.4	114.3	107.0	110.3	75.4	32.7	26.2	29.5	52.2	1142.8

Με βάση τα παραπάνω, υπολογίζεται ο συντελεστής R (Πίνακας 4):

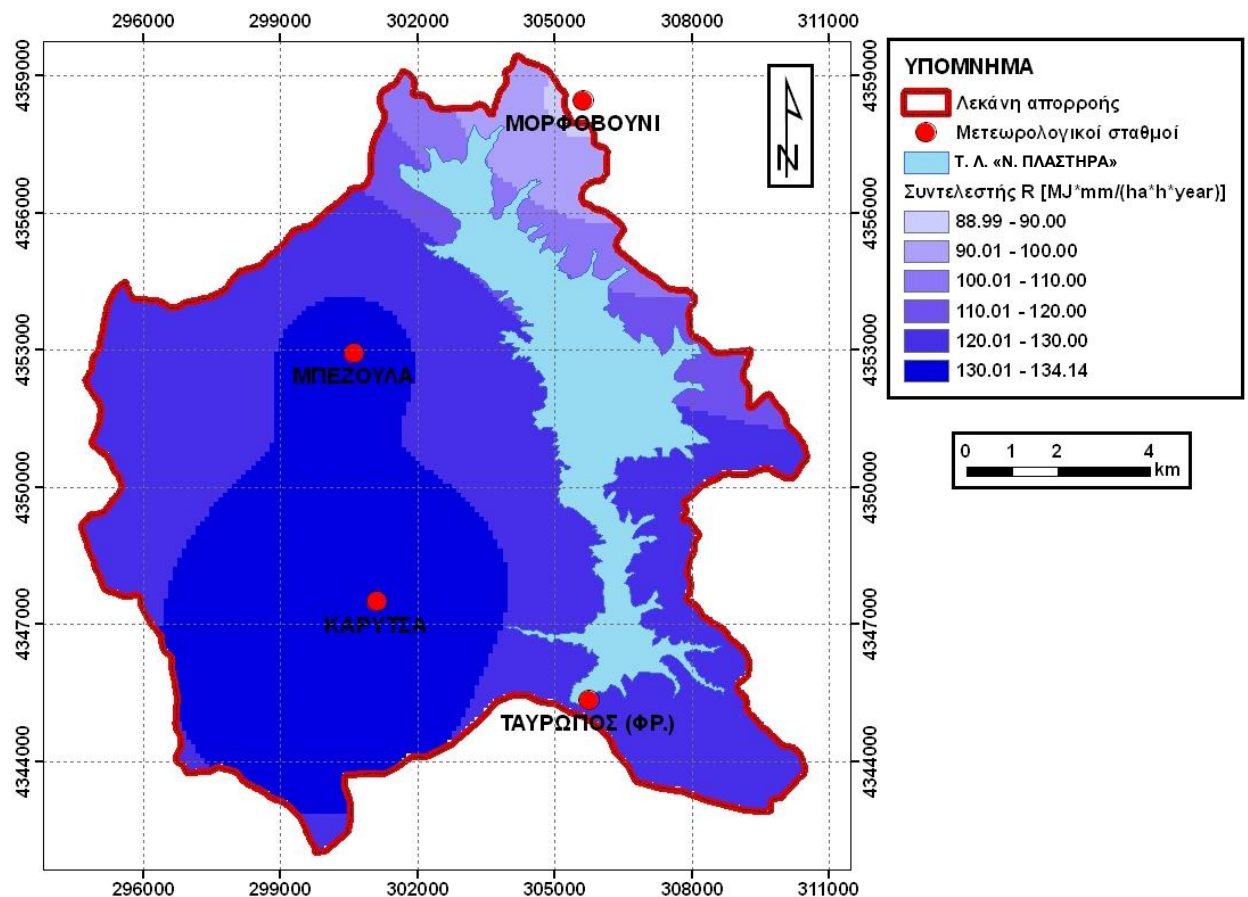
Πίνακας 4 Ο συντελεστής βροχόπτωσης - απορροής R των μετεωρολογικών σταθμών της περιοχής μελέτης.

1960-2002	Ο	Ν	Α	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ετήσιο R
Καριτσά	7.73	12.9 6	33.0 4	14.4 8	15.0 0	27.8 1	15.1 9	6.0 4	0.2 2	0.1 0	0.2 2	1.3 5	134.14
Μορφοβούνι	16.3 7	20.2 2	20.9 9	2.62	8.66	9.78	6.69	2.0 4	0.2 5	0.1 9	0.2 3	0.9 4	88.99
Μπεζούλα	22.4	39.2	22.4	10.5	14.5	9.53	7.26	4.1	0.2	0.1	0.2	0.5	131.33

	7	0	4	1	3			7	8	5	7	3	
Φρ. Ταυρωπού	18.5 5	31.7 5	35.4 4	10.4 7	10.1 7	8.34	9.15	2.9 2	0.2 4	0.1 2	0.1 7	0.9 7	128.29

Με βάση τα παραπάνω, ο συντελεστής βροχόπτωσης - απορροής R για την περίοδο 1960-2002 κυμαίνεται από 88,99 έως 134,14 [MJ*mm/(ha*h*year)]. Η μέση τιμή του συντελεστή R εκτιμήθηκε ίση με 124,23 [MJ*mm/(ha*h*year)].

Στην Εικόνα 2 δίνεται ο χάρτης κατανομής του συντελεστή R της περιοχής μελέτης. Η παραγωγή του πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον G.I.S. με την μέθοδο των σταθμισμένων αντιστρόφων αποστάσεων (Inverse Distance Weighted method - IDW).



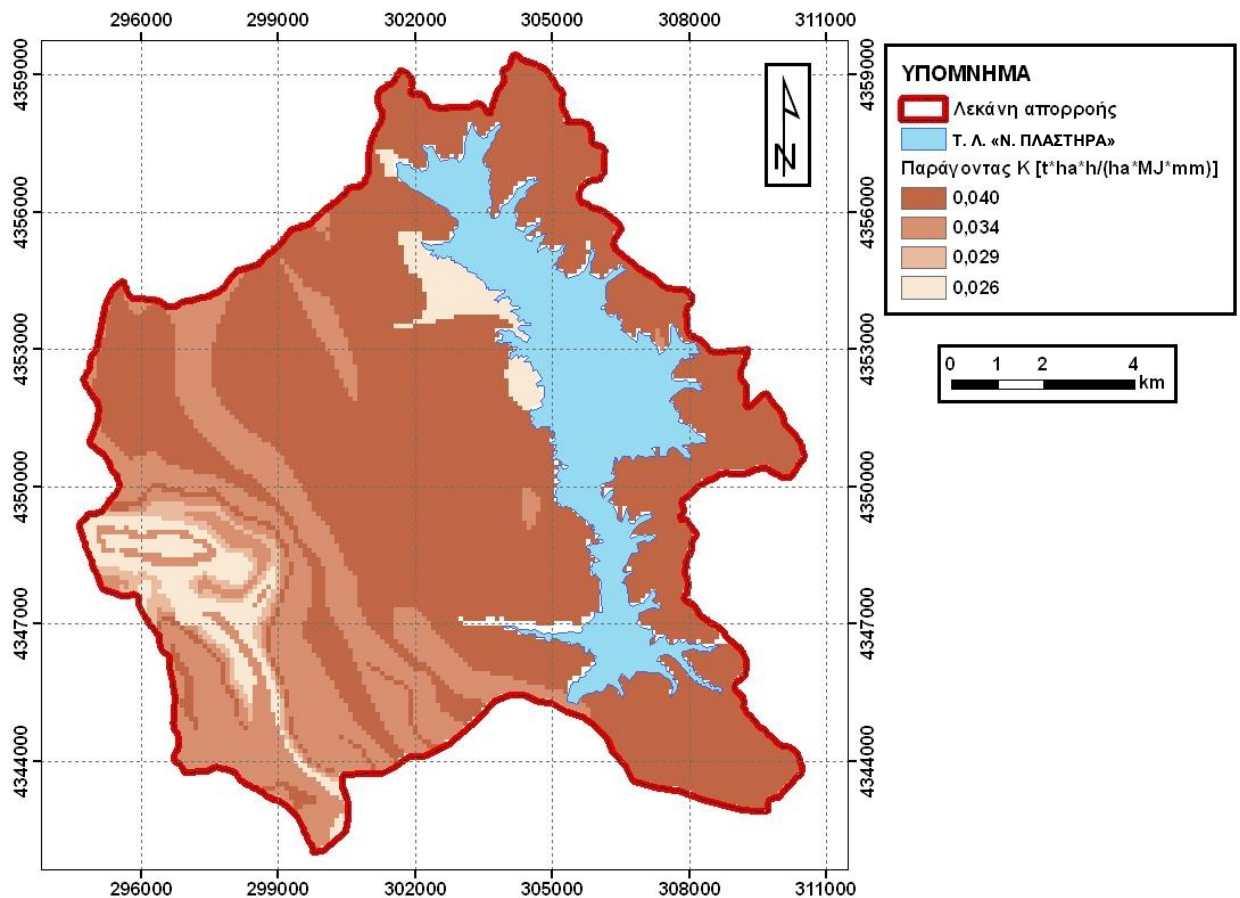
Εικόνα 2 Χάρτης κατανομής συντελεστή βροχόπτωσης - απορροής R

➤ Συντελεστής διαβρωσιμότητας εδαφών K

Στην λεκάνη απορροής της Τεχν. Λίμνης «Ν. Πλαστήρα» δεν έχει πραγματοποιηθεί εδαφολογική μελέτη και συνεπώς τα δεδομένα σχετικά με τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών της περιοχής προέκυψαν από τον

Γεωλογικό Χάρτη της Ελλάδας (Ι.Γ.Μ.Ε., κλίμακα 1:50.000, φύλλα Μουζάκι, Καρδίτσα, Άγραφα, Φουρνάς).

Στην Εικόνα 3 δίνεται ο χάρτης κατανομής του συντελεστή K στην περιοχή μελέτης. Ο συντελεστής διαβρωσιμότητας K κυμαίνεται από 0,026 έως 0,040 [$t \cdot ha \cdot h / (ha \cdot MJ \cdot mm)$], με μέση τιμή 0,037 και τυπική απόκλιση 0,0038. Από τον χάρτη κατανομής του συντελεστή K προκύπτει ότι οι μεγαλύτερες τιμές εντοπίζονται στους φλυσχικούς σχηματισμούς και στον πρώτο φλύσχη, ενώ οι μικρότερες συναντώνται στα κλαστικά ιζήματα και στα αδρομερή πλευρικά κορήματα.

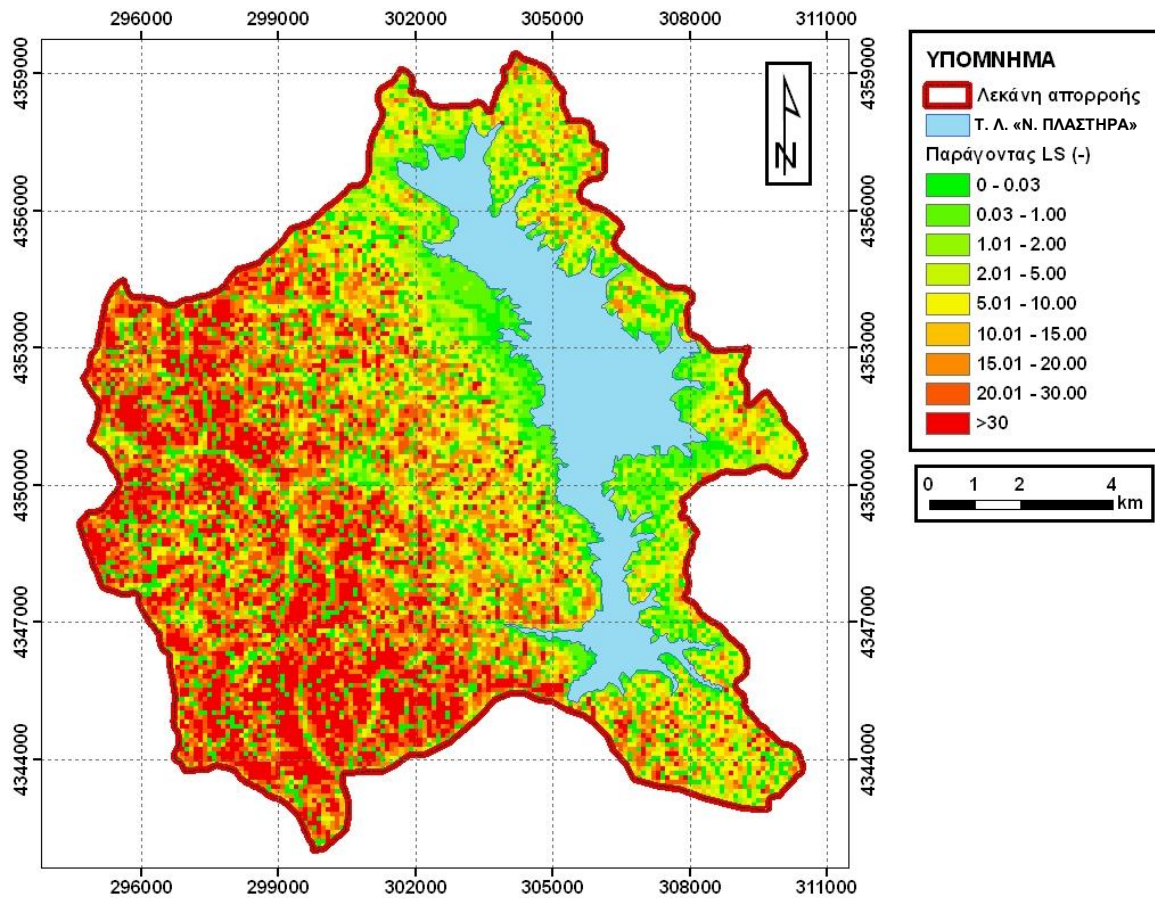


Εικόνα 3 Χάρτης κατανομής του συντελεστή διαβρωσιμότητας των εδαφών K

➤ Συντελεστής τοπογραφίας LS

Με βάση όσα έχουν αναφερθεί παραπάνω, προκύπτει ο χάρτης κατανομής του συντελεστή τοπογραφίας LS . Από αυτόν προκύπτει ότι ο συντελεστής LS κυμαίνεται από 0,00 έως 582,75 με μέση τιμή 14,27 και τυπική απόκλιση 22,35. Από την Εικόνα 4 προκύπτει ότι οι μεγαλύτερες τιμές του συντελεστή LS εντοπίζονται στις

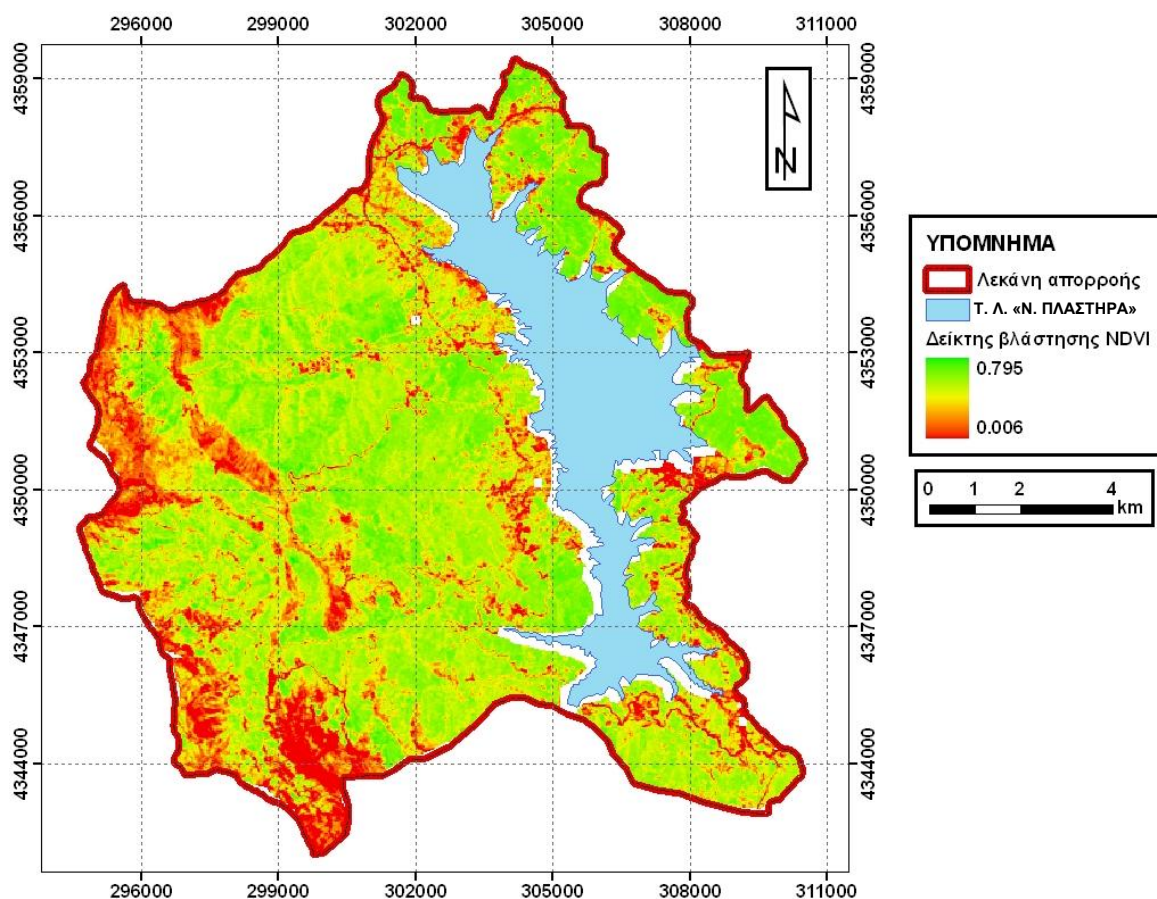
νοτιοδυτικές και δυτικές περιοχές της λεκάνης απορροής, όπου και οι κλίσεις είναι και πιο απότομες και το υδρογραφικό δίκτυο πιο πυκνό.



Εικόνα 4 Χάρτης κατανομής του συντελεστή τοπογραφίας LS

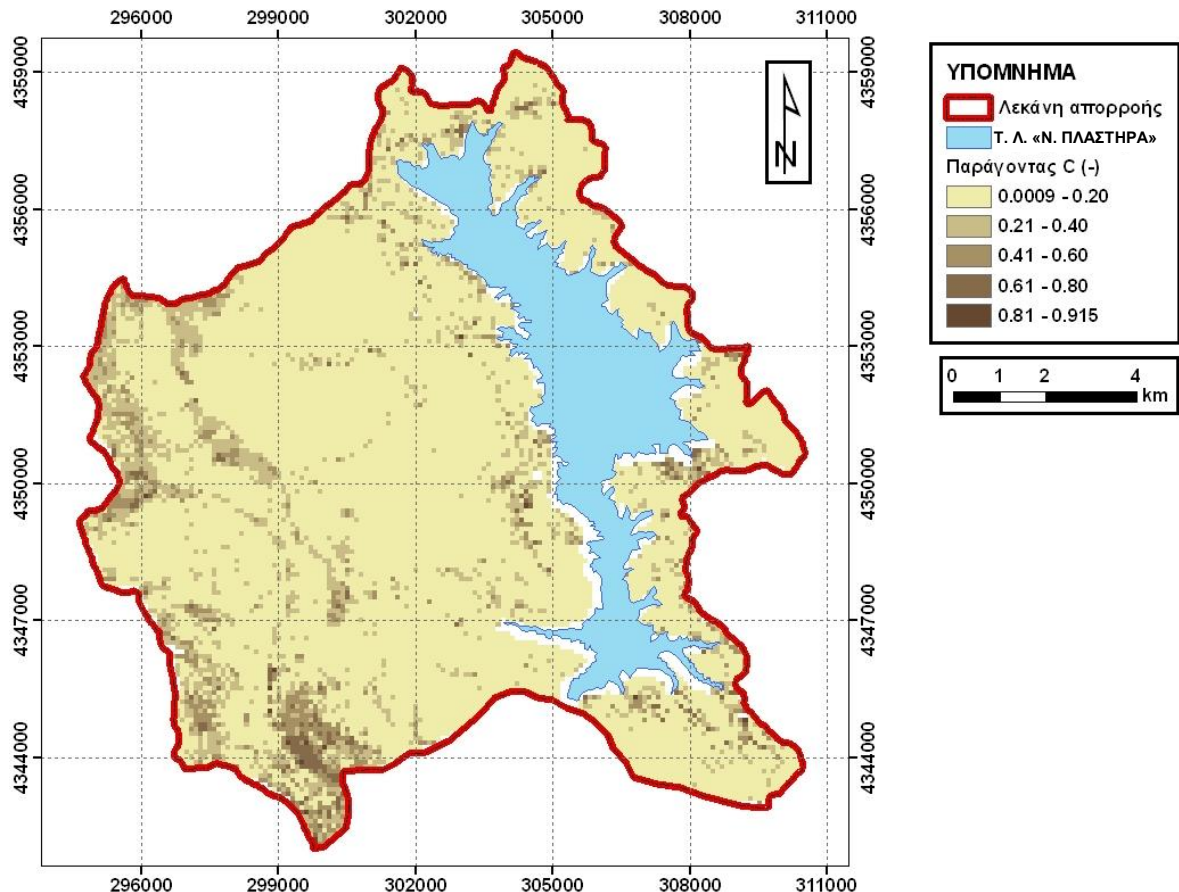
➤ Συντελεστής φυτοκάλυψης και καλλιεργητικών μεθόδων C

Από τον χάρτη κατανομής του δείκτη βλάστησης στην λεκάνη απορροής της τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα» προκύπτει ότι στην περιοχή μελέτη (εκτός από την περιοχή της λίμνης) ο δείκτης NDVI κυμαίνεται από 0,006 έως 0,795 (Εικόνα 5). Οι μικρότερες τιμές NDVI παρατηρούνται σε περιοχές όπου αναπτύσσονται θάμνοι, χερσότοπου ή αραιή βλάστηση, ενώ αντίθετα υψηλές τιμές συναντώνται σε περιοχές όπου αναπτύσσονται δάση.



Εικόνα 5 Χάρτης κατανομής του δείκτη βλάστησης NDVI

Με βάση την εξίσωση που συνδέει τον συντελεστή C και τον δείκτη βλάστησης NDVI προέκυψε ο χάρτης κατανομής του συντελεστή φυτοκάλυψης και καλλιεργητικών μεθόδων C (Εικόνα 6). Ο συντελεστής C κυμαίνεται από 0,0009 έως 0,915, με μέση τιμή 0,1125 και τυπική απόκλιση 0,148.

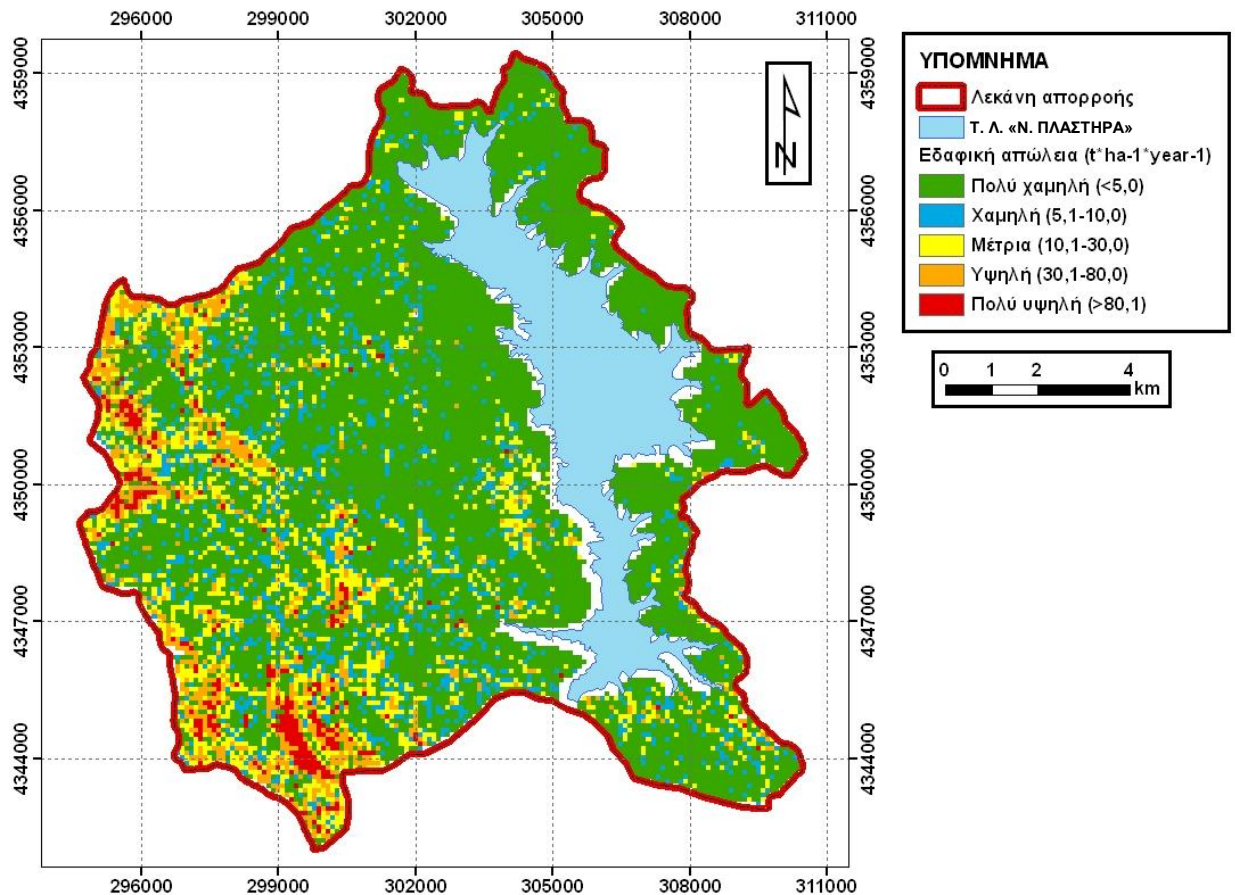


Εικόνα 6 Χάρτης κατανομής του συντελεστή φυτοκάλυψης και καλλιεργητικών μεθόδων C

➤ **Συντελεστής διαχείρισης των εδαφών κατά της διάβρωσης P**

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο συντελεστής διαχείρισης των εδαφών κατά της διάβρωσης P εξαρτάται κυρίως από τον τρόπο καλλιέργειας των εδαφών. Ωστόσο, επειδή δεν υπάρχουν λεπτομερή δεδομένα για τα μέτρα προστασίας από τη διάβρωση, ο συντελεστής P λαμβάνεται ίσος με 1,0, η οποία είναι και η δυσμενέστερη περίπτωση.

Με βάση τα παραπάνω αναπαράχθηκε ο χάρτης κατανομής της απώλειας εδαφών της λεκάνης απορροής της τεχν. λίμνης «Ν.Πλαστήρα» (Εικόνα 7). Από τον χάρτη αυτόν προκύπτει ότι η περισσότερη διάβρωση εδαφών λαμβάνει χώρα στο νοτιοδυτικό και δυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής, όπου παρατηρούνται υψηλά ύψη βροχής, αναπτύσσονται ασβεστολιθικοί σχηματισμοί, οι κλίσεις είναι πιο απότομες, το υδρογραφικό δίκτυο πιο πυκνό και φυτοκάλυψη δεν είναι πυκνή.



Εικόνα 7 Χάρτης κατανομής της εδαφικής απώλειας.

Στον Πίνακα 5 δίνεται η κατανομή της διάβρωσης εδαφών στις διάφορες κλάσεις:

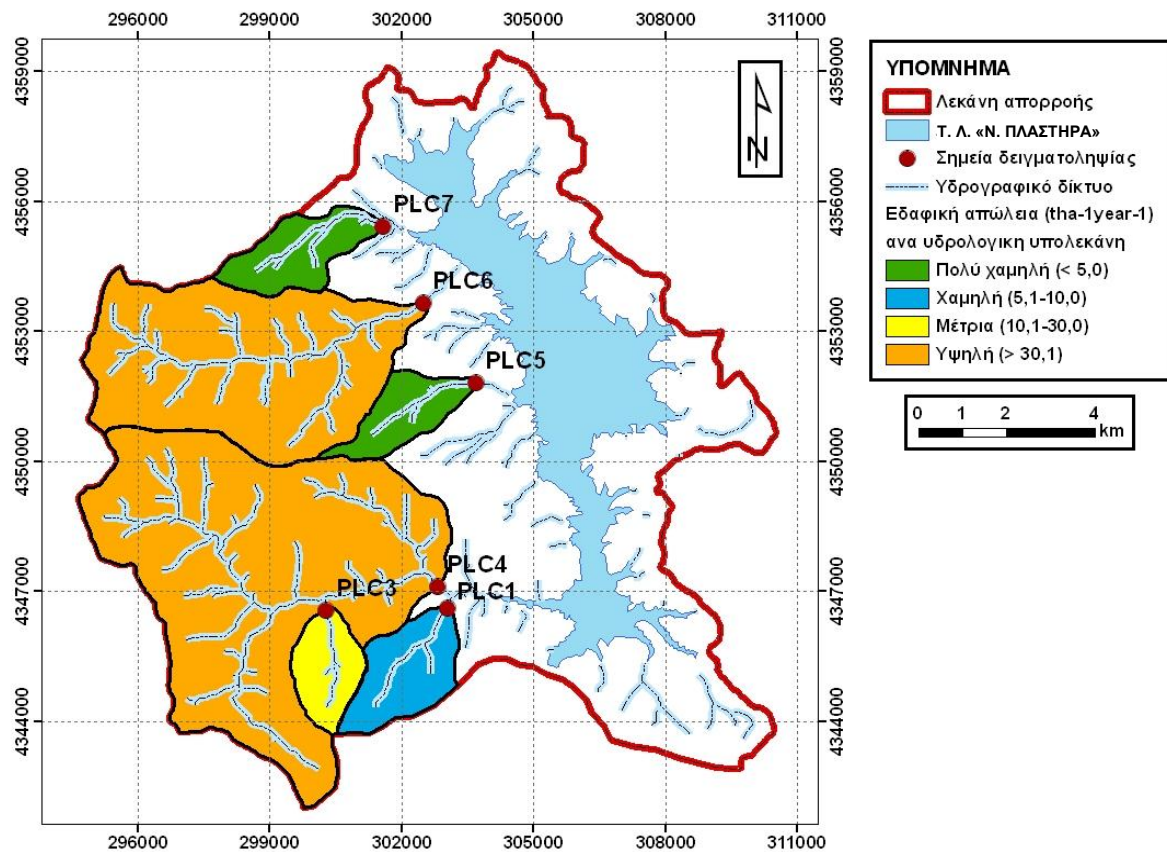
Πίνακας 5 Διάβρωση εδαφών στην λεκάνη απορροής της τεχν. λίμνης «Ν. Πλαστήρα».

Κλάσεις ($t \cdot ha^{-1} \cdot year^{-1}$)	Κλάσεις	Έκταση (km^2)	Έκταση (%)
5 <	Πολύ χαμηλή	91,87	67,6%
2 - 10	Χαμηλή	14,7	10,8%
10 - 30	Μέτρια	16,88	12,4%
30 - 80	Υψηλή	9,29	6,8%
> 80	Πολύ υψηλή	3,2	2,4%
Σύνολο		135,94	100,0%

Με βάση τα αποτελέσματα της εφαρμογής του μοντέλου RUSLE στην λεκάνη απορροής της λίμνης Τεχν. Λίμνη “Ν. Πλαστήρα”, υπολογίζεται ότι ετησίως η εδαφική διάβρωση είναι $126.677 t \cdot year^{-1}$.

Για την επαλήθευση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής του μοντέλου RUSLE, χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας ενός υδρολογικού

έτους (07/07/2009 - 19/05/2010) που πραγματοποιήθηκαν σε έξι (6) υδροσημεία σε υδρορρέματα στα πλαίσια της παρούσας μελέτης (Εικόνα 8).



Εικόνα 8 Χάρτης σημείων δειγματοληψίας

Για τον προσδιορισμό μίας αντιπροσωπευτικής τιμής της απώλειας εδαφών σε κάθε σημείο δειγματοληψίας, προσδιορίστηκαν οι αντίστοιχες υπολεκάνες απορροής και αποδόθηκε ένας συντελεστής βαρύτητας σε κάθε κλάση του βάρους απώλειας εδαφών, ανάλογα με την έκταση που καταλαμβάνει κάθε κλάση σε κάθε υπολεκάνη.

Με βάση τα παραπάνω υπολογίστηκε ότι ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και του βάρους απώλειας εδαφών είναι ίσος με 0,81, ο οποίος χαρακτηρίζεται ως υψηλός.

Πίνακας 6 Υπολογισμός συντελεστή συσχέτισης ηλεκτρικής αγωγιμότητας και
εδαφικής απώλειας.

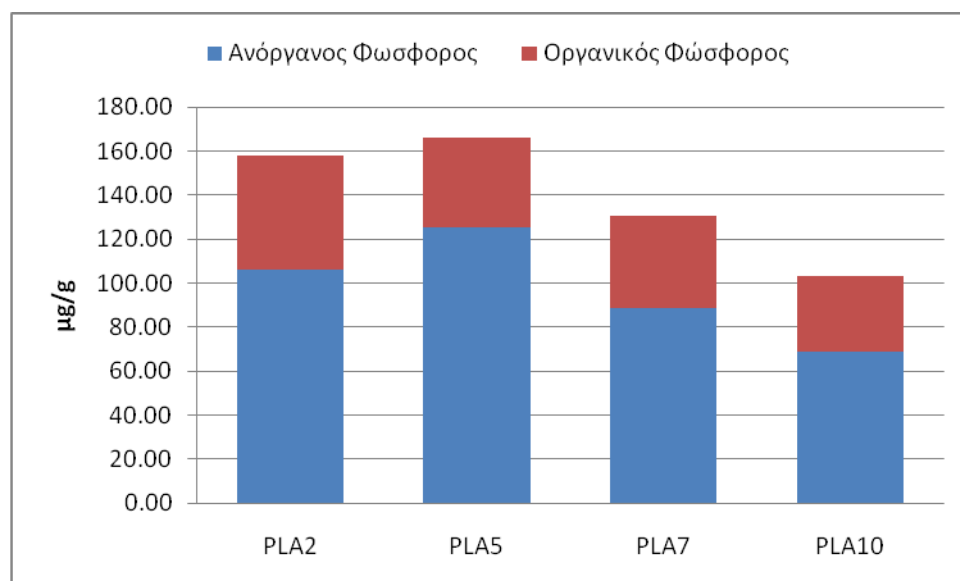
Σημείο δειγματοληψίας	Μέση τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας $\mu\text{S}/\text{cm}$ (για την περίοδο Ιούλιο 2009-Μάιο 2010)	Εδαφική απώλεια ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{year}^{-1}$)
PLC 1	239,4	8,8
PLC 3	294,0	29,3
PLC 4	260,4	31,3
PLC 5	261,4	2,1
PLC 6	298,0	59,4
PLC 7	242,3	3,2

Αναλύσεις Ιζημάτων

Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία ιζημάτων από τον πυθμένα της λίμνης σε 4 θέσεις, τον Μάιο 2010. Από τις εργαστηριακές αναλύσεις του φωσφόρου που βρίσκεται δεσμευμένος στα ιζήματα προέκυψε ότι αυξημένες τιμές παρατηρούνται στον σταθμό PLA2 που βρίσκεται ανοικτά των εκβολών του Καριτσιώτη ποταμού. Η μέτρηση αυτή συμπίπτει με τις σχετικά υψηλές τιμές PO_4 που μετρήθηκαν στο νερό του εν λόγω ποταμού και μπορεί να εξηγηθεί από την συσσώρευση οργανικού υλικού από τα ιχθυοτροφεία που δραστηριοποιούνται στην συγκεκριμένη περιοχή. Επίσης, υψηλές τιμές φωσφόρου στα ιζήματα παρατηρούνται και στην θέση PLA5, η οποία βρίσκεται πλησίον του οικισμού του Νεοχωρίου και ενδέχεται να έχει υποστεί επιβάρυνση από αστικά λύματα. Χαμηλότερες τιμές φωσφόρου παρατηρήθηκαν στις θέσεις PLA7 (υδροληψία) και PLA10, οι οποίες απέχουν σημαντικά από τις κύριες πηγές ρύπανσης της περιοχής μελέτης.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα αναλύσεων φωσφόρου σε ιζήματα της Τ.Λ. Ν. Πλαστήρα.

Σημείο δειγματοληψίας	Ολικός Φώσφορος	Ανόργανος Φωσφορος	Οργανικός Φώσφορος
	μg/g	μg/g	μg/g
PLA2	157.77	106.34	51.43
PLA5	166.25	125.36	40.89
PLA7	130.92	88.61	42.31
PLA10	103.54	68.97	34.58



Εικόνα 1. Κατανομή Ανόργανου και Οργανικού Φωσφόρου σε ιζήματα της Τ.Λ. Ν. Πλαστήρα.

ΧΑΡΤΕΣ